
INDICADOR SINTÉTICO DE ACTIVIDAD
ECONÓMICA DE GENERAL
PUEYRREDON: EVALUACIÓN DE UNA
ESTRUCTURA DE PONDERACIÓN
ALTERNATIVA

Agliano, Gianluca

Tesina de Grado

Licenciatura en Economía

INDICADOR SINTÉTICO DE ACTIVIDAD
ECONÓMICA DE GENERAL
PUEYRREDON: EVALUACIÓN DE UNA
ESTRUCTURA DE PONDERACIÓN
ALTERNATIVA

Agliano, Gianluca

Tesina de Grado

Licenciatura en Economía

Directora: Dra. Victoria Lacaze

Co-Directora: Mg. Patricia Alegre

Comité Evaluador:

Mg. Damián Errea

Dr. German Blanco

2023

Agradecimientos

Siendo una sección que no es mi fuerte, voy a limitarme a las palabras concretas.

A mi madre Mariel y a mi padre Sergio, sin los cuales no sería la persona que he construido; a mi hermano Federico y al resto de mi familia, que desde distintos rincones del mundo me apoyan incondicionalmente.

A la Dra. Victoria Lacaze, quien como directora del Grupo Indicadores Socioeconómicos me introdujo a la investigación y me permitió desarrollar esta tesina.

A la Mg. Patricia Alegre, sin la cual este trabajo no tendría el detallismo que hoy logra.

A todas las amistades que fueron forjándose en este largo trayecto universitario, sin las cuales no hubiera disfrutado el camino.

Finalmente a la educación pública en todos sus niveles, por otorgarme las posibilidades que tuve y abrirme caminos para elegir mi futuro.

Resumen

En países territorialmente extensos, como Argentina, se presentan estructuras productivas diferenciadas que dan origen a ciclos económicos subnacionales con características singulares, a menudo distantes de las de la economía nacional en su conjunto. Si bien el Producto es el indicador que mide con mayor precisión la actividad económica, la imposibilidad de contar con estimaciones a nivel subnacional, periódicas y de alta frecuencia, ha promovido el desarrollo de programas de investigación destinados a generar indicadores sintéticos de alcance provincial, regional y local. Para el caso del Municipio de General Pueyrredon, en la provincia de Buenos Aires, se ha estimado una primera versión del Indicador Sintético de Actividad Económica (ISAE-GP) para el período 2004-2018. El presente trabajo aplica técnicas de programación matemática no lineal para reconsiderar los criterios de ponderación aplicados y, consecuentemente, evaluar el impacto de estos cambios metodológicos en la construcción del indicador. Los resultados indican que ambas versiones muestran niveles de volatilidad muy similar e idénticas tendencias y puntos de giro. El ajuste del ISAE-GP a las macromagnitudes de referencia resulta marginalmente mejor para la versión basada en la estructura de ponderación alternativa. Estos hallazgos resultan imprescindibles para avanzar en una próxima etapa de calibración del indicador construido.

Palabras clave: indicador sintético; actividad económica, ponderadores, optimización con restricciones

Abstract

In territorially extensive countries, such as Argentina, differentiated productive structures give rise to subnational economic cycles with unique characteristics usually far from those of the national economy. Although the Product is most accurate indicator when measuring economic activity, the lack of periodic and high-frequency estimates at the subnational level has challenging research programs which aimed at generating composite indicators of provincial, regional, or even local scope. In the case of the Municipality of General Pueyrredon, located in Buenos Aires province, a first version of its Synthetic Indicator of Economic Activity (ISAE-GP) has recently been estimated for the period 2004-2018. This paper applies nonlinear mathematical programming techniques to reconsider the weighting criteria and, consequently, evaluates the impact of these methodological changes on the indicator's structure. Results indicate that both versions of ISAE-GP show very similar volatility levels and identical trends and turning points. But the adjustment of the ISAE-GP to the variables of reference is marginally better when considering the alternative weighting structure. These elements constitute critical inputs in order to advance in calibrating the composite indicator.

Key Words: synthetic indicator; economic activity, weighting, restricted optimization.

Índice

Agradecimientos.....	3
Resumen	4
Abstract.....	5
Índice	6
1. Introducción.....	7
2. Marco conceptual	11
2.1 Ciclos económicos e indicadores sintéticos.....	11
2.2 Construcción de indicadores sintéticos: El método de TBC	13
2.3 Estructuras de ponderación	16
3. Metodología y datos	18
4. Resultados	21
5. Conclusiones	32
6. Bibliografía.....	33
7. Anexos	39
Anexo 1: Optimización con la herramienta <i>Solver</i> , ventajas y desventajas	39
Anexo 2: Gráficos adicionales	40
Anexo 3: Presentaciones de resultados preliminares	42

1. Introducción

La actividad económica consta de aquellos procesos en los que se producen, intercambian y/o consumen bienes o servicios con el fin de satisfacer necesidades humanas (Pizzi et al., 2019). El nivel de actividad, el cual se puede cuantificar para una ciudad, región o país, suele oscilar de forma periódica e intercalada, mostrando tanto fases expansivas como recesivas, dando lugar a movimientos aproximadamente sincronizados en diversos sectores de una economía (Jorrat et al., 2002).

Los ciclos económicos son estos intervalos de ascenso que ocurren al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de intervalos de descenso generalizados y reavivamiento que se resuelven en el ciclo siguiente. En términos generales, la duración de los mismos posee una gran amplitud, definida entre algo más de un año, hasta diez o doce años (Burns y Mitchell, 1946).

Este fenómeno se estudia desde principios del siglo XX en conjunto con la identificación de las grandes crisis como etapa intrínseca a los mismos, y ligado al análisis de los ciclos se encuentra el seguimiento de la coyuntura económica, para el cual se requieren de indicadores. Existe una gran diversidad de indicadores económicos, particularmente aplicables a la macroeconomía, por lo que es relevante definir este concepto. Chávez Orozco (2019) toma la definición de la CEPAL que los trata como una función de una o más variables que de forma conjunta “miden” una característica puntual del objeto bajo estudio.

Una correcta evaluación de la coyuntura a partir de agregados e indicadores fiables resulta fundamental a la hora de caracterizar la fase del ciclo, indicar las variaciones en la evolución de una región o país y elaborar predicciones sobre el devenir económico de una comunidad (Masoller, 2001). En definitiva, poder realizar un seguimiento del ciclo económico, analizando tanto duración como intensidad, resulta clave para optimizar el diseño y la aplicación de las medidas de política macroeconómica, como las decisiones de inversión por parte del sector privado, con el fin de lograr una asignación eficiente de los recursos (Fernández et al., 1998; Jorrat, 2003).

El Producto Bruto es un agregado definido como el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía durante un período de un año. Este recibe la denominación de Producto Bruto Interno (PBI) si hace referencia a la actividad de un país pero, cuando se circunscribe a la actividad de una provincia, región o municipio, se lo denomina Producto Bruto Geográfico (PBG). Ambos agregados son elaborados, en Argentina, dentro del Sistema de Cuentas Nacionales que sigue una base metodológica de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Existe a su vez un indicador periódico desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC): el Estimador Mensual de Actividad Económica (EMAE). Este refleja la evolución del conjunto de los sectores productivos a nivel nacional y constituye una versión de mayor frecuencia al PBI, permitiendo anticipar las tasas de variación del mismo. Para construir estos indicadores y otros relevantes a nivel nacional se utilizan diversas fuentes. La más importante es el Censo Nacional Económico (CNE¹²), el cual constituye una fuente de datos imprescindible por el nivel de detalle y la amplitud de cobertura que posee (Atucha et al, 2012).

