

Optimización Fiscal y Gasto Público en Neuquén: Propuesta de un Fondo Soberano para la Gestión de Regalías

Anabel Vitaliani

Dolores Tognolotti

Iván Robles Urquiza

M. Luján Puchot

Sebastián Burgermeister

Yago Cortondo

Introducción

Distintas provincias en Argentina poseen como fuente de ingresos principal las regalías de la producción minera. Entre ellas se destaca la provincia de Neuquén, donde se encuentra Vaca Muerta: una formación geológica que contiene la segunda reserva de gas y la cuarta de petróleo del mundo. El problema al que se enfrentan este tipo de economías es que su ingreso está sujeto a una amplia volatilidad determinada exógenamente por los precios internacionales que, típicamente, se traduce al gasto público. En este marco, la política fiscal podría basarse en suavizar el gasto público mediante un proceso de optimización intertemporal. Para ello, una alternativa frecuente entre economías ricas en recursos naturales es el establecimiento de un fondo soberano, tal como se ha implementado en países como Noruega o Chile ([Caner et al., 2010](#)). Así, los fondos soberanos de inversión son instrumentos estatales destinados a administrar de manera eficiente ingresos extraordinarios, usualmente derivados de recursos naturales no renovables. Su objetivo es estabilizar la economía frente a shocks de corto plazo, transformar riqueza temporal en activos duraderos y asegurar la sostenibilidad fiscal a largo plazo.

En este trabajo se evalúa la posibilidad de implementación de un fondo soberano en la provincia de Neuquén, Argentina. Se analizará su potencial para gestionar los flujos de ingresos provenientes de la explotación de Vaca Muerta. Para esto, el presente estudio se basa en el modelo de consumo intertemporal propuesto por [Gourinchas and Parker \(2002\)](#) al caso del gobierno provincial (Sección 1), donde se destacan los efectos del ahorro precautorio. Para este caso, los ingresos por regalías —única fuente de ingreso exógena, por construcción— que no se utilizan para gasto corriente se acumulan progresivamente en el fondo, generando rendimientos financieros a lo largo del tiempo. El ahorro precautorio, según [Caballero \(1990\)](#), refiere a la acumulación de recursos destinada a protegerse de incertidumbres económicas y contingencias, derivada de la aversión al riesgo y la necesidad de mitigar fluctuaciones imprevistas. En este contexto, la acumulación de activos en el fondo soberano responde a la incertidumbre futura, cuya fuente principal proviene de las fluctuaciones en los precios de los recursos extraídos de los yacimientos no convencionales, ponderados según la relevancia de cada recurso dentro de la producción proveniente de Vaca Muerta.

La trayectoria intertemporal de las variables de interés —consumo público, extracción de recursos no convencionales, gasto público, ingreso per cápita del fondo soberano y acumulación de activos del fondo en términos absolutos— se obtiene a partir de una solución del sistema resultante, la cual involucra una serie de simulaciones que tienen como objetivo hallar valores óptimos de las variables de decisión —gasto público y ahorro en el fondo— para cada período. Este enfoque permite incorporar decisiones bajo incertidumbre y plantear el problema de optimización sujeto a las restricciones dinámicas. La metodología adoptada para ello se encuentra detallada en la Sección 1.3.

El mecanismo del modelo permitirá suavizar el perfil intertemporal del gasto público. En particular, los resultados muestran que la trayectoria del consumo tiende a incrementarse a medida que se acumulan los ingresos provenientes de las regalías. Si bien el consumo aumenta en las primeras etapas, dicho incremento es menor al monto de las regalías percibidas, aunque superior al rendimiento generado por los intereses en el período anterior. Los resultados se presentan en la Sección 3.

Además, en la Sección 4 se presenta una alternativa al modelo utilizado, que es la formulación de los precios bajo la regla de Hotelling a partir de la cual el precio del recurso no renovable debe aumentar a una tasa igual a la tasa de interés.

1. Modelización

1.1. Problema del gobierno

Pasamos a estructurar el modelo teórico para la decisión intertemporal del gobierno, basado en [Gourinchas and Parker \(2002\)](#). Los ingresos que percibe el gobierno de Neuquén por regalías hidrocarburíferas provienen de la explotación de un recurso no renovable, por lo que constituyen una fuente transitoria de ingresos. De esta forma, la disponibilidad de estas rentas está condicionada al volumen de reservas existentes y al ritmo de extracción de petróleo y gas en las cuenca de Vaca Muerta.

A los fines del trabajo, nos abstraeremos de otras fuentes de ingresos y gastos corrientes, concentrándonos exclusivamente en el problema de asignación intertemporal de dicho componente adicional de recursos. Es importante destacar que, en este caso, el flujo de ingresos por regalías está sujeto a incertidumbre que tiene como fuente la volatilidad de los precios. Por esto, el gobierno no percibe con seguridad cuál será su flujo de ingresos, complejizando sus decisiones de consumo.

En este contexto, el gobierno debe decidir cómo distribuir las regalías entre consumo público actual y ahorro en un fondo soberano con el objetivo de suavizar el consumo público en el tiempo. La asignación óptima del consumo público adicional surge de la maximización de la utilidad esperada del gobierno, eligiendo una secuencia $\{g_t\}_{t=0}^{\infty}$ tal que resuelve el siguiente problema:

$$\max_{\{g_t\}} \mathbb{E} \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{g_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right) \right]$$

sujeta a:

$$X_{t+1} = S_{t+1} + R_{t+1} = (1+r)(S_t + R_t - g_t) + R_{t+1}$$

donde:

- S_t : stock de activos en el fondo soberano al inicio del período t
- R_t : ingreso por regalías en el período t
- g_t : gasto público financiado con regalías
- r : tasa de retorno del fondo soberano
- X_{t+1} : recursos líquidos disponibles al inicio del período $t+1$
- β : tasa de descuento intertemporal, con $0 < \beta < 1$
- γ : coeficiente de aversión relativa al riesgo, con $\gamma > 1$

Cabe aclarar que, dado que $\gamma > 1$, el gobierno muestra aversión al riesgo: valora más evitar caídas grandes en el gasto público que obtener incrementos de la misma magnitud.

