



***“Nowcasting”* de actividad económica de Chile usando indicadores alta frecuencia**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
Magíster en Análisis Económico

Alumno: Ignacio Martínez
Profesor Guía: Jorge Bravo

Santiago, Julio 2021

Resumen

Este trabajo evalúa el poder predictivo al aplicar *Nowcasting* sobre IMACEC para anticipar el PIB trimestral y anual, y sobre IPMIN, IPMAN e IAC para anticipar el Valor Agregado trimestral y anual de las actividades de Minería, Industria y Comercio. Se analiza el periodo 2018-2020 tanto en frecuencia anual como trimestral. Para realizar *Nowcasting* se emplean tres métodos de benchmarking: método Denton proporcional, método Cholette-Dagum proporcional con error AR(1), y método basado en regresión Chow-Lin. Asimismo, se comparan los resultados con dos estimaciones de expectativas obtenidas desde la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE). Los resultados muestran que el método Chow-Lin alcanza el menor error cuadrático medio (ECM) al usar el IMACEC para anticipar PIB trimestral y para anticipar el VA trimestral y anual de las actividades de Minería y Comercio. Mientras que el método Cholette-Dagum posee el menor ECM para anticipar el VA trimestral y anual de Industria, y PIB anual. Al comparar con las estimaciones de la EEE se muestra que los resultados de *Nowcasting* poseen un menor ECM, en especial, en el periodo T4-2019 hasta T4-2020. En términos de puntos porcentuales, los agentes pueden refinar sus expectativas en aproximadamente 5 y 2 décimas para la primera y segunda estimación de la EEE para todo el periodo considerado. Mientras que en el periodo T4-2019 hasta T3-2020, se pueden refinar las expectativas en 5 y 4 décimas respectivamente. Estos resultados muestran que al realizar *Nowcasting* se obtiene una anticipación confiable de la evolución real de actividad económica antes de su publicación. Además, son factibles de utilizar como un instrumento apropiado para que los agentes económicos refinen sus expectativas, en particular, considerando periodos de alta turbulencia e incertidumbre económica.

Índice

1. Introducción	3
2. <i>Nowcasting</i> en el mundo	5
3. Métodos de Benchmarking	6
3.1. Método Denton Proporcional	7
3.2. Método Cholette-Dagum con error AR(1)	8
3.3. Método Chow-Lin	9
4. Datos	10
4.1. IAF y mediciones de baja frecuencia	10
4.2. Encuesta de expectativas económicas	12
5. Metodología	14
6. Resultados	16
6.1. Frecuencia trimestral	17
6.2. Frecuencia anual	21
7. Conclusiones	23
8. Anexo	27
8.1. Resultados <i>Nowcasting</i> Comercio añadiendo 2017	27
8.2. Valores tasas 12 meses <i>Nowcasting</i>	27
8.3. Series trimestral de errores al cuadrado por método	31

1. Introducción

En Chile, el principal indicador de alta frecuencia (IAF) utilizado para medir la actividad económica corresponde al IMACEC¹. Este resume la actividad de los distintos sectores económicos en un determinado mes, y su variación interanual constituye una aproximación de la evolución del PIB trimestral y anual (BCCh, 2017). Por otro lado, los principales IAF públicos para medir actividad económica sectorial corresponden al IP-Min, IPMan e IAC². Donde nuevamente, consisten en aproximaciones al valor agregado (VA) de las distintas actividades. Es importante remarcar que al ser aproximaciones a sus mediciones de referencia, es natural encontrarse con discrepancias. La razón se debe a que las fuentes de información en el corto plazo son menos robustas, ya que se privilegia la oportunidad en la entrega de los datos. Mientras que las mediciones de menor frecuencia cuentan con información más confiable y completa (IMF, 2017)³.

Para lograr consistencia temporal entre estos IAF y sus mediciones objetivo de baja frecuencia, se recurren a los métodos de desagregación temporal o benchmarking. Dado que las mediciones de baja frecuencia son usualmente más robustas y precisas, los IAF son sometidos al benchmarking hacia sus referencias de baja frecuencia (IMF, 2017). Ahora bien, dada la pronta disponibilidad de los IAF, una aplicación altamente utilizada del benchmarking consiste en poder anticipar sus correspondientes mediciones anuales y/o trimestrales antes de su publicación (Marini, 2016). En la literatura esta práctica se llama *Nowcasting*, y la principal diferencia con respecto al *Forecasting* es que esta consiste en la predicción del presente, o del futuro/pasado muy cercano (Bánbura, et al., 2010).

El *Nowcasting* nace de la necesidad de obtener estimaciones tempranas y confiables de aquellas variables macroeconómicas de baja frecuencia publicadas con un rezago considerable (Bánbura et al., 2010). Este problema toma mayor relevancia en economías emergentes, donde los rezagos de publicación llegan a ser considerables (Liu et al., 2011). El propósito de este trabajo consiste en evaluar el poder predictivo de los resultados de *Nowcasting* sobre los IAF de actividad económica de Chile mencionados anteriormente, versus los valores efectivos de sus mediciones de baja frecuencia. Para esto se emplean tres metodologías de benchmarking altamente utilizadas internacionalmente. En particular, el PIB y VA trimestral de las distintas actividades se publican con 18 días de desfase de sus respectivos IAF. Mientras que en frecuencia anual, este desfase corresponde a 45 días. Por ende, a través del *Nowcasting*, es posible contar con una medición anticipada de estas series. Se analiza el periodo 2018-2020 tanto en frecuencia anual

¹Su abreviatura corresponde a: Indicador Mensual de Actividad Económica.

²Donde las abreviaturas corresponden a: Indicador de Producción Minera, Indicador de Producción Manufacturera e Indicador de actividad de comercio respectivamente.

³Lo anterior se puede ejemplificar en la medición del PIB anual de Chile, donde las fuentes de información corresponden a encuestas estructurales o balances de empresas, en tanto, las mediciones de alta frecuencia se compilan a partir de muestras estadísticas más reducidas (Guerrero, et al. 2012).

como trimestral. Las metodologías de benchmarking a utilizar corresponden a: método Denton proporcional, método Cholette-Dagum proporcional con error AR(1), y método basado en regresión Chow-Lin. Asimismo, se sigue la metodología de trabajo de Marini (2016) con algunas variaciones más apropiadas a cifras de actividad. Específicamente, se evaluará cada método de benchmarking en base a obtener el menor error cuadrático medio (ECM), usando como variable las tasas 12 meses de cada una de las mediciones.

Adicionalmente se comparan los resultados con dos estimaciones de expectativas obtenidas desde la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE). Una primera estimación corresponde al ECM calculado tras los valores de la serie bajo la pregunta *PIB en el trimestre calendario de la encuesta*, donde se toma el valor del último mes de cada trimestre para construir la serie. Mientras que la segunda estimación corresponde a una elaboración propia usando el IMACEC efectivo para los dos primeros meses de cada trimestre, y la pregunta *IMACEC de un mes atrás* para el tercer mes. De esta forma, es posible evaluar si los resultados de *Nowcasting* son más precisos a la hora de proyectar el PIB, y por ende, son factibles de utilizar como un instrumento apropiado para que los agentes económicos refinen sus expectativas.

Los resultados de realizar *Nowcasting* utilizando el IMACEC para anticipar tanto PIB trimestral y anual muestran que el método Chow-Lin alcanza el menor ECM al compararlo con los demás métodos, y también al compararlo si se usa como predicción el mismo IMACEC sin benchmarking. En relación a los resultados para anticipar el VA de las actividades de Minería, Industria y Comercio, no se llega a la misma conclusión que para el IMACEC. En específico, el método que mejor predice VA, tanto trimestral como anual, para Minería y Comercio es Chow-Lin. Sin embargo, para el caso de Minería se produce un salto considerable en el error de predicción de un periodo, por lo que los resultados no son concluyentes. Para Industria el método con menor ECM consiste en Denton. Esto sucede ya que la naturaleza de las series de Industria se ajusta de mejor manera a los supuestos de este método.

Al comparar con las estimaciones de la EEE se tiene que los resultados de *Nowcasting* poseen un menor ECM. En especial, en el periodo T4-2019 hasta T4-2020, se puede apreciar que el ECM aumenta considerablemente en las dos estimaciones de la EEE. Este periodo se caracteriza por ser de alta turbulencia e incertidumbre económica en Chile. En términos de puntos porcentuales, usando el *Nowcasting* del método Chow-Lin los agentes pueden refinar las expectativas de crecimiento en aproximadamente 5 y 2 décimas para la primera y segunda estimación de la EEE para todo el periodo considerado. Mientras que en el periodo T4-2019 hasta T4-2020, se pueden refinar las expectativas en 5 y 4 décimas respectivamente.

Estos resultados muestran que al realizar *Nowcasting* se obtiene una anticipación confiable de la evolución real de actividad económica antes de su publicación. Asimismo, se pueden refinar las expectativas de actividad, en especial considerando periodos de

alta turbulencia e incertidumbre económica. Esto resulta interesante de cara a tomadores de decisión de política, ya que así tendrán mayor confianza a la hora de necesitar proyecciones confiable de actividad. Por otro lado, al evaluar y aplicar el mejor método de benchmarking según la naturaleza de cada serie, es posible entregar consistencia a los IAF en los periodos *dentro de muestra*, otorgando robustez a la medición del fenómeno económico. Por último, la construcción de series de actividad económica ocupando el método de benchmarking con menor ECM mejorará el análisis económico de corto plazo.

La estructura de este trabajo sigue el siguiente orden: la siguiente sección presenta una breve revisión de las principales metodologías y prácticas de *Nowcasting* en el mundo, la sección 3 describe las metodologías de benchmarking a estudiar, la sección 4 hace una descripción de los datos a utilizar, la sección 5 presenta la metodología de evaluación, la sección 6 muestra los resultados, y por último, la sección 7 presenta las conclusiones y pasos a seguir de futuras investigaciones.