A nivel subnacional sin embargo, los entramados productivos generan ciclos económicos singulares que no necesariamente reproducen la dinámica económica nacional (Trujillo Aranda et al., 2000; Martínez et al., 2017); en gran medida debido a la diversidad de climas y de recursos naturales y humanos de las distintas regiones geográficas del país. Por ello resulta necesario generar indicadores a nivel regional para complementar la información disponible a nivel nacional. En relación con esta problemática, desde el año 1993 el INDEC ha descentralizado la estimación del PBG en las Direcciones Provinciales de

¹ Estos producen información precisa sobre empresas o locales individuales, tales como emplazamiento, nombre, dirección, tipos de actividad económica, condición jurídica y titularidad, producción, consumo intermedio, valor agregado, cantidad de asalariados y su remuneración, excedente bruto de explotación, formación de capital, etcétera (INDEC, 2020).

² El último Censo Económico con resultados definitivos completo es el de 2004, lo que marca un rango temporal de más de 15 años y constituye una limitante generalizada para las estimaciones en los ámbitos subnacionales. El operativo previsto para 2014 no fue llevado a cabo y entre fines de 2020 y mediados de 2021 se realizó la primera etapa de un nuevo relevamiento censal, sin que se encuentre confirmada, a la fecha, la ejecución de la segunda y última etapa.

Estadística (DPE). En la práctica, solo algunas provincias lo estiman y se carece de una frecuencia razonable de actualización y publicación, condicionando la disponibilidad de estos agregados (Malvicino, 2020; Muñoz y Trombetta, 2015).

En algunas jurisdicciones provinciales la labor estadística incluye la producción de desagregados a nivel municipal aplicando criterios de asignación sobre un conjunto de indicadores de residencia para determinar la participación de cada municipio en la cuenta de la producción provincial (Atucha et al., 2012). Asimismo, para algunas pocas jurisdicciones subprovinciales existen estimaciones del PBG con fuentes primarias locales como son los casos del Gran Rosario-Santa Fe (Castagna et al., 2001; Woelfin et al., 2012) y General Pueyrredon-Buenos Aires (Atucha et al., 1999, Wierny 2012, Lacaze et al., 2014). En nuestro municipio el PBG se encuentra disponible para las series 1993-1999 con año base 1993 y 2004-2012 con año base 2004.

Estas discontinuidades en la labor estadística, sumadas a la necesidad de contar con datos de mayor frecuencia a la que ofrece el PBG, ha justificado que en distintas provincias e incluso algunos municipios del país se hayan desarrollado proyectos destinados a estimar indicadores sintéticos de actividad económica, también denominados como indicadores compuestos³, los cuales buscan actuar como complementos de las macromagnitudes existentes.

Un indicador sintético aplicado a las ciencias económicas es una serie que engloba y agrega la información contenida en un conjunto de indicadores parciales representativos de la evolución de varios sectores de la economía analizada (Mondéjar y Vargas, 2008; Barriga y Mora, 2000). En otras palabras, este toma información de un reducido grupo de series individuales que miden conceptos específicos y dan señales parciales sobre el desempeño económico al analizarse por sí mismas; deficiencia que se supera cuando algunas series se mueven sincrónicamente entre sí y logran una cobertura representativa de la economía en su conjunto al ser incluidas en un indicador compuesto (Trujillo Aranda et al., 2000; Melo et al., 2001; Jorrat, 2003; Lamy Sabourin, 2005; Berardi et al., 2010).

³ En este trabajo se utiliza como sinónimos, las denominaciones “sintético” o “compuesto” para hacer referencia a estos indicadores.

Para el partido de General Pueyrredon existe una versión preliminar de un indicador sintético de actividad económica (Lacaze et al., 2021) la cual toma información local para representar la evolución del municipio. Esta investigación tiene como objetivo general elaborar una versión alternativa a dicho indicador, denominado Indicador Sintético de Actividad Económica de General Pueyrredon (ISAE-GP), mediante la aplicación de una variante metodológica de ponderación, para el período 2004-2018. Asimismo, los objetivos particulares son definir una estructura alternativa de ponderación de series componentes, comparar las estructuras de pesos relativos entre este ISAE-GP y la versión preliminar, contrastar la evolución de la versión alternativa contra las macromagnitudes de referencia, y comparar el nivel de correlación de estas últimas con ambas versiones del indicador.

Se parte entonces de esta versión preliminar del Indicador Sintético de Actividad Económica a la que se hace referencia como ISAE-GP (v1), en tanto que la versión resultante de este trabajo se denomina ISAE-GP (v2). La tesina se estructura de la siguiente forma: se presenta una revisión de la literatura internacional y nacional sobre antecedentes en la elaboración de indicadores sintéticos, su construcción y los métodos de ponderación aplicables. Seguidamente, se detalla la metodología aplicada en este estudio, a fin de obtener una versión del ISAE-GP derivada del nuevo conjunto de ponderadores. Finalmente, se exponen los principales resultados en forma analítica y gráfica, seguido de algunas conclusiones y propuestas a futuro.

2. Marco conceptual

2.1 Ciclos económicos e indicadores sintéticos

El estudio de la evolución de la actividad económica tiene sus inicios en 1920 en EE.UU. con la creación del *National Bureau of Economic Research* (NBER), una organización privada sin fines de lucro dedicada a realizar investigaciones económicas y difundir los resultados entre académicos, responsables de políticas públicas y profesionales de negocios.

Burns y Mitchell (1946), autores que lideraron el equipo de investigadores del NBER, fueron los pioneros en la construcción de indicadores compuestos, presentando inicialmente un conjunto de series clasificadas según su sincronía con el ciclo económico. Parte de la motivación de estos investigadores fue la necesidad realizar monitoreos de la actividad subnacional que ocurrían en el país norteamericano, sobre todo a partir de la Gran Depresión de los años 30' (Lapelle, 2015).

Estos primeros pasos en el análisis no estuvieron exentos de críticas, vinculadas a la carencia de una base teórica sólida. En este sentido, Koopmans (1947) confronta el trabajo realizado por Burns y Mitchell (1946), tildando a los mismos de empiristas debido a “la mínima asistencia de concepciones teóricas o hipótesis con respecto a la naturaleza de los procesos económicos por los cuales se generaban las variables estudiadas”, en propias palabras del autor.

Posteriormente, Moore y Shiskin (1967) efectúan los primeros desarrollos y aplicaciones formales considerando dos criterios para la selección de series componentes: la importancia económica y la adecuación estadística. Con el paso del tiempo se van mejorando las técnicas estadísticas y econométricas aplicadas a la vez que se van robusteciendo los argumentos teóricos empleados para justificar estas investigaciones.

Por otra parte, el interés en la cuantificación de los ciclos se propaga a otras regiones del mundo que, tomando como eje el trabajo de los autores estadounidenses, enriquecen el análisis de los indicadores sintéticos. De la misma manera surgen nuevas técnicas aplicables al estudio de la coyuntura

económica y metodologías para la construcción de indicadores de actividad económica. Entre las líneas más importantes que se observan en la bibliografía destacan dos: la aproximación del NBER, ya mencionada en los trabajos pioneros de Burns y Mitchell (1946) y habitualmente referida como metodología de las diferencias simétricas, y la aproximación que surge de la técnica conocida como factores dinámicos desarrollada en profundidad por Stock y Watson (1989).

Algunos ejemplos del uso de estas metodologías de construcción de indicadores se observan en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en naciones de la Unión Europea como España (Trujillo Aranda et al., 2000; Alférez García et al., 2001; Lopez García y Castro Nuñez, 2004), Grecia (Tsouma, 2009), Luxemburgo (Nguiffo-Boyom, 2008) e Italia, en países de Latinoamérica como Argentina, Brasil, Chile (Firinguetti y Rubio, 2003), Colombia (Durán Villa, 2014; Melo et al, 2001), Costa Rica, El Salvador (Amaya et al., 2018; Quintana Mazariego, 2010), México (Chavez Orozco, 2019), Perú (Ochoa y Lladó, 2003), Uruguay (Masoller, 2001) y Venezuela y en países africanos como Uganda (Anguyo, 2011) o Mozambique.

