

APLICACIÓN DE BVAR

PROYECTO DE PRÁCTICA

Joaquín Martínez¹

Enero 2026

¹joamartine@fen.uchile.cl

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

- ▶ **Literatura:** La literatura sobre identificación de shocks de alta frecuencia se centra en mercados desarrollados. Chile es una economía pequeña y abierta sensible a shocks globales, se requieren adaptar los modelos a esta realidad.
- ▶ **Objetivo del ejercicio:** En primer lugar, estudiar y explorar mediante aplicaciones modelos de series de tiempo, desde lo más básico a lo más avanzado. Segundo, replicar la metodología de Eterovic y Eterovic (2022) como método ed aprendizaje.

Esta metodología considera restricciones estructurales de signo y períodos además de un bloque exógeno aplicado con estimaciones bayesianas.

ESTIMACIONES BAYESIANAS EN SERIES DE TIEMPO

Incluir priors es útil en series con pocas observaciones y muchos parámetros a estimar pues reduce la varianza de las estimaciones en comparación al MCO. Además, la estructura generada por las priors reduce el overfitting y mejoran los forecasts.

En este modelo en específico:

- ▶ Se utilizan para imponer que Chile no afecta a EE.UU., asignando una prior de media cero y varianza casi nula a ciertos coeficientes específicos.
- ▶ Se utiliza la *Independent Normal Inverse Wishart* como prior. Esta prior en específico no supone una relación proporcional de la covarianza entre coeficientes. Permitiendo aplicar una restricción asimétrica.

BASE DE DATOS

La base incluye 7 variables financieras de frecuencia:

Bloque Endógeno (Chile)

- ▶ Δr_{2y}^{cl} : Cambio tasa Swap 2 años.
- ▶ Δr_{10y}^{cl} : Cambio tasa Swap 10 años.
- ▶ Δs_{ipsa}^{cl} : Retornos log IPSA.

Bloque Exógeno (EE.UU.)

- ▶ Δr_{2y}^{us} : Cambio tasa Swap 2 años.
- ▶ Δr_{10y}^{us} : Cambio tasa Swap 10 años.
- ▶ Δs_{spx}^{us} : Retornos log S&P 500.
- ▶ Δfx_{neer}^{us} : Tipo de cambio efectivo dólar.

IDENTIFICACIÓN DE SHOCKS

La identificación del tipo de shock es mediante restricciones de signo basadas en teoría económica.

Shock	r_{2y}^{cl}	r_{10y}^{cl}	s_{ipsa}^{cl}	r_{2y}^{us}	r_{10y}^{us}	s_{spx}^{us}	e_{dxy}^{us}
Crecimiento CL	+	+	+	0	0	0	0
Pol. Mon. CL	+	+	-	0	0	0	0
Premio por riesgo CL	+	+	-	0	0	0	0
Aversión al riesgo	?	?	?	-	-	-	+
Crecimiento EEUU	?	?	?	+	+	+	-
Pol. Mon. EEUU	?	?	?	+	+	-	+

POLÍTICA MONETARIA Y PREMIO POR RIESGO

Estos shocks distinguen mediante restricciones de magnitud en distintos tramos de la curva de rendimiento.

Política monetaria

- Bear Flattening.

$$|\Delta r_{2y}| > |\Delta r_{10y}|$$

Premio por Riesgo

- Bear Steepening.

$$|\Delta r_{10y}| > |\Delta r_{2y}|$$

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA

Siguiendo Eterovic y Eterovic (2022), la descomposición histórica reescribe la trayectoria observada de una variable (y_t) como la suma acumulada de todos los shocks estructurales pasados.

Cada variable y_t es explicada por donde empezó y una serie de shocks pasados.

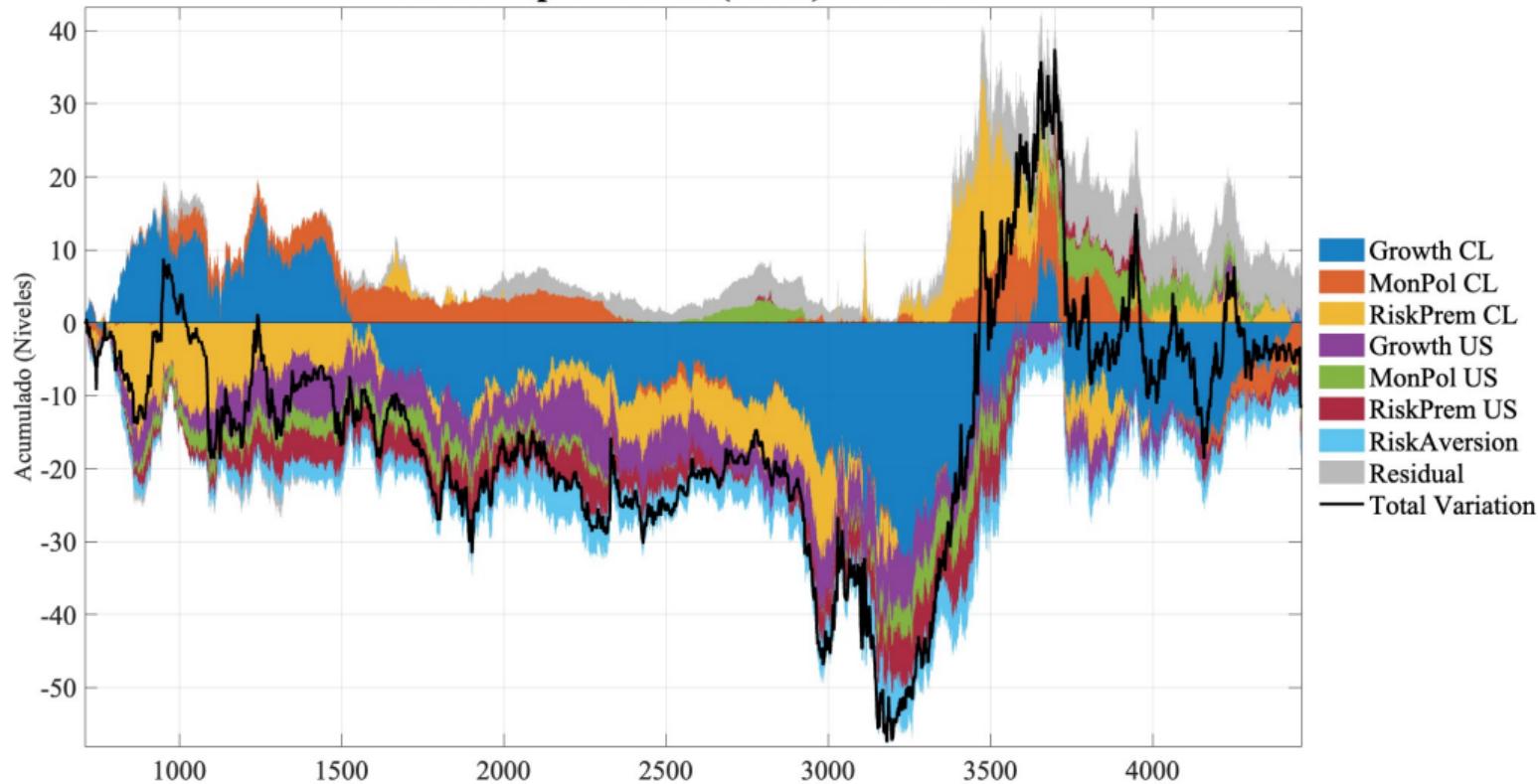
$$y_t = \phi_y^{t-1} y_0 + \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 \epsilon_{t-k}$$