2. *Nowcasting* en el mundo

Estudios previos han analizado y evaluado la realización de *Nowcasting* alrededor del mundo con distintos enfoques. Para la zona Euro, Baffigi et al., (2004), utiliza *Bridge Models* (BM) para realizar *Nowcasting* del PIB y sus componentes, mostrando que BM nacionales se desempeñan mucho mejor que modelos de *Forecasting* de referencia. Zult et al., (2020) realizan *Nowcasting* con información parcial de registros administrativos de Países Bajos. En este trabajo, los autores se enfrentan tanto al desafío de realizar *Nowcasting* para cifras de actividad, como también al problema de datos incompletos en sus sets de datos. Para esto, logran completar la información usando metodologías de benchmarking, y utilizan BM para realizar *Nowcasting* superando en precisión a modelos simples de extrapolación. Para EE.UU. y Nueva Zelanda, se destacan los trabajos de Giannone et al., (2008) y Matheson (2010) quienes muestran que *Dynamic Factor Models* (DFM) proveen mejores *forecasts* fuera de muestra que varios modelos de referencia.

Es necesario destacar el trabajo de Marini (2016) ya que realiza *Nowcasting* utilizando metodologías de benchmarking. En particular, realiza *Nowcasting* de exportaciones e importaciones anuales a nivel mundial, utilizando indicadores mensuales de comercio exterior. En su trabajo emplea tres metodologías de benchmarking altamente utilizadas y muestra que no es posible generar una conclusión uniforme en utilizar una metodología única de a la hora de hacer *Nowcasting* para todos los países. Es más, es necesario tomar en cuenta los supuestos de cada metodología y comparar aquellos supuestos con el comportamiento de cada set de datos en particular.

Para el caso de Chile se puede destacar en primer lugar el trabajo de Liu et al., (2011). En este trabajo, los autores realizan *nowcasts* y *forecasts* del PIB en varias economías emergentes latinoamericanas usando cinco modelos alternativos. Encuentran que modelos DFM se desempeñan mejor en varias economías, pero no es posible lograr la

misma conclusión para todos los países. Pedersen (2010) realiza *nowcasts* del PIB de Chile en su última versión (después de dos años de revisión) ocupando primeras publicaciones del IMACEC, encontrando que estas cifras son tan confiables como las primeras estimaciones oficiales del PIB. Por último, el trabajo más cercano a realizar *Nowcasting* con cifras de actividad económica en Chile corresponde a Cobb et al., (2011). En este trabajo, los autores utilizan BM usando una base masiva de distintos IAF y evalúan el poder predictivo de la mejor combinación posible en términos de su poder predictivo. Encuentran que estos modelos se desempeñan bastante mejor que simples modelos auto regresivos.

Actualmente, *Nowcasting* es ampliamente utilizado tanto por oficinas estadísticas (Di Fonzo & Marini, 2012) como también por Bancos Centrales u organismos públicos. Para el caso de EE.UU., la FED de New York publica el *New York Fed Staff Nowcast* regularmente. Este indicador tiene como objetivo proveer una contra parte metodológica hacia los modelos de *forecast* a usuarios externos. La FED de Atlanta publica el *GD-PNoW*, el cual consiste una estimación constante del PIB basada en datos disponibles a mayor frecuencia (máximo mensual)⁴. Para el caso de Europa, el Banco de Inglaterra reporta un *nowcast* del PIB en sus publicaciones de inflación, mientras que el Banco de Noruega publica regularmente *forecasts* de corto plazo del PIB y de inflación producidos por un sistema de modelos promediantes⁵.

3. Métodos de Benchmarking

En primer lugar, es recomendable definir matemáticamente el problema de armonización temporal o benchmarking. Para esto, seguiremos la notación de Marini (2016) e igualmente usaremos como ejemplo el caso de IAF trimestral y mediciones anuales. Además, es necesario mencionar que los términos medición, referencia y restricción anual se usarán indistintamente.

Sea A_n el indicador anual para el año n , con $n = 1, \dots, m$ y m el último año donde se tiene referencia. Sea y_t el IAF correspondiente disponible para $m + 1$ años, donde $t = 1, \dots, 4(m + 1)$. La restricción del IAF y_t consiste en que la suma anual de sus periodos debe ser equivalente a A_n . Sin embargo, dadas las discrepancias entre los IAF y sus restricciones, se asume la existencia de diferencias entre estas series expresada como:

$$\sum_{t=4n-3}^{4n} y_t \neq A_n. \quad (1)$$

El objetivo del benchmarking es obtener una serie ajustada x_t que satisfaga las

⁴Para mayor información, véase Higgins (2014).

⁵Llamado en inglés como *Systems for Averaging Models* o SAM.

restricciones anuales y que preserve lo más posible los movimientos de corto plazo del IAF y_t , esto es:

$$\sum_{t=4n-3}^{4n} x_t = A_n. \quad (2)$$

Dada la pronta disponibilidad de los IAF, es posible tener una proyección anticipada de las restricciones, llámese \hat{A}_{m+1} , antes de su publicación. Donde el proceso de benchmarking genera que las proyecciones sean consistentes con los datos previos de las series. Para los periodos en donde se tiene restricción el ajuste de benchmarking se llama interpolación, mientras que para los periodos sin restricción o *fuera de muestra* se llama *Nowcasting* o extrapolación.

Ahora bien, los métodos de benchmarking mencionados en este trabajo se basan en distintos supuestos sobre como abordar el problema de ajuste temporal. En especial, estos supuestos tienen un substancial impacto en los resultados del *Nowcasting*. Particularmente, el *Nowcasting* se realiza modelando la evolución del ratio IAF/restricciones. Este término en la literatura se llama ratio RI (Referencia-Indicador), que se puede expresar de la siguiente manera:

$$RI = \frac{A_n}{Y_n}. \quad (3)$$

Con Y_n como la suma anual del IAF en los periodos donde se cuenta con restricción. A continuación se hace una breve revisión de los métodos de benchmarking mencionados en este trabajo.

3.1. Método Denton Proporcional

Denton (1971) propuso un método que ajusta IAF a sus correspondientes restricciones de tal manera que la serie ajustada no sufra de saltos artificiales al pasar entre periodos de su restricción. Este ajuste sigue un esquema meramente mecánico, donde no se necesitan supuestos o modelos estadísticos derivados del comportamiento de las series (IMF, 2017).

Este método resuelve el siguiente problema:

$$\text{Min}_{x_t} \sum_{t=2}^{4m} \left[\frac{x_t}{y_t} - \frac{x_{t-1}}{y_{t-1}} \right]^2 \quad (4)$$

sujeto a:

$$\sum_{t=4n-3}^{4n} x_t = A_n \quad \text{para } n = 1, \dots, m. \quad (5)$$

La función objetivo expresada en (4) es conocida como la variante proporcional de primera diferencia del método Denton, o de forma más simple, método Denton proporcional. Esta función objetivo asume como supuesto clave que la diferencia entre los IAF y sus restricciones es proporcional. Donde es posible apreciar que este método intenta suavizar lo más posible los ratios RI bajo la condición que la serie ajustada sea consistente con su restricciones expresada en la ecuación (5).

La solución puede ser expresada como una distribución ponderada de los RI anuales:

$$\sum_{t=4n-3}^{4n} \frac{x_t}{y_t} * w_t = \frac{A_n}{\bar{Y}_n}. \quad (6)$$

Con $w_t = \frac{y_t}{\sum_{t=4n-3}^{4n} y_t}$ el peso del indicador para cada periodo del año⁶.

Para los periodos *fuera de muestra* se asume RI del último periodo es igual al RI del año extrapolado. Este supuesto es clave para realizar el *Nowcasting*, donde la intuición detrás de este supuesto es que ante el desconocimiento de como será el RI del año *fuera de muestra*, la aproximación es usar el último RI conocido.

Sin embargo, este supuesto puede presentar serios problemas cuando las series IAF y sus restricciones se mueven a tasas muy distintas en el último año. Esto es análogo a que el ratio RI presente variaciones fuertes en los últimos periodos. Bajo esta realidad, asumir el último ratio RI para los periodos en donde se realiza *Nowcasting* trae consigo distorsiones importantes y por ende predicciones poco confiables.

3.2. Método Cholette-Dagum con error AR(1)

Cholette y Dagum (1994) propusieron un método de benchmarking basado en modelos de regresión. Este método está compuesto por las siguientes ecuaciones:

$$y_t^a = x_t + e_t' \quad \text{para } n = 1, \dots, 4m. \quad (7)$$

$$A_n = \sum_{t=4n}^{4n} x_t \quad (8)$$

$$e_t' = \phi e_{t-1}' + v_t \quad \text{con } v_t \sim WN, \quad (9)$$

Con y_t^a como IAF ajustado por sesgo de nivel, e_t' es un error heterocedástico y autocorrelacionado. Este método también supone que la diferencia IAF versus sus restricciones es proporcional al asumir que el error en (9) es: $e_t' = \frac{e_t}{y_t}$. El método Denton puede verse con una aproximación particular a este método, donde es posible demostrar que a través

⁶Para mayor detalle sobre la expresión matemática de la solución de este método, ver IMF (2017).

de las ecuaciones (7)-(9), se llega a una minimización que converge al método Denton cuando $\phi \rightarrow 1$, esto es:

$$\text{Min}_{x_t} \left[\left(\frac{1}{1 - \phi^2} \right) \left(\frac{A_t}{y_t^a} \right)^2 + \sum_{t=2}^{4m} \left(\frac{x_t}{y_t^a} - \rho \frac{x_{t-1}}{y_{t-1}^a} \right)^2 \right]. \quad (10)$$

Al realizar *Nowcasting*, la gran diferencia con el método Denton consiste en que el parámetro ϕ determina que tan rápido la serie armonizada x_t converge al indicador y_t . Si ϕ tiende a 0, se converge inmediatamente, es decir, se vuelve al indicador inmediatamente. Si ϕ tiende a 1, se mantiene el ratio RI del último periodo para el siguiente año (equivalente al método Denton). Cholette y Dagum (2006) sugieren que el valor de ρ debería estar entre 0,343 y 0,729, sin embargo, este rango puede traer diferencias considerables entre los movimientos del IAF y la serie armonizada. IMF (2017) sugiere que este valor sea 0,84 para series trimestrales, ya que así se produce que el RI en el último trimestre del año extrapolado sea la mitad de la distancia entre el último RI observado y el promedio del RI de las series.