En la literatura argentina el estudio de los indicadores sintéticos tuvo a Juan Mario Jorrot (2003) como pionero. Este autor desarrolló un indicador sintético coincidente para la provincia de Tucumán utilizando una metodología análoga a la estipulada por el NBER. En continuidad con este estudio, los trabajos de D'Jorge et al. (2007) para la provincia de Santa Fe, Michel Rivero (2007) para la provincia de Córdoba, Muñoz et al., (2008) con su aporte a nivel país, Goñi et al. (2014) para la provincia de Santiago del Estero, Lapelle (2015) para la región Rosario, Muñoz y Trombetta (2015) con su aporte a nivel país, Martínez et al., (2017) para la provincia de Salta, Pizzi et al. (2019) para la Provincia de Mendoza y Lacaze et al. (2021) para el municipio de General Pueyrredon siguieron la metodología que establece el NBER, en algunos casos con modificaciones o adecuaciones que dan cuenta de singularidades de la estructura productiva de la jurisdicción analizada. Por su parte, las investigaciones de Berardi et al. (2010) para la provincia de Santa Fe, Martínez et al. (2013) para la provincia de La Pampa, IPEC- CEPAL (2014) para la provincia de Santa Fe, Técnicos de la Oficina de la Cepal en Buenos Aires (2014) y Malvicino et al. (2020) con su aporte

a nivel país continuaron los lineamientos metodológicos postulados por Stock y Watson (1989) que da a lugar al método de factores dinámicos. A diferencia de la metodología descrita por el NBER, este enfoque se fundamenta en que los comovimientos que se observan entre las series individuales son captados por el “estado de la economía”, una variable no observable que es común a las series particulares que componen el indicador.

2.2 Construcción de indicadores sintéticos: El método de TBC

Los indicadores sintéticos, cualquiera sea la metodología empleada en su construcción, pueden ser categorizados en coincidentes, líderes o rezagados. Son coincidentes si sus puntos de giro de fase expansiva a recesiva (y viceversa) concuerdan con los de la actividad económica, es decir que estiman la evolución contemporánea de la misma. Son líderes (o adelantados) cuando proporcionan información anticipada sobre la dinámica de la economía. Son rezagados cuando se generan para confirmar comportamientos ya observados con anterioridad en una economía (Jorrat, 2003; Lamy y Sabourin, 2005; Pizzi et al., 2019; *The Conference Board*, 2001). Asimismo, estos indicadores pueden tener distintas periodicidades, de acuerdo con las necesidades particulares de la economía en cuestión.

La construcción de indicadores compuestos bajo la metodología de *The Conference Board*, institución que en 1995 toma las riendas de las investigaciones económicas desarrolladas hasta entonces por el NBER, requiere la ejecución de las siguientes etapas:

1. Selección de series individuales y definición de una serie de referencia
2. Tratamiento de series nominales
3. Ajuste estadístico de las series
4. Definición de ponderadores
5. Agregación o construcción del indicador

Una dificultad para la construcción de un indicador sintético es la necesidad de disponer de una amplia base de datos, es decir, series individuales que

permitan captar las fluctuaciones periódicas de corto plazo de las variables objeto de análisis (Mondéjar y Vargas, 2008). Sin un orden específico y sin ser excluyentes a la hora de determinar las series que son finalmente incluidas, estos son los criterios abordados para la selección de las series componentes según los lineamientos de *The Conference Board* (2001):

a) Disponibilidad: Hace referencia a la existencia de datos de acceso público actuales y a la previsión de una disponibilidad futura de los mismos.

b) Periodicidad: Refiere a que los datos existentes sean de una frecuencia semanal, mensual o trimestral (mayor a la anual).

c) Representatividad: Significa que el conjunto de las series sea lo suficientemente diversa en el sentido de lograr una cobertura de los diferentes sectores económicos regionales.

d) Adecuación estadística (calidad): Se busca que los datos sean recolectados y procesados por fuentes confiables.

e) *Timing* consistente y significancia económica: Cada serie debe mostrar constancia en su relación con la macromagnitud de referencia, es decir, si la serie resulta líder, coincidente o rezagada para el período analizado debe mantenerse en ese patrón de sincronización durante todo el segmento temporal.

f) Estabilidad estadística (suavidad): Se desea que no existan movimientos en las series que sean considerados bruscos o erráticos en sus mediciones.

Todas las series nominales deben expresarse en términos reales (moneda constante) y por ello las variables que estén expresadas en pesos nominales deben ser inicialmente deflactadas. Luego, todas las variables deben ser desestacionalizadas.⁴

A continuación se llega a la etapa de definición de ponderadores, es decir, de los pesos relativos que cada serie componente tendrá dentro del indicador compuesto. Esta etapa resulta clave en la metodología empleada y está ligada a la posterior agregación de las series. Los manuales y guías metodológicas para

4 Para deflactar se utiliza una serie "larga" del IPC, resultado de empalmar distintas versiones del índice: IPC-GBA 1999= 100 (INDEC), IPC-San Luis 2003= 100, IPC-CABA jul-11= 100, IPC-GBA dic-15=100 (INDEC) e IPC Nacional dic-16= 100 (INDEC). Para la desestacionalización se aplicó el ajuste estacional X13-ARIMA desde el paquete E-Views 12.

la construcción de indicadores sintéticos sugieren diversas alternativas de obtención de ponderadores, ninguna de las cuales aparece como superior *ex ante*, coincidiendo en que el método de estructuración óptimo en cada contexto debe ser seleccionado en función de las particularidades del mismo (Muñoz y Trombetta, 2015; Nardo et al, 2005). Finalmente, para obtener la serie del indicador sintético de actividad económica se calculan las variaciones mensuales ponderadas de las series componentes, se adicionan las mismas para obtener las variaciones simétricas mensuales del indicador y se fija un valor inicial de 100 (cien) para el mismo.

Un criterio utilizado por algunos autores para medir la *performance* de un indicador sintético es el coeficiente de correlación entre la serie resultante y la de la macromagnitud a la cual se la empareja. Otros posibles criterios como el coeficiente de desigualdad *U-Theil*⁵ o el *confidence ratio* también sirven a este propósito de optimizar la calidad de estimación o predicción del indicador (Lamy y Sabourin, 2005).

El lineamiento metodológico mencionado es aplicado en Lacaze et al. (2021), en donde se trabaja en estimar una primera versión del Indicador Sintético de Actividad Económica del Partido de General Pueyrredon para el período 2004-2018, ISAE-GP (v1), continuando con el esquema metodológico propuesto por TCB. Este es un indicador coincidente con el ciclo y de frecuencia mensual, el cual se estima sobre la base de diez series económicas disponibles a nivel municipal: producción de agua, patentamientos y transferencias de vehículos, consumo energía eléctrica, consumo de gas, transporte público de pasajeros, arribos totales de turistas, combustible mayorista, recursos percibidos, tasa inspección seguridad e higiene, y distribución de gas a clientes industriales.

⁵ Denominado como U de Theil, este estadístico mide el grado en que una serie de tiempo ($\{X_i\}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$) difiere de otra ($\{Y_i\}$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$). Este estadístico suele utilizarse para evaluar la bondad de predicción de los índices compuestos líderes con respecto a la macromagnitud de referencia, y toma valores entre 0 y 1, donde 0 se corresponde con un ajuste perfecto de la serie (Ochoa y Lladó, 2003).

2.3 Estructuras de ponderación

Como ha sido mencionado, para construcción de un índice compuesto es fundamental combinar las series individuales, lo que va a implicar una decisión sobre el esquema de ponderación y el posterior procedimiento de agregación (Nardo et al, 2005). Existe para este propósito literatura que describe diferentes tipos de metodologías de ponderación de series económicas factibles de aplicar en función de las particularidades del contexto, las cuales implican diferentes supuestos (Nardo et al, 2005).

La primera metodología a mencionar aplicada para el ISAE-GP (v1), altamente utilizada por la literatura, es la propuesta por el manual de construcción de indicadores sintéticos de TCB. La misma consiste en otorgar mayor peso relativo a las series que presenten una volatilidad menor en sus mediciones; en otras palabras, la ponderación es inversa al desvío muestral que exhibe cada serie componente.