El gobierno administra los ingresos provenientes de las regalías decidiendo, en cada período, qué proporción destinar al consumo público adicional y qué proporción ahorrar. La diferencia entre las regalías percibidas y el gasto ejecutado se acumula en un fondo soberano, el cual se invierte a una tasa de retorno, r . De este modo, el fondo actúa como un mecanismo de

ahorro del gobierno provincial, transfiriendo ingresos extraordinarios y volátiles al futuro. La evolución del fondo soberano está dada por:

$$S_{t+1} = (1 + r)(S_t + R_t - g_t)$$

Al enfrentar un flujo de ingresos incierto, debido a la volatilidad del precio de los hidrocarburos, el gobierno opta por evitar escenarios de gasto bajo en el futuro. Esta actitud prudente se traduce en un comportamiento de ahorro precautorio: en lugar de comprometer recursos futuros endeudándose en los primeros períodos para expandir el gasto presente, el gobierno elige acumular activos en un fondo soberano. Por lo tanto, no es necesario imponer de forma explícita una restricción del tipo no-Ponzi, ya que la propia aversión al riesgo actúa como límite natural al endeudamiento. A esto se suma que, en Argentina, muchas provincias enfrentan restricciones constitucionales de diversa magnitud respecto al endeudamiento que pueden tomar (Sturzenegger and Werneck, 2006).

Dada la incertidumbre en los ingresos futuros por regalías, el problema de decisión intertemporal del gobierno no puede resolverse mediante una maximización directa como en el caso determinístico. En cambio, se requiere una formulación recursiva del problema, en la cual las decisiones óptimas se expresan como funciones del estado actual de la economía.

En este enfoque, el gobierno elige en cada período el nivel de consumo que maximiza la utilidad presente más el valor esperado descontado de la utilidad futura. Esta lógica se formaliza mediante una ecuación de Bellman, que reescribe el problema intertemporal como una elección entre consumo actual (o utilidad presente) y utilidad futura. Esta última se resume en una función de valor, que representa la máxima utilidad esperada que puede alcanzarse en adelante, dados los recursos disponibles hoy. Por lo tanto, la función de valor del problema puede escribirse como

$$V(X_t) = \max_{g_t} \left\{ \frac{g_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} + \beta \cdot \mathbb{E}_t [V(X_{t+1})] \right\}$$

y la condición de optimalidad de la ecuación de Bellman es

$$\begin{aligned} u'(g_t) &= \mathbb{E}_t [(1 + r) \cdot \beta \cdot V'(X_{t+1})] \\ g_t^{-\gamma} &= \mathbb{E}_t [(1 + r) \cdot \beta \cdot V'(X_{t+1})] \end{aligned}$$

Esta condición establece que la utilidad marginal del consumo actual debe igualar el valor esperado descontado de la utilidad marginal de toda la programación. Es decir, al optimizar el sendero de consumo, el gobierno iguala la utilidad corriente de gastar hoy con la utilidad que esos recursos podrían generar en el futuro si se ahorraran.

1.2. Producción, precio y regalías

El flujo de ingresos del fondo soberano está dado por las regalías de la producción de Vaca Muerta R_t , que tiene horizonte finito, y por el retorno de la inversión del fondo en el mercado de capitales r . En cuanto a los gastos tenemos únicamente el gasto público, que es la variable de decisión. Así, la maximización de utilidad del gobierno está sujeta a la restricción presupuestaria especificada en el apartado anterior.

Las regalías, α , son computadas de forma que dependen del momento de la producción, no por su venta, lo cual evita que las decisiones de las firmas de vender o acumular stocks afectando el flujo de ingresos. A su vez, la valuación se hace con el precio en boca de pozo, que no incluye costos de transporte o procesamiento. Las expresiones quedan definidas tal que

$$R_t = \alpha P_t Q_t$$

Modelando la extracción del recurso

Con el objetivo de aislar el problema intertemporal del gobierno y focalizar el análisis en la asignación óptima del ingreso fiscal, este modelo incorpora las regalías como una dotación exógena de recursos. Esta elección metodológica permite prescindir de una modelización explícita del comportamiento de las firmas extractoras, evitando así la necesidad de resolver un problema de maximización microfundado por parte del sector privado. En consecuencia, se asume una trayectoria de producción funcionalmente definida, basada en la literatura especializada que documenta regularidades empíricas en la evolución de la extracción de petróleo y gas. En particular, dichas trayectorias suelen presentar un patrón robusto: una fase inicial de crecimiento, seguida por un período de estabilización (meseta) y, posteriormente, una etapa de declino asociada al agotamiento progresivo del recurso.

Trabajos como el de [Hirsch \(2005\)](#) destacan esta secuencia como un fenómeno típico en los campos explotados a gran escala: durante la primera etapa, la producción crece de forma acelerada como resultado de nuevas inversiones, descubrimientos recientes y mejoras tecnológicas. Se alcanza una forma de meseta cuando los esfuerzos por sostener la producción a niveles elevados, a través de métodos de recuperación mejorada o perforaciones adicionales, logran compensar momentáneamente el declino natural. Por otra parte, asumir una meseta en lugar de un pico en la producción se justifica en tanto el valor máximo observado no necesariamente refleja un límite geológico estricto, sino que puede estar determinado por otras restricciones políticas y/o tecnológicas. Tal como se menciona en [Cavallo \(2004\)](#), la extracción máxima no debe interpretarse como la totalidad del recurso disponible, sino como una variable sujeta a condicionantes contextuales. Bajo esta perspectiva, una meseta permite modelar trayectorias de producción más consistentes con los datos.

En el caso de los yacimientos no convencionales, la dinámica de producción presenta particularidades adicionales relevantes para su modelización. La vida útil de los pozos no convencionales es significativamente más corta que la de los convencionales, con una duración promedio de aproximadamente seis años [Alotaibi \(2014\)](#). Esta característica introduce un elemento central en la evolución de la producción agregada: la tasa de reposición de pozos, entendida como la frecuencia con la cual se perforan nuevos pozos para compensar el declino natural de los existentes. Cuando esta tasa resulta suficientemente elevada, es posible mantener una meseta de producción relativamente estable. En cambio, si la reposición resulta insuficiente, el sistema entra en una fase de declino prolongado, aún en presencia de recursos remanentes.

Este patrón puede modelarse de forma parsimoniosa mediante una función de producción por tramos:

$$Q_t = \begin{cases} Q_0 + g \cdot t & \text{si } t < t_1 \\ Q_{\max} & \text{si } t_1 \leq t < t_2 \\ Q_{\max} \cdot e^{-\delta(t-t_2)} & \text{si } t \geq t_2 \end{cases}$$

Donde los parámetros representan:

- Q_0 : nivel inicial de producción (en millones de barriles equivalentes por año),
- g : tasa de crecimiento durante la fase inicial,
- t_1 : fin del crecimiento y comienzo de la meseta,
- Q_{\max} : producción máxima sostenida durante la meseta,
- t_2 : fin de la meseta e inicio del declino,
- δ : tasa de declino exponencial a partir de t_2 .