Con este método es posible mejorar las predicciones realizadas a la hora de hacer *Nowcasting* cuando el IAF y sus restricciones son bien comportadas. Es decir, cuando el ratio RI se mueve en torno a una media a lo largo de los años y no tiene desviaciones sistemáticas. De esta manera, la mejor aproximación del RI del periodo en donde se realiza *Nowcasting* es el promedio de los RI pasados. El gran problema de este método consta cuando el RI muestra una tendencia a lo largo de los años, o se tiene información que el próximo RI se alejará del promedio. En este caso, lo mejor es volver a utilizar un método Denton (o incluso su versión Denton aumentado), ya que al usar el RI promedio la predicción tendrá distorsiones considerables.

3.3. Método Chow-Lin

Chow y Lin (1971) propusieron un método de benchmarking donde las series armonizadas se derivan de estimadores MELI (Mejor Estimador Linealmente Inssegado) de parámetros de regresión. Este método es actualmente usado por varias agencias estadísticas mundialmente a la hora de compilar cuentas nacionales trimestrales (IMF, 2017). En este métodos se asume un modelo de regresión entre los valores “verdaderos” (no observables) x_t y un set de p series: $y_{1,t}, \dots, y_{p,t}$:

$$x_t = \sum_{j=1}^p \beta_j y_{j,t} + u_t \quad \text{para } t = 1, \dots, 4m. \quad (11)$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + v_t, \quad (12)$$

Con β_j como el coeficiente de regresión para el indicador j y u_t un modelo AR(1) con innovaciones independientes e idénticamente distribuidas. Para el propósito de este trabajo, se asume que la ecuación (10) incluye un solo indicador más una constante, esto es:

$$x_t = \alpha + \beta y_t + u_t. \quad (13)$$

Como x_t no es observado no se puede estimar (11), pero si se puede estimar a nivel anual ya que a esta frecuencia los datos son observados.

$$A_n = \beta Y_n + u_n^a \quad \text{para } n = 1, \dots, 4m, \quad (14)$$

Con u_n^a como un error ARMA(1,1) anual derivado del modelo AR(1). Por lo que \hat{x}_t es derivado a partir de los coeficientes estimados $\hat{\beta}$ y los residuos \hat{u}_t de (14).

Este método es similar al método Cholette-Dagum con error AR(1). En efecto, el supuesto AR(1) para u_t es requerido para una distribución suave de los errores en frecuencia del IAF (trimestrales o mensuales), similar al método Cholette-Dagum anterior. Sin embargo, en el método Chow-Lin el valor del coeficiente ρ es estimado con datos observados, mientras que el símil parámetro ϕ en el método Cholette-Dagum es calibrado por el usuario. Por ende, al realizar *Nowcasting*, los periodos *fuera de muestra* son obtenidos a través de proyecciones de los coeficientes estimados.

Marini (2016) muestra que el método Chow-Lin se desempeña mejor al realizar *Nowcasting* cuando el ratio RI presenta saltos considerables en algunos periodos, o cuando el IAF muestra tendencias que se separan mucho de sus restricciones. Esto es consecuencia de la mayor flexibilidad de Chow-Lin respecto a la estimación del parámetro ϕ . En estos periodos, esta información es mejor detectada por el método Chow-Lin y supera las proyecciones meramente mecánicas realizadas por los métodos Denton o Cholette-Dagum.

4. Datos

4.1. IAF y mediciones de baja frecuencia

El IAF más utilizado para medir la actividad económica en Chile corresponde al IMACEC. Este consiste en una estimación que resume la actividad de los distintos sectores económicos en un determinado mes, a precios del año anterior. Ahora bien, dada la menor disponibilidad de información en su compilación, no es posible replicar la totalidad de los cálculos del PIB trimestral y/o del PIB anual. Es por esto que su variación interanual constituye una aproximación de la evolución de estas mediciones (BCCh, 2017). Por ende, el PIB trimestral y PIB anual corresponden a las restricciones o referencias del IMACEC. Todas estas mediciones son estimadas y publicadas por el BCCh.

El IMACEC disponible en la pagina oficial del BCCh corresponde a los datos ya sometidos a benchmarking⁷ para los periodos en donde se cuenta con PIB trimestral y

⁷En la literatura, a los datos sometidos a benchmarking se les llama datos *armonizados*.

anual, por lo que para efectos de este trabajo no constituye un IAF adecuado para realizar *Nowcasting*. Por ende, se procede a utilizar el IMACEC en sus primeras versiones sin ajuste de benchmarking, es decir, se toman los datos de IMACEC en su primera publicación a la espera de las revisiones por incorporación de PIB trimestral⁸. Esta base es elaborada a partir de las notas de prensa publicadas por el BCCh para los años en medición.

A la hora de analizar las restricciones o referencias del IMACEC, hay que remarcar que el PIB trimestral y anual se someten a revisiones habituales correspondientes a los ciclos de publicación del BCCh⁹. Las diferencias entre las primeras publicaciones del PIB versus sus posteriores versiones pueden ser de gran relevancia en países donde las revisiones del PIB son de gran magnitud o poseen algún tipo de sesgo (Diron, 2008). Para el caso de Chile, Scherman (2020) encuentra que las revisiones del PIB trimestral son bien comportadas comparando con países OCDE, y además no poseen sesgo para el periodo 2006-2019. Además, para el mismo periodo Martínez (2021) encuentra incluso que el vector de contribuciones del PIB trimestral y sus componentes no posee cambios estadísticamente significativos entre las distintas versiones. Dicho esto, para efectos de este trabajo, se comparan los valores de *Nowcasting* con las primeras estimaciones del PIB trimestral de cada periodo.

Ahora bien, valores del PIB trimestral sujetos a más ciclos de revisión convergerían al verdadero valor o medición de la actividad económica del periodo analizado, por lo que resulta interesante medir y comparar los resultados de *Nowcasting* con estos valores. Es por esto que en el anexo de este trabajo se presentan los resultados de *Nowcasting* comparando con los últimos valores del PIB trimestral publicados al momento de realizar este trabajo, lo cual consisten en la mejor aproximación al verdadero valor del PIB trimestral.

Por otro lado, dada la confidencialidad y disponibilidad de información, los principales IAF públicos para medir actividad económica sectorial corresponden a: Indicador de producción minera (IPMin); Indicador de producción manufacturera (IPMan); Indicador de actividad de comercio (IAC), los cuales tienen por objetivo medir la evolución real de aquellas actividades. Estos son elaborados por el INE y representan aproximadamente el 31 % del VA nacional¹⁰. Nuevamente se tiene que estos IAF corresponden a aproximaciones del VA de cada actividad. En particular, según documentos metodológicos del INE:

La evolución de la actividad se asocia a los cambios que presenta el valor agregado en el tiempo. Sin embargo, existen dificultades operativas y técnicas para obtener la información de este valor en el corto plazo y en la

⁸En la literatura, este tipo de base es llamada *real time data*, donde Pedersen (2010) utiliza la misma base de IMACEC en sus primeras versiones para el periodo analizado en su trabajo.

⁹Para mayor información véase BCCh (2013).

¹⁰Estimado con valores anuales del 2019.

desagregación necesaria. Dado esto, se utilizan medidas alternativas como aproximación de su evolución INE (INE, 2017).

Estas medidas alternativas corresponden a:

- **IPMin:** Producción física de una canasta de productos realizados por los establecimientos cuya actividad principal es la minería.
- **IAC:** Ventas totales a precios constantes de las empresas cuya actividad principal es el comercio.
- **IPMan:** Producción física, ventas manufactureras y cantidad de horas-persona empleado en los procesos productivos de los distintos establecimientos.

La información es capturada a través de encuestas dirigidas a estos establecimientos y son construidos en base fija, es decir, utilizando ponderaciones desactualizadas a medida que van pasando los años.

Las restricciones para estos IAF corresponden a las mediciones de VA provenientes de las Cuentas Nacionales elaboradas por el BCCh. Al igual que el PIB en sus distintas frecuencias, estas mediciones se obtienen través de la conciliación de cuadros de oferta y uso (COU) por actividad y producto, lo cual entrega consistencia económica y contable a los resultados. Además, las mediciones reales se obtienen a partir de cifras encadenadas ocupando bases de precios móvil, es decir, se utilizan precios del año anterior para valorar las cantidades del año en curso, permitiendo utilizar precios continuamente actualizados.

En la práctica, los IAF toman el supuesto coeficientes técnicos de producción fijos, de forma que la variación del valor bruto de producción (VBP) es igual a la variación del consumo intermedio y del VA (BCCh, 2017). Estos supuestos son aplicados no solo en Chile, sino que son recomendados a nivel internacional (IMF, 2017), (UN, 2003). Además, este supuesto es consistente empíricamente al graficar las dos series como se aprecia en la figura 1.

Por último, para el *Nowcasting* sectorial de estas actividades, se ocupará como mediciones de referencia a los últimos valores publicados al momento de realizar este trabajo.

4.2. Encuesta de expectativas económicas

La EEE consiste en una encuesta mensual que se realiza a un grupo de académicos, consultores y ejecutivos o asesores de instituciones financieras, la cual entrega información de expectativas de distintas variables macroeconómicas. Se publica entre el 10 y el 13 de cada mes y los agentes responden entre los días 3 y 9.