Donde $y_t^j(\epsilon^i)$ es la contribución de la i-ésimo shock a j-ésimo elemento de y_t :

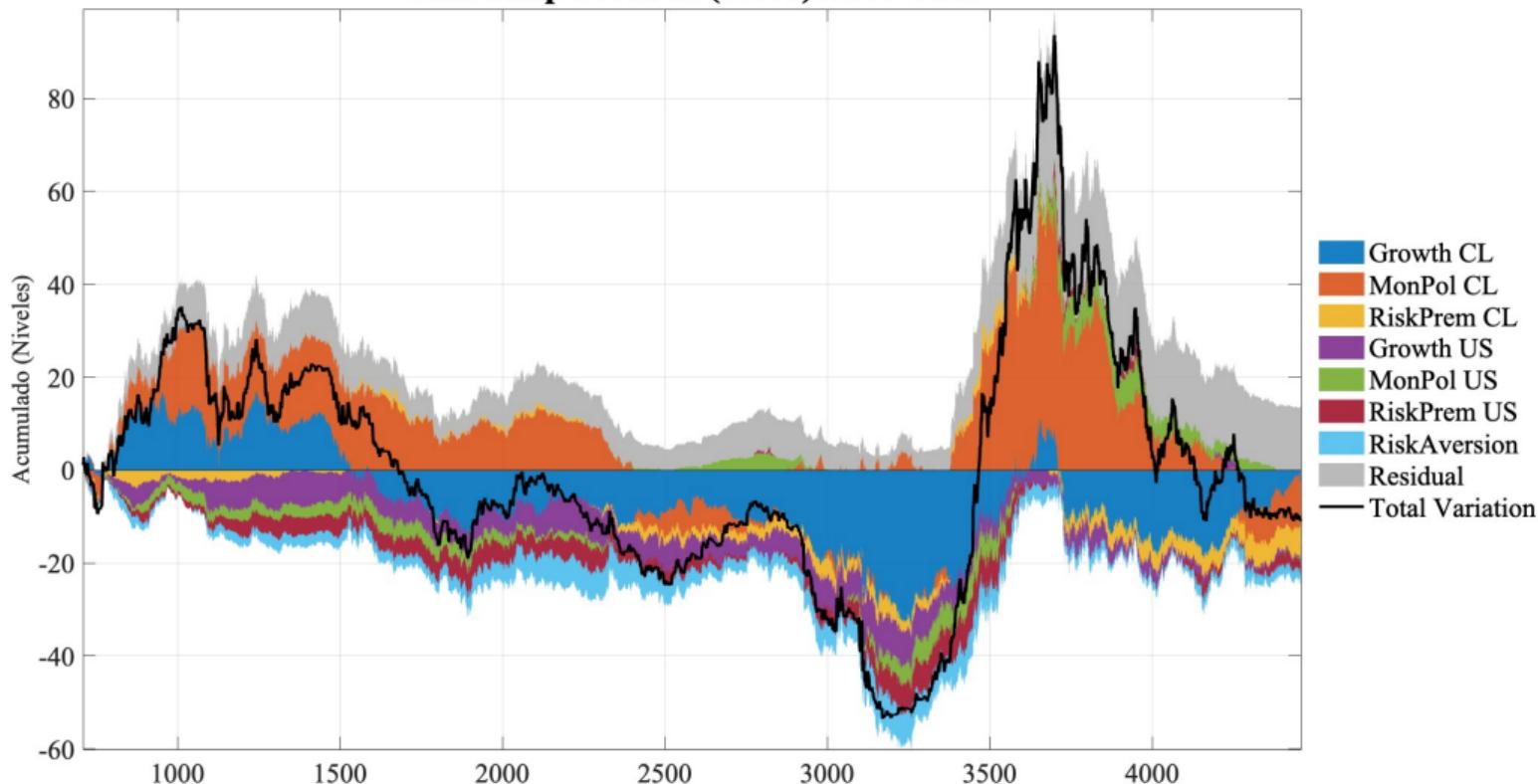
$$y_t(\epsilon^i) = \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 J_{ii} \epsilon_{t-k}$$

Por lo que sumando los shocks $\sum_i y_i^j(\epsilon^i)$ se debería recuperar todo el retorno o cambio de la variable al día t .