Esta función permite capturar adecuadamente la dinámica de extracción observada en formaciones como Eagle Ford y se adapta bien a las proyecciones realistas para la explotación a gran escala en Vaca Muerta.

Evolución del precio

El precio P_t constituye la principal fuente de incertidumbre del modelo y, en consecuencia, el factor que motiva la necesidad de un ahorro precautorio frente a posibles shocks negativos. Esta incertidumbre persiste mientras se mantenga activa la producción, y tiende a disiparse a medida que disminuye el horizonte esperado de percepciones por regalías, extinguiéndose completamente cuando los recursos se agotan. Para capturar esta dinámica, modelamos la evolución del precio mediante

$$P_{t+1} = P_t + \kappa(\bar{P} - P_t) + \epsilon_{t+1} \quad / \quad \kappa = \frac{r}{1+r}$$

donde el precio en P_{t+1} depende del precio en t . El segundo término define que sea un proceso de reversión a la media, donde el parámetro κ define la velocidad de convergencia a la media histórica \bar{P} de forma que a mayor tasa de interés, más rápido se da el ajuste. El término ϵ_t representa un shock estocástico que introduce incertidumbre en la trayectoria del precio, y se modela como un proceso de ruido blanco independiente e idénticamente distribuido:

$$\epsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2).$$

1.3. Resolución

Siguiendo el enfoque desarrollado por [Gourinchas and Parker \(2002\)](#), se adopta una función de utilidad del tipo CRRA (Constant Relative Risk Aversion), con parámetro de aversión relativa al riesgo $\gamma > 1$, lo que refleja una preferencia por senderos de consumo más estables ante incertidumbre. En este caso, no es posible obtener una solución analítica cerrada para el problema de maximización intertemporal bajo incertidumbre, ya que la presencia de riesgo y la no linealidad de la utilidad marginal impiden resolver de forma explícita la condición de Euler. En particular, la expectativa condicional sobre la utilidad marginal futura no puede aislarse ni simplificarse debido a su dependencia no lineal con respecto al consumo futuro, el

cual es una variable aleatoria. Por este motivo, no es posible derivar una expresión cerrada para la política óptima de consumo, ya que los ingresos futuros (de los que depende dicho consumo) son estocásticos.

Por contraste, si se asumiera $\gamma = 1$, es decir, una función logarítmica, la condición de Euler se vuelve lineal en términos de logaritmos, lo que permite obtener una solución cerrada bajo ciertos supuestos sobre el proceso estocástico del ingreso o las regalías. Sin embargo, este caso particular no permite capturar grados de aversión al riesgo distintos de uno, restringiendo la capacidad del modelo para representar decisiones fiscales precautorias más realistas.

Dado que el modelo se formula en un entorno estocástico con horizonte temporal infinito y una función de utilidad del tipo CRRA con $\gamma \neq 1$, no es posible obtener una solución analítica cerrada del problema de maximización intertemporal. La no linealidad de la utilidad marginal bajo incertidumbre impide simplificar la condición de Euler, y en consecuencia, se recurre a una estrategia de resolución numérica basada en métodos de programación dinámica.

El enfoque adoptado consiste en resolver el problema dinámico mediante iteración sobre la función de valor, discretizando previamente tanto el espacio de estados —representado por los recursos líquidos disponibles X_t — como el espacio de decisiones c_t . La función de valor se inicializa con valores nulos sobre toda la grilla de estados, y se actualiza iterativamente aplicando la ecuación de Bellman. Para cada punto de la grilla, se evalúa un conjunto discreto de niveles posibles de consumo, computando la utilidad corriente y el valor descontado de los recursos remanentes en el siguiente período. Este valor futuro se aproxima mediante interpolación lineal sobre la función de valor evaluada en los estados alcanzables, teniendo en cuenta el retorno sobre el ahorro y la evolución estocástica de los ingresos fiscales. Así, la política de consumo óptima en cada momento del tiempo se determina como aquella que maximiza esta suma, y se registra para cada estado. El procedimiento se repite hasta alcanzar convergencia, definida como la diferencia máxima entre iteraciones sucesivas inferior a una tolerancia numérica preestablecida.

Una vez alcanzada la convergencia de la función de valor, se implementa un esquema de simulación hacia adelante para reconstruir la trayectoria óptima del consumo y del fondo soberano, utilizando las regalías proyectadas R_t y la política de consumo público estimada a partir de la etapa de iteración. La interpolación sobre la grilla de estados permite mapear con precisión los niveles de recursos disponibles a las decisiones de consumo óptimas en cada período. Este enfoque computacional resulta particularmente adecuado para capturar de manera consistente el comportamiento intertemporal del gobierno frente a la incertidumbre, preservando la naturaleza estocástica del ingreso sin necesidad de imponer supuestos restrictivos sobre su distribución. En conjunto, el procedimiento permite caracterizar una política de consumo racional y coherente con la finitud del recurso natural y la volatilidad inherente al mercado.

2. Calibración

2.1. Valuación del flujo de regalías

Producción

Para la calibración de la curva de extracción de hidrocarburos se considera el stock potencial estimado de gas y petróleo en Vaca Muerta, expresado en barriles de petróleo equivalentes. Las estimaciones recientes señalan que los recursos totales ascienden a aproximadamente 51,6

mil millones de barriles de gas y 16 mil millones de barriles de petróleo (SP Global Ratings, 2025), llegando a un volumen potencial total en torno a los 66 mil millones de barriles de petróleo equivalentes (boe).

Para estimar la producción futura, a la producción total de la cuenca es necesario restarle aquello que ya se extrajo, que se estima en 400 millones de boe de gas y 1.350 millones de boe de petróleo. Aproximamos el stock de reservas técnicamente recuperables aún no extraídas en 66.000 millones de boe. Ajustamos la dinámica de extracción de forma que este valor coincida con el área bajo la curva de producción modelada en el apartado previo.