Para realizar las comparaciones se consideran dos estimaciones de la EEE. En primer lugar se utiliza la serie bajo la pregunta *PIB en el trimestre calendario de la encuesta*,

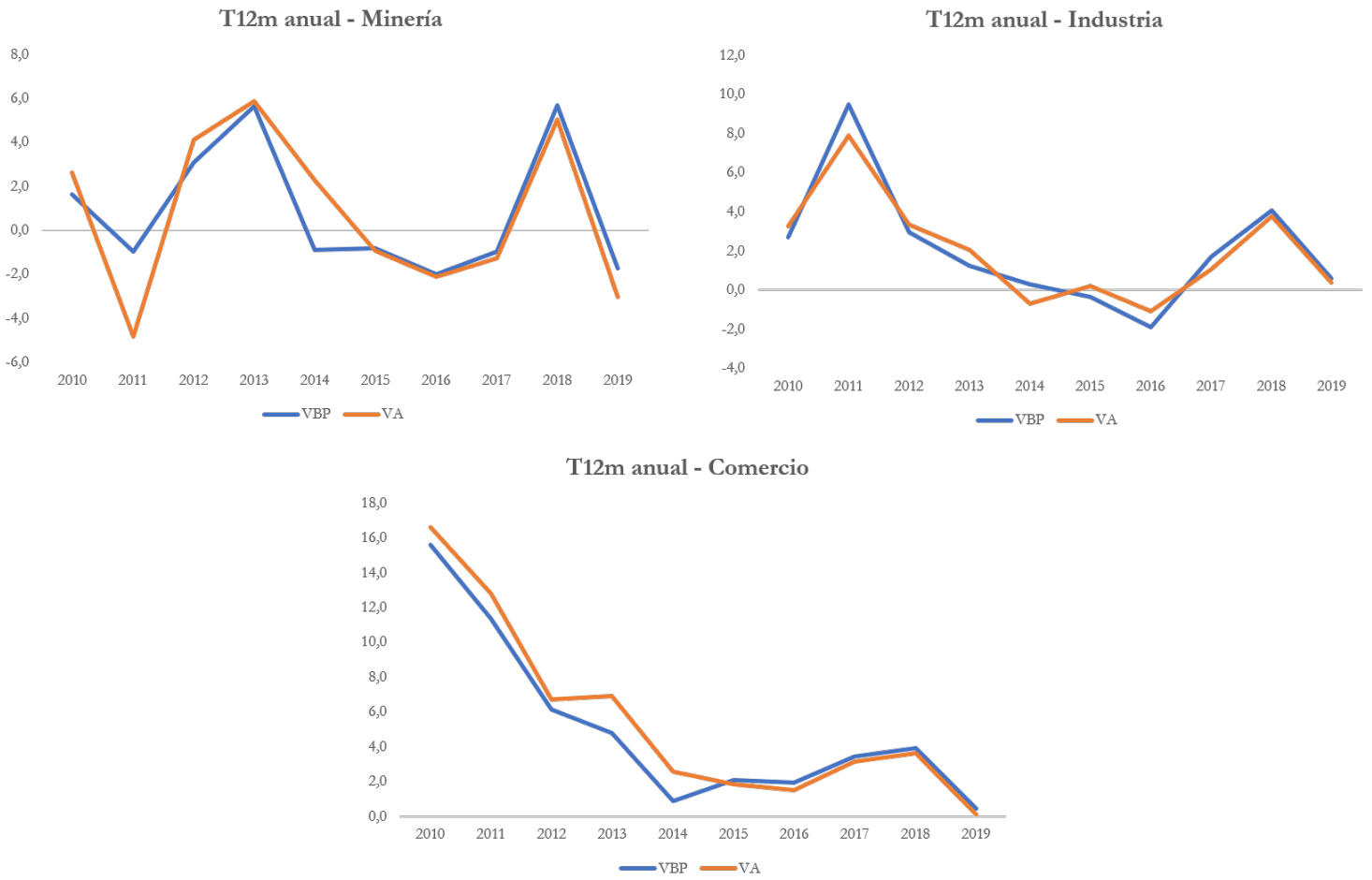


Figura 1: Evolución anual en tasas 12 meses VA-VBP 2010 a 2019.
Fuente: Banco Central de Chile.

donde se toma el valor del último mes cada trimestre para construir la serie, esto es: el valor de Marzo para el trimestre 1, el valor de Junio para el trimestre 2, el valor de Septiembre para el trimestre 3 y el valor de Diciembre para el trimestre 4. En esta estimación, los agentes tienen información del IMACEC publicado de un mes del trimestre en medición, y realizan sus expectativas sin terminar aún el trimestre. Por esta razón, se elabora una segunda estimación que consta de una elaboración propia a partir de la pregunta *IMACEC de un mes atrás* y los IMACEC efectivos. Específicamente, para construir los valores de cada trimestre, se toman los IMACEC efectivos de los primeros dos meses del trimestre y se toma el valor de la pregunta de la EEE del mes siguiente de terminado el trimestre. Por ejemplo, para el primer trimestre del año 2018, se toma el IMACEC efectivo de Enero y Febrero, y el valor de la EEE de Abril cuando se pregunta por el IMACEC de un mes atrás, es decir, el IMACEC de Marzo. De esta manera, se tendrá una aproximación de las expectativas de los agente para cada trimestre, donde tendrían información efectiva de dos meses y formarían expectativas para el tercer mes una vez ya transcurrido.

Finalmente, el rango de años de información que se utiliza es 2009-2020. De esta manera se cuenta con 12 años y 48 trimestres de información efectiva. Se analiza el periodo 2018-2020 tanto en frecuencia anual como trimestral para hacer las comparaciones y análisis.

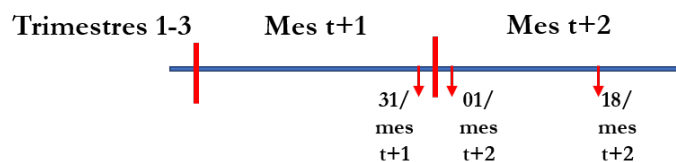
5. Metodología

En primer lugar es necesario explicar las fechas de publicación de cada IAF y sus correspondientes restricciones, de tal manera de detallar las ventajas de *Nowcasting* a la hora de contar con una predicción anticipada. Para el caso del PIB trimestral, PIB anual y los VA de cada actividad, se debe diferenciar entre los trimestres 1 a 3, y el trimestre 4 de cada año. Para los primeros tres trimestres del año, el PIB trimestral junto con el VA trimestral de cada actividad se publican los días 18 del segundo mes (mes $t + 2$) después de haberse cumplido el trimestre. Mientras que para el cuarto trimestre, estos valores se publican los días 18 de marzo del año siguiente al de medición, junto con los valores en frecuencia anual. En cambio, el IMACEC se publica los días 1 del segundo mes respecto al mes medido¹¹. Por otro lado, los IAF IPMin, IPMan e IAC son publicados los días 31 del primer mes (mes $t + 1$) respecto al mes medido, mientras que el VA trimestral y anual de las distintas actividades se publica junto al PIB.

Para un año en curso, en los trimestres 1 a 3 la aplicación del *Nowcasting* para el PIB trimestral se realiza una vez publicado el IMACEC del último mes del trimestre, esto es, el 1 del mes $t + 2$. Mientras que para el VA de cada actividad, se realiza una vez publicados los IAF del último mes del trimestre, esto es, el 31 del mes $t + 1$. Por último, para el trimestre 4 y los valores anuales, la aplicación del *Nowcasting* se haría

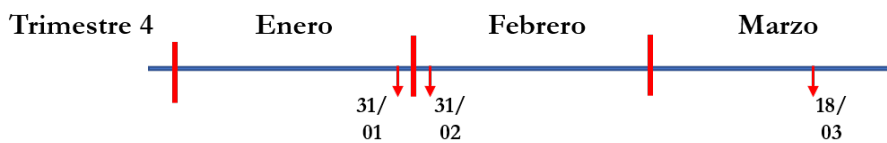
¹¹Para mayor información ver políticas de publicación del Banco Central de Chile.

el 1 de Febrero y el 31 de Enero del año siguiente al de medición. Por ende, es posible contar con una predicción anticipada del PIB y VA trimestral de cada actividad 18 días antes de su publicación para los primeros 3 trimestres del año, y 45 días antes para el cuarto trimestre. Mientras que en frecuencia anual, esta ventana de tiempo corresponde a 45 días, equivalente al cuarto trimestre. Lo anterior es mostrado en las figuras 2 y 3.



- 31/mes t+1 = Publicación IAF INE.
- 01/mes t+2 = Publicación IMACEC.
- 18/mes t+2 = Publicación PIB y VA trimestral.

Figura 2: Fechas de publicación IAF y sus restricciones - Trimestres 1-3.



- 31/01 = Publicación IAF INE.
- 01/02 = Publicación IMACEC.
- 18/03 = Publicación PIB y VA trimestral / anual.

Figura 3: Fechas de publicación IAF y sus restricciones - Trimestre 4.

Para el caso de las estimaciones de la EEE no se hacen diferencias respecto a los trimestres, sin embargo es necesario detallar las ventanas de tiempo que tendrían los agentes para refinar sus expectativas al usar los resultados de *Nowcasting*. En la primera estimación, los agentes contestan la pregunta respectiva teniendo conocimiento el IMA-CEC del primer mes del trimestre. Mientras que la segunda estimación se construye con los agentes teniendo conocimiento de dos IMACEC del trimestre, además de información privada proveniente de cada uno de sus rubros para el último mes. Según esto, la ventana de tiempo que tendrían los agentes para refinar sus expectativas ocupando los resultados de *Nowcasting* serían: 60 días para la primera estimación, y 14 días para la segunda. Lo anterior es mostrado en la figura 4.

La elaboración de las predicciones de *Nowcasting* para las distintas series y variables sigue de cerca la metodología de trabajo Marini (2016). Específicamente, se va elimi-

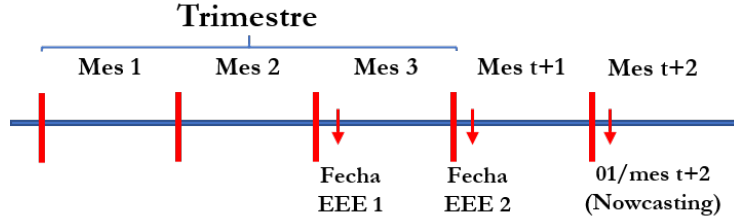


Figura 4: Fechas de publicación EEE.

nando recursivamente un año de las referencias y se someten los IAF al benchmarking de los distintos métodos, obteniendo así predicciones de *Nowcasting* para los años sin restricción. Luego, se compara el error de predicción del valor de los periodos estimados con *Nowcasting* versus el valor efectivo.