López García y Castro Nuñez (2004), por su parte, describen inicialmente como metodología alternativa a la que luego utilizan en su propio trabajo, otorgar pesos relativos basados en los coeficientes de correlación de cada indicador simple con respecto a la macromagnitud de referencia elegida, es decir, una serie con mayor correlación con el ciclo tendrá una mayor ponderación.

Asimismo, Lamy y Sabourin (2005) introducen en su trabajo una modificación a la metodología estipulada por TCB en el cálculo del ponderador asignado a cada variable. En lugar de utilizar la inversa del desvío muestral de la serie los autores calculan cada ponderador como la pendiente de una regresión univariada de la macromagnitud sobre su correspondiente serie individual. Una deficiencia de este método es que implica asumir que los indicadores componentes son independientes entre sí (Nardo et al., 2005) situación que no siempre es factible de que suceda.

Otros trabajos como Nardo et al. (2005), Mondéjar y Vargas (2008) y Freudenberg (2003) mencionan el análisis de componentes principales y el análisis factorial como vías alternativas para obtener ponderadores y agregar las series temporales con el requisito de que deben estar expresadas en la misma

unidad de medida. En estas metodologías la ponderación tiene lugar solamente para corregir una superposición de información entre dos o más indicadores, es decir, una correlación entre distintas series de datos.

Finalmente, López García y Castro Núñez (2004) plantean una metodología en donde los ponderadores surgen de un método de optimización no lineal que busca minimizar los errores cuadráticos que resultan de la diferencia entre el indicador sintético y la macromagnitud de referencia bajo ciertas condiciones límite impuestas a los pesos relativos. La diferencia crucial entre este método y el que utilizan Muñoz y Trombetta (2015) es que se minimiza la suma de las diferencias cuadráticas en niveles del indicador y la macromagnitud en lugar de hacerlo para las diferencias cuadráticas en variaciones. La justificación de los segundos autores de realizar el procedimiento en variaciones es que se trabaja en pos de lograr un indicador coincidente cuyo fin es aproximar los cambios en el nivel de actividad (variaciones del indicador compuesto) en vez de aproximar los valores específicos que la misma adopta período a período.

Esta última es la variante aplicada en esta tesina y de este marco teórico se desprende la hipótesis de trabajo: Las estructuras de ponderación construidas a partir de una optimización no lineal con restricciones de desigualdad que relaciona el indicador y la macromagnitud de referencia, proporcionan mejores resultados en términos de correlación con el ciclo que los arrojados por la estructura de ponderación basada en la volatilidad de las series componentes.

3. Metodología y datos

Siguiendo a Muñoz y Trombetta (2015) los pesos relativos de las series se obtienen a partir de maximizar la bondad del ajuste del ISAE-GP y la macromagnitud elegida como de referencia. En este caso, el indicador de actividad, de frecuencia mensual y disponible para todo el período de análisis, es el EMAE del INDEC. Por lo tanto, respecto del EMAE se realiza el procedimiento de optimización que permite obtener el conjunto de ponderadores. Con ello no es que se pretenda que el ISAE-GP resulte una versión local del EMAE, pero sí se aspira a que el indicador local refleje hechos estilizados de la economía nacional, además de los propios de la coyuntura de General Pueyrredon.

El método de ponderación mediante una optimización con restricciones consiste en un proceso de iteración en el cual los ponderadores w de las series componentes seleccionadas van variando hasta que se minimiza el error cuadrático, maximizando la bondad del ajuste entre el indicador y la macromagnitud de referencia.

Formalmente, el vector de ponderadores w satisface el siguiente problema de optimización:

$$\min_{w_i} \sum_{t=1}^T (\Delta ISAE_{0t} - \Delta MAC_t)^2$$

donde

$$\Delta ISAE_{0t} = \sum_{i=1}^k w_i \Delta x_{i0t}$$

representa la tasa de variación del ISAE en el período t , Δx_{i0t} es la tasa de variación de i -ésimo componente del ISAE en el período t y ΔMAC_t es la tasa de variación de la macromagnitud de referencia (en este trabajo el EMAE) en el período t . Finalmente, T es la cantidad total de observaciones (períodos) y k es la cantidad de series componentes incluidas en el ISAE-GP. La resolución de esta optimización se lleva a cabo mediante la herramienta *Solver* del software *Microsoft Excel*, que reproduce un algoritmo denominado Gradiente Reducido Generalizado (Ver Anexo 1).

Debido a la existencia de series no disponibles para la totalidad del período 2004-2018 en el indicador, el proceso de obtención de ponderadores mediante la programación matemática se repite cada vez que se produce el ingreso de una o más series al indicador. De esta manera se obtienen diferentes estructuras de ponderación para cada uno de los subperíodos.

Desde un punto de vista econométrico el procedimiento puede ser interpretado como una variante del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para la estimación de los coeficientes de un modelo de regresión lineal en el que se aplican restricciones de desigualdad. La primera restricción es la que establece que la suma de los coeficientes w debe ser igual a uno para que puedan ser interpretados como proporciones. La segunda restricción define cotas – superior e inferior– que limitan los valores que puede adoptar cada coeficiente w . Las cotas son impuestas con la finalidad de que el indicador no acabe dominado por una sola variable o subconjunto reducido de las mismas, lo que constituye una crítica respecto a lo que ocurre cuando se aplica la metodología de ponderación clásica de TCB (2001). Los autores citados sugieren que la cota inferior y la superior sean fijadas en 0.05 y 0.25 respectivamente, justificando haber ensayado diversas pruebas de robustez con alteraciones menores en los resultados finales. Muñoz y Trombetta (2015) justifican este rango como condición a partir de explicar que el intervalo utilizado resulta mayor al que surge de sumar y restar a la media dos desvíos estándar, entendiendo que la regla aplicada es conservadora. Estos son los valores elegidos para las cotas de este trabajo.

Para el ejercicio de comparación de ambas versiones con respecto al IPBG, los ISAE debieron ser anualizados. Este procedimiento consistió en calcular un promedio simple de los períodos mensuales correspondientes a cada año, para luego indexar con base 100 el año 2004. Debido a la restricción de disponibilidad del PBG anual, este ejercicio comparativo se aplicó entre los años 2004 y 2012 inclusive.

En pos de darle mayor profundidad al análisis del método elegido, se repite el proceso modificando las cotas impuestas inicialmente por las derivadas del criterio de López y Castro (2004). Estas autores fijan los pesos máximos y mínimos bajo el siguiente criterio: Máximo= $1.75/n$ y Mínimo= $0.25/n$, siendo “ n ” el

número de indicadores individuales que componen el indicador sintético, dejando a su vez abierta la posibilidad de decisiones arbitrarias sobre estos pesos.

Luego de obtenidas las variaciones del ISAE-GP (v2) se lleva a cabo un proceso de detección de *outliers* u observaciones atípicas para las series componentes. Para identificar estos *outliers* se deben cumplir dos condiciones de manera simultánea:

a) Que su valor se ubique fuera del intervalo que tiene centro la mediana y longitud igual a tres veces el rango intercuartílico⁵.

b) Que la variación ponderada en una sola de sus series componentes sea mayor al 50% de la variación total del indicador.

Asimismo, se definen los puntos de giro de los ciclos que identifican las fases de expansión y recesión de la actividad económica local. Finalmente, se calculan las correlaciones entre ambas versiones del indicador y las macromagnitudes de referencia y se calcula el confidence ratio, que usualmente se emplea para indicar el poder predictivo del indicador con respecto a una referencia, pero, también sirve para determinar la calidad del ajuste del mismo a esa referencia. El confidence ratio calcula en el número de veces que cada indicador otorga la dirección correcta de variación en la evolución del indicador de referencia, en este caso el EMAE, como porcentaje del número total de variaciones (Lamy y Sabourin, 2005).

Las series utilizadas para esta tesina se detallan en la Tabla 1, las estructuran la versión preliminar del indicador.

