

Modelos estructurales y de forma reducida para la economía internacional

F. Beltrán, G. Calvo, G. Correa, T. Opazo, V. Riquelme, D. Rodríguez y J.M. Wlasiuk

Gerencia de Análisis Internacional - Banco Central de Chile

Febrero 2020

1. Introducción

Las proyecciones económicas están en el centro de la toma de decisiones de política de manera directa o indirecta. Además de plasmar la dirección a futuro de la economía, de alguna manera también resume su desarrollo actual, y con ello permite contar con una herramienta concreta para las decisiones.

El Banco Central de Chile (BCCh), plasma su visión a través del Informe de Política Monetaria (IPoM). Este informe trimestral refleja parte importante del quehacer de las labores del banco, en el cual se realiza un análisis de los desarrollos, riesgos y perspectivas económicas. Parte de ese quehacer incluye un análisis acabado de la economía internacional, incluyendo proyecciones de diversas variables macroeconómicas que alimentan el proceso de proyección de la economía chilena. Contar con pronósticos realistas y certeros de dichas variables resulta prioritario, dada la naturaleza de la economía chilena: abierta al comercio internacional, integrada a los mercados financieros, y con una dependencia significativa de exportaciones de materias primas.

Esta minuta tiene como finalidad (1) documentar el proceso de construcción del escenario internacional, el cual constituye la primera fase en el proceso de generación del escenario central de proyecciones del IPoM; y (2) describir los modelos utilizados en la Gerencia de Análisis Internacional del BCCh para tal fin. En ese sentido, se presentan los principales modelos de uso frecuente, y se omiten los modelos utilizados de manera ocasional o contruidos de forma ad-hoc para un requerimiento en base a una coyuntura particular.

Las proyecciones resultantes de esta primera fase nutren a los modelos utilizados en las fases de proyección de corto y mediano plazo de la economía chilena. En dichos modelos se asume que Chile es una economía abierta y pequeña (en el contexto global), lo que implica que, mientras los cambios en las condiciones internacionales tienen impacto sobre la economía chilena, los cambios en las condiciones domésticas no tienen efectos significativos sobre la economía internacional. Así, las variables internacionales son consideradas exógenas en los modelos de proyección de mediano y corto plazo.

El documento es organizado de la siguiente manera. La sección 2 describe el proceso y los modelos utilizados para la elaboración de las proyecciones internacionales, la sección 3 presenta otros modelos relevantes utilizados en la Gerencia de Análisis Internacional, y la sección 4 concluye.

2. El Proceso de Proyecciones de Variables Internacionales

Las Proyecciones Internacionales en el contexto del IPoM

En el contexto IPoM, la Gerencia de Análisis Internacional tiene como objetivo proveer un escenario base realista de las principales variables macroeconómicas internacionales relevantes para la economía chilena. Así, la gerencia provee un respaldo cuantitativo consistente a las proyecciones de la economía global, que se nutren en modelos analíticos basados en fundamentos macroeconómicos y/o estadísticos, así como en el juicio del *staff* de la División de Política Monetaria y del Consejo del BCCh. A modo general, la gerencia cuenta con una serie de supuestos y modelos que alimentan un modelo central, el cual, a su vez, nutre otros modelos satélites¹.

El proceso toma como insumo todos los juicios y análisis preliminares al IPoM, incluyendo las reuniones de coyuntura semanales y las de política monetaria, así como las proyecciones del IPoM anterior. Se revisan diversas encuestas e indicadores antes de realizar la primera versión del escenario internacional, el cual es presentado y discutido de manera interna dentro de la gerencia. Este escenario es aumentado para ser presentado al resto de la DPM y el Consejo. Una vez recogido los detalles finales y comentarios por parte de los consejeros, se cargan las principales series económicas a la base de datos y a un *sharepoint* local disponible para todo el staff de la división (ver sección 2.4 más adelante). Es posible que se presenten cambios del escenario en las sucesivas reuniones de Consejo, en virtud de la coyuntura (por ejemplo, un fuerte shock de petróleo, o noticias que agregan incertidumbre) hasta una vez finalizado el cierre estadístico.

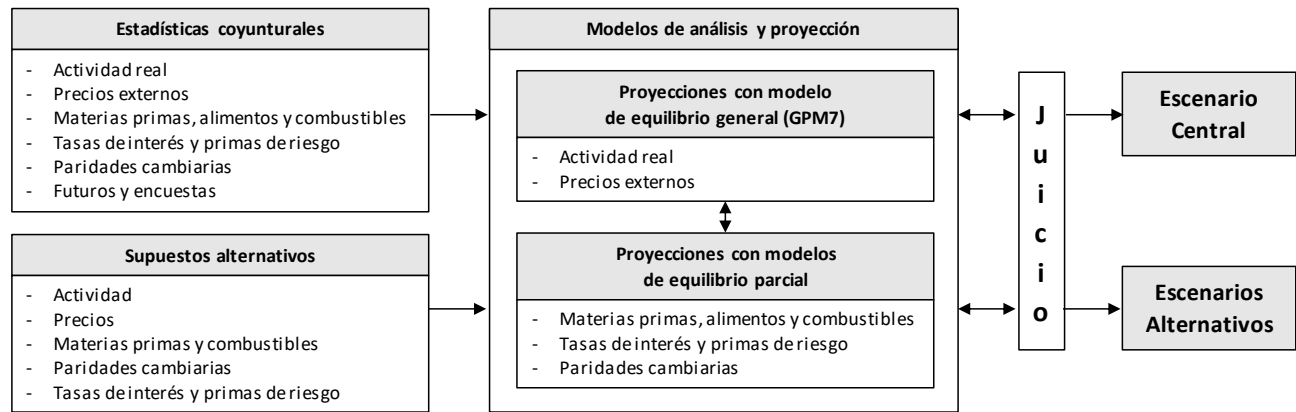
Proyecciones de Variables Internacionales

El conjunto de variables proyectadas dentro del escenario internacional puede dividirse en tres bloques: a) el bloque de *actividad real* y de *precios externos*, que está constituido por las proyecciones de crecimiento del PIB de las principales economías y regiones del mundo, y de inflación de los principales socios comerciales de Chile; b) el bloque de *materias primas*, en el que se proyectan los precios del cobre, de combustibles, y de alimentos; y

¹ Este proceso es similar al seguido por otros bancos centrales e instituciones internacionales, aunque con matices. Así, por ejemplo, Robertson (2000) describe el proceso del BC de Nueva Zelanda, el cual es similar al del BCCh. El mismo autor sugiere que en el proceso seguido por el Banco de Inglaterra, el modelo central actúa en paralelo a los modelos satélites. Robertson también menciona que en el Comité Federal de Mercado Abierto de EE.UU. (FOMC) cada consejero plasma su visión con un voto, donde se alimenta su prior a través de la información entregada por su staff. Alessi et al (2014) comenta que en la Reserva Federal de Nueva York se elaboran pronósticos de diversas variables para posteriormente hacer test de consistencia mediante juicios expertos, mientras que en el Banco Central Europeo (ECB) se usan juicios y pronósticos de expertos por país (los mismos bancos del Eurosistema) que luego son agregados. La consistencia general se evalúa mediante modelos estructurales y un modelo DSGE de toda la Zona Euro. El Fondo Monetario Internacional (FMI) realiza sus pronósticos por país, donde personal de rango superior provee mediante juicios la consistencia general, proceso que culmina tras hacer consultas a las instituciones respectivas de cada país.

c) el bloque *financiero*, conformado por proyecciones para las tasas de política monetaria y de bonos a 10 años de EE.UU. (*Fed Funds Rate* y *U.S. 10 Year Treasury Note*, respectivamente), de la tasa *Libor* a 3 meses en dólares, del *Índice de Volatilidad* esperada (*VIX*), y del índice de premios por riesgo de bonos soberanos para Latinoamérica (*EMBI Latam*), y el tipo de cambio real multilateral de EE.UU. En todos los casos, la proyección base se realiza en frecuencia trimestral para un horizonte de dos años a partir del trimestre en que se efectúa la proyección. Para algunas variables, sin embargo, se proveen adicionalmente series con frecuencia mensual y/o anual y para plazos más extendidos.