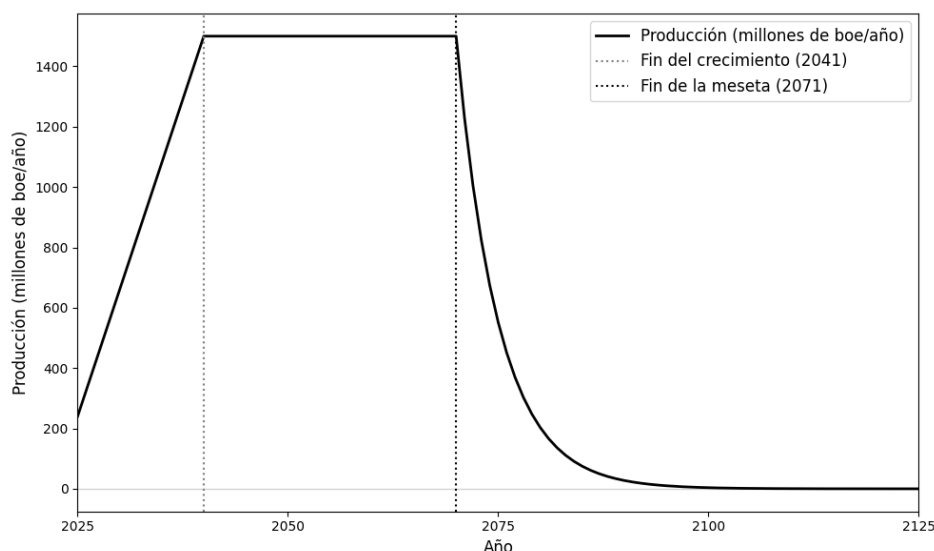


Figura 1: Producción de gas y petróleo en Vaca Muerta a partir de 2025

Las estimaciones más recientes revelan que el pico de extracción de los yacimientos se alcanzará en el año 2031, con una producción máxima estimada de 740 millones de boe. Estas proyecciones están basadas en trayectorias lineales considerando la tecnología disponible hasta el momento. En este trabajo asumimos una senda de progreso tecnológico, derivando en un aumento de productividad en el tiempo y, por ende, la posibilidad de acelerar la explotación y alcanzar volúmenes más elevados. En consecuencia, modelamos definiendo un pico de 1.500 millones de boe para el año 2041, sostenido durante 30 años para luego comenzar a caer hasta agotar los recursos en 2085.

Precio

En la Sección 1.2 definimos la ecuación de movimiento del precio. En base a eso, calculamos la trayectoria de esta variable a partir de un precio inicial definido por la composición de gas y petróleo. A su vez, las ponderaciones en esta composición han sido definidas según el peso relativo de cada bien en la producción total estimada de Vaca Muerta, alcanzando a un 24 % para el petróleo y 76 % para el gas. Para los precios de los recursos a la fecha, US\$ 61,06 y US\$ 61,57 respectivamente, el precio compuesto está dado por $P_{2025} = US\$61,45$ (U.S. Energy Information Administration (2025)).

Regalía

En el marco legal vigente en Argentina, las regalías por la explotación de hidrocarburos se establecen en un 12 % del valor en boca de pozo, conforme lo dispone el artículo 59 de la Ley

Nº 17.319. Por otro lado, la Ley Nº 27.007 introdujo reformas al régimen hidrocarburífero sin modificar la alícuota básica, aunque habilita incrementos de hasta el 15 % en casos específicos, como prórrogas de concesiones o condiciones contractuales particulares. En este trabajo adoptamos una alícuota del 15 %, manteniendonos en el marco de esta segunda ley.

$$R_t = 0,15 * P_t * Q_t$$

2.2. Rendimiento esperado de la cartera

Para computar el flujo de rendimientos del fondo soberano, elegimos una cartera de inversión y calculamos su retorno. El rendimiento total esperado de la cartera se obtiene como el promedio ponderado de los rendimientos esperados para cada activo i :

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot r_i$$

Donde:

- w_i : proporción o ponderación de la cartera invertida en el activo i ,
- r_i : rendimiento nominal esperado del activo i ,
- r_p : rendimiento nominal esperado de la cartera total.

Cuadro 1: Composición de la cartera de inversión del Fondo

Tipo de activo	Ponderación	Rendimiento esperado	Contribución
Bonos soberanos (Treasuries USA)	30 %	4.0 %	1.20 %
Bonos corporativos investment grade	25 %	4.5 %	1.13 %
Acciones (S&P 500)	30 %	9.0 %	2.70 %
Acciones emergentes (MSCI EM)	5 %	11.0 %	0.55 %
REITs globales	5 %	9.0 %	0.45 %
Liquidez / Money Market	5 %	2.0 %	0.10 %
Total esperado			6.13 %

Para estimar los rendimientos nominales promedio de largo plazo de los activos financieros considerados en la cartera, se utilizaron series históricas de los últimos 20 años, tomando como base datos consolidados de Bloomberg, MSCI, S&P Global y la U.S. Federal Reserve. Para cada clase de activo se calculó el rendimiento anual total, incluyendo capitalización de cupones y dividendos. Posteriormente, se estimó la tasa geométrica media, que es más representativa del rendimiento compuesto que enfrentaría un inversor de largo plazo, y se ajustaron las tasas a valores nominales.

La composición de esta cartera refleja una estrategia orientada al largo plazo, consistente con un inversor institucional prudente y averso al riesgo. Asignar el 55 % de los recursos a instrumentos de renta fija (30 % en bonos del Tesoro de EE.UU. y 25 % en bonos corporativos investment grade) permite contener la volatilidad, asegurando estabilidad y preservación de capital, asegurando la sostenibilidad intertemporal del gasto. Por otra parte, la presencia de

activos de mayor rendimiento como el S&P 500 (30 %) y mercados emergentes (5 %), diversifica la cartera globalmente y busca capturar el crecimiento de largo plazo. Se complementa con una exposición moderada a activos reales (REITs) y una reserva de liquidez del 5 % para enfrentar necesidades fiscales inmediatas.

En conjunto, esta cartera tiene por objetivo permitir al gobierno suavizar su gasto público frente a ingresos transitorios provenientes de la explotación hidrocarburífera, preservando capacidad de financiamiento más allá del ciclo productivo de Vaca Muerta.

2.3. Crecimiento poblacional

Para modelar la distribución de los recursos provenientes del fondo soberano entre la población neuquina, se define como beneficiarios a aquellos residentes que habitaban la provincia de Neuquén al momento de la creación del fondo. Esta decisión responde a la necesidad de evitar incentivos a una migración excesiva desde otras provincias, motivada por la posibilidad de acceder a esas transferencias individuales. En un escenario de libre movilidad de factores —bajo el supuesto de bajos costos de traslado entre provincias—, la incorporación de nuevos residentes únicamente con el fin de percibir beneficios podría diluir los recursos disponibles por persona, porque reduciría el monto asignado a cada beneficiario original.