TABLA 1. SERIES ECONÓMICAS SELECCIONADAS PARA EL ISAE-GP

Nombre	Variable	Fuente	Unidades	Período
Agua	Producción de agua	OSSE	m3	2004-2018
Vehículos	Patentamientos y transferencias de vehículos	MGP	Autos	2004-2018
Electricidad	Consumo energía eléctrica	CAMMESA	GWh	2004-2018
Gas	Consumo de gas	Camuzzi	m3	2004-2018
Transporte	Transporte público de pasajeros	MGP	Pasajeros	2004-2018
Arribos	Arribos totales de turistas	EMTUR	Personas	2004-2018
Combustible	Combustible mayorista	Secretaría de Energía de la Nación	m3	2005-2018
Recursos	Recursos percibidos	MGP	Pesos	2006-2018
Tasa ISH	Tasa de inspección seguridad e higiene	MGP	Pesos	2006-2018
Gas industrial	Distribución de gas clientes industriales	Camuzzi	m3	2013-2018

Fuente: Lacaze et al. (2021)

4. Resultados

Luego de llevar a cabo los procesos de optimización no lineal con restricciones de desigualdad para cada subperíodo temporal del período enero 2004 - diciembre 2018 mediante la herramienta *Solver*, se obtuvieron los siguientes ponderadores detallados en la Tabla 2.

TABLA 2. PONDERADORES DE SERIES COMPONENTES ISAE-GP (v2)

Variable	Subperíodo			
	2004-2005	2005-2006	2006-2013	2013-2018
Agua	0.24	0.25	0.25	0.25
Electricidad	0.25	0.05	0.25	0.25
Transporte	0.25	0.24	0.14	0.06
Gas residencial	0.16	0.09	0.07	0.08
Arribos	0.05	0.07	0.09	0.11
Vehículos	0.05	0.25	0.05	0.05
Combustible		0.05	0.05	0.05
Tasa ISH			0.05	0.06
Recursos			0.05	0.05
Gas industrial				0.05

Fuente: Elaboración propia.

Los diversos subperíodos responden al ingreso de una o más series componentes al indicador. Para el período analizado, estas incorporaciones ocurren en los meses de enero de los años: 2005, 2006 y 2013, pero como se trabaja con las mismas expresadas en variaciones, en lugar de en niveles, cada nuevo subperíodo comienza en febrero de los años enunciados.

Los resultados más destacados son que la serie “Agua” representa alrededor del 0.25 de la variación del ISAE-GP (v2) para todo el período 2004-2018, es decir, cercana a la cota superior impuesta. La serie “Electricidad”, por su lado, tiene un peso relativo del 0.25 exceptuando el segundo subperíodo (2005-2006) en el cual cae al mínimo del 0.05. Los pesos relativos de la serie “Vehículos” muestran un comportamiento inverso a la serie “Electricidad” explicando el 0.05 de la variación del ISAE-GP (v2) excepto para el subperíodo (2005-2006) donde se dispara hacia la cota superior del 0.25.

A los fines de indagar este comportamiento, se grafican ambas series en niveles y en variaciones para observar la evolución de las mismas (ver Anexo 2). La inspección gráfica no evidencia anomalías con respecto a la evolución de las mismas, por ello se calculan las varianzas (Tabla 3). Se observa a partir de las mismas, una posible relación inversa entre la varianza y los ponderadores de las series.

TABLA 3. VARIANZAS DE SERIES INDIVIDUALES: ELECTRICIDAD Y VEHÍCULOS

Período	Electricidad	Vehículos
2004-2005	13.94	94.36
2005-2006	19.42	25.20
2006-2013	11.02	75.25
2013-2018	9.36	69.26

Fuente: Elaboración propia.

Volviendo sobre la Tabla 2, otro dato relevante es que a medida que ingresan nuevas series al ISAE-GP (v2) lo hacen con una ponderación mínima del 0.05. En función de las variaciones que experimenten dichas series, el hecho de contar con ponderadores pequeños incidirá en menor medida sobre la variación total del indicador. La serie “Arribos” por su parte, gana peso relativo a medida que se integran nuevas variables a la estructura de ponderación subiendo desde 0.05 a 0.11 entre los subperíodos definidos. Por el contrario, las series “Gas residencial” y “Transporte” van perdiendo peso a medida que se integran nuevas series componentes, de 0.16 a 0.08 y del 0.25 a 0.06 respectivamente.

La Tabla 4 presenta los pesos relativos obtenidos en Lacaze et al. (2021) para el ISAE-GP (v1), mostrando a las series “Agua” y “Electricidad” como las menos volátiles del grupo. En este caso, el comportamiento de las series “Electricidad” y “Vehículos” no muestra la disonancia observada entre el primer y segundo subperíodo. Asimismo, el comportamiento de las series “Gas residencial” y “Transporte” es similar al observado en el ISAE-GP (v2), mientras que el de “Arribos” lo hace de forma inversa.

TABLA 4. PONDERADORES DE SERIES COMPONENTES ISAE-GP (v1)

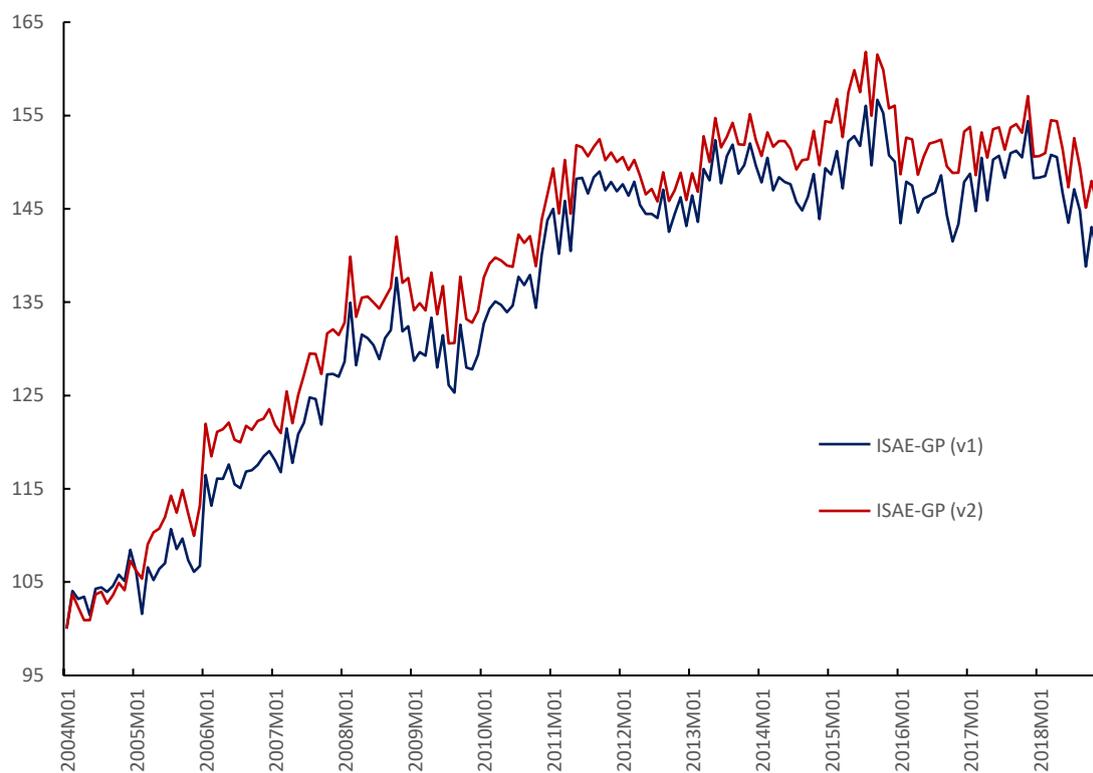
Variable	Subperíodo			
	2004-2005	2005-2006	2006-2013	2013-2018
Agua	0.30	0.28	0.24	0.22
Electricidad	0.24	0.23	0.20	0.18
Transporte	0.15	0.15	0.13	0.12
Gas residencial	0.12	0.11	0.10	0.09
Arribos	0.10	0.09	0.08	0.07
Vehículos	0.09	0.09	0.08	0.07
Combustible		0.05	0.05	0.04
Tasa ish			0.08	0.08
Recursos			0.04	0.04
Gas industrial				0.10

Fuente: Elaboración propia en base a Lacaze et al. (2021)

El mayor contraste entre ambas estructuras de ponderación es que en el ISAE-GP (v1) todas las series que se incluyen desde el primer subperíodo muestran el mismo comportamiento de ir perdiendo peso relativo a medida que ingresan nuevas series componentes. Además de ello, al no trabajar con cotas que limiten los pesos relativos, en algunos subperíodos determinadas series logran una ponderación mayor al 0.25 o menor al 0.05. Este es el caso de la serie “Agua” cuyo peso relativo en el primer subperíodo alcanza el 0.30 de la variación del indicador, la serie “Combustible” que baja a 0.04 en el último subperíodo y la serie Recursos que ingresa con 0.04 y se mantiene de esa forma.