Figura 1 Proceso de Elaboración del Escenario Internacional



Si bien la forma de proyectar es distinta para cada variable, el proceso se realiza de forma tal que dichas proyecciones sean consistentes, por una parte, con un marco conceptual y empírico común, y por otra, con el juicio del *staff* y del Consejo, el cual se incorpora en diferentes etapas del proceso de proyección. En esta sección se describe el proceso de proyección, que se resume esquemáticamente en la Figura 1, para las principales variables del escenario internacional, entregándose una explicación comprehensiva e intuitiva del proceso de elaboración del mismo. Se omiten, sin embargo, las descripciones detalladas y los aspectos puramente técnicos de los modelos desarrollados en otros documentos aquí referenciados.

2.1 Bloque de Actividad Real y Precios Externos

La elaboración de las proyecciones del bloque de actividad real y precios externos se basa en gran parte en el *Modelo de Proyecciones Globales 7* (GPM7 por sus siglas en inglés – ver sección 2.1.1 más adelante). Este modelo es, a su vez, alimentado con proyecciones del bloque de materias primas y el bloque financiero. Sus resultados se complementan luego con el juicio del staff además de proyecciones de otros modelos.

El proceso de proyección comienza con la compilación de los insumos para el modelo GPM7, incorporándose una combinación de datos efectivos con juicios informados. De esta forma, para la proyección de algunas variables,

tanto para el trimestre en curso como a mayores plazos, se imponen trayectorias derivadas de información parcial del trimestre, modelos alternativos y precios de activos.

Incorporada esta información, el GPM7 permite obtener proyecciones de actividad y precios para las principales regiones del mundo. Estas proyecciones iniciales se complementan luego con información de fuentes adicionales y modelos alternativos, además del *juicio* del staff y del Consejo. Un detalle de este proceso se describe a continuación.

a) Información a incluir en las proyecciones

En esta etapa se introducen los datos efectivos disponibles al momento de realizar la proyección, usualmente del período inmediatamente anterior al trimestre en curso para las siguientes series:

- *Actividad y precios regionales*: inflación y PIB de cada una de las siete regiones.
- *Precios internacionales de alimentos*: índices de precios de alimentos y de cereales publicados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO).
- *Precios internacionales de combustibles*: precios de petróleo WTI y Brent, y precios de diésel, gasolina, gas licuado y kerosene.
- *Condiciones financieras internacionales*: Tasas de política monetarias de EE.UU., Eurozona, y Japón, e indicadores de estrechez del mercado financiero para tres bloques².

b) Proyecciones de fuentes externas

En esta etapa se imponen trayectorias para los trimestres iniciales del horizonte de proyección de algunas variables. En particular, se asumen trayectorias para un horizonte de uno o dos trimestres en el caso de las series de actividad y precios, y de ocho trimestres para el resto de las variables. Esta información se obtiene de las siguientes fuentes externas:

- *Actividad e inflación regional*: Juicio del staff en base a información efectiva del trimestre en curso, así como proyecciones de mercado.
- *Precios internacionales de alimentos*: Precios de los futuros de mercado.
- *Precios internacionales de combustibles*: Precios de los futuros de petróleo y derivados, y proyecciones de modelos basados en dichos futuros.
- *Condiciones financieras internacionales*: Para la *Fed Funds Rate* de la Reserva Federal de EE.UU. se utilizan proyecciones propias basadas en los *dots* que entrega el Comité Federal de Mercado Abierto –FOMC,

² Para EE.UU., se utiliza un indicador de *Banking Lending Tightness* (BLT) computado como el promedio simple de los componentes relevados en la encuesta de la Reserva Federal de los EE.UU. sobre entrega de créditos (*Bank Lending Practices*). Para Zona Euro se usa el *ECB Survey Change in Credit Standards Lending to Business* (Last 3mth Net Percent). Para Japón, se usa el *Japan Tankan Lending Attitude of Financial Institution* (All Enterprises)

información de precios de activos, proyecciones de operadores de mercado, y juicio del staff (ver más abajo “Tasas de Interés Internacionales”). Para las tasas de política monetaria del Banco Central Europeo y del Banco de Japón, se utiliza la visión del staff complementada con información de analistas de mercado.

c) *Proyecciones de equilibrio general en base al GPM7*

En esta etapa se obtienen las proyecciones del modelo condicionales a la información anteriormente descrita. Las principales variables proyectadas son el crecimiento del PIB y la inflación de cada una de las regiones a un horizonte de 8 trimestres³. El GPM7 entrega, adicionalmente, proyecciones para PIB potencial, tasa de desempleo efectiva y natural, tasa de política monetaria, inflación núcleo (*core*), y condiciones financieras para las siete regiones, así como proyecciones de los precios internacionales de combustibles. Estas proyecciones se comparan con las trayectorias impuestas exógenamente para asegurar consistencia entre ambas metodologías y, en caso de considerarse necesaria alguna modificación a los supuestos de proyección, éstas se incorporan repitiendo el proceso hasta obtener dicha consistencia.

d) *Construcción de variables de interés*

En esta etapa se construyen las proyecciones para variables de interés no obtenidas directamente del modelo. Esto se logra promediando las proyecciones de las distintos regiones del modelo, ajustando los ponderadores de manera coherente con los pesos de las regiones relevantes para las proyecciones de la economía doméstica⁴. Las variables de interés se describen a continuación.

Crecimiento del PIB

La agregación de las tasas de crecimiento de PIB se hace ponderando cada país según el valor de su PIB (a) a paridad de poder de compra (PPC) y, alternativamente, (b) utilizando un tipo de cambio multilateral común para todos los países⁵. Se utilizan los ponderadores del *World Economic Outlook* (FMI) para los años efectivos, manteniéndose estos fijos en el último año efectivo para calcular el periodo total de proyección. Por su parte, para la construcción del agregado de socios comerciales, se calcula la incidencia de cada región/economía, medida por su nivel de exportaciones totales anual respecto al total. Para minimizar el posible “ruido” que alguno de estos ponderadores podría incluir (generado, por ejemplo, por algún elemento puntual), se usa el promedio móvil de 2

³ Si bien el horizonte de pronóstico relevante son 8 trimestres, éste puede extenderse según sea necesario.

⁴ En general se computan proyecciones para la economía global, para países desarrollados y emergentes, y para los principales socios comerciales de Chile.