En consecuencia, el modelo considera como base poblacional para la distribución inicial a la población residente al momento de la creación del fondo, estimada en 710.814 habitantes según los datos del último censo nacional [INDEC \(2023\)](#). Para proyectar la evolución demográfica en los períodos subsiguientes, se adopta una tasa de crecimiento poblacional calculada como el promedio de las tasas observadas en los tres censos nacionales últimos. Esto busca evitar que la proyección quede sesgada por impacto reciente del desarrollo de Vaca Muerta, que influyó atípicamente en la trayectoria de la tasa de variación poblacional. Concretamente, de esta forma, la tasa que se calcula en el modelo es de 1,94 %, mediante estimación de las tasas de crecimiento geométrico anual para los períodos.

2.4. Calibración de la aversión al riesgo y la tasa de descuento

La literatura especializada suele adoptar un coeficiente de aversión relativa al riesgo de $\gamma = 2$, valor que representa un agente con una actitud precautoria frente a la incertidumbre, condición *sine qua non* para la existencia de ahorro precautorio. No obstante, en este trabajo se opta por presentar resultados con $\gamma = 1,8$, a fin de mostrar que incluso bajo un grado de aversión moderado, emergen patrones de suavización del consumo atribuibles al horizonte intertemporal infinito y a la presencia de riesgo en los ingresos. Por otro lado, se impone $\beta(1 + r) = 1$.

3. Resultados

Los resultados presentados se derivan de la resolución computacional desarrollada en la Sección 1.3, en la cual se llevaron a cabo aproximadamente cinco mil simulaciones para obtener trayectorias óptimas de las principales variables económicas del modelo.

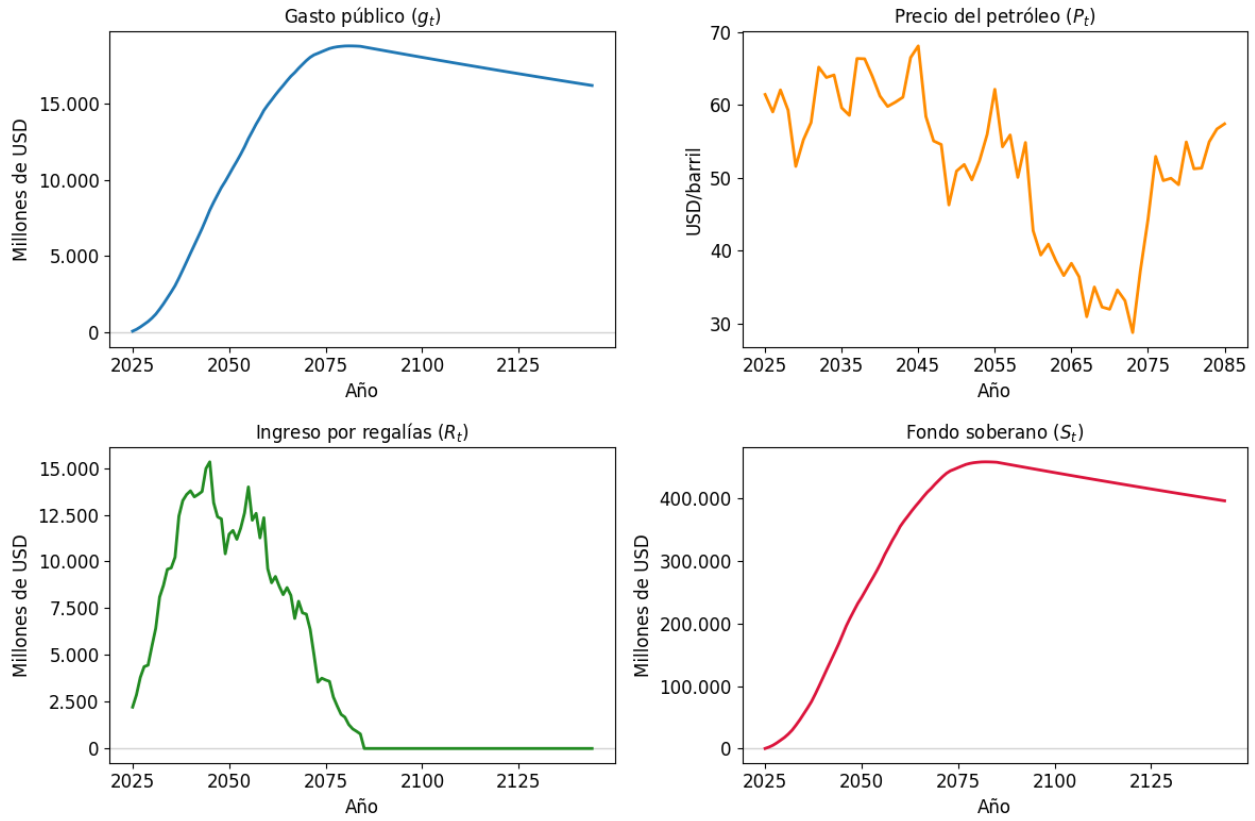


Figura 2: Gasto agregado, precio del petróleo, ingreso por regalías y fondo soberano

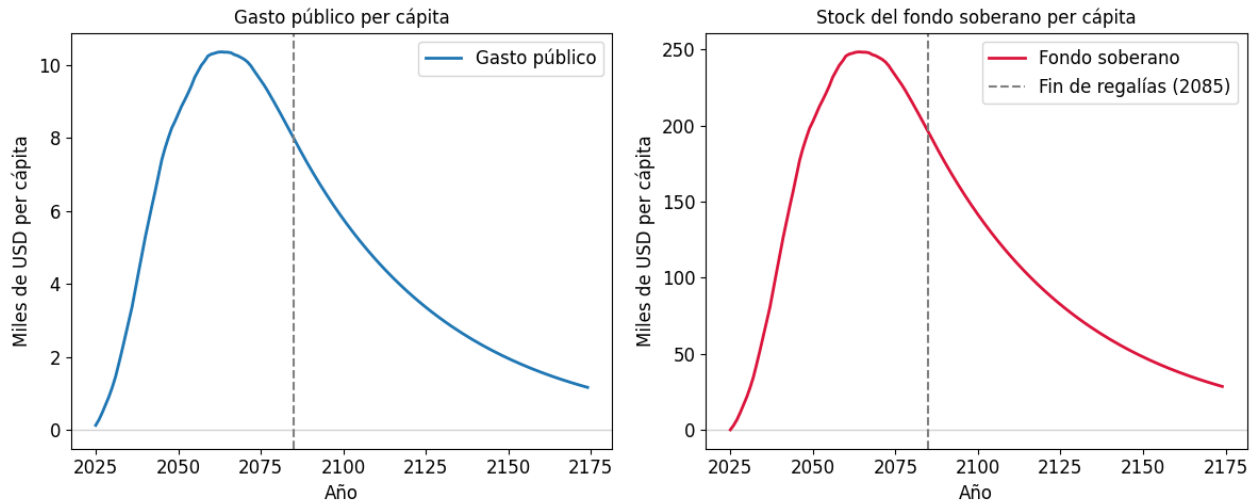


Figura 3: Gasto público y fondo soberano per cápita.