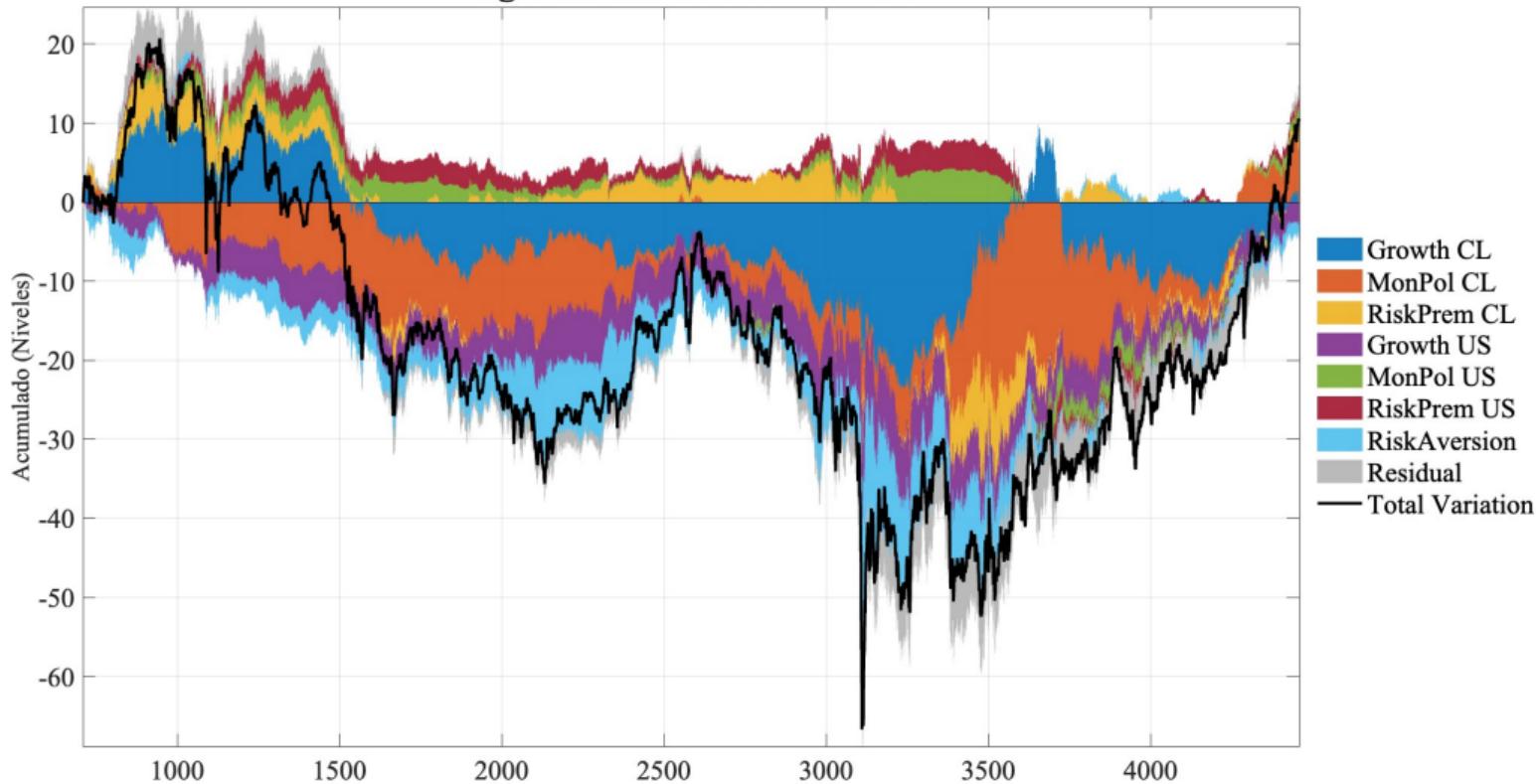
Tasa swap a 10 años (Chile) 2010-2025

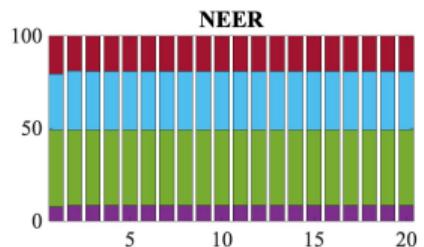
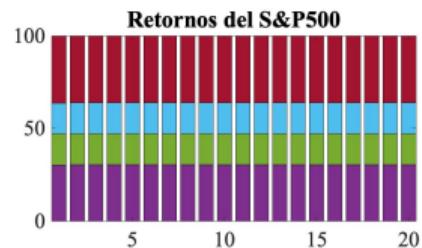
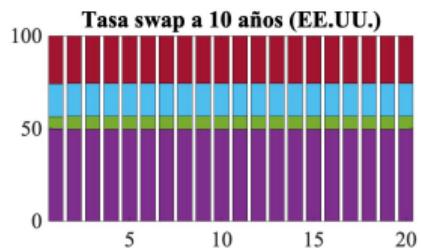
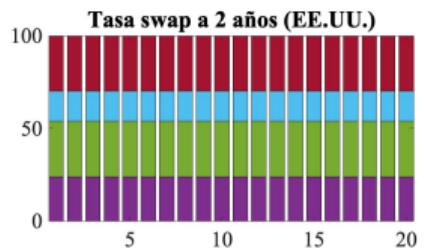
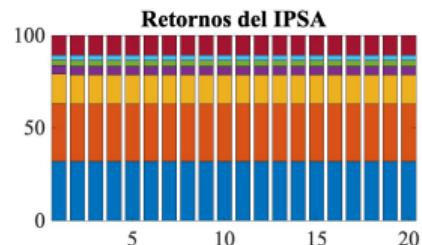
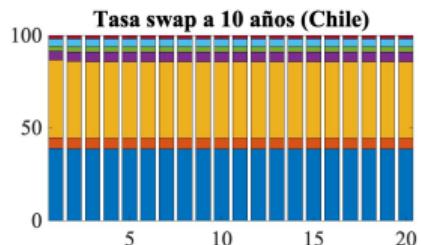
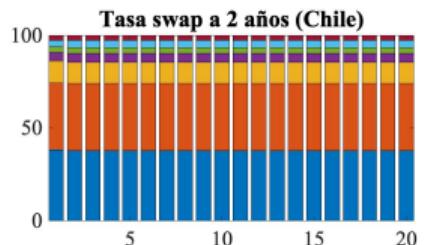