Ahora bien, dado que los tomadores de decisión miran muy de cerca la evolución en tasas de 12 meses de la actividad económica en vez del nivel de cada serie, se ocupará esta variable para medir el error de predicción. Esto marca una diferencia con Marini (2016), ya que en aquel trabajo se toman las variables en nivel. El error de predicción queda como:

$$\hat{E}_{i,n} = \hat{t}_{i,n} - t_{i,n}. \quad (15)$$

Con $\hat{E}_{i,n}$ como el error de predicción de la serie i del periodo n , $\hat{t}_{i,n}$ como la tasa en 12 meses estimada por *Nowcasting* de la serie i del periodo n , y $t_{i,n}$ como la tasa en 12 meses del valor efectivo de la serie i del periodo n . La métrica de evaluación de cada método consistirá en el error cuadrático medio (ECM) de los errores de predicción, tanto para frecuencia trimestral como anual. Tanto en términos anuales como trimestrales se analizan los años 2018-2020.

Adicionalmente, se evalúa la naturaleza del RI para cada serie IAF / Referencia para el rango de años en cada evaluación, y se examina su ajuste en relación a los distintos supuestos de cada método. Esto de cara a explicar los resultados y la justificación de la superioridad de un método por sobre el otro.

6. Resultados

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones de *Nowcasting* y la evaluación de cada método en las distintas frecuencias. En primer lugar se mostrarán los resultados en frecuencia trimestral del IMACEC, junto con la comparación con las dos estimaciones de la EEE. Luego se mostrarán los resultados para el VA trimestral de las distintas actividades. Por último, se mostrarán los resultados en frecuencia anual.

6.1. Frecuencia trimestral

Para ilustrar de mejor forma los resultados es conveniente explicar con un ejemplo. Para el segundo trimestre del 2020, el IMACEC sin benchmarking mostraba una tasa en 12 meses de -13.9%. Al ocupar *Nowcasting*, los distintos métodos arrojaron los siguientes resultados en tasas en 12 meses: Denton = -14.0%; Cholette y Dagum = -14.0%; Chow-Lin = -14.2%. Estos valores consisten en la proyección anticipada al PIB trimestral. Para calcular el error de predicción, se comparan los resultados anteriores con el valor efectivo del PIB trimestral de aquel trimestre, que corresponde a -14.1%. Entonces tendremos un error de predicción con los resultados de *Nowcasting* de los 3 métodos. Además, también se calcula el error de predicción si quisiéramos anticipar el PIB trimestral con el IAF sin benchmarking. Los errores de predicción serían: IAF = -0.2%; Denton = -0.1%; Cholette y Dagum = -0.1%; Chow-Lin = 0.1%¹².

La tabla 1 muestra los resultados del ejercicio de *Nowcasting* para el IMACEC trimestral. En la primera fila se muestra el ECM de los errores de predicción usando como variable las tasas en 12 meses. La segunda fila muestra la raíz del ECM, de tal manera de tener el ECM expresado en puntos porcentuales y así ayudar a interpretación de los resultados. La primera columna muestra los resultados si quisiéramos anticipar el PIB trimestral con el IAF sin benchmarking, y las siguientes columnas los ejercicios de *Nowcasting* bajo los tres métodos. La estructura de esta tabla es equivalente a las demás tablas de resultados de este trabajo. Por último, en el anexo de este trabajo se muestran las tasas en 12 meses de los valores efectivos del PIB trimestral, del IAF sin benchmarking y de los resultados de la predicción de *Nowcasting* bajo los tres métodos.

Los resultados muestran que el método Chow-Lin posee el menor ECM a la hora de anticipar el PIB trimestral. Al llevar estos resultados a puntos porcentuales, se aprecia que el método de Chow-Lin posee un error de predicción de 0.204pp, mientras que el ECM que más se acerca es de 0.238pp, correspondiente a predecir el PIB con el IAF sin benchmarking. Por otro lado, al graficar la serie los errores al cuadrado de cada método, no se aprecia un periodo en particular que en donde se muestre un valor fuera de serie, o un efecto puntual que empeore la estimación de alguno de los métodos. Lo anterior es mostrado en el anexo de este trabajo. Estos resultados muestran que a través del *Nowcasting* es posible obtener una anticipación del PIB trimestral confiable antes de su publicación.

Para poder explicar mejor los resultados anteriores es necesario analizar el comportamiento del RI. La figura (5) muestra la evolución del RI del IMACEC / PIB en el periodo considerado. Es posible ver saltos considerables a través de los años, con una pequeña tendencia al alza. Este comportamiento sería mejor capturado por el método

¹²Dado que en este trabajo las tablas de resultados se muestran truncando a un decimal, es posible que al calcular los errores de predicción y ECM de cada método usando estas tablas se presenten diferencias con los valores reportados.

Tabla 1: IMACEC - ECM trimestral

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	0.057	0.073	0.076	0.042
Raíz ECM	0.238	0.270	0.276	0.204

Fuente: Elaboración propia.

Chow-Lin y sus coeficientes estimados, a diferencia de métodos meramente mecánicos como Denton y Cholette-Dagum.

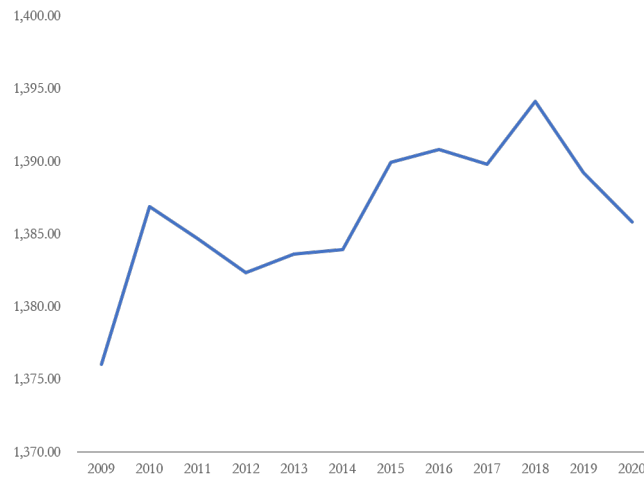


Figura 5: RI anual IMACEC / PIB 2009-2019.

Fuente: Elaboración propia..

A continuación se presentan los resultados comparando con las estimaciones de la *EEE*. Nuevamente, se recurre a un ejemplo para ilustrar mejor los resultados. Para el segundo trimestre del 2020, la estimación *EEE 1* proyectaba un valor en tasas en 12 meses de -13.0%. Este valor fue respondido en el mes de Marzo 2020 bajo la pregunta *PIB en el trimestre calendario de la encuesta*, y teniendo en conocimiento el IMACEC del mes Enero (solo un mes del trimestre). La estimación *EEE 2* se construye con el IMACEC efectivo de Enero-Febrero 2020, y con la respuesta de la pregunta *IMACEC de un mes atrás* para Marzo 2020 (tercer mes del trimestre) contestada en Abril 2020. Este valor corresponde a -16.1%¹³. Con esto se obtiene un valor de -15.1% de expectativa para el trimestre. Por último, al igual que los resultados anteriores, los errores de predicción y ECM se calculan comparando con los valores efectivos del PIB trimestral.

¹³Para mayor información sobre *EEE* anteriores, ingresar a: <https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/informes/EEE.html>

La tabla 2 muestra el ECM de la EEE en sus dos estimaciones mencionadas anteriormente, junto al ECM del método Chow-Lin. Consistente con la diferencia de información en conocimiento para realizar expectativas, el ECM bajo *EEE 1* es mayor al de *EEE 2*. Además, al graficar la serie los errores al cuadrado de cada método, no se aprecia un periodo en particular que en donde se muestre un valor fuera de serie, o un efecto puntual que empeore la estimación de alguno de las estimaciones. Lo anterior es mostrado en el anexo de este trabajo. Se puede ver que el ECM del método Chow-Lin sigue siendo menor en comparación, mostrando una mejor predicción a la hora de anticiparse al PIB trimestral. Asimismo, se pueden mejorar o refinar las expectativas de crecimiento de la economía usando el *Nowcasting* del método Chow-Lin. En términos de puntos porcentuales, los agentes pueden refinar sus expectativas de crecimiento en aproximadamente 5 décimas para *EEE 1*, y 2 décima para *EEE 2*.

Ahora bien, es necesario destacar que el ECM de la EEE en sus dos estimaciones aumenta substancialmente al considerar los periodos T4-2019 hasta T4-2020. Estos periodos se caracterizan por ser de alta turbulencia e incertidumbre económica. Esto se debe al estallido social ocurrido en Octubre del 2019, y el comienzo de las restricciones sanitarias producto de la pandemia del COVID-19 iniciadas en Marzo 2020. Asimismo, esto es apreciable al graficar la serie de los errores al cuadrado, mostrado en el anexo de este trabajo. En la tabla 3 se puede apreciar el ECM de la EEE, del IAF sin benchmarking, y del método Chow-Lin para este periodo. Se puede apreciar que el ECM aumenta considerablemente en las dos estimaciones de la EEE, sin embargo el ECM del método Chow-Lin se mantiene relativamente constante. En términos de puntos porcentuales, en este tipo de periodos los agentes pueden refinar sus expectativas de crecimiento en aproximadamente 5 décimas para *EEE 1*, y 4 décimas para *EEE 2*.

Considerando periodos de alta turbulencia e incertidumbre económica, donde las expectativas económicas sufrirían de mayor volatilidad, los resultados de *Nowcasting* pueden servir de mayor utilidad a la hora de anticiparse al PIB trimestral. Este resultado resulta interesante y de gran relevancia de cara a tomadores de decisión de políticas.