La Figura 2 ilustra la naturaleza del problema de optimización intertemporal bajo incertidumbre. El gasto público del gobierno neuquino, financiado exclusivamente mediante regalías y los rendimientos por intereses, sigue una trayectoria marcadamente creciente durante las primeras décadas del horizonte simulado, alcanzando su valor máximo en el año 2081. Paralelamente, se observa una fuerte prioridad por la acumulación de activos en el fondo soberano durante el período de producción activa. El conocimiento anticipado del perfil productivo y su eventual agotamiento induce al gobierno a adoptar una estrategia de fuerte acumulación

en los años de ingreso, lo que le permite suavizar el consumo a lo largo de todo el sendero intertemporal, incluso más allá del período en que se perciben regalías.

Durante la fase activa de explotación (hasta el año 2085), los ingresos por regalías presentan una componente estocástica derivada de la incertidumbre en los precios internacionales del petróleo. Esta fuente de volatilidad fiscal es la que justifica la necesidad de una política de ahorro precautorio. Finalizado ese período, el sistema transita a una etapa determinística, en la cual el único flujo de ingresos proviene del rendimiento financiero del capital acumulado.

Ambos elementos —la finitud del ingreso y la incertidumbre sobre su trayectoria— explican la fuerte tendencia ahorrista en los primeros años. El gobierno enfrenta un horizonte de ingresos acotado y volátil, lo que lo lleva a repartir el recurso intertemporalmente de forma prudente, con tasas de gasto moderadas frente a los ingresos iniciales. Así, durante los primeros años del horizonte simulado, gran parte de las regalías es destinada al ahorro, lo que impulsa un crecimiento sostenido del fondo soberano. A medida que transcurre el tiempo, el gasto público comienza a superar el rendimiento financiero del portafolio, lo que obliga al gobierno a complementar su financiamiento con retiros de capital. Tras el agotamiento del recurso, esta tendencia se profundiza: el fondo alcanza un máximo y luego inicia una fase de descenso gradual. Esta estrategia resulta óptima en un contexto sin nuevas fuentes extraordinarias de ingreso, y permite sostener niveles de gasto relativamente estables durante varias décadas.

El modelo ilustra así cómo una política fiscal prudente, basada en ahorro precautorio y desacople entre ingreso y gasto corriente, permite amortiguar la volatilidad y extender el uso del recurso más allá de su explotación efectiva.

En el Cuadro (2) se expresan algunos de los datos para las variables relevantes:

Cuadro 2: Evolución simulada de las variables macroeconómicas

Año	En millones			En miles		
	Fondo	Gasto	Regalías	Población	Gasto P/c	Fondo P/c
2026	2.207	207	2.870	753	0,3	2,9
2027	5.064	362	3.800	768	0,5	6,6
2028	8.842	540	4.376	782	0,7	11,3
2029	13.186	720	4.456	798	0,9	16,5
2041	126.977	5.732	13.457	1.005	5,7	126,4
2085	458.259	18.704	0	2.339	8	195,9

Interpretando los valores, se observa que en los primeros años (2026–2029), el fondo soberano alcanza un stock de activos por casi 4.000 millones de dólares en 2029. En paralelo, el gasto público agregado se mantiene relativamente estable, lo que permite sostener un gasto per cápita constante (en torno a los 2,3 mil dólares) sin agotar los ingresos extraordinarios. Esta primera etapa refleja un comportamiento fiscal prudente, donde el gobierno prioriza la acumulación de activos antes que una expansión inmediata del gasto.

Para el año 2041, el fondo supera los 120.000 millones de dólares, mientras que el gasto agregado asciende a 5.700 millones, con un gasto per cápita de 5.700 dólares. Este valor duplica al registrado en las primeras décadas, lo que muestra cómo el diseño del fondo permite sostener un sendero de gasto creciente, aun cuando las regalías comienzan a agotarse.

Finalmente, en 2085, ya sin ingresos derivados de la explotación de recursos, el fondo soberano asciende a 458.000 millones de dólares y permite financiar un gasto per cápita cercano a los 8.000 dólares.

4. Alternativa en el modelado de precios: à la Hotelling

En este apartado, presentamos una alternativa clásica para modelar la evolución del precio de recursos no renovables: la regla de Hotelling. Este enfoque parte del supuesto de que el recurso se agotará en el futuro y que la demanda permanecerá constante en el tiempo. Bajo estas condiciones, el precio del recurso debe crecer a la tasa de interés nominal con el objetivo de mantener constante su valor presente, maximizando así el valor intertemporal del stock disponible. De esta manera, la escasez progresiva del recurso se traduce en una trayectoria de precios crecientemente ascendente a lo largo del tiempo. En contraste, la modelización adoptada a lo largo de este trabajo considera un precio con reversión a la media y shocks estocásticos, lo que puede interpretarse —bajo los supuestos de este apartado— como coherente con un escenario de transición energética, en el que la demanda de hidrocarburos declina gradualmente como resultado del reemplazo por fuentes energéticas más sostenibles.

La nueva dinámica del precio queda capturada por la siguiente expresión:

$$P_t = P_{t-1} \cdot (1 + r) \cdot (1 - \epsilon_t), \quad \epsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_h^2) \quad (1)$$

Esta expresión representa una versión estocástica de la regla de Hotelling. En su forma determinística, dicha regla establece que el precio de un recurso no renovable debe crecer a la tasa de interés r . La incorporación de un término aleatorio introduce incertidumbre, capturando fluctuaciones exógenas de mercado, como shocks de oferta o demanda. Así, el precio sigue en promedio una trayectoria ascendente al ritmo de r , pero con variaciones transitorias en torno a esa tendencia.