Tasa swap a 2 años (Chile) 2010-2025



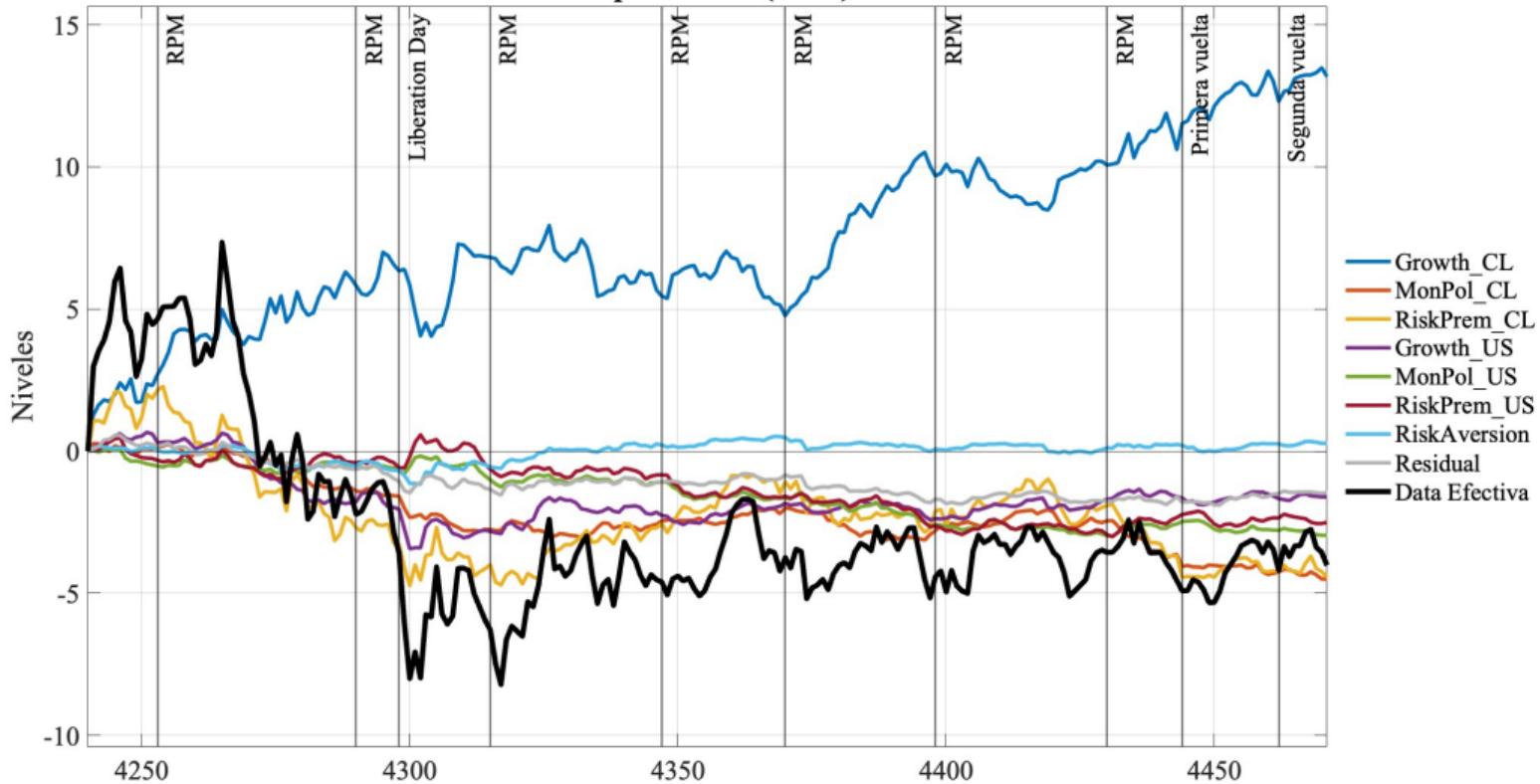
Log-Retornos IPSA 2010-2025



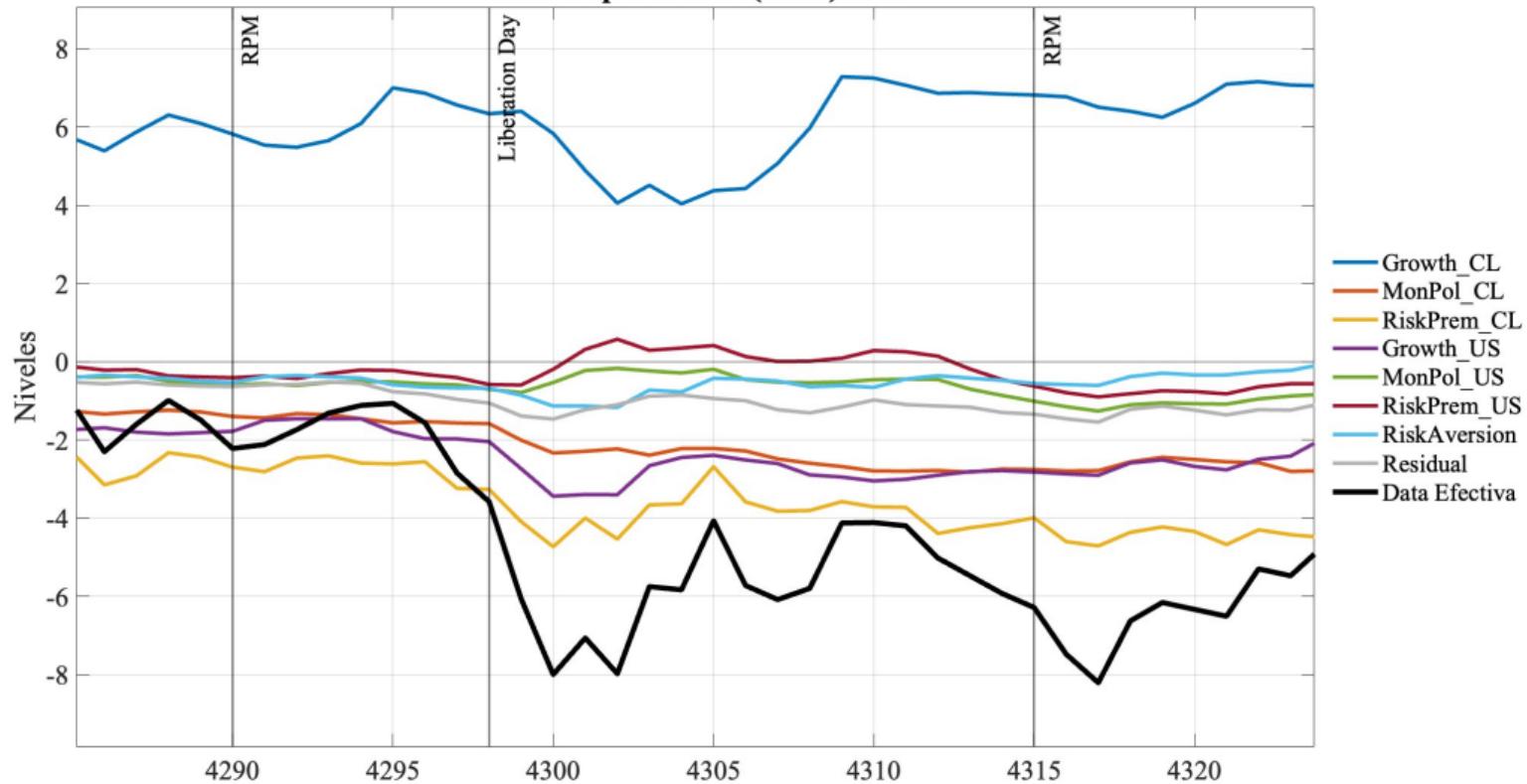


■ Growth_CL ■ MonPol_CL ■ RiskPrem_CL ■ Growth_US ■ MonPol_US ■ RiskPrem_US ■ RiskAversion