Tabla 2: IMACEC - ECM EEE trimestral

	EEE 1	EEE 2	Chow-Lin
ECM	0.460	0.185	0.042
Raíz ECM	0.678	0.430	0.204

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados para el VA trimestral de las distintas actividades. Las tablas 4, 5 y 6 muestran para las actividades de Minería, Industria manufacturera y Comercio, el ECM de los 3 métodos y si quisiéramos también anticipar el VA trimestral de cada actividad con el IAF sin benchmarking. Se puede apreciar que para las actividades Minería y Comercio, el método Chow-Lin presenta el menor ECM

Tabla 3: IMACEC - ECM EEE periodos 2019T4 a 2020T4

	EEE 1	EEE 2	IAF	Chow-Lin
ECM	0.574	0.381	0.086	0.050
Raíz ECM	0.758	0.617	0.293	0.223

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Minería - ECM trimestral

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	3.068	3.233	3.116	3.045
Raíz ECM	1.752	1.798	1.765	1.745

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: I. Manufacturera - ECM trimestral

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	1.840	1.314	1.904	1.674
Raíz ECM	1.356	1.146	1.380	1.294

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Comercio - ECM trimestral

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	3.124	2.968	9.564	2.807
Raíz ECM	1.768	1.723	3.093	1.675

Fuente: Elaboración propia.

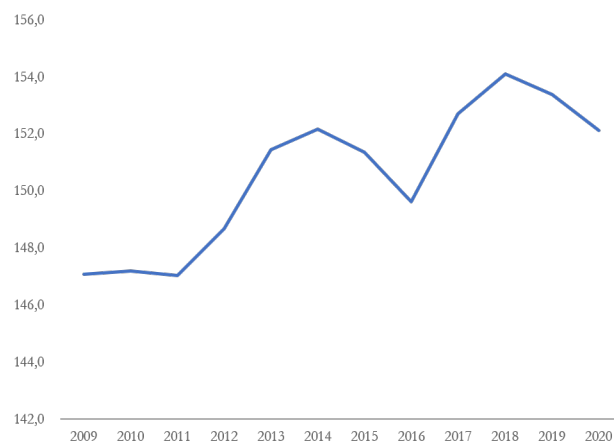


Figura 6: RI anual I. Manufacturera 2009-2020.

Fuente: Elaboración propia..

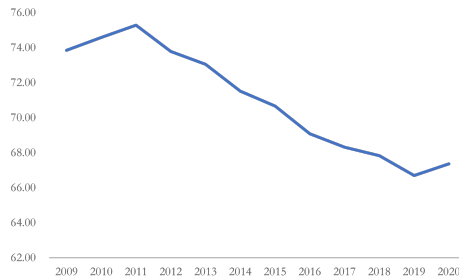


Figura 7: RI anual Comercio 2009-2020.

Fuente: Elaboración propia..

a la hora de anticipar el VA de cada actividad. Para el caso de Industria Manufacturera, el método Denton es el que presenta el menor ECM. En el Anexo de este trabajo se muestran las tasas en 12 meses de los valores efectivos del VA de las actividades y de sus IAF sin benchmarking

Para el caso de Minería, al graficar la serie de los errores al cuadrado de cada método, se puede apreciar un incremento considerable en el segundo trimestre del 2019 para todos los métodos. Por ende, los resultados no son tan concluyentes, por lo que no se podría afirmar la superioridad de un método contra otro. Por otro lado, es necesario destacar el caso de Industria Manufacturera, donde a diferencia de los casos anteriores, el método Denton presenta el menor ECM. La figura (6) muestra la serie RI en el periodo considerado, y se puede apreciar una tendencia al alza a lo largo de todo el periodo. Este comportamiento se ajusta de mejor forma a los supuestos de ajuste del método Denton, en el sentido de que el mejor para RI para realizar *Nowcasting* constituye el del último periodo. Por lo que es consistente que este método muestre el menor ECM en comparación. Por último, al graficar la serie de los errores al cuadrado de cada método para el caso de Comercio, es posible apreciar que el método CHD supera con creces a los demás, donde el método Chow-Lin presenta el menor ECM, seguido de Denton. La figura (7) muestra la serie RI en el periodo considerado, y se puede apreciar una tendencia a la baja al alza a lo largo del periodo, donde los supuestos del modelo CHD se alejan bastante de este comportamiento, y donde los modelos Chow-Lin y Denton si los incorporan.

Estos resultados nos muestran que a través del *Nowcasting* es posible obtener una anticipación confiable del VA trimestral para las actividades de Comercio e Industria, pero no son concluyentes para Minería.

6.2. Frecuencia anual

En esta sección se muestran los resultados en frecuencia anual. Primero se presentan los resultados correspondiente al PIB anual, para luego presentar los resultados del VA anual de las distintas actividades.

La tabla 7 muestra el ECM de los 3 métodos, y si quisiéramos también anticipar el PIB anual con el IAF sin benchmarking. Se puede apreciar que análogamente a los resultados trimestrales el método Chow-Lin posee el menor ECM a la hora de anticipar el PIB anual.

Tabla 7: IMACEC - ECM anual

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	0.026	0.041	0.035	0.025
Raíz ECM	0.161	0.203	0.186	0.158

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 8, 9 y 11 muestran para las actividades de Minería, Industria manufacturera y Comercio, el ECM de los 3 métodos y si quisiéramos también anticipar el VA anual de cada actividad con el IAF sin benchmarking. Los resultados para las actividades de Minería e Industria son consistentes con los resultados en frecuencia trimestral. Sin embargo, a diferencia de los resultados en frecuencia trimestral, la actividad de Comercio muestra que el ECM de utilizar el IAF sin benchmarking posee el menor ECM a la hora de anticipar su VA anual. Esto puede darse ya que en esta frecuencia tenemos menos datos de comparación a diferencia de la frecuencia trimestral. Efectivamente, si añadimos el año 2017 a la comparación, el ECM del método Chow-Lin baja considerablemente obteniendo un menor valor que al utilizar el IAF sin benchmarking. La tabla añadiendo el año 2017 a la estimación del VA anual de comercio se muestra en el anexo de este trabajo.

Estos resultados en frecuencia anual muestran nuevamente que a través del *Nowcasting* es posible obtener una predicción confiable del PIB y del VA anual de las actividades mencionadas antes de su publicación.

Tabla 8: Minería - ECM anual

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	0.335	0.434	0.292	0.238
Raíz ECM	0.579	0.658	0.541	0.488

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: I. Manufacturera - ECM anual

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	0.572	0.293	0.753	0.550
Raíz ECM	0.756	0.541	0.868	0.742

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Comercio - ECM anual

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	1.480	1.552	8.094	1.487
Raíz ECM	1.216	1.246	2.845	1.219

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

Este trabajo evalúa el poder predictivo al aplicar *Nowcasting* sobre IAF de actividad económica de Chile para el periodo 2018-2020 en frecuencia anual y trimestral. Se emplean tres de los principales métodos de benchmarking utilizados internacionalmente: método Denton proporcional, método Cholette-Dagum proporcional con error AR(1), y método basado en regresión Chow-Lin (IMF, 2017). Donde bajo nuestro conocimiento, no se aprecia en la literatura una discusión de metodologías de benchmarking y su consiguiente análisis de impacto en los resultados *Nowcasting* para el caso de Chile.

Los IAF en donde se aplica *Nowcasting* corresponden al IMACEC para anticipar PIB trimestral y anual, además de IPMIN, IPMAN e IAC para anticipar el VA trimestral y anual de las actividades de Minería, Industria Manufacturera y Comercio. Específicamente, se evalúa cada método de benchmarking en base a obtener el menor error cuadrático medio (ECM), usando como variable las tasas 12 meses de cada una de las mediciones. Asimismo, se comparan los resultados con dos estimaciones de expectativas obtenidas desde la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE), de tal manera de presentar a los agentes económicos un instrumento confiable para refinar sus expectativas.

Los resultados de *Nowcasting* utilizando el IMACEC para anticipar el PIB trimestral muestran que el método Chow-Lin alcanza el menor ECM. Mientras que los resultados para anticipar el VA trimestral y anual de las distintas actividades, muestran que el método Chow-Lin posee el menor ECM para Minería y Comercio. Sin embargo, para el caso de Minería, los resultados no son concluyentes. Mientras que para Industria, el método con menor ECM consiste en Denton. Esto sucede ya que la naturaleza de las series de Industria se ajusta de mejor manera a los supuestos de este método. Asimismo, los resultados para anticipar el PIB anual indican análogamente que el método Chow-Lin posee el menor ECM.

Al comparar con las estimaciones de la EEE se muestra que los resultados de *Nowcasting* poseen un menor ECM. En especial, en el periodo T4-2019 hasta T4-2020, que se caracterizan por ser de alta turbulencia e incertidumbre económica en Chile. En términos de puntos porcentuales, los agentes pueden refinar las expectativas de crecimiento en aproximadamente 5 y 2 décimas para la primera y segunda estimación de la EEE para todo el periodo considerado. Mientras que en el periodo T4-2019 hasta T4-2020, se pueden refinar las expectativas en 5 y 4 décimas respectivamente.

Estos resultados muestran que al realizar *Nowcasting* se obtiene una anticipación confiable de la evolución real de actividad económica antes de su publicación. Asimismo, se pueden refinar las expectativas de actividad, en especial considerando periodos de alta turbulencia e incertidumbre económica. Esto resulta interesante de cara a tomadores de decisión de política, ya que así tendrán mayor confianza a la hora de necesitar proyecciones confiable de actividad. Además, la construcción de series de actividad económica, ocupando el método de benchmarking con menor ECM, mejorará el análisis económico de corto plazo. Por último, se hace un análisis de la naturaleza de las series y de los ratios RI, aplicando la mejor metodología de benchmarking, lo que además entrega consistencia a los IAF en los periodos *dentro de muestra*.