⁵ Para el caso de India, que no es directamente identificable en las proyecciones regionales del GPM, se realiza una proyección externa al GPM7 considerando información del último trimestre, reportes de contrapartes (FMI, principales bancos de inversión, Consensus Forecast, etc.) y el juicio del staff.

años como ponderador final. Nuevamente, dichos ponderadores se consideran fijos para el periodo de proyección considerado.

Precios Externos

De manera análoga al crecimiento de PIB, las proyecciones entregadas por el GPM7 son usadas para proyectar la evolución del Índice de Precios Externos (IPE). Para su cálculo se promedian geométricamente los índices de precios al productor de cada país, medidos en dólares, y ponderados por el comercio con Chile. La proyección del índice de precios al productor (IPP) se aproxima a partir de las proyecciones de inflación y petróleo. En particular, para cada región se realiza una regresión en la que se explica el IPP de cada región a partir de su rezago, las proyecciones del GPM para el IPC de cada región, y las proyecciones de los distintos modelos para el precio del petróleo. La proyección del tipo de cambio para cada región se realiza a partir de proyecciones cambiarias contenidas en el reporte de *Consensus Forecast* y las hechas por analistas de mercado. Dicho enfoque se complementa luego mediante juicio, para asegurar que las proyecciones agregadas de tipo de cambio sean consistentes con las estimaciones derivadas para el dólar real multilateral proyectado⁶ (considerando para ello los diferenciales de inflación derivados del modelo).

Índice de precios externos (IPE)

El IPE constituye una medida de los precios internacionales de los bienes transados de los principales países socios comerciales de Chile, y es utilizado como insumo para las proyecciones de inflación del escenario doméstico. Su construcción sigue la metodología delineada por la División de Estadísticas del BCCh⁷, en la que se define al IPE como la diferencia entre el promedio ponderado de la variación de los índices de precios al productor locales (IPL) y el promedio ponderado de los tipos de cambio nominales locales (TCL) de los principales j socios comerciales de Chile. Los ponderadores w_t^j están calculados a partir del comercio con cada una de las economías (es decir, considerando la suma de exportaciones e importaciones en un año, y excluyendo las exportaciones de cobre y las importaciones de petróleo), de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} d\log(IPL_t) &= \sum_j w_t^j d\log(IPL_t^j) \\ d\log(TCL_t) &= \sum_j w_t^j d\log(TCL_t^j) \end{aligned}$$

⁶ Ver “Proyección del Tipo de Cambio Real Multilateral de EE.UU.” más abajo.

⁷ Ver Minuta “Índices de Tipo de Cambio y Precios Externos, Distintas Medidas”, Banco Central de Chile.

Índice de precios locales (IPL)

Para proyectar el IPL de cada socio comercial, se corren regresiones que relacionan el IPC de cada región obtenido mediante el modelo GPM7, con los índices de precios al productor (IPP) empleados para el cálculo del IPE. Las regresiones consideran un enfoque de mínimos cuadrados ordinarios, donde la variable dependiente es, en cada caso, el IPP de cada región, y las variables independientes el IPC y el precio del petróleo, y sus respectivos rezagos. En términos generales, la estimación es del siguiente tipo (para el país i):

$$dlog(IPP_{it}) = dlog(IPP_{it-1}) + dlog(IPC_{it}) + dlog(Brent_{it})$$

Finalmente, se obtiene la proyección de la variación del IPE de la siguiente forma:

$$\frac{1 + dlog(IPL_t)}{1 + dlog(TCL_t)} = 1 + dlog(IPE_t)$$

e) Ajuste final a las proyecciones

Una vez obtenida una primera proyección de los índices de actividad y precios, la misma se evalúa, en primera instancia, a la luz de proyecciones de contrapartes (el WEO del IMF⁸, encuestas de *Consensus Forecasts*, Bancos de Inversión -Barclays, Deutsche Bank, JPM, y Morgan Stanley-, y proyecciones de Bloomberg) y del juicio del staff. En caso de considerarse necesario realizar modificaciones, las mismas se incorporan mediante cambios en los supuestos de proyección, repitiendo el proceso y generando un nuevo escenario consistente con los supuestos actualizados. Finalmente, las proyecciones son discutidas con los miembros del Consejo, quienes pueden proponer nuevas modificaciones (que implicarán la repetición del proceso de proyección). De esta manera se garantiza que las proyecciones sean consistentes con el juicio de staff y del Consejo, así como con la estructura de equilibrio general que impone el GPM7.

La Tabla 1 presenta un resumen de las variables proyectadas y modelos utilizados en el bloque de actividad real y precios externos.

Tabla 1 Bloque de Actividad Real y Precios Externos

Variable	Modelo	Descripción
PIB, brechas	GPM7	Modelo dinámico, neo-keynesiano bayesiano.
IPL	GMP7+MCO	Inflación modelo + regresiones auxiliares (IPP ~ IPC + petróleo)
TCL	CF	Análisis de contrapartes
IPE	$\Delta IPL / \Delta TCL$	Ponderar por agregados (match GPM y CF con SS.C.C ex petróleo y cobre)
Inflación (EE.UU., ZE)	MCO	Ad-hoc por ítem

⁸ Dado que el WEO se publica de manera semestral (al igual que sus actualizaciones) también se consideran otras contrapartes, las cuales publican sus informes de manera mensual y permiten tener una visión más de corto plazo.

2.1.1 El Modelo de Proyecciones Globales

El modelo de proyecciones globales (GPM por sus siglas en inglés) fue desarrollado a partir de una iniciativa del Fondo Monetario Internacional, cuya finalidad era contar con un modelo estilizado cuyas proyecciones fueran consistentes empíricamente y con un marco teórico sólido. Actualmente, la asistencia técnica del modelo es llevada a cabo por el *Global Projection Model Network*, con el apoyo de distintos bancos centrales e instituciones internacionales que hacen uso del mismo⁹. Para las proyecciones internacionales en el BCCh se utiliza la versión de 7 regiones del modelo, el GPM7¹⁰.

En términos generales, el GPM7 consta de 7 regiones interconectadas, determinándose de manera conjunta el producto, desempleo, inflación, tasas de interés, y tipos de cambio para cada región. Las siete regiones incluidas en el modelo son: Estados Unidos, Zona Euro, Japón, China, Asia Emergente, LA5, y Resto del Mundo. En conjunto, estas 7 regiones representan más del 80% del PIB global. El GPM7 plantea un balance entre dos enfoques muy populares en la modelación macroeconómica. El primer enfoque corresponde a los modelos estructurales dinámicos, estocásticos de equilibrio general (DSGE por sus siglas en inglés) con múltiples regiones, en el que las decisiones de los agentes son microfundadas, con fuerte énfasis en la consistencia teórica. El otro enfoque corresponde al de modelos con mayor énfasis estadístico, cuya característica central es la búsqueda de precisión empírica. Dentro de este grupo de modelos se pueden encontrar los modelos de vectores auto-regresivos (VAR).

El GPM7 es fundamentalmente un modelo neokeynesiano de brechas, de frecuencia trimestral, donde la evolución de cada una de las siete regiones está representada por un conjunto de ecuaciones de comportamiento. Estas ecuaciones capturan los vínculos entre el producto, la inflación, las tasas de interés y los tipos de cambio, donde las distintas variables se expresan en términos de brechas o desviaciones respecto a sus niveles de tendencia.