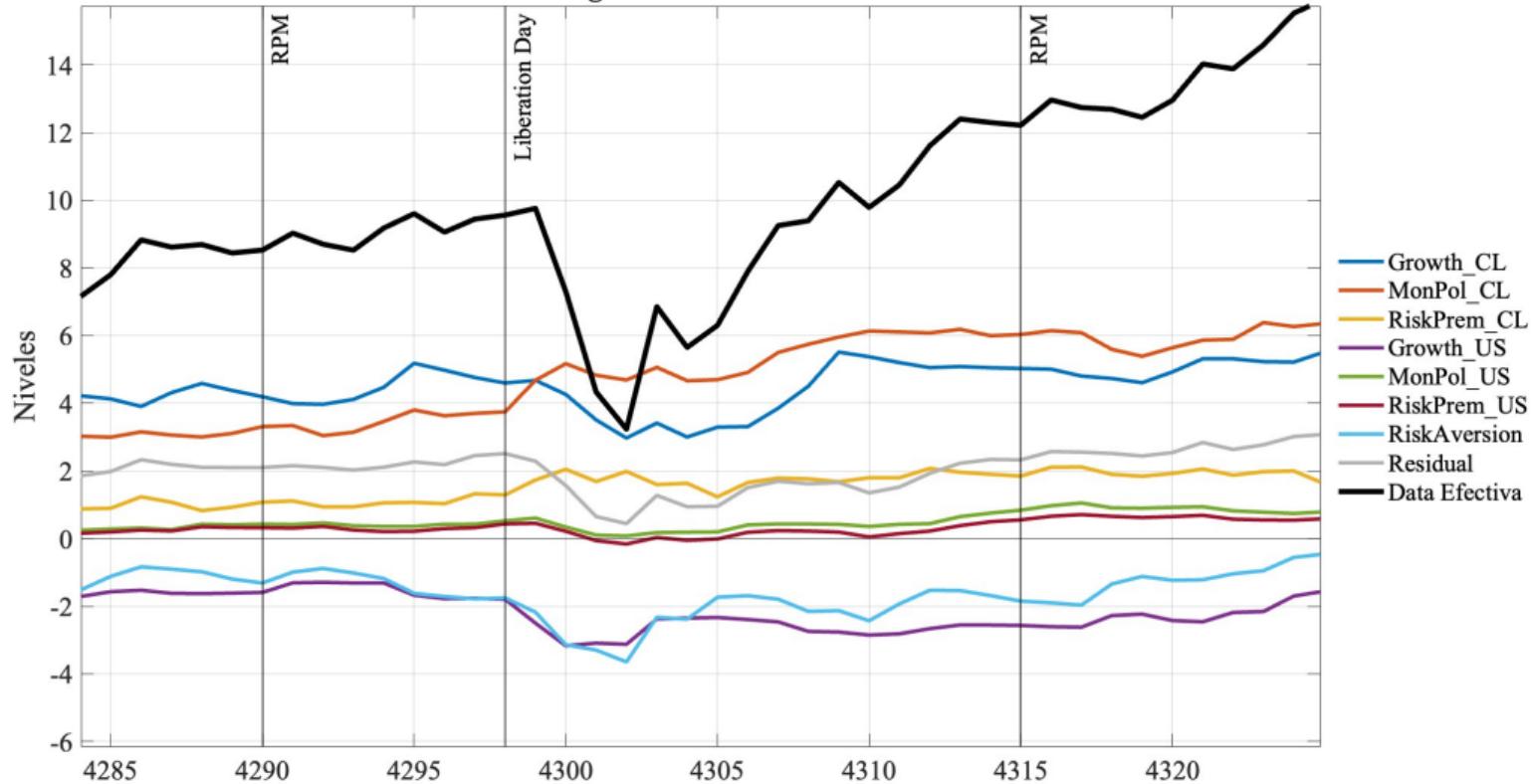
Tasa swap a 10 años (Chile) 2025



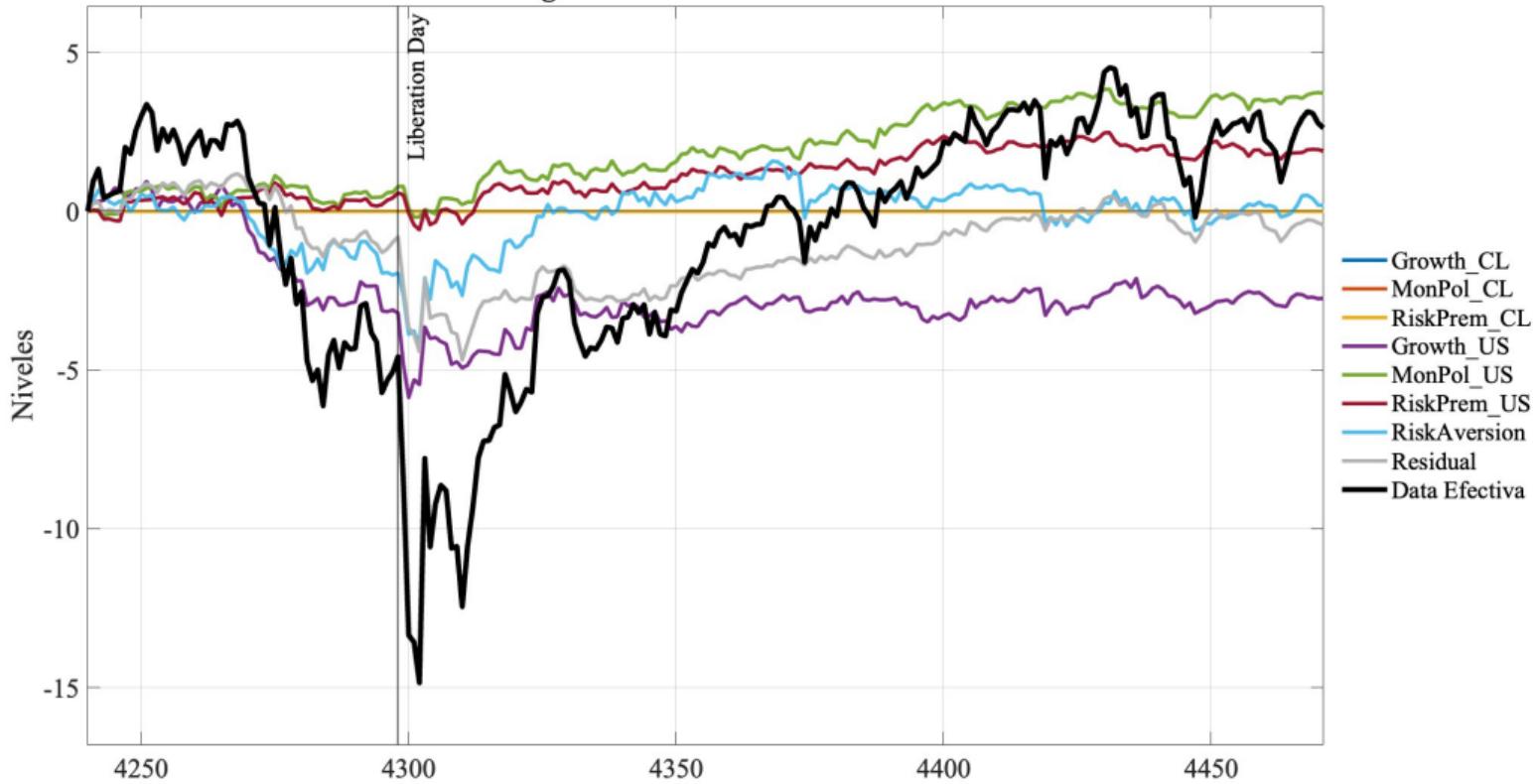
Tasa swap a 10 años (Chile) 2025



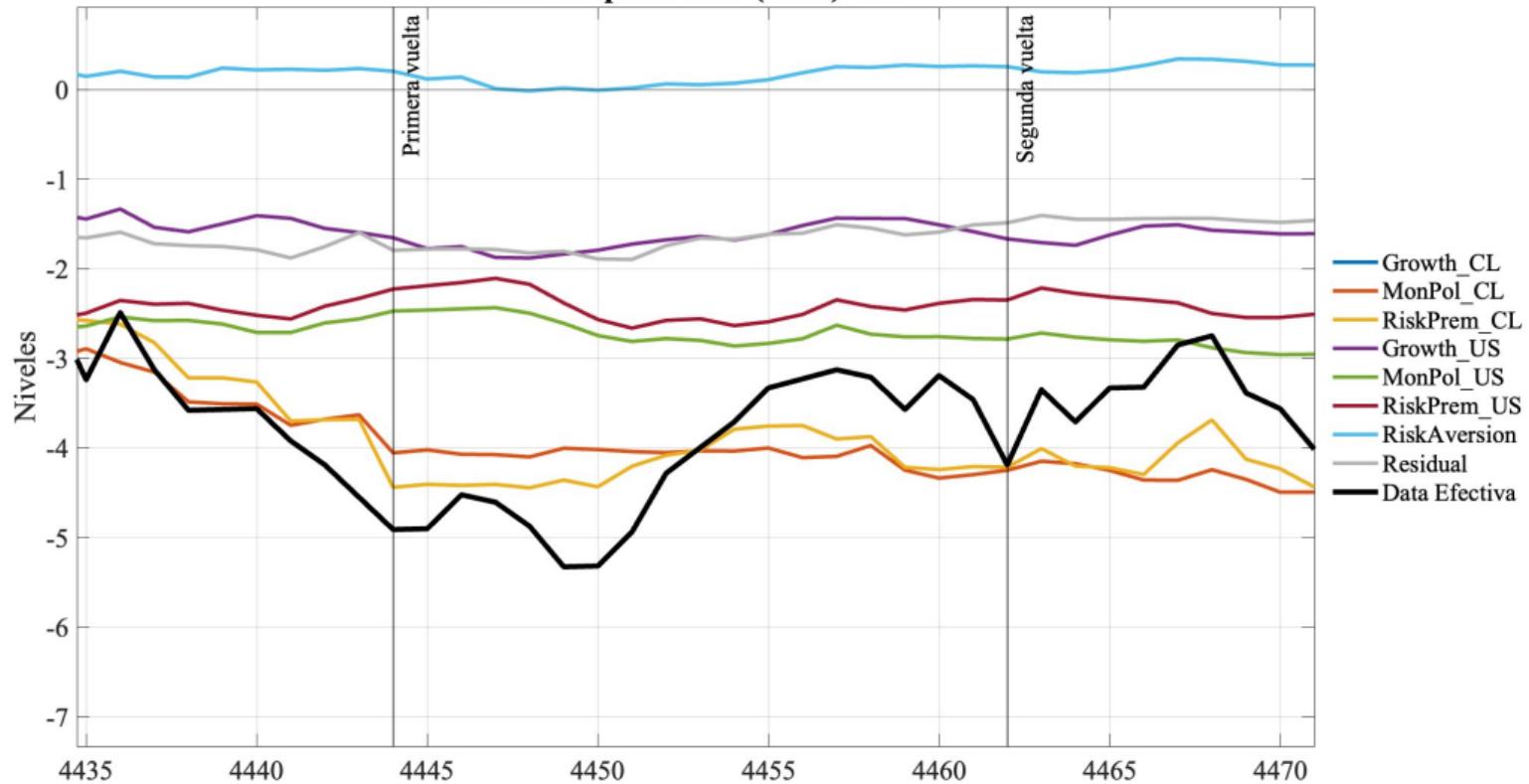
Log Retornos del IPSA



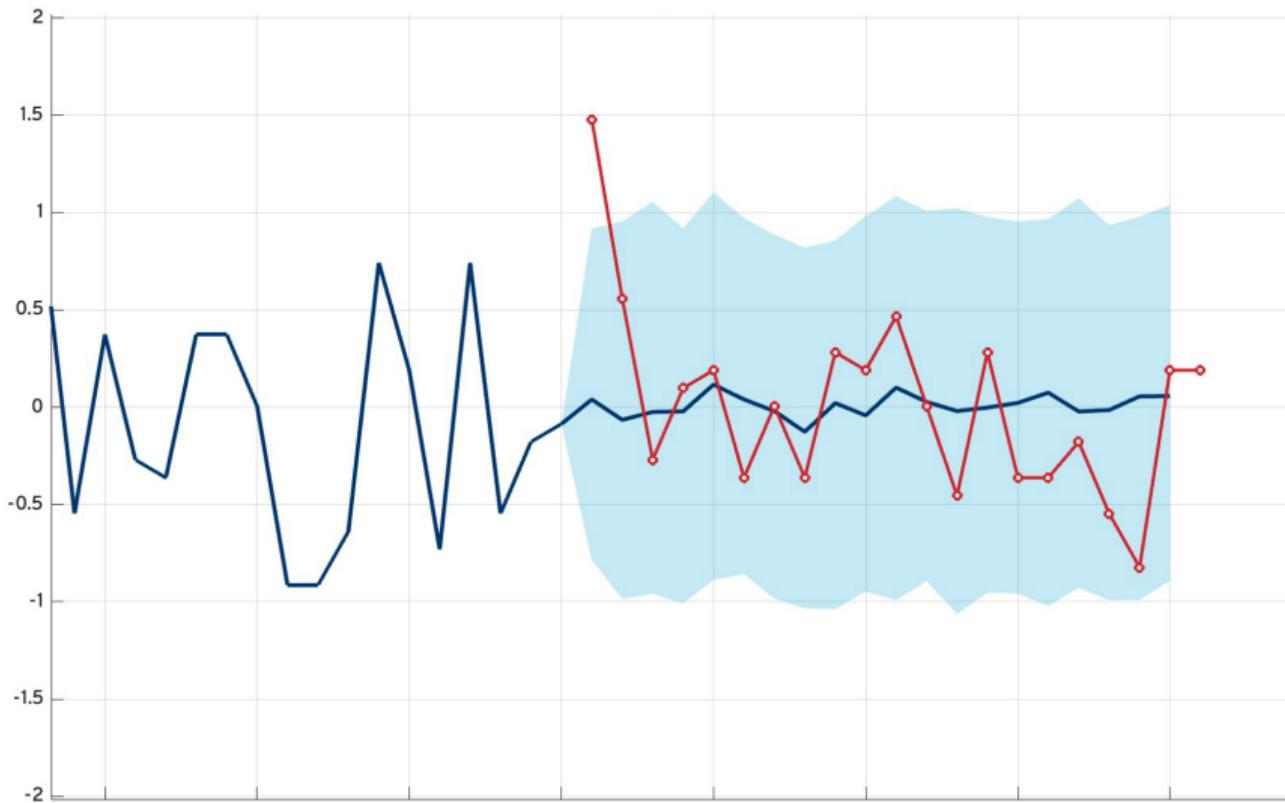
Log Retornos del S&P500 2025



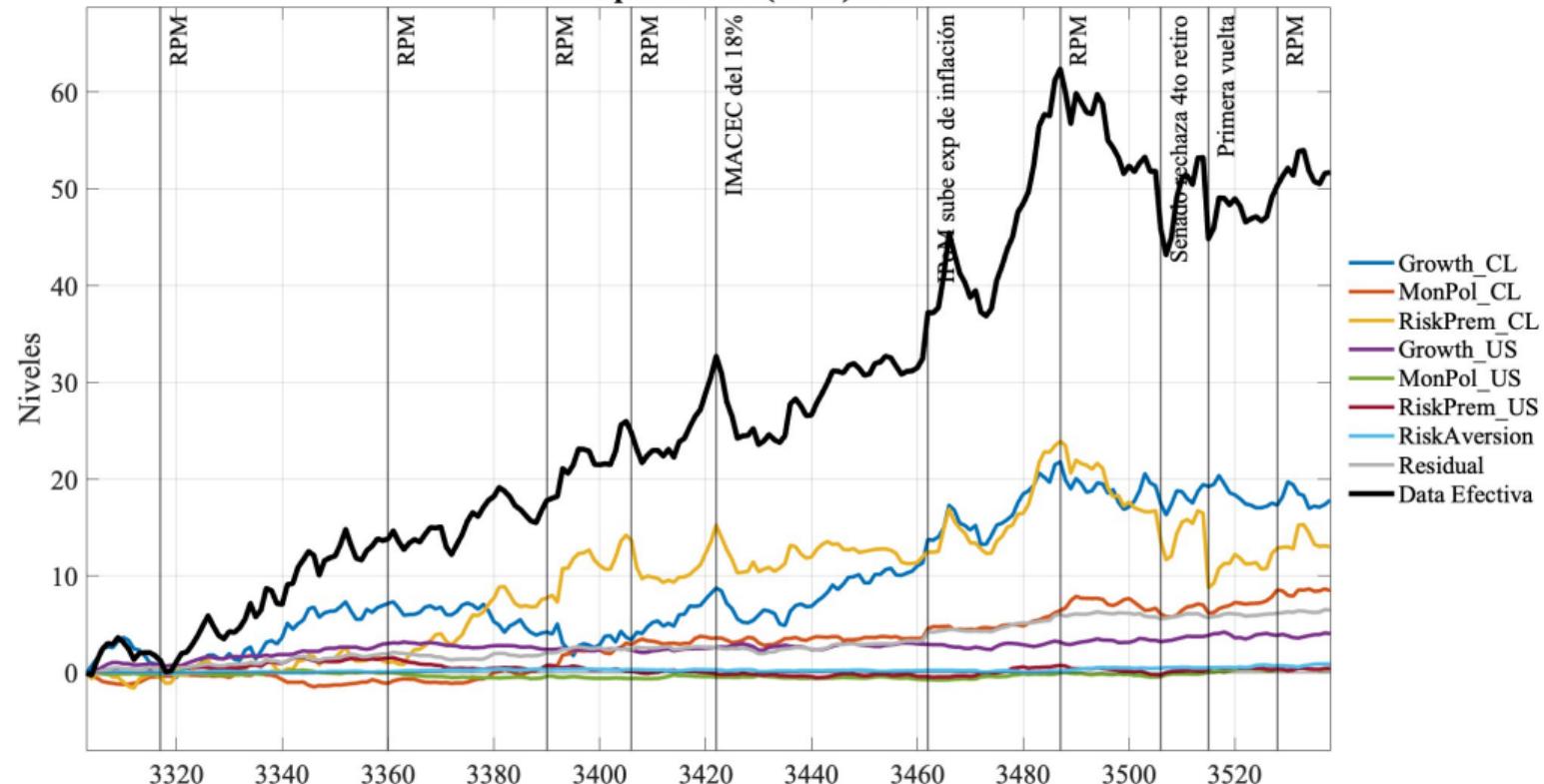
Tasa Swap a 10 años (Chile) 2025



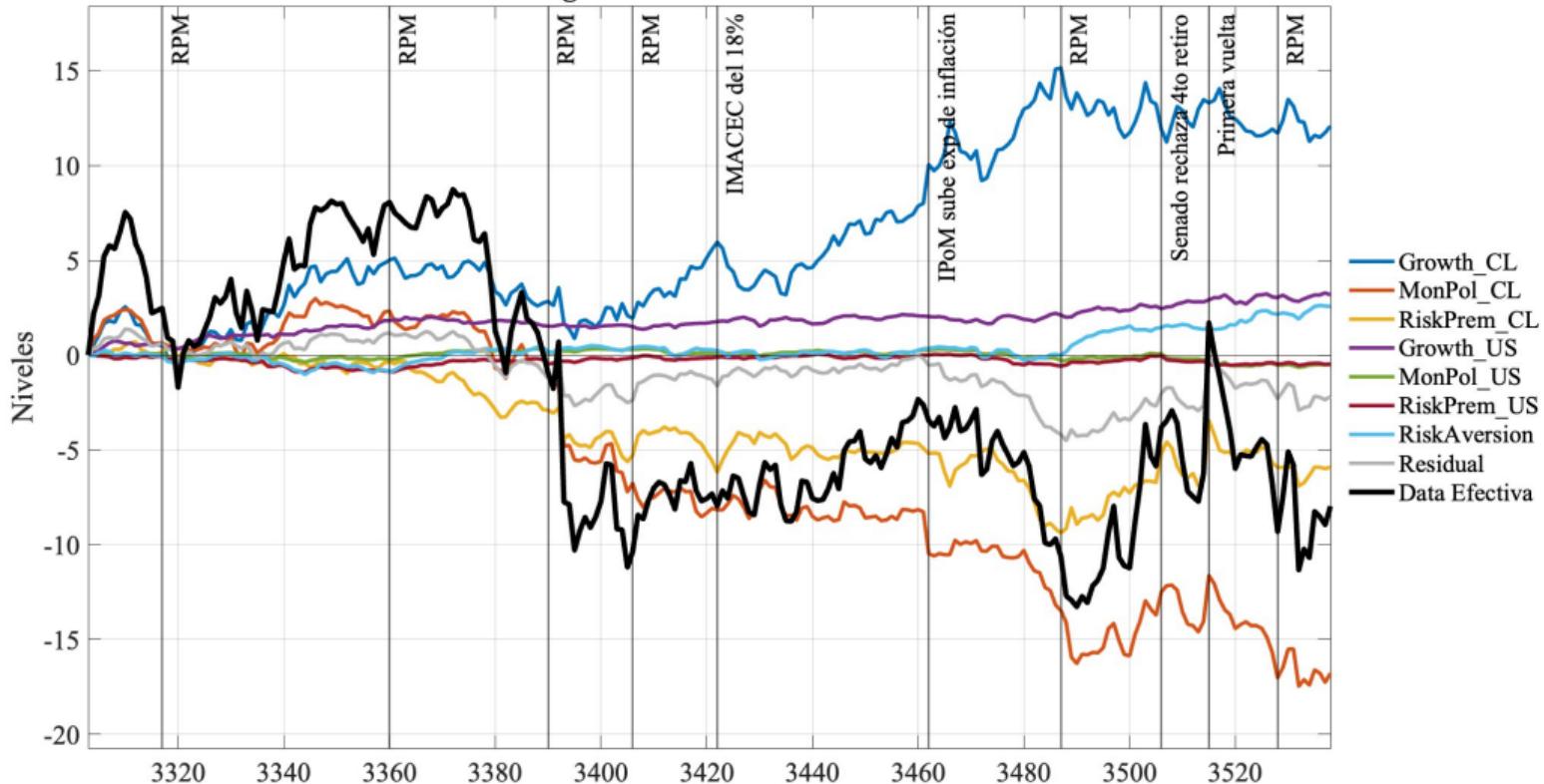
BACKTESTING



Tasa swap a 10 años (Chile) 2021



Log Retornos del IPSA 2021



CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

CONCLUSIONES

Los modelos BVAR resuelven parcialmente los desafíos de series de tiempo cortas y permiten identificar shocks estructurales.

- ▶ Al empujar ciertos parámetros a valores específicos se reduce la varianza de los estimadores, mejorando las predicciones fuera de muestra especialmente en series cortas.
- ▶ La Descomposición Histórica y la FEVD permiten cuantificar la importancia relativa de shocks externos y domésticos (y eventos particulares), basándose en la distribución posterior de los parámetros. Los shocks de EE.UU. explican un 12% de la volatilidad en las tasas de interés y un 25% en del IPSA (Eterovic & Eterovic, 2022).

REFERENCIAS I

-  Cieslak, A., & Pang, H. (2021). Common shocks in stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 880-904.
-  Eterovic, N., & Eterovic, D. (2022). Stocks, Bonds and the US Dollar - Measuring Domestic and International Market Developments in an Emerging Market. (964).