Como futuras investigaciones y mejoras de este trabajo se puede indicar en primer lugar aumentar el periodo de tiempo considerado. Ya que el método Chow-Lin descansa en estimaciones por regresión, ocupar un periodo más largo de tiempo mejorará las predicciones y podría cambiar los resultados encontrados. En otro punto, también resulta necesario emplear otros métodos de benchmarking mencionados en la literatura para dar mayor robustez a los resultados. Por ejemplo, utilizar otros modelos para los errores en el modelo de Chow-Lin tal como *random walk* propuesto por Fernández (1981) o AR(1) más un *random walk* propuesto por Litterman (1983), a diferencia del error AR(1) utilizado en este trabajo. Además, si se tiene conocimiento o una buena proyección del próximo RI, es recomendable utilizar el método Denton aumentado. En este método los usuarios pueden explícitamente usar este RI para el año proyectado y tener un resultado mas controlado a la hora de realizar *Nowcasting* (Di fonzo y Marini, 2012). Este método también se incluye dentro de las recomendaciones de IMF (2017).

Referencias

- [1] Bábura, M., Giannone, D., & Reichlin, L. (2010). Nowcasting. ECB Working Paper No. 1275.
- [2] Baffigi, A., Golinelli, R., & Parigi, G. (2004). Bridge models to forecast the euro area GDP. *International Journal of Forecasting* 20 447-460.
- [3] Cobb, M., García, M., Medel, C., Echavarría, G., Godoy, C., Filippi, P., González, W. & Urrutia, M. (2011). Short-Term GDP Forecasting using Bridge Models: A case for Chile. Banco Central de Chile, Documentos de Trabajo No. 626.
- [4] Compilación de Referencia 2013. (2013). Banco Central de Chile.
- [5] Cuentas Nacionales de Chile: Métodos y Fuentes de Información. (2017). Banco Central de Chile.
- [6] Cholette, P.A. & E.B. Dagum (1994). Benchmarking Time Series with Autocorrelated Survey Errors. *International Statistical Review*, Vol. 62(3), 365–377.
- [7] Chow, G.C., & A. Lin (1971). Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Times Series by Related Series. *The Review of Economic and Statistics*, Vol. 53(4), pp. 372–375.
- [8] Dagum, E.B., & P.A. Cholette (2006). *Benchmarking, Temporal Disaggregation, and Reconciliation Methods for Time Series*, Springer edition.
- [9] Denton, F. (1971). Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach based on Quadratic Minimization. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 66, pp. 99–102.
- [10] Di Fonzo, T. & Marini, M. (2012). On the Extrapolation with the Denton Proportional Benchmarking Method. Working Paper No. 12/169. FMI.
- [11] Diron, M. (2008). Short-term forecasts of euro area real GDP growth: an assessment of real-time performance based on vintage data. *Journal of Forecasting*, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 27(5), pages 371-390.
- [12] Guerrero, S., Luengo, R., Pozo, M., Rébora, S. (2012). Nuevas series de cuentas nacionales encadenadas: Métodos y fuentes de estimación. *Serie Estudios Económicos Estadísticos Banco Central de Chile* (90).
- [13] Higgins, P. (2014). GDPNow: A Model for GDP “*Nowcasting*”. Federal Reserve Bank of Atlanta. Working Paper Series. Working Paper 2014-7.
- [14] INE. Índice de Producción Industrial (IPI) Base Promedio Año 2014 = 100. Documento metodológico. 2017

- [15] Chikamatsu, K., Hirakata, N., Kido, Y., & Otaka, K. (2018). Nowcasting Japanese GDPs. Bank of Japan Working Paper Series 18-E-18.
- [16] Fernández, R. B. (1981). A Methodological Note on the Estimation of Time Series. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 63(3), pp 471-476.
- [17] FMI. Quarterly National Accounts Manual – 2017 Edition.
- [18] Giannone, D., Reichlin, L. & Small, D. (2008). Nowcasting: The real-time informational content of macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, 55(4), 665–676.
- [19] Litterman, R.B. (1983). A Random walk, Markov model for the Distribution of Time Series. *Journal of Business and Economics Statistics*. Vol. 1(2), pp. 169-173.
- [20] Liu, P., Matheson, T., & Romeu, R. (2011). Real-time forecast of Economic Activity for Latin American Economies. IMF Working Paper No. 11/98.
- [21] Marini, M. (2016). *Nowcasting* Annual National Accounts with Quarterly Indicators: An Assessment of Widely Used Benchmarking Methods. Working Paper No. 16/71. FMI.
- [22] Martínez, I. (2021). Deepening GDP revision analysis: GDP bias breakdown and compositional change. *Estudios Económicos Estadísticos*, Banco Central de Chile.
- [23] Matheson, T. D. (2010). An analysis of the informational content of New Zealand data releases: The importance of business opinion surveys. *Economic Modelling*, 27(1), 304–314.
- [24] Pedersen, M. (2010). Extracting GDP Signales from the monthly indicadot of economic activity: Evidence from Chilean real-time data. *Documentos de Trabajo*, Banco Central de Chile No. 595.
- [25] Scherman, D. (2020). Revisiones en cuentas nacionales trimestrales 2006-2018. *Estudios Económicos Estadísticos*, Banco Central de Chile.
- [26] United Nations (2003). National Accounts: A Practical Introduction. *Handbook of National Accounting*.
- [27] Zult, D., Krieg, S., Schouten, B., Ouwehand, P., & van den Brakel, J.A. (2020). From Quarterly to Monthly Turnover Figures Using Nowcasting. Discussion paper / Statistics Netherlands.

float

8. Anexo

8.1. Resultados *Nowcasting* Comercio añadiendo 2017

Tabla 11: Comercio - ECM anual Métodos (añadiendo 2017)

	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
ECM	1.451	1.263	8.222	1.208
Raíz ECM	1.205	1.124	2.867	1.099

Fuente: Elaboración propia.

8.2. Valores tasas 12 meses *Nowcasting*

Tabla 12: IMACEC - Tasas 12m trimestrales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
18T1	4,2 %	4,2 %	4,1 %	4,1 %	4,2 %
18T2	5,3 %	5,2 %	5,2 %	5,1 %	5,3 %
18T3	2,8 %	2,9 %	2,9 %	2,8 %	3,0 %
18T4	3,6 %	3,3 %	3,3 %	3,1 %	3,3 %
19T1	1,6 %	1,9 %	2,0 %	1,9 %	2,0 %
19T2	1,9 %	1,9 %	2,0 %	1,7 %	1,9 %
19T3	3,3 %	3,3 %	3,3 %	3,1 %	3,4 %
19T4	-2,1 %	-1,8 %	-1,8 %	-2,0 %	-1,9 %
20T1	0,4 %	0,1 %	-0,1 %	-0,1 %	0,1 %
20T2	-14,1 %	-13,9 %	-14,0 %	-14,0 %	-14,2 %
20T3	-9,1 %	-9,1 %	-9,2 %	-9,2 %	-9,2 %
20T4	0,0 %	-0,4 %	-0,4 %	-0,5 %	-0,3 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: EEE - Tasas 12m trimestrales

	Valor ef.	EEE 1	EEE 2
18T1	4,2 %	3,9 %	4,2 %
18T2	5,2 %	4,5 %	5,1 %
18T3	2,8 %	3,4 %	2,8 %
18T4	3,6 %	3,3 %	3,1 %
19T1	1,6 %	2,6 %	1,5 %
19T2	1,9 %	2,5 %	1,9 %
19T3	3,3 %	3,2 %	3,5 %
19T4	-2,1 %	-2,5 %	-2,8 %
20T1	0,4 %	1,2 %	0,5 %
20T2	-14,1 %	-13,0 %	-15,1 %
20T3	-9,1 %	-8,2 %	-9,8 %
20T4	0,0 %	0,1 %	-0,3 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Minería - Tasas 12m trimestrales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
18T1	18,8 %	16,9 %	17,2 %	17,0 %	16,7 %
18T2	4,6 %	4,1 %	4,2 %	4,0 %	3,7 %
18T3	-0,9 %	-1,2 %	-1,2 %	-1,4 %	-1,6 %
18T4	0,3 %	1,8 %	1,8 %	1,5 %	1,4 %
19T1	-8,8 %	-7,1 %	-7,0 %	-7,2 %	-7,3 %
19T2	-4,3 %	0,0 %	0,0 %	-0,3 %	-0,5 %
19T3	2,1 %	0,1 %	0,1 %	-0,2 %	-0,4 %
19T4	-1,3 %	-2,3 %	-2,3 %	-2,5 %	-2,6 %
20T1	6,1 %	4,5 %	4,0 %	4,1 %	4,3 %
20T2	2,8 %	1,6 %	1,3 %	1,5 %	1,6 %
20T3	0,0 %	-0,7 %	-0,8 %	-0,6 %	-0,5 %
20T4	-2,6 %	-2,2 %	-2,2 %	-2,0 %	-2,0 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: I. Manufacturera - Tasas 12m trimestrales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
18T1	3,3 %	1,2 %	2,5 %	1,7 %	1,9 %
18T2	7,8 %	7,0 %	7,7 %	6,6 %	6,7 %
18T3	0,8 %	-0,1 %	0,2 %	-1,0 %	-0,8 %
18T4	3,2 %	3,3 %	3,3 %	2,1 %	2,3 %
19T1	1,5 %	2,0 %	2,2 %	1,4 %	1,8 %
19T2	-1,2 %	-1,4 %	-1,3 %	-2,4 %	-1,8 %
19T3	3,1 %	2,6 %	2,6 %	1,4 %	1,9 %
19T4	-1,6 %	0,4 %	0,4 %	-0,7 %	-0,2 %
20T1	0,4 %	2,4 %	2,1 %	1,5 %	1,8 %
20T2	-11,8 %	-9,7 %	-9,9 %	-10,5 %	-10,1 %
20T3	-4,2 %	-3,6 %	-3,6 %	-4,4 %	-4,0 %
20T4	3,5 %	1,7 %	1,7 %	0,9 %	1,3 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Comercio - Tasas 12m trimestrales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
18T1	3,9 %	5,1 %	4,7 %	6,4 %	4,7 %
18T2	4,5 %	7,2 %	7,0 %	9,3 %	6,9 %
18T3	2,9 %	2,2 %	2,1 %	4,7 %	2,1 %
18T4	3,3 %	3,3 %	3,3 %	5,8 %	3,2 %
19T1	1,6 %	3,5 %	3,2 %	4,8 %	3,1 %
19T2	0,8 %	3,5 %	3,3 %	5,6 %	3,3 %
19T3	2,2 %	5,1 %	5,0 %	7,6 %	4,9 %
19T4	-3,8 %	-3,8 %	-3,8 %	-1,5 %	-3,8 %
20T1	-1,6 %	-1,3 %	-2,3 %	-0,3 %	-2,2 %
20T2	-19,5 %	-21,6 %	-21,9 %	-19,8 %	-21,7 %
20T3	0,0 %	-0,9 %	-1,1 %	2,0 %	-1,1 %
20T4	13,9 %	11,9 %	11,9 %	15,3 %	11,8 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: IMACEC - Tasas 12m anuales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
2018	4,0 %	3,9 %	3,9 %	3,8 %	3,9 %
2019	1,1 %	1,3 %	1,3 %	1,1 %	1,3 %
2020	-5,8 %	-5,9 %	-5,9 %	-5,9 %	-5,9 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: I. Manufacturera - Tasas 12m anuales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
2018	3,8 %	2,8 %	3,4 %	2,4 %	2,5 %
2019	0,4 %	0,9 %	0,9 %	-0,1 %	0,4 %
2020	-3,0 %	-2,2 %	-2,4 %	-3,1 %	-2,7 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Minería - Tasas 12m anuales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
2018	5,0 %	4,8 %	4,9 %	4,7 %	4,5 %
2019	-3,0 %	-2,3 %	-2,3 %	-2,5 %	-2,7 %
2020	1,3 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Comercio - Tasas 12m anuales