Antecedentes Generales del GPM

Los primeros desarrollos del enfoque incluyen un modelo de proyección para la economía de Estados Unidos, descrito en Carabenciov y otros (2008a), en el que se modela una economía cerrada cuyas principales variables son el PIB, la inflación, el desempleo y la tasa de política monetaria.

⁹ Para más detalles e información técnica del GPM así como del Global Projection Model Network, ver <https://igpmn.org/>.

¹⁰ Durante 2020 se realizará la migración hacia el modelo *GPM++*, que es la última versión del GPM, recientemente lanzada. Este permitirá tener una visión ampliada en cuanto a economías y comprender de mejor forma los canales de transmisión entre variables reales, nominales y financieras.

El modelo de Carabenciov y otros (2008a) considera una ecuación de comportamiento de la brecha producto, en función de sus rezagos y adelantos, rezagos de la brecha de la tasa de interés real, y un *shock*. El rezago de la brecha da cuenta de la inercia en el sistema, y también permite que los *shocks* tengan persistencia. El adelanto permite incluir dinámicas y elementos *forward-looking* en la demanda agregada. La brecha de tasa de interés real entrega el *link* crucial entre las acciones de política monetaria y la economía real. Otra ecuación de comportamiento que considera el modelo es una del tipo regla de Taylor, que determina los tipos de interés nominales de corto plazo, como también una curva de Phillips que relaciona la inflación pasada y futura con la brecha producto. Ésta última también contempla las condiciones financieras, aproximadas a través de las *Banking Lending Tightening (BLT)*, y una versión dinámica de la ley de Okun (de carácter más residual).

En Carabenciov y otros (2008b), en una extensión del enfoque, se propone un modelo pequeño de proyecciones multi-país que incluye, además de Estados Unidos, a la Zona Euro y Japón (G3). En esta versión, las ecuaciones de comportamiento se ven afectadas además por *shocks* de los otros países, ponderándose su peso relativo mediante las exportaciones. Además, se incorpora un canal cambiario a la curva de Phillips.

En Carabenciov y otros (2008c) se describe la agregación de canales financieros y precios de petróleo. La inclusión de Latinoamérica se la hacen Canales y otros (2009), cuyo modelo considera impactos asimétricos entre este bloque y el de economías avanzadas.

Todas estas mejoras, allanaron el camino para el desarrollo del GPM6 descrito en Carabenciov y otros (2013). Dicho modelo incluye 6 regiones: las tres regiones avanzadas originales (G3), Asia, LA5 y Resto del Mundo¹¹, completando una cobertura mayor al 80% del PIB global¹². La extensión final del modelo, descrito en Blagrove y otros 2013, se tradujo en separar China del resto del agregado de Asia, y dando origen al modelo GPM7.

Estimación y Calibración del GPM7

Dada la complejidad inherente en la modelación, para la estimación se utiliza una mezcla de parámetros calibrados y otros estimados mediante técnicas bayesianas. En general, los parámetros del G3 se toman como dados, y se calibran los de las demás regiones en función de ellos. Respecto a China, esta economía tiene características propias que la diferencian del resto de Asia (por su tamaño, integración comercial, demanda por materias primas y políticas internas/externas).

¹¹ **Asia Emergente:** India, Corea del Sur, Indonesia, Taiwán, Tailandia, Malasia, Hong Kong, Filipinas, Singapur (23.4% del mundo a PPC). **LA5:** Brasil, Chile, Colombia, México y Perú (6.1% del mundo a PPC). **Resto:** Rusia, Reino Unido, Canadá, Turquía, Australia, Argentina, Sudáfrica, Venezuela, Suecia, Suiza, Rep. Checa, Dinamarca, Noruega, Israel, Bulgaria, Nueva Zelanda y Estonia (15% a PPP).

¹² Al año 2018.

En cuanto a la estrategia de estimación del modelo GPM7, ésta tiene el mismo “espíritu” que sus versiones pasadas. Involucra una serie de ecuaciones de comportamiento “core”, que aseguran consistencia teórica, convergencia a parámetros estructurales de largo plazo y las propiedades básicas deseables de un modelo de proyección. La estimación y calibración de los parámetros del modelo se implementan de forma “consistente”. Esto con el fin de asegurar que las propiedades de simulación del modelo sean sensibles y ampliamente consistentes con el juicio de investigadores, *staff* técnico del Banco Central de Chile, y los datos, facilitando así la interpretación de las proyecciones.

2.2 Bloque de Materias Primas

El bloque de materias primas comprende las proyecciones de precios para el cobre, los combustibles, y los alimentos.

2.2.1 Precio del Cobre

Dada la importancia del cobre para la economía chilena, la proyección de su precio es una de las más relevantes del escenario internacional. La misma se hace con un modelo de corrección de errores¹³ estimado en frecuencia trimestral basado en el trabajo de De Gregorio y otros (2005)¹⁴. En este modelo el precio real del cobre es explicado en lo fundamental por la razón de inventarios en bolsa del metal respecto al PIB global (como *proxy* de demanda global del metal), y por el tipo de cambio real de EE.UU.¹⁵ El modelo también incorpora las proyecciones del GPM7 para el crecimiento de China (ponderado por su participación en el mercado global del cobre) y del mundo. De considerarse apropiado, excepcionalmente se incorporan variables adicionales tales como el VIX global y/o el índice de perspectivas manufactureras (PMI) de China.

¹³ Los modelos de corrección de errores establecen dinámicas que en el largo plazo revierten hacia una relación de proporcionalidad entre distintas variables. Ver Engle y Granger (1987) para más detalles sobre la metodología.

¹⁴ De acuerdo a De Gregorio y otros (2005), el efecto del TCR sobre el precio de materias primas sigue la siguiente lógica: si el TCR en EE.UU. se deprecia, entonces, para un precio del cobre dado en términos de bienes de dicha economía, el mismo precio en términos de bienes del resto del mundo se hace más barato, lo cual implica un aumento de la demanda de cobre proveniente del resto del mundo, y un consecuente aumento de su precio en términos de bienes de EE.UU. (en la medida que la oferta es relativamente inelástica). Luego, el precio real de una materia prima depende positivamente del ingreso real de las 2 regiones consideradas, y negativamente del TCR de EE.UU. La elasticidad del precio real respecto al tipo de cambio real debiese ser negativa y menor que 1 en valor absoluto. Este resultado se avala en la experiencia de acuerdo al signo, pero no necesariamente en lo relativo a su valor, dado que en general se obtienen elasticidades superiores a la unidad.

¹⁵ Se utiliza el dólar *broad* real multilateral publicado por la Reserva Federal de EE.UU.

El modelo anterior se informa para el corto plazo con un modelo de corrección de errores en frecuencia mensual, en el que se asigna un rol preponderante a variables financieras aproximadas con el VIX y las posiciones especulativas netas del mercado de futuros del cobre¹⁶.

Finalmente, el precio de largo plazo se proyecta con un modelo de corrección de errores en frecuencia anual¹⁷, en el que se estiman las demandas de los países más relevantes. La visión final sobre las perspectivas del precio del cobre se genera contrastando los valores proyectados por cada uno de estos modelos con el juicio del staff; además de una exhaustiva revisión de las contrapartes especializadas, como las contenidas en el reporte de *Consensus Forecasts*, las del *Copper Research Unit* (CRU), y las de diversos bancos de inversión.