-  Fry & Pagan. (2005). Some Issues In Using Vars For Macroeconometric Research. *CAMA Working Papers*.
-  Fry & Pagan. (2011). Sign restrictions in structural vector autoregressions: A critical review. *Journal of Economic Literature*. <https://ideas.repec.org/p/een/camaaa/2005-19.html>
-  Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2016). *Structural Vector Autoregressive Analysis*. Cambridge University Press.
-  Kotzé, K. (2025). Bayesian vector autoregressive models. *Time Series Anlysis Course Slides*.

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

INFERENCIA BAYESIANA EN VAR

A diferencia del enfoque frecuentista, el análisis bayesiano trata al vector de parámetros θ como una variable estocástica.

- ▶ Se combina la información de los datos (Likelihood) con las creencias previas (Prior).
- ▶ La base para la inferencia es la distribución posterior $g(\theta|y)$, la cual es proporcional al producto de la verosimilitud y la densidad prior:

$$g(\theta|y) \propto l(\theta|y)g(\theta)$$

APLICACIÓN BAYESIANA AL VAR

El modelo se basa en un proceso $VAR(p)$ con K variables y T observaciones:

$$y_t = \nu + A_1 y_{t-1} + \cdots + A_p y_{t-p} + u_t, \quad u_t \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_u) \quad (1)$$

En notación compacta para la estimación bayesiana (Kilian & Lütkepohl, 2016):

$$y = (Z' \otimes I_K)\alpha + u \quad (2)$$

- ▶ $\alpha \equiv \text{vec}(A)$ representa el vector de coeficientes de los rezagos.
- ▶ El enfoque bayesiano estima la distribución probabilística de la posterior $g(\alpha, \Sigma_u | y)$, en lugar de un valor fijo.