Para obtener el ISAE-GP (v2) se lleva a cabo la agregación de las series para y se compara gráficamente con el ISAE-GP (v1) (Gráfico 3) en el que se observa una similitud en el comportamiento de ambas series. Mediante una inspección gráfica, se ve una volatilidad muy similar e idénticas tendencias y puntos de giro. Por otro lado, se destaca que el ISAE-GP (v2) tiende a sobreestimar el valor índice de la actividad económica, en casi todo el período temporal, con respecto al ISAE-GP (v1). Sin embargo, la correlación de estas series tanto en niveles como en variaciones resulta muy elevada (0.995 y 0.954 respectivamente).

GRÁFICO 3. COMPARACIÓN DE LAS VERSIONES DEL ISAE-GP, ENERO 2004 = 100



Fuente: Elaboración propia y Lacaze et al. (2021)

En la Tabla 5 se observan las contribuciones a la variación del indicador sintético por parte de cada serie componente en los cuatro subperíodos determinados. En la misma se puede destacar que la contribución promedio de las series se encuentra entre el 6% “Gas industrial” y 15% “Vehículos”. A su vez, tanto la serie de “Gas residencial” como “Vehículos” muestran una contribución muy elevada para distintos subperíodos, 34.3% en 2004-2005 y 37.1% en 2005-2006, respectivamente, pudiendo asociarse estas disrupciones a que los dos subperíodos temporales en cuestión son de tan solo un año (12 observaciones).

TABLA 5. CONTRIBUCIONES A LA VARIACIÓN DEL ISAE-GP (V2)

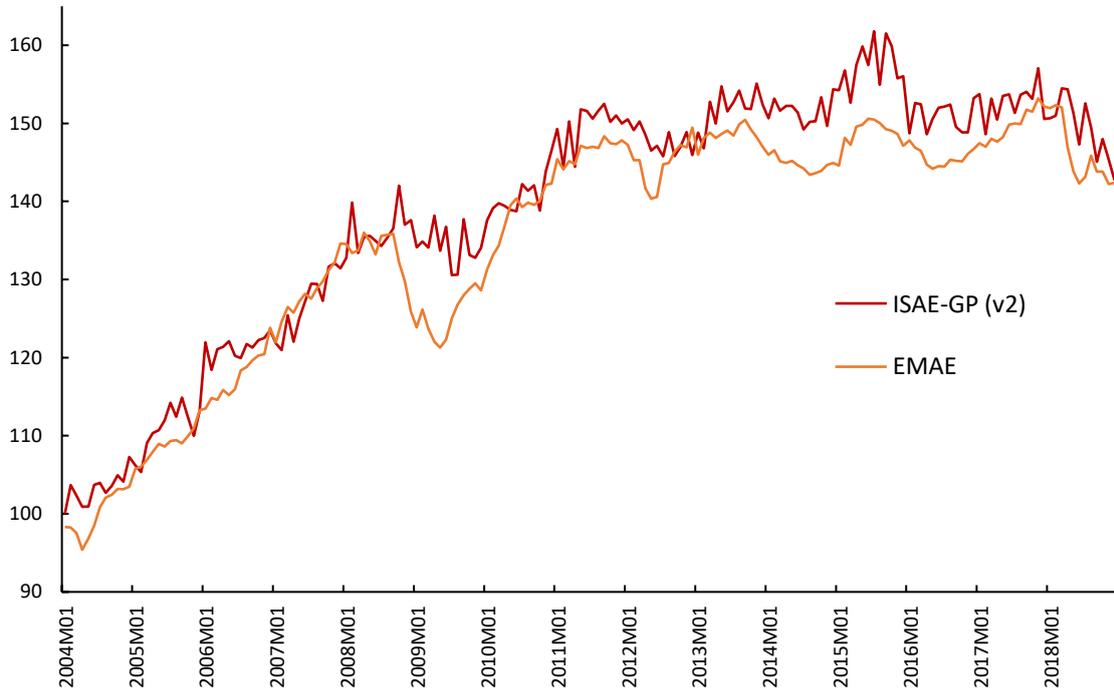
Variable	Subperíodo				Promedio
	2004-2005	2005-2006	2006-2013	2013-2018	
Agua	17.3%	9.2%	12.7%	8.0%	11.8%
Electricidad	11.5%	10.5%	14.2%	12.2%	12.1%
Transporte	15.9%	14.2%	11.1%	6.6%	12.0%
Gas residencial	34.3%	6.0%	7.7%	11.2%	14.8%
Arribos	13.7%	9.4%	12.9%	13.5%	12.4%
Vehículos	7.3%	37.1%	8.0%	8.0%	15.1%
Combustible		13.5%	13.1%	10.9%	12.5%
Tasa ish			7.9%	7.2%	7.5%
Recursos			12.4%	16.2%	14.3%
Gas industrial				6.3%	6.3%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al estudio realizado sobre los valores extremos de los ponderadores de las series “Vehículos” y “Electricidad”, se observa que solamente la serie “Vehículos” mantiene este comportamiento al pasar del primer al segundo subperíodo.

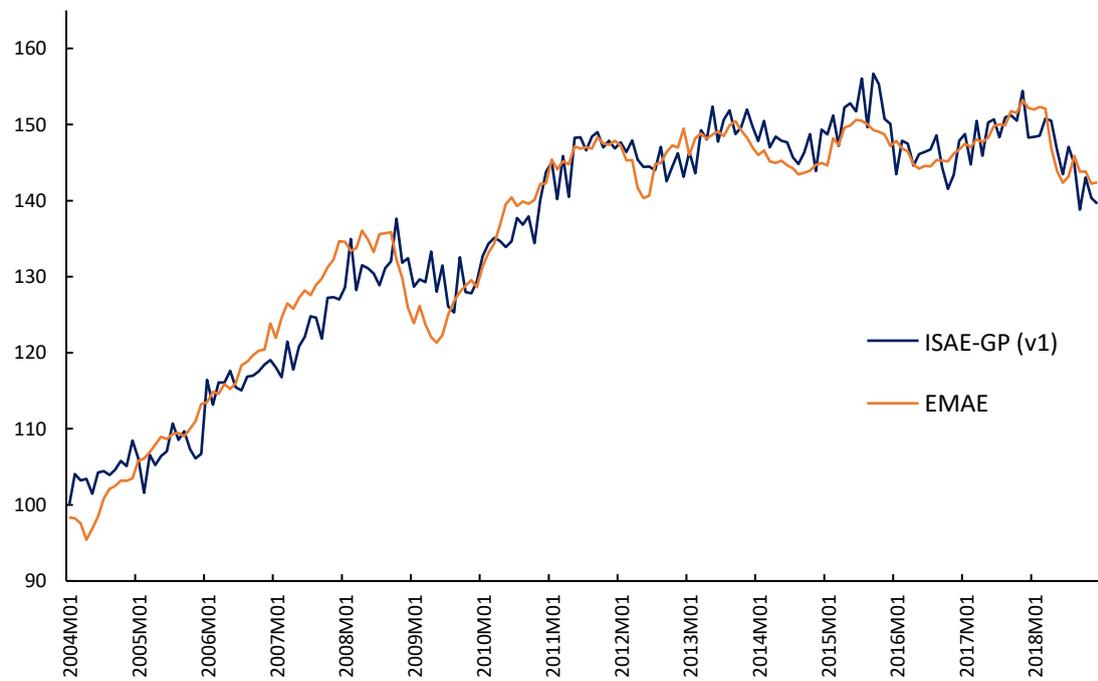
A continuación, en los Gráficos 4 y 5, se comparan las dos versiones del indicador contra el EMAE para el período 2004-2018. Ambos indicadores locales comparten la tendencia del indicador nacional, aunque sus tasas de variación resultan distintas a las de la actividad nacional. Estos resultados evidencian diferencias entre la dinámica económica del distrito y la del país en su totalidad. respecto a esta.