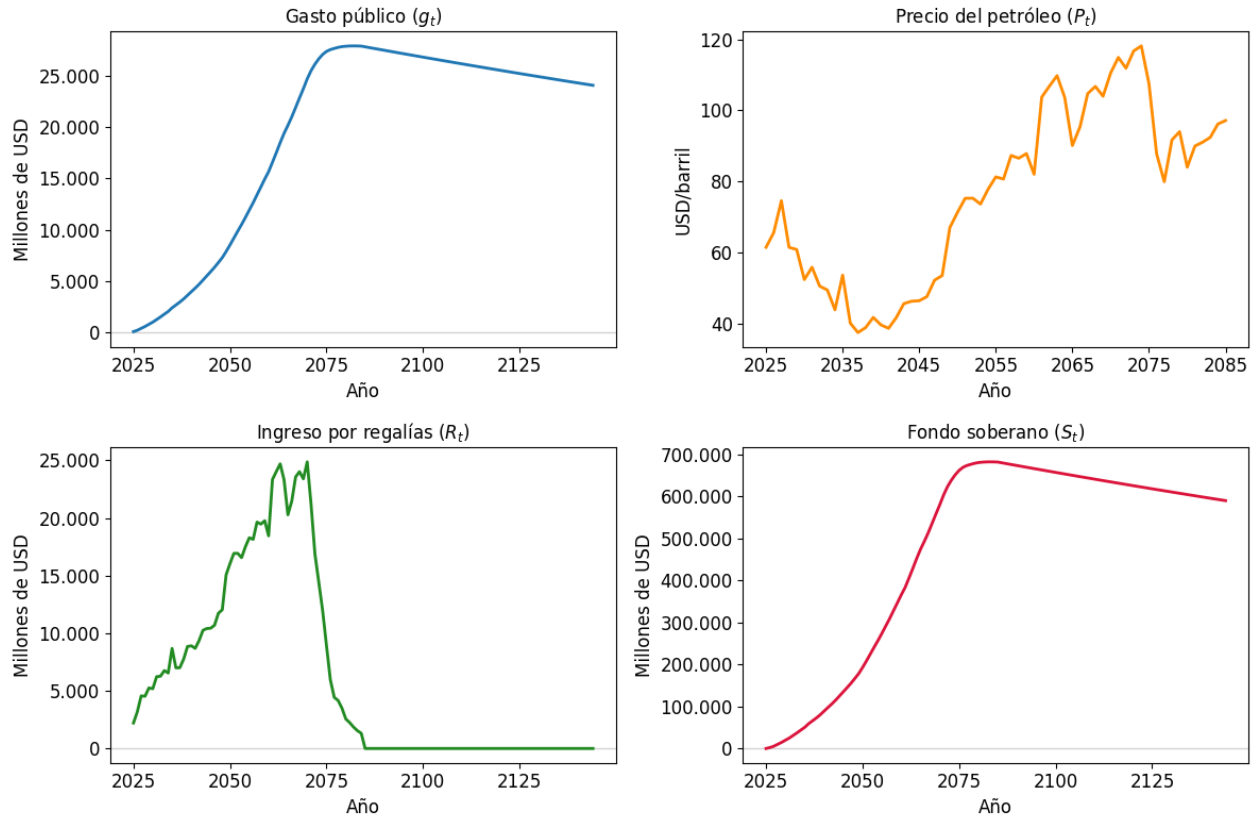


Figura 4: Gasto agregado, precio del petróleo, ingreso por regalías y fondo soberano con precios siguiendo el modelo Hotelling

La Figura 4 muestra la dinámica diferencial del precio, P_t , el cual presenta una tendencia creciente y fluctuaciones de corto plazo en torno a ella.

Por construcción, la dinámica de las regalías está determinada por la cantidad extraída (cuya evolución fue analizada previamente) y por la dinámica modelada para el precio. Aquí, la tendencia creciente en los precios explica que la evolución del fondo soberano alcance niveles superiores en comparación con el caso base.

Naturalmente, los niveles de consumo en el sendero óptimo resultan más elevados que en el caso de precios con reversión a la media. En particular, se observa que en su punto máximo el gasto público aproximadamente 8 mil millones de dólares mayor que en el escenario base.

A pesar de las diferencias en la modelización del precio, el patrón de consumo permanece consistente con el caso base: el gobierno, anticipando el agotamiento del recurso y enfrentando incertidumbre en sus ingresos, opta por ahorrar una porción significativa de las regalías durante los primeros años. Esta estrategia le permite suavizar el gasto público en el tiempo y evitar caídas abruptas del consumo, costosas en términos de bienestar dada su alta aversión al riesgo. Una vez agotadas las regalías, el consumo desciende gradualmente, financiado por los activos acumulados. Este comportamiento, robusto frente a distintas especificaciones del modelo, refleja una política fiscal precautoria y óptima en contextos de recursos finitos e ingresos volátiles.

A continuación, se presenta la trayectoria del gasto público y la acumulación de activos en el fondo soberano, ambos expresados en términos per cápita.

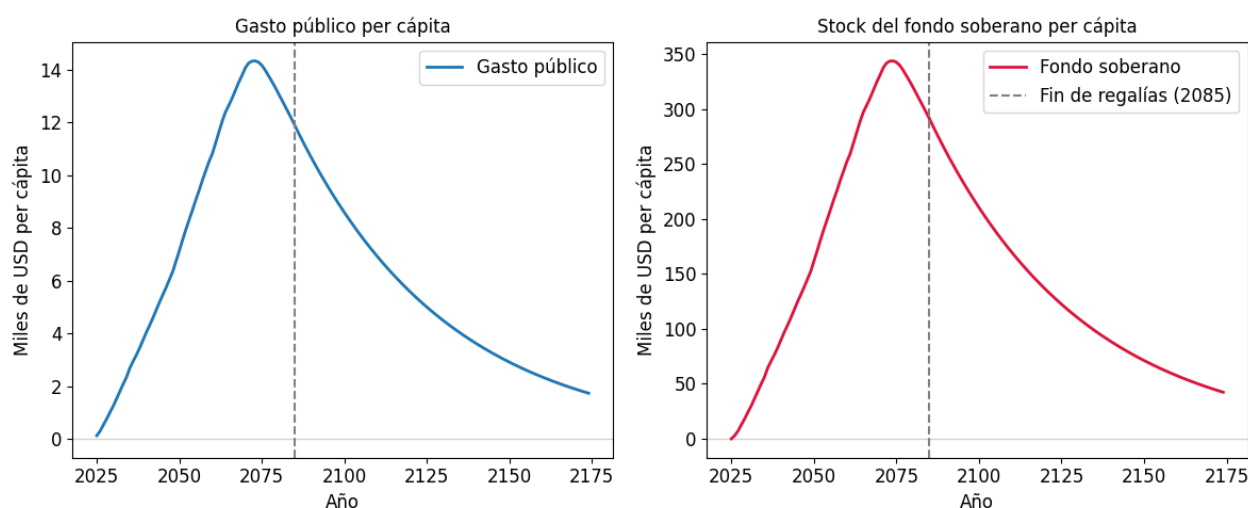


Figura 5: Gasto público y fondo soberano per cápita con precios siguiendo el modelo Hotelling.