EL MUESTREADOR DE GIBBS (KILIAN & LÜTKEPOHL, 2016)

Dado que la distribución posterior no tiene una forma cerrada usamos el Muestreador de Gibbs converger a ella.

Proceso Iterativo

Parámetros en coeficientes ($\theta_{(1)}$) y matriz de covarianza ($\theta_{(2)}$):

1. Sortea $\theta_{(1)}^{(i)}$ desde la distribución condicional $g(\theta_{(1)} | \theta_{(2)}^{(i-1)}, y)$.
2. Sortea $\theta_{(2)}^{(i)}$ desde la distribución condicional $g(\theta_{(2)} | \theta_{(1)}^{(i)}, y)$.

Este ciclo se repite, cada iteración aprovecha la información de la anterior para llegar a valores más cercanos.

DIAGNÓSTICO DE LA CONVERGENCIA

Para garantizar la validez de la inferencia, se aplican criterios de convergencia en las cadenas de MCMC (Kilian & Lütkepohl, 2016). Por ejemplo, se descartan las primeras extracciones para eliminar la influencia de los valores iniciales.

MCMC methods use a Markov chain algorithm to generate one long sample of the parameter vector, the distribution of which converges to the posterior distribution of the parameters, if the chain runs long enough. The draws of the parameter vector are not independent, however, but serially dependent. Laws of large numbers and central limit theorems for dependent samples can be invoked to justify the use of such samples for posterior inference. (Kilian & Lütkepohl, 2016)

BLOQUE EXÓGENO

Para modelar a Chile como una economía pequeña y abierta, se requiere una Prior Independent Normal-Inverse Wishart (Eterovic & Eterovic, 2022).