2.2.2 Precio de Combustibles

Las proyecciones para el precio de los combustibles, de gran relevancia dado su efecto directo en la inflación y el crecimiento del PIB tanto externo como doméstico, se actualizan semanalmente. El conjunto de variables proyectadas incluye, además de los precios del petróleo, precios de gasolina, diésel, propano y kerosene.

Las curvas de precios futuros del petróleo WTI y Brent, de la gasolina internacional y del propano, se construyen a partir de las cifras vigentes para contratos mensuales dentro del horizonte de política relevante (24 meses)¹⁸. A fin de suavizar las fluctuaciones diarias, se usa como referencia el precio promedio para los últimos 10 días. Para los pronósticos de gasolina, se empalma el promedio del precio efectivo de la gasolina en el golfo de Estados Unidos con los futuros de la gasolina de Nueva York. El propano se proyecta usando la última a curva de futuros de propano *Mont Belvieu*.

Finalmente, el diésel y el kerosene se estiman con ecuaciones con corrección de errores, siguiendo las especificaciones de García y Jaramillo (2007). En dicho trabajo, se estiman ecuaciones en diferencias, usando como variables independientes rezagos, el precio del Brent, inventarios y un set de 52 variables dummies que capturan la estacionalidad de estas variables.

Finalmente, la proyección de precios del diésel y el kerosene se realiza con modelos de corrección de errores, siguiendo las especificaciones de García y Jaramillo (2007), en los que se estiman ecuaciones en diferencias que

¹⁶ Las posiciones especulativas netas se computan como la diferencia entre el valor total de las operaciones “largas” de cobre (que esperan que el precio suba), y el valor de las operaciones “cortas” (que esperan que el precio baje) en el mercado de futuros.

¹⁷ Basado en el trabajo de López y otros (2009).

¹⁸ Alquist y otros (2011) presentan una revisión completa de las metodologías para estimar precios del crudo, junto a las ventajas de usar futuros en alta frecuencia, especialmente en horizontes cortos.

incluyen como variables independientes a los rezagos de dichos precios, el precio del petróleo Brent, y proyecciones de inventarios, y variables dummies que capturan su estacionalidad.

2.2.3 Precio de Alimentos

La proyección del índice de precios internacionales de alimentos se realiza de manera mensual a partir de la última actualización de las series de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹⁹, y se calcula como el promedio ponderado de las proyecciones de cada uno de sus componentes (cereales, azúcar, aceite y carne). Éstos, a su vez, se obtienen de la información de precios de futuros de sus principales componentes en los principales mercados agropecuarios internacionales²⁰.

La Tabla 2 presenta un resumen de las variables proyectadas y modelos utilizados en el bloque de materias primas.

Tabla 2 Bloque de Materias Primas

Variable	Modelo	Descripción
Precio cobre	DGJ	Corrección de errores
	GCR	DGJ + China y concentración cobre
	Pcobre CP	Correcciones errores
	LR	Oferta y demanda de cobre
	VAR	Mismas variables DGJ
WTI, Brent y Otros derivados	Futuros + MCO	Curvas de futuros
Índice FAO	Futuros Bloomberg	Curvas de futuros

2.3 Bloque de Condiciones Financieras Internacionales

El tercer bloque de variables proyectadas por la Gerencia de Análisis Internacional tiene como objetivo brindar información sobre las condiciones financieras externas que enfrentará la economía chilena durante el horizonte de proyección. En él se incluyen las tasas de interés internacionales, además de indicadores de volatilidad financiera y de riesgo soberano.

¹⁹ Estos precios internacionales permiten contar con una visión global de la evolución de los precios de alimentos, sin perjuicio de que en cada economía se presentan factores idiosincráticos que pueden ser tanto o más relevantes que la evolución de los precios externos.

²⁰ Por ejemplo, para el caso de los cereales, se usan los futuros de soya, maíz, arroz y trigo disponibles en *Bloomberg*.

2.3.1 Tasas de Interés Internacionales

Tres son las tasas de interés que se incluyen en la proyección: la tasa de política monetaria de Estados Unidos (FFR por sus siglas en inglés), la tasa de bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años, y la tasa Libor a 3 meses en dólares.

Tasa de política monetaria de Estados Unidos (FFR)

La proyección de la FFR se obtiene de la agregación de proyecciones obtenidas de al menos cuatro fuentes. En primer lugar, el propio staff del BCCh realiza sus propias proyecciones estimando una *regla de Taylor* para EE.UU. alimentada por proyecciones de actividad e inflación para la economía norteamericana. En segundo lugar, se usa la información provista por el *Comité Federal de Mercado Abierto* (FOMC, por sus siglas en inglés) de la Reserva Federal de EE.UU. luego de sus reuniones de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año. En esas ocasiones, el FOMC publica la distribución de las proyecciones de la FFR de los doce miembros del Comité²¹ (también conocidos como *dots*) para el final del año en curso, para los tres años siguientes, y para el “largo plazo”. En tercer lugar, se usa la información implícita en precios de activos²², que permiten proyectar con frecuencia mensual, y a un horizonte de hasta 36 meses, las expectativas de los operadores del mercado financiero respecto de la FFR. Finalmente, se usa la información de encuestas a analistas de mercado reportada por *Consensus Forecasts*. La proyección final de la FFR se nutre de dicha información, así como de juicio que surge del análisis continuo que se realiza de la economía de EE.UU.

Tasa de bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años

La metodología utilizada para proyectar la tasa de los bonos del Tesoro de EE.UU. a 10 años se basa en la descomposición de la tasa en (1) un componente libre de premios por plazo (entendido como la expectativa de tasas de política monetaria) y (2) un premio por plazo, donde la proyección final surge de la suma de las proyecciones de cada uno de estos componentes:

$$i_{t+j} \cong r_{t+j} + T_{t+j}$$

Donde i_{t+j} es la tasa de interés proyectada en el período t (Ej. $t = 2020T1$), para un horizonte de j años. En esta metodología, explicada en detalle en Adrian y otros (2013), el componente libre de premios por plazo se computa,

²¹ Adicionalmente, el FOMC publica las proyecciones de crecimiento del PIB, desempleo e inflación de EE.UU., lo cual permite, con posterioridad, evaluar posibles cambios a la trayectoria de la FFR a partir de la disponibilidad de nuevos datos y proyecciones de dichas variables de actividad y precios.

²² Específicamente, *Fed Fund futures*, los cuales se comercializan mensualmente por plazos de hasta 36 meses. Las tasas implícitas que surgen de estos contratos en cada momento del tiempo brindan información sobre la *FFR efectiva* promedio que el mercado espera para cada uno de los próximos 36 meses.

para cada momento del horizonte de proyección, como un promedio geométrico de las tasas de corto plazo anualizadas. Para ello, se asume convergencia de la FFR al nivel de largo plazo reportado en los *dots* del FOMC. Así, en un escenario de “certidumbre” respecto a lo que sucederá en el futuro, la tasa neutral a 10 años, s_{10} , se obtiene como

$$(1 + s_{10})^{10} = (1 + r_1)(1 + r_2) \dots (1 + r_{10})$$

Donde r_j = tasa de interés de corto plazo libre de riesgo.

El premio por plazo, por su parte, se proyecta a partir de las diferencias históricas entre la tasa a 10 años y la FFR. Se asume que, partiendo del premio efectivo observado en el período en curso, el premio por plazo convergerá a su promedio histórico en un plazo aproximado de 3 años. Dado que se permite una velocidad de convergencia variable, ésta se evalúa cada vez que se actualizan las proyecciones, considerando su evolución en los últimos años y en lo más reciente²³.