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
2017	3,1 %	4,3 %	3,8 %	6,1 %	3,8 %
2018	3,6 %	4,4 %	4,2 %	6,5 %	4,2 %
2019	0,1 %	1,8 %	1,7 %	3,9 %	1,7 %
2020	-1,8 %	-2,8 %	-3,2 %	-0,5 %	-3,1 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: IMACEC - Tasas 12m trimestrales (PIB valor final)

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
18T1	4,5 %	4,2 %	3,9 %	3,8 %	3,8 %
18T2	4,9 %	5,2 %	5,1 %	5,0 %	5,0 %
18T3	2,4 %	2,9 %	2,9 %	2,8 %	2,7 %
18T4	3,1 %	3,3 %	3,3 %	3,1 %	3,1 %
19T1	1,1 %	1,9 %	1,9 %	1,8 %	1,8 %
19T2	1,5 %	1,9 %	1,9 %	1,8 %	1,8 %
19T3	3,4 %	3,3 %	3,3 %	3,2 %	3,2 %
19T4	-2,0 %	-1,8 %	-1,8 %	-1,8 %	-1,9 %
20T1	0,2 %	0,1 %	-0,1 %	0,0 %	0,0 %
20T2	-14,2 %	-13,9 %	-14,0 %	-13,9 %	-14,0 %
20T3	-9,0 %	-9,1 %	-9,2 %	-9,1 %	-9,1 %
20T4	0,0 %	-0,4 %	-0,4 %	-0,3 %	-0,3 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: EEE - Tasas 12m trimestrales (PIB valor final)

	Valor ef.	EEE 1	EEE 2
18T1	4,5 %	3,9 %	4,2 %
18T2	4,9 %	4,5 %	5,1 %
18T3	2,4 %	3,4 %	2,8 %
18T4	3,1 %	3,3 %	3,1 %
19T1	1,1 %	2,6 %	1,5 %
19T2	1,5 %	2,5 %	1,9 %
19T3	3,4 %	3,2 %	3,5 %
19T4	-2,0 %	-2,5 %	-2,8 %
20T1	0,2 %	1,2 %	0,5 %
20T2	-14,2 %	-13,0 %	-15,1 %
20T3	-9,0 %	-8,2 %	-9,8 %
20T4	0,0 %	0,1 %	-0,3 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: IMACEC - Tasas 12m anuales (PIB valor final)

	Valor ef.	IAF	Denton	CHD	Chow-Lin
2018	3,7 %	3,9 %	3,8 %	3,7 %	3,7 %
2019	0,9 %	1,3 %	1,3 %	1,2 %	1,2 %
2020	-5,8 %	-5,9 %	-5,9 %	-5,8 %	-5,9 %

Fuente: Elaboración propia

8.3. Series trimestral de errores al cuadrado por método

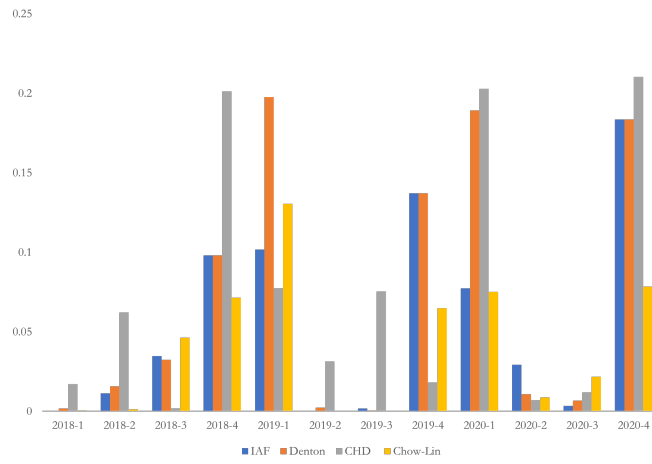


Figura 8: Errores al cuadrado IMACEC.
Fuente: Elaboración propia..

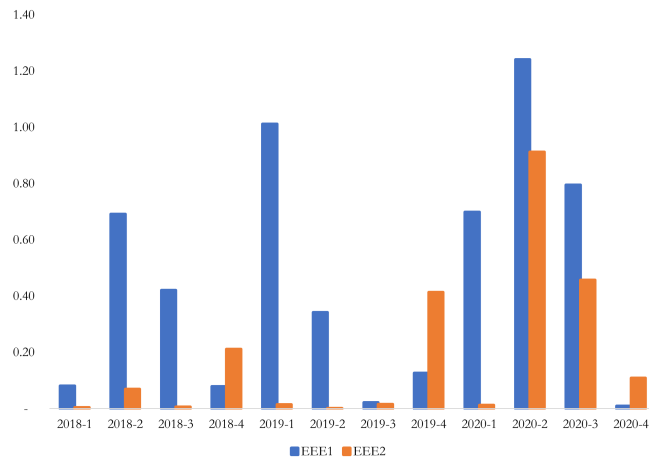


Figura 9: Errores al cuadrado EEE.
Fuente: Elaboración propia..

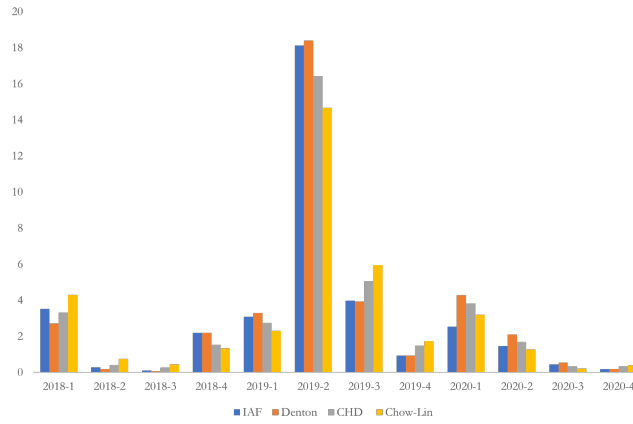


Figura 10: Errores al cuadrado Minería.
Fuente: Elaboración propia..

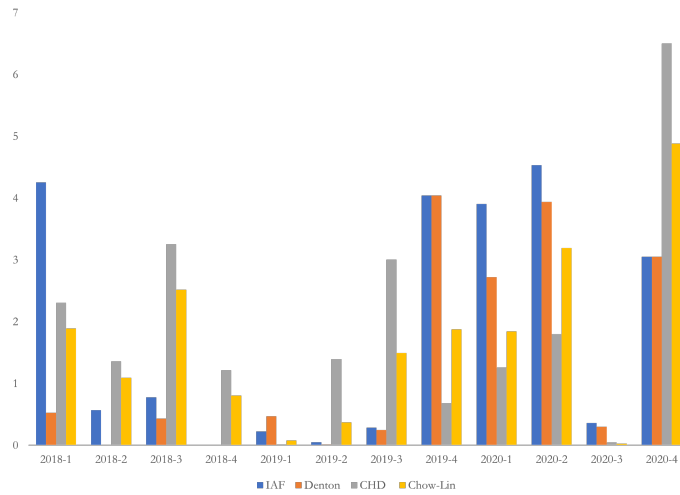


Figura 11: Errores al cuadrado I. Manufacturera.
Fuente: Elaboración propia..

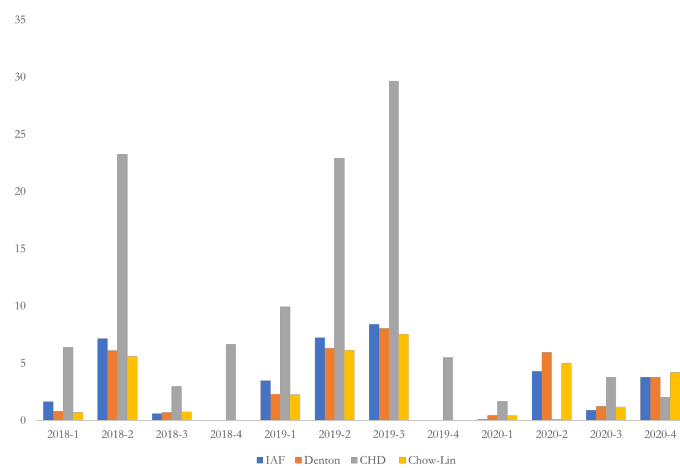


Figura 12: Errores al cuadrado Comercio.
 Fuente: Elaboración propia..