- ▶ A diferencia de la prior *Normal-Inverse Wishart*, permite que las ecuaciones tengan estructuras de varianza distintas, de esta manera una restricción asimétrica (Chile $\not\leftarrow$ EE.UU.) no contamina las dinámicas de otras relaciones.
- ▶ El bloque exógeno se implementa imponiendo una distribución de probabilidad con media y varianzas previamente determinadas:

$$\alpha_{CL \rightarrow US} \sim \mathcal{N}(0, \epsilon) \quad \text{donde } \epsilon \rightarrow 0 \tag{3}$$

HIPERPARÁMETROS

Los hiperparámetros determinan qué tanto la prior empuja la estimación a cierto valor (conocido como *shrinkage*). (Kilian & Lütkepohl, 2016):

- ▶ *Overall tightness*: Controla la varianza de todos los coeficientes. Un valor bajo impone un *shrinkage* fuerte, reduciendo la varianza.
- ▶ *Lag Decay*: Determina la velocidad con la que la varianza de los coeficientes disminuye al aumentar el número de rezagos.
- ▶ *Block Exogeneity*: Representa la varianza casi nula necesaria para que la prior bloquee efectos de Chile sobre EE.UU..

HIPERPARÁMETROS

Estos son los hiperparámetros utilizados:

Hyperparameters		
Autoregressive coefficient	<input type="checkbox"/> Excel	0.8 (ar)
Overall tightness		0.1 (λ_1)
Cross-variable weighting		0.5 (λ_2)
Lag decay		1 (λ_3)
Exogenous variable tightness		100 (λ_4)
Exogenous variables tightness	<input checked="" type="checkbox"/> Excel	Default
Block exogeneity shrinkage		0.001 (λ_5)

NORMALIZACIÓN DE VARIABLES

En el modelo de Eterovic y Eterovic (2022), todos los retornos se normalizan para tener media cero.

- ▶ Al tener media cero, la descomposición describe cuánto empuja cada shock a la variable y_t fuera de su media incondicional.
- ▶ Al identificar por medio de restricciones tendremos múltiples soluciones que dan IRF válidas. No sirve promediar las soluciones ya que llegaría a mezclar distintas soluciones estructurales (que en un inicio eran ortogonales y ahora están mezcladas). Por lo tanto se sigue el criterio propuesto por Fry y Pagan (2005, 2011) y se elige la solución con menor distancia a la mediana.

$$\theta^{MT} = \min_i \left[\frac{\theta_i - \text{median}(\theta_i)}{\text{std}(\theta_i)} \right]' \left[\frac{\theta_i - \text{median}(\theta_i)}{\text{std}(\theta_i)} \right]$$

IDENTIFICACIÓN DE SHOCKS

Las restricciones de signo y magnitud son:

Shock	r_{2y}^{cl}	r_{10y}^{cl}	s_{ipsa}^{cl}	r_{2y}^{us}	r_{10y}^{us}	s_{spx}^{us}	e_{dxy}^{us}
Crecimiento CL	+	+	+	0	0	0	0
Pol. Mon. CL	+	+	-	0	0	0	0
Premio por riesgo CL	+	+	-	0	0	0	0
Aversión al riesgo	?	?	?	-	-	-	+
Crecimiento EEUU	?	?	?	+	+	+	-
Pol. Mon. EEUU	?	?	?	+	+	-	+

Política monetaria: $|\Delta r_{2y}| > |\Delta r_{10y}|$

Premio por Riesgo: $|\Delta r_{10y}| > |\Delta r_{2y}|$

DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA

Siguiendo Eterovic y Eterovic (2022), la descomposición histórica reescribe la trayectoria observada de una variable (y_t) como la suma acumulada de todos los shocks estructurales pasados.

Cada variable y_t es explicada por donde empezó y una serie de shocks pasados.

$$y_t = \phi_y^{t-1} y_0 + \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 \epsilon_{t-k}$$

Donde $y_t^j(\epsilon^i)$ es la contribución de la i-ésimo shock a j-ésimo elemento de y_t :

$$y_t(\epsilon^i) = \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 J_{ii} \epsilon_{t-k}$$

Por lo que sumando los shocks $\sum_i y_i^j(\epsilon^i)$ se debería recuperar todo el retorno o cambio de la variable al día t . Más detalles en Eterovic y Eterovic (2022).

BEAR interface

Import Export Settings About

SPECIFICATION **APPLICATIONS**

SELECT VAR TYPE

Bayesian OLS Panel Stochastic Volatility Time Varying Mixed Frequency

Bayesian VARs Priors

Minnesota Normal Wishart
 Normal Diffuse Independent Normal Wishart
 Dummy Observations Deterministic

FAVAR Options

FAVAR [FAVAR Options](#)

Hyperparameters

Autoregressive coefficient	<input type="checkbox"/> Excel	0.8	(α_r)
Overall tightness		0.1	(λ_1)
Cross-variable weighting		0.5	(λ_2)
Lag decay		1	(λ_3)
Exogenous variable tightness		100	(λ_4)
Exogenous variables tightness	<input type="checkbox"/> Excel	<input checked="" type="checkbox"/> Default	
Block exogeneity shrinkage		0.001	(λ_5)
Sum of coefficient tightness		0.1	(λ_6)
Dummy initial observation tightness		0.001	(λ_7)
Long-run prior tightness		1	(λ_8)

Iterations

Total number of iterations:

Number of burn-in iterations:

Options

Block exogeneity (on excel) No Yes

Dummy observation extensions

Sum of coefficients
 Dummy initial observations
 Long-run priors

Data Frequency ▾

Estimation Start Date

Estimation End Date

Enter the list of endogeneous variables
ch2 ch10 ipsa us2 us10 snp neer

Enter the list of exogeneous variables

Lags Include constant Off On

Output in Excel Produce Figures Save Workspace

Select Excel file with inputs

Results file name: Change results folder

Quick Export to Workspace  RUN

Import Export Settings About BEAR interface

SPECIFICATION **APPLICATIONS**

Application options

- Impulse response function: No Yes
- Unconditional forecasts: No Yes
- Forecast error variance: No Yes
- Historical decompositions: No Yes
- Conditional forecasts: No Yes

Period options

- IRF periods: 20
- Forecasts: Start date:
- Forecasts: End date:
- Forecasts after last sample period: No Yes
- Credibility Intervals: 0.68

Types of conditional forecasts

- Standard (all shocks) Titling (median)
- Standard (shock specific) Titling (interval)

Estimation options:

- Forecast evaluations: No Yes
- Forecast step ahead evaluations: 1
- Rolling Window (0 for full sample): 0
- Evaluation Size: 0.5

Structural identifications

- None Cholesky Proxy SVAR
- Triangular Sign restrictions Sign and proxy

Proxy SVAR options

- Instrument:
- Instrument: Start date:
- Instrument: End date:
- Flat reduced form prior: No Yes
- High relevance prior: No Yes
- Correl Shock:
- Correl Instrument:

Data Frequency undated

Estimation Start Date 708u Estimation End Date 4471u

Enter the list of endogeneous variables ch2 ch10 ipsa us2 us10 snp neer

Enter the list of exogeneous variables

Lags 1 Include constant Off On

Output in Excel Produce Figures Save Workspace

Select Excel file with inputs /Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/tbx/replications/data.xlsx

Results file name: results Change results folder /Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/resultados/results.xlsx

Quick Export to Workspace  RUN