Tasa Libor a 3 meses en dólares

La tercera tasa de interés que se proyecta es la Libor (*London Inter-bank Offered Rate*) en dólares americanos a tres meses, que es la tasa de interés promedio a la cual los bancos líderes del mercado de Londres se prestan en dicha moneda y plazo. La metodología utilizada es similar a la de la tasa a 10 años descrita más arriba, según la cual se proyectan separadamente el componente libre de premios por plazo, y los premios por plazo²⁴. El primer componente es, para cada trimestre del horizonte de proyección, el promedio geométrico de la proyección de FFR en dicho trimestre²⁵, mientras que el premio por plazo se proyecta como una convergencia gradual desde el diferencial observado entre la tasa Libor y la FFR en el trimestre en curso hasta sus promedios históricos²⁶.

²³ En períodos reciente estos premios se han mantenido en terreno negativo y cerca de sus mínimos históricos. De ahí que su trayectoria considera este punto inicial para luego buscar su convergencia dentro del horizonte de proyección, dependiendo de las perspectivas de retiro de estímulos no convencionales (“QE”) y de la convergencia de la inflación de EE.UU. a su nivel meta.

²⁴ En la literatura se proponen, además, otras formas alternativas de proyección basados, por ejemplo, en modelos autorregresivos o recursivos (utilizando el filtro de Kalman), o a partir de encuestas y proyecciones del mercado. Ver, por ejemplo, De Rossi (2004), Pong (2010), Cumselius (2016).

²⁵ A menos que se proyecte un cambio de la FFR en un trimestre particular, el componente *libre de premios por plazo* de la tasa Libor será la proyección de la FFR para dicho trimestre.

²⁶ La velocidad y el plazo de convergencia del premio por plazo a su promedio histórico en cada período se reevalúa cada vez que se actualizan las proyecciones.

2.3.2 Índice de Volatilidad de Mercado (VIX)

Otra de las variables financieras proyectadas es el Índice de Volatilidad (VIX)²⁷, que captura la volatilidad del mercado accionario esperada en un horizonte de 30 días. Para su proyección, se asume la convergencia, durante el horizonte de proyección, a su promedio histórico excluyendo episodios de crisis. Dependiendo de la coyuntura, la proyección se condiciona a supuestos externos para los primeros 2 trimestres.

2.3.3 Índice de Premio Soberano por Riesgo de Latinoamérica (EMBI Latam)

Una variable financiera adicional que se proyecta regularmente es el índice de riesgo soberano promedio para las economías emergentes de Latinoamérica (EMBI Latam²⁸), excluyendo a Argentina y Venezuela. El índice es calculado por J.P. Morgan²⁹. Para su proyección, se utiliza un modelo de vectores autorregresivos (VAR), según la metodología descrita en Muñoz (2013). El modelo permite la proyección del riesgo soberano para cada una de las economías de la región usando como variables exógenas las proyecciones de PIB global, de precios de materias primas, del VIX, y de un índice de estabilidad de cada país publicado por *The Economist Intelligence Unit*. El EMBI Latam se computa como el promedio de las proyecciones para cada economía usando los mismos ponderadores reportados por J.P. Morgan, los cuales se actualizan de forma mensual para capturar las fluctuaciones de corto plazo. Para la proyección final, se considera un *pivote* para el trimestre en curso en base a la coyuntura de corto plazo, así como la visión del staff y del Consejo.

2.3.4 Proyección del Tipo de Cambio Real Multilateral de EE.UU.

El tipo de cambio real multilateral de EE.UU. es una pieza clave en las proyecciones del escenario internacional, por cuanto es una de las variables que se usa para la proyección de actividad y precios. Adicionalmente, esta variable se usa para verificar la consistencia de las proyecciones de tipos de cambio locales usados para calcular los índices de precios internacionales y para proyectar el precio del cobre.

Para la proyección del TCR multilateral se usa un modelo que explica el comportamiento de dicha variable en función de sus fundamentos. Específicamente, se utiliza un modelo BEER³⁰ en el que TCR multilateral de EE.UU. se explica a partir de: los términos de intercambio de EE.UU.; la absorción doméstica (suma de consumo, inversión y gasto público) como porcentaje del PIB; el diferencial de tasas de interés reales a 10 años entre EE.UU. y la

²⁷ El código oficial corresponde al *Chicago Board Options Exchange Market Volatility*.

²⁸ El EMBI Latam incluye a Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú y Venezuela.

²⁹ Se utiliza el *EMBI Global Diversified*, el cual limita los pesos de los países con alto stock de deuda, al incluir solo una parte de los montos actuales pendientes elegibles de los mismos.

³⁰ Los modelos conductuales de tipo de cambio de equilibrio (BEER por su sigla en inglés) permiten estimar las desviaciones del tipo de cambio respecto del nivel consistente con sus fundamentos. Ver Clark y MacDonald (1999).

Eurozona; y el tamaño de las hojas de balance de la Fed y el BCE como proporción del PIB³¹. A partir del TCR que surge del modelo, se conforma un juicio acerca del nivel de apreciación o depreciación actual del TCR efectivo al momento de la proyección, así como de su senda futura. Dicho juicio es analizado y complementado a la luz del comportamiento histórico del TCR, de proyecciones de analistas de mercado y contrapartes relevantes, y de las proyecciones del TCR multilateral de EE.UU. que arroja el GPM.

La Tabla 3 presenta un resumen de las variables proyectadas y modelos utilizados en el bloque de condiciones financieras internacionales.

Tabla 3 Bloque de Condiciones Financieras Internacionales

Variable	Modelo	Descripción
Fed Fund Rate	FOMC y contrapartes	Trayectoria tasa política monetaria EE.UU.
Bonos a 10 años	FOMC	Convergencia premio por plazo EE.UU
Tasa Libor	Rekursivo	Descomposición Fed Fund Rate y premio por plazo
VIX	Rekursivo	Convergencia riesgo accionario EE.UU a valores de largo plazo
EMBI Latam	VAR MCO	Y, GSCI, VIX, EMBI, riesgo político (idem, pero mensual por país)
TCR EE.UU.	GPM + fundamentos + contrapartes + recursoivo	Tipo de Cambio real para EE.UU.

2.4 Traspaso de Proyecciones a la Gerencia de Análisis Macroeconómico

Tal como se describe en el documento sobre el *Uso de Modelos Macroeconómicos en el Banco Central de Chile* (Banco Central de Chile, 2020), el proceso de proyecciones de variables internacionales culmina con la entrega de un set de variables a la Gerencia de Análisis Macroeconómico del BCCh para su uso en el proceso de proyección de corto y mediano plazo para la economía chilena. El detalle sobre el conjunto de variables proyectadas que son entregadas por la Gerencia de Análisis Internacional se presenta en el Apéndice.

3. Otros Modelos Relevantes para el Análisis Internacional

La conformación de los principales juicios que guían y disciplinan las proyecciones derivadas por los distintos modelos antes detallados se apoya en diversos modelos. Si bien los resultados de dichos modelos no son directamente incluidos en el grupo de variables que se entregan como insumo a las proyecciones locales, sí

³¹ Estas variables se incorporan interactuadas con variables indicadoras de los períodos en los que dichos bancos centrales implementaron sus políticas monetarias no convencionales.

permiten considerar elementos que de otra forma son difíciles de cuantificar. Esta sección describe dos de estos modelos: el Indicador Contemporáneo de Actividad (ICA) y el predictor de recesiones en Estados Unidos.