GRÁFICO 4. COMPARACIÓN ISAE-GP (v2), ENERO 2004=100 Y EMAE, 2004=100



Fuente: Elaboración propia e INDEC

GRÁFICO 5. COMPARACIÓN ISAE-GP (v1), ENERO 2004=100 Y EMAE, 2004=100



Fuente: Elaboración propia en base a Lacaze et al. (2021)

A continuación se realiza un análisis comparativo de los puntos de giro del ISAE-GP (v2) y el EMAE a partir de la metodología de Jorrat (2003). Se identifican para el período analizado nueve puntos de giro que resultaron para la economía del Partido de General Pueyrredon, cuyas fechas correspondientes a los picos y valles se detallan en la Tabla 6. Se observa que la actividad económica de nuestra jurisdicción se rezaga, en promedio, casi 2 meses en los picos nacionales (EMAE) y solo medio mes en los valles nacionales. Por esta razón, las recesiones en este período tienen una duración promedio de 2 meses menor (Partido de General Pueyrredon: 9 meses, Nación: 11 meses) mientras que las expansiones locales presentan una duración promedio de 1 mes mayor (Partido de General Pueyrredon: 28 meses, Nación: 27 meses). Con respecto a los valles nacionales podemos observar que la tendencia cambia entre los subperíodos 2008-2013 y 2014-2018 donde inicialmente se rezaga, en promedio, 2 meses respecto al país para luego pasar a liderar por 1 mes respecto a la actividad nacional.

TABLA 6. PUNTOS DE GIRO Y DURACIÓN DE FASES EN ARGENTINA Y EN EL PDO. DE GENERAL PUEYRRREDON

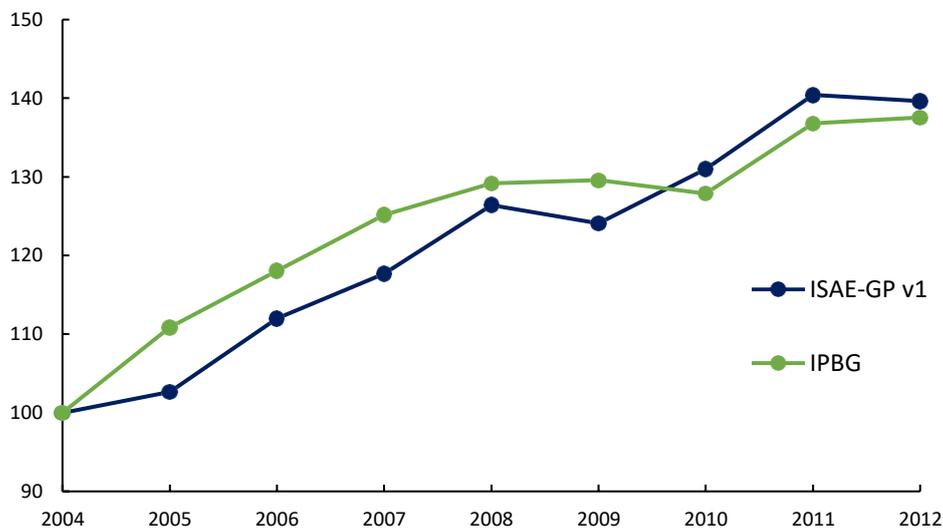
EMAE				ISAE-GP v2				Rezagos (+) de puntos de giro ISAE-GP	
Puntos de giro		Duración de las fases		Puntos de giro		Duración de las fases			
Período	Tipo	Recesión	Expansión	Período	Tipo	Recesión	Expansión	Picos	Valles
2002M01	Valle			2002M01	Valle				
2008M04	Pico		63	2008M10	Pico		69	6	
2009M05	Valle	13		2009M07	Valle	9			2
2011M09	Pico		28	2011M09	Pico		26	0	
2012M05	Valle	8		2012M07	Valle	10			2
2013M09	Pico		16	2013M11	Pico		14	2	
2014M08	Valle	11		2014M07	Valle	8			-1
2015M06	Pico		10	2015M07	Pico		12	1	
2016M05	Valle	11		2016M04	Valle	9			-1
2017M11	Pico		18	2017M11	Pico		19	0	
Promedio		11	27	Promedio		9	28	1.80	0.5

Nota: Se define como inicio del período de expansión enero de 2002, debido al consenso respecto a esta fecha como valle posterior a la crisis de 2001. Fuente: Elaboración Propia

Para realizar el análisis comparativo entre cada versión del indicador y el IPBG, como se explicó anteriormente, se anualizan los indicadores sintéticos y se calculan las variaciones anuales tanto de estos como del IPBG. En los

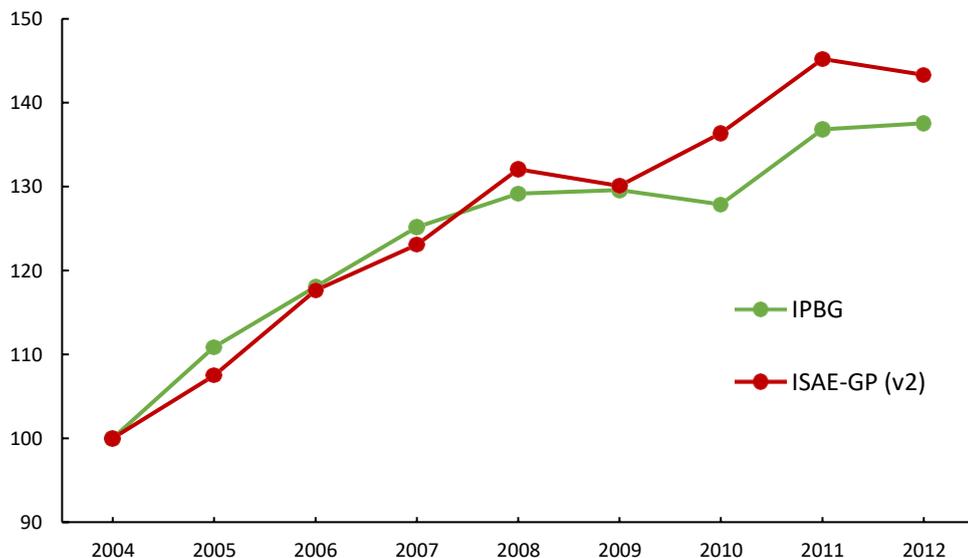
Gráficos 6 y 7 se observa, entre otras cuestiones, que la caída del nivel de actividad económica debido a la crisis de 2008 se refleja con anterioridad en los indicadores sintéticos mientras que en el IPBG se retrasa un período esta recesión. Asimismo, la recuperación posterior a esta crisis refleja esta misma relación entre los indicadores sintéticos y la macromagnitud, ya que los primeros comienzan la recuperación luego de 2009 mientras que el segundo lo hace a partir de 2010. Por otra parte, tanto el ISAE-GP (v2) como el ISAE-GP (v1) muestran una caída en la actividad económica entre 2011 y 2012, situación que en el IPBG no se ve reflejada.