Como se observa, ambas variables replican los patrones descritos en el caso base: un aumento inicial sostenido, seguido por un ajuste gradual una vez agotadas las regalías. Sin embargo, en este escenario, los niveles alcanzados tanto por el gasto público como por el stock del fondo son considerablemente más elevados.

En el siguiente cuadro se presenta una comparación entre el gasto público, el gasto público per cápita y el tamaño del fondo soberano bajo los dos escenarios considerados: el caso base (con precios estocásticos con reversión a la media) y el caso alternativo basado en la regla de Hotelling.

Cuadro 3: Comparación entre el caso base y el caso Hotelling, en miles de USD

Año	Caso Base			Caso Hotelling		
	Fondo	Gasto	Gasto P/c	Fondo	Gasto	Gasto P/c
2026	2.207.000	207.000	0,3	2.206.000	220.000	0,3
2027	5.064.000	362.000	0,5	5.380.000	405.000	0,5
2028	8.842.000	540.000	0,7	9.919.000	589.000	0,8
2029	13.186.000	720.000	0,9	1.418.000	802.000	1,0
2041	126.977.000	5.732.000	5,7	97.239.000	4.323.000	6,0
2085	458.259.000	18.704.000	8,0	681.110.000	27.800.000	11,9

Bajo esta modelización alternativa de precios, el consumo público —tanto agregado como per cápita— alcanza niveles significativamente superiores al caso base. Esto se explica por el mayor flujo de regalías asociado a precios crecientes, que amplía los recursos disponibles para financiar el gasto y permite una mayor acumulación de activos en el fondo soberano. En consecuencia, el gobierno no solo suaviza el consumo a lo largo del tiempo, sino que lo sostiene en un nivel más alto, reflejando una mejora en su capacidad fiscal bajo este escenario.

5. Recomendaciones de política

Como conclusión del análisis se propone que el gasto público per cápita se instrumente como una transferencia directa a la población, al estilo del fondo soberano de Alaska. Bajo este es-

quema, el gobierno realizaría una transferencia anual a cada ciudadano por el monto definido por la regla de consumo público *óptima* derivada del modelo. Sin embargo, no se descarta una implementación alternativa inspirada en el modelo noruego, en la que los recursos del fondo se asignen al gasto público permitiendo establecer una regla estricta de gasto u otro esquema relacionado a políticas de gasto de carácter contracíclico.

Este tipo de estrategia no es aislada ni excesiva. Entre los fondos soberanos de riqueza más destacados del mundo se encuentran el Fondo de Pensiones del Gobierno de Noruega, con aproximadamente 1.800 millones de dólares en activos, y el Fondo de Inversión Pública de Arabia Saudita, que gestiona más de 700.000 millones de dólares. Las proyecciones neuquinas, entonces, no son utópicas: forman parte de una tendencia internacional en la que las rentas de recursos no renovables son transformadas en riqueza financiera de largo plazo.

En el marco de los resultados del trabajo, esta medida le permitiría al gobierno neuquino garantizar una trayectoria de gasto público estable a lo largo del tiempo, incluso cuando ya no cuente con regalías petroleras. A través de un ahorro intertemporal prudente, se logra duplicar las transferencias per cápita en menos de dos décadas, pasando de aproximadamente 2.300 a más de 5.000 dólares per cápita entre 2026 y 2041. Este camino de crecimiento sostenido, que lleva las transferencias a 10.000 dólares per cápita en 2085, puede mantenerse incluso sin ingresos extraordinarios. El modelo evidencia que esta estrategia permite desacoplar el nivel de gasto de la volatilidad y eventual agotamiento del recurso, otorgando previsibilidad presupuestaria y robustez macroeconómica.

El fondo soberano puede constituirse en un vehículo clave para garantizar una transferencia intergeneracional de riqueza y desarrollo en la provincia. Las simulaciones indican que, bajo un esquema de ahorro intertemporal disciplinado, Neuquén podría acumular en el largo plazo un stock de activos equivalente al tamaño del PIB argentino actual. En otras palabras, la renta generada por recursos no renovables se convierte en una base patrimonial duradera, capaz de sostener el bienestar futuro aún después del agotamiento del recurso. Este mecanismo permitiría al gobierno legar un capital estructural que no se consume, sino que se capitaliza, trasciende los ciclos políticos y ancla el desarrollo provincial en una visión estratégica de largo plazo. De este modo, **se logra transformar un recurso volátil en un derecho para los neuquinos, democratizando el acceso a una renta extraordinaria.**

Referencias

- Alotaibi, B. (2014). Decline curve analysis of shale oil production: The case of eagle ford. Master's thesis, Texas A&M University.
- Caballero, R. J. (1990). Consumption puzzles and precautionary savings. Journal of monetary economics, 25(1):113–136.
- Caner, M., Grennes, T., and Koehler-Geib, F. (2010). Finding the tipping point: When sovereign debt turns bad.
- Cavallo, A. J. (2004). Hubbert's petroleum production model: An evaluation and implications for world oil production forecasts. Natural resources research, 13:211–221.
- Gourinchas, P.-O. and Parker, J. A. (2002). Consumption over the life cycle. Econometrica, 70(1):47–89.
- Hirsch, R. L. (2005). The inevitable peaking of world oil production. Bulletin of the Atlantic Council of the United States, 16(3):1–10.
- INDEC (2023). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: Resultados preliminares. Provincia del Neuquén. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires.
- SP Global Ratings (2025). Renovado interés en la producción no convencional de vaca muerta en argentina.
- Sturzenegger, F. and Werneck, R. L. (2006). Fiscal federalism and procyclical spending: The cases of argentina and brazil. Económica, 52.
- U.S. Energy Information Administration (2025). Petroleum prices.