3.1 Indicador Contemporáneo de Actividad (ICA)

El ICA intenta aproximar el ritmo de la actividad real de una economía, a partir de sus indicadores de corto plazo. Como es sabido, la publicación del crecimiento de una economía se da comúnmente en frecuencia trimestral, e incluso en aquellas que cuentan con un indicador mensual (como el IMACEC), este se entrega con un rezago importante. Lo anterior, se debe a la dificultad inherente en la recopilación de todos los antecedentes necesarios para su cálculo. No obstante, es deseable tener un indicador que permita tomar el pulso de una economía en un *timing* más adecuado.

El ICA surge precisamente para cubrir esta necesidad. Este indicador condensa la serie de indicadores de corto plazo que se publican en una economía, tanto de indicadores cuantitativos medibles (indicadores *hard* de acuerdo a la literatura relacionada), como de indicadores que miden expectativas (indicadores *soft*). Es importante destacar que, aunque las expectativas no son incluidas en el cálculo del PIB, son muy relevantes para este tipo de agregados. Más aún, los resultados indican que por lo general estos indicadores superan en importancia a los indicadores duros.

En términos sencillos, la metodología busca obtener una tendencia común en los movimientos de cada una de las series incluidas (que varían entre las diferentes economías), para luego ajustar dicha serie tendencial a los movimientos que presente el PIB y/o IMACEC. Esto, a su vez, permite aproximar el ritmo actual y futuro de corto plazo de esta economía.

La primera etapa consiste en proyectar 6 meses adelante usando el mejor modelo “ateórico” por simplicidad, explicado en Riquelme y Riveros (2018), para un conjunto de series duras (en variación) y blandas (en niveles). Una vez proyectadas, se calcula el componente principal de todo el bloque. El primer componente principal de la serie constituirá el ICA, que se traducirá a unidades del PIB, para facilitar su lectura y comunicación, mediante la siguiente fórmula:

$$g PIB_t = \alpha_t + \beta * \text{Primer Componente Principal} (\cong ICA)$$

Donde α_t es una constante que varía cada año, y que busca dar cuenta de alguna tendencia en la actividad real, y β es el coeficiente de ajuste a lo largo de toda la muestra.

Este enfoque resulta útil en la práctica debido a que no todas las series se conocen el mismo día, pues series que hacen referencia al mes determinado, pueden conocerse con bastante rezago. La forma en que cada una de ellas genere movimientos en el ICA dependerá directamente del peso de esa serie. Si la serie es muy relevante, y

presenta una variación importante respecto a lo que se tenía proyectado, provocará cambios importantes en la estimación trimestral actual y futura, entregándonos entonces información valiosa sobre el *momentum* de actividad de la economía en cuestión.

Se cuenta con este tipo de indicadores para 9 economías: Estados Unidos, Zona Euro, Japón, Reino Unido, China, Brasil, México, y Perú. Los resultados obtenidos permiten aproximar el crecimiento de estas economías en un horizonte de corto plazo, y resultan ideales para contribuir a nuestro juicio sobre los pivotes de actividad trimestral que se incluirán luego en el GPM.

Así, si las cifras de corto plazo de una nación muestran un marcado deterioro (o mejoría), es posible anticipar que el crecimiento de dicha economía se resentirá (acelerará). El ICA permite cuantificar dicha caída (avance) y rastrear a qué se debe, contribuyendo así a conformar una visión de mediano plazo respecto a dicha coyuntura.

3.2 Modelos de recesión para la economía estadounidense

Estos modelos nos permiten comparar el actual ciclo económico, respecto a momentos pasados del tiempo donde han ocurrido crisis y decrecimientos de la actividad. La mayoría de estos modelos se basan en análisis de correlaciones del ciclo con diversas variables, generalmente financieras, y el ciclo de actividad.

Los trabajos de Estrella y Mishkin (1996) y Estrella y Trubin (2006) dan las directrices en las que operan este tipo de modelos. Comúnmente, estos modelos utilizan alguna medida de la *curva de rendimientos*, que considera la relación entre las tasas de corto y largo plazo. Empíricamente se verifica que cuando esta curva se “invierte” (esto es, cuando la tasa de corto plazo es mayor que la de largo plazo) es más probable que ocurra una recesión en un horizonte de corto a mediano plazo. La lógica detrás es la siguiente: cuando se produce un movimiento contractivo de la tasa de política monetaria desde una instancia neutral, se reducirían las presiones inflacionarias, y en el mercado financiero las tasas de más corto plazo suben proporcionalmente más que los plazos más largos, pues estas últimas solo reflejan en parte el aumento de la tasa rectora. Si las presiones inflacionarias efectivamente disminuyen, las tasas largas comienzan a disminuir, previendo la reversión de la medida contractiva. Esto podría invertir la curva, algunos periodos antes del ciclo “expansivo” de la política monetaria, y coincidiría con el menor dinamismo de la actividad provocado por la mayor tasa de política.

Alternativamente, la hipótesis de expectativas plantea que un inversionista racional colocaría sus recursos en el tramo largo de tasas cuando tenga mayores expectativas respecto al crecimiento de mediano plazo respecto al corto plazo.

No obstante, el razonamiento económico detrás de la predictibilidad que tiene la curva de tasas frente a posibles recesiones todavía es motivo de debate. En este sentido, la Reserva Federal de Nueva York y diversos bancos de

inversión han publicado documentos y notas que contribuyen al análisis de su efectividad. Una parte no menor de la profesión sigue planteando que esta relación es meramente estadística por lo que, por muy efectiva esta sea para los casos anteriores, no se puede garantizar que se anticipará a los resultados futuros de actividad.

Sin embargo, se considera relevante contar con toda información disponible respecto al estado macroeconómico y financiero de las economías, para conformar un juicio completo. En la visión de la gerencia internacional, estos modelos al menos proveen un insumo adicional de información, aunque no necesariamente vinculante al proceso de proyección.

La Tabla 4 presenta un resumen de los otros modelos utilizados para el análisis de la economía internacional.

Tabla 4 Otros Modelos Relevantes

Variable	Modelo	Descripción
Actividad corto plazo	ICA	MCO actividad mensual - Componentes principales
Probabilidad de Recesión	Probit	Probit para EE.UU.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se describe el proceso de construcción del escenario internacional del Informe de Política Monetaria del Banco Central de Chile, así como los modelos utilizados en la Gerencia de Análisis Internacional para tal fin. Se describen, además, otros modelos utilizados en la gerencia, los cuales nutren a los modelos principales, sirven para el seguimiento de la coyuntura internacional, y/o contribuyen a la formación del necesario juicio sobre el estado actual y futuro de la economía global. El foco está puesto en los principales modelos de uso frecuente, y se omiten los modelos utilizados de manera ocasional o contruidos de forma ad-hoc para un requerimiento en base a una coyuntura particular.

Es importante destacar que los modelos aquí descritos son los de uso corriente en la gerencia, los cuales se consideran los más apropiados para el análisis y proyección internacional, dadas las características de la economía chilena y las necesidades de la División de Política Monetaria y del Consejo del Banco Central de Chile para la ejecución de la política monetaria. En ese contexto, los procesos y modelos utilizados son evaluados y actualizados permanentemente tanto a la luz de su efectividad, robustez y consistencia para proyectar, como de los avances técnicos y metodológicos que la literatura económica realiza. Es por ello que uno de los objetivos de la gerencia es el mejoramiento de los modelos actuales, así como la incorporación de nuevas técnicas o metodologías.

BIBLIOGRAFÍA

- Adrian, T., Crump, R. K., & Moench, E., 2013, "Pricing the term structure with linear regressions", *Journal of Financial Economics*, pp. 110-138.
- Alessi, L., E. Ghysels, L. Onorante, R. Peach, y S. Potter, 2014. "Central bank macroeconomic forecasting during the global financial crisis: the European Central Bank and Federal Reserve Bank of New York experiences", *Federal Reserve Bank of New York, Staff Report No. 680*.
- Alquist, R., Kilian, L., & Vigfusson, R. J. 2011. "Forecasting the price of oil", *International Finance Discussion Papers* (July) number 1022.
- Blagrove, P., P. Elliott, R. García-Santos, D. Hostland, D. Laxton, y F. Zhang, 2013, "Adding China to the Global Projection Model", *IMF Working Paper*, 13/256.
- Banco Central de Chile (2020), "Uso de Modelos Macroeconómicos en el Banco Central de Chile".
- Canales, J., C. Freedman, R. García-Santos, M. Johnson, y D. Laxton, 2009, "Adding Latin America to the Global Projection Model", *IMF Working Paper* 09/85.
- Carabenciov, I., C. Freedman, R. Garcia-Santos, D. Laxton, O. Kamenik y P. Manchev, 2013, "GPM6 – The Global Projection Model with 6 Regions", *IMF Working Paper* 13/87.
- Carabenciov, I., I. Ermolaev, C. Freedman, M. Juillard, O. Kamenik, D. Korshunov y D. Laxton, 2008a, "A small quarterly projection model of the US economy", *IMF Working Paper* 08/278.
- Carabenciov, I., I. Ermolaev, C. Freedman, M. Juillard, O. Kamenik, D. Korshunov, D. Laxton, y J. Laxton, 2008b, "A small quarterly multi-country projection model", *IMF Working Paper*, 08/279.
- Carabenciov, I., I. Ermolaev, C. Freedman, M. Juillard, O. Kamenik, D. Korshunov, D. Laxton, y J. Laxton, 2008c, "A small quarterly multi-country projection model with Financial-Real Linkages and Oil Prices", *IMF Working Paper*, 08/280.
- Clark, P. B., & MacDonald, R. (1999). *Exchange rates and economic fundamentals: a methodological comparison of BEERs and FEERs*. In *Equilibrium exchange rates* (pp. 285-322). Springer, Dordrecht.
- Cumselius, J. Magnusson, A., 2016, "Forecasting the term structure of LIBOR yields for CCR measurement", *Department of Economics Copenhagen Business School*.
- De Gregorio, J., H. González y F. Jaque, 2005, "Fluctuaciones del Dólar, Precio del Cobre y Términos de Intercambio", *Banco Central de Chile, Documento de Trabajo N°310*.

- De Rossi, G., 2004, "Kalman filtering of consistent forward rate curves: a tool to estimate and model dynamically the term structure", *Journal of Empirical Finance*, pp. 277-308.
- Engle, R. F., y Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Estrella, A. & Mishkin, F., 1996, "The yield curve as a predictor of US recessions", *Journal of Current issues in economics and finance*.
- Estrella, A. & Trubin, M., 2006, "The yield curve as a predictor of US recessions", *Journal of Current issues in economics and finance*.
- García, C., Jaramillo, P., 2007, "Modelación de precios internacionales de combustibles relevantes para la economía chilena," *Economía Chilena*, Banco Central de Chile, Vol. 10, No 1, pp. 93-103
- López, E., F. Meneses y V. Riquelme, 2009, "Elasticidades de Precios de Productos Relevantes para la Economía Chilena", *Economía Chilena* 12(3), páginas 103-116
- Muñoz, E., 2013, "Precio de materias primas y spread soberano en economías emergentes: ¿Importa la concentración de las exportaciones?". *Journal of Economía Chilena*, Banco Central de Chile, vol.16, pp. 100-121.
- Pong, Chung, 2010, "Interest Rate Modeling and a Time Series Model for Functional Data", *Stanford University*, pp.5-15.
- Riquelme, V. & Riveros, G., 2018, "Un indicador contemporáneo de actividad (ICA) para Chile", *Economía Chilena*, Banco Central de Chile, vol. 21, pp. 134-149.
- Robertson, John C., 2000. "Central Bank Forecasting: an International Comparison", *Economic Review*, Federal Reserve Bank of Atlanta, Edición Q2, páginas 21-32.

A Apéndice

Tabla A1 Variables Proyectadas Entregadas por la Gerencia de Análisis Internacional

Bloque de Actividad y Precios	Frecuencia	Descripción
PIB EE.UU.	Trimestral	Crecimiento del PIB de Estados Unidos
PIB Euro Zona	Trimestral	Crecimiento del PIB de Euro Zona
PIB Japón	Trimestral	Crecimiento del PIB de Japón
PIB China	Trimestral	Crecimiento del PIB de China
PIB Asia Emergente excluyendo China	Trimestral	Crecimiento del PIB de Asia Emergente ex. China
PIB Latam excluyendo Chile	Trimestral	Crecimiento del PIB de América Latina excluyendo Chile
PIB SS.CC.	Trimestral	Crecimiento del PIB de Socios Comerciales
PIB Economías Avanzadas	Trimestral	Crecimiento del PIB de Economías Avanzadas ponderado por SS.CC.
PIB Economías Emergentes	Trimestral	Crecimiento del PIB de Economías Emergentes ponderado por SS.CC.
PIB Mundo	Trimestral	Crecimiento del PIB Mundial
IPE	Trimestral	Índice de precios externos
IPE-5	Trimestral	Índice de precios externos para 5 economías avanzadas
IPC EE.UU.	Trimestral	Índice de precios del consumidor de Estados Unidos
Precios de Materias Primas	Frecuencia	Descripción
WTI	Trimestral	Precio del petróleo WTI
Brent	Trimestral	Precio del petróleo Brent
Diesel	Trimestral	Precio del petróleo Diesel
Gasolina	Trimestral	Precio de la gasolina
Gas Licuado	Trimestral	Precio del gas licuado
Kerosene	Trimestral	Precio del kerosene
Alimentos	Trimestral	Precio del índice FAO alimentos
Cereales	Trimestral	Precio del índice FAO cereales
Cobre	Trimestral	Precio del cobre promedio trimestral
TCR	Trimestral	Tipo de cambio real de EE.UU.
Bloque Financiero	Frecuencia	Descripción

FFR	Trimestral	<i>Fed Fund Rate</i> promedio trimestral
Libor	Trimestral	Tasa Libor a 3 meses promedio trimestral
Tasa Real	Trimestral	Tasa real corto plazo
Bonos US	Trimestral	Bonos del tesoro de EE.UU. a 10 años
EMBI Latam	Trimestral	Riesgo de la región excluyendo Argentina y Venezuela
VIX	Trimestral	Riesgo accionario de EE.UU