GRÁFICO 6. COMPARACIÓN ENTRE ISAE-GP (v1) E IPBGP, ENERO 2004=100



Fuente: Lacaze et al. (2021)

GRÁFICO 7. COMPARACIÓN ENTRE ISAE-GP (v2) E IPBGP, ENERO 2004=100



Fuente: Elaboración propia y Lacaze et al. (2021)

Se puede observar gráficamente que la trayectoria del ISAE-GP (v2) ajusta mejor al IPBG que la del ISAE-GP (v1), lo que a su vez se refleja en los coeficientes de correlación en niveles calculados; el indicador construido resulta sutilmente mejor correlacionado con el IPBG (0.976) que la versión preliminar (0.956).

En la Tabla 7 se observan los coeficientes de correlación lineal entre cada versión del indicador y cada macromagnitud de referencia. Los resultados indican una sutil mejora en términos de correlación a las series de referencia del ISAE-GP (v2) con respecto al ISAE-GP (v1), tanto en niveles como en variaciones. Cabe señalar con respecto al EMAE que las correlaciones en variaciones resultan bajas debido a la volatilidad de las observaciones de frecuencia mensual.

TABLA 7. CORRELACIONES DE LAS VERSIONES DEL ISAE-GP Y LAS MACROMAGNITUDES DE REFERENCIA (PBG, EMAE) EN NIVELES Y EN VARIACIONES

	Niveles	Variaciones
ISAE-GP v1 vs EMAE	0.973	0.120
ISAE-GP v2 vs EMAE	0.975	0.149
ISAE-GP v1 vs IPBG	0.956	0.362
ISAE-GP v2 vs IPBG	0.977	0.655

Fuente: Elaboración propia

Otra medida que se utiliza para determinar el grado de ajuste de una serie a una de referencia es el *confidence ratio* cuyos valores entre las distintas versiones del ISAE-GP contra el EMAE se exponen en la Tabla 8. Allí se vuelve a observar una relativa superioridad del ajuste del ISAE-GP (v2), donde el 60% de sus variaciones coincidieron en dirección con las variaciones correspondientes al estimador mensual.

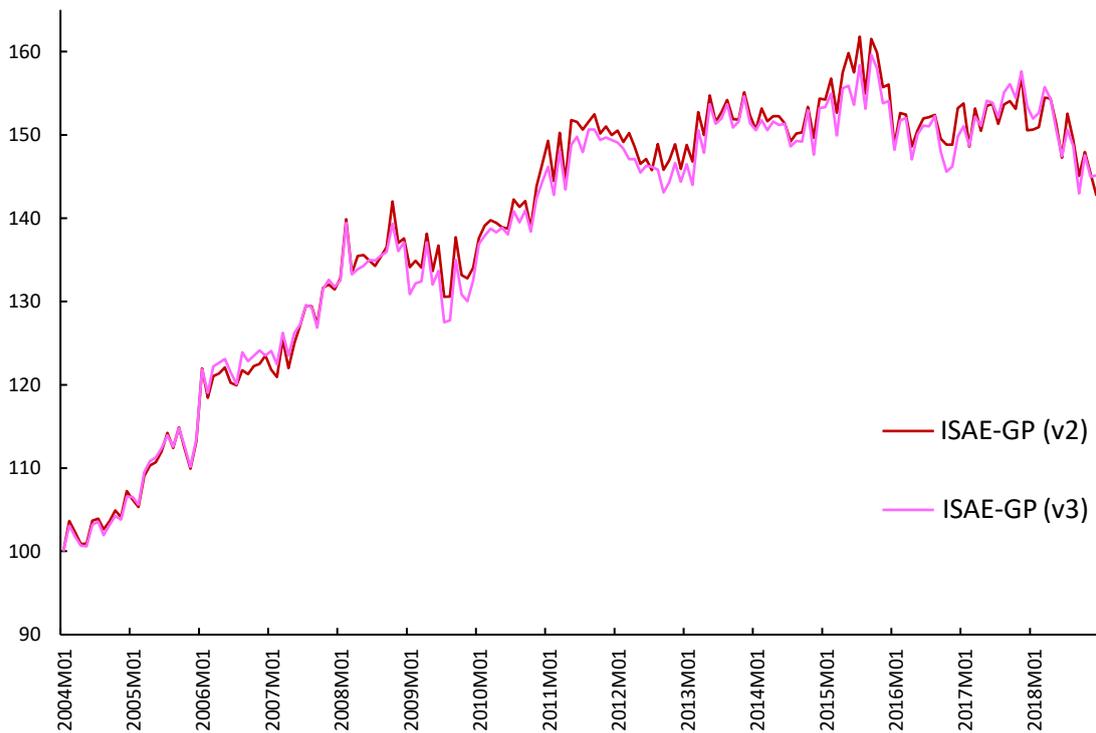
TABLA 8. CONFIDENCE RATIO DEL ISAE-GP CONTRA EL EMAE, EN SUS DOS VERSIONES

ISAE-GP v1	ISAE-GP v2
0.57	0.60

Fuente: Elaboración propia

A fines de evaluar las cotas utilizadas por Muñoz y Trombetta (2015), se realiza un ejercicio modificando dichos valores. A tal fin se calculan los ponderadores imponiendo las cotas de López García y Castro Núñez (2004) y como resultado se obtiene el ISAE-GP (v3). En el Gráfico 8 se comparan ambas versiones y no se observan diferencias respecto de puntos de giro y volatilidad.

GRÁFICO 8. COMPARACIÓN ENTRE ISAE-GP (v2) E ISAE-GP (v3), ENERO 2004=100



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se lleva a cabo el proceso de optimización con restricciones quitando ambas cotas impuestas para este análisis, obteniendo como resultado que 6 de las 10 series componentes obtienen ponderador de 0 en al menos un subperíodo. Entre las series que se mantienen con un ponderador no nulo varias de ellas adoptan a su vez valores inferiores a la cota de 0.05. Esto demuestra que bajo esta metodología, quitar las cotas en su totalidad limita la obtención de un indicador suficientemente representativo.

Finalmente, en lo que respecta a la detección y corrección de *outliers*, de las 179 observaciones mensuales solamente 8 han cumplido con la primera condición, es decir, que su valor se ubique fuera del intervalo que tiene centro en la mediana y longitud igual a tres veces el rango intercuartílico, mientras que 106 observaciones lo han hecho para la segunda condición en donde se evalúa que la variación ponderada de una sola de sus series componentes es mayor al 50% de la variación total del indicador en cuestión. Sin embargo, no se han dado casos en donde ambas condiciones se cumplan en simultáneo, concluyendo que no existen observaciones atípicas en las series que componen el ISAE-GP (v2) para el período analizado.

5. Conclusiones

Esta investigación elabora una versión alternativa del Indicador Sintético de Actividad Económica a nivel local mediante la aplicación de una metodología que modifica la estructura de ponderación original. A tal fin se aplica un procedimiento de programación matemática no lineal mediante el cual se minimizan las diferencias cuadráticas entre el indicador de interés y una macromagnitud de referencia (EMAE). Seguidamente, se comparan las estructuras de pesos relativos entre las dos versiones del ISAE-GP y se contrasta la evolución de la versión alternativa contra las macromagnitudes de referencia (EMAE, IPBG). Asimismo, se analizan las correlaciones de estas últimas con ambas versiones del indicador. Por otra parte, se exponen las contribuciones a la variación del indicador y se realiza un análisis comparativo de los puntos de giro del ISAE-GP (v2) y el EMAE, un proceso de detección de *outliers* y dos ejercicios de sensibilidad respecto a las cotas impuestas.

Respecto a la hipótesis planteada, el ISAE-GP (v2) resulta sutilmente superior en términos de ajuste a las macromagnitudes de referencia; sin embargo, esta variante metodológica resulta sensible a la definición de cotas.

Este trabajo, en el cual se plasma una modificación de una arista transversal a la construcción de indicadores compuestos, resulta un aporte inédito respecto a la búsqueda de optimizar este tipo de indicadores. De gran importancia es poder disponer de un indicador de alta frecuencia confiable; el ISAE-GP intenta ser una pieza relevante para solventar las mencionadas carencias en materia de datos y resulta entonces un instrumento indispensable para analizar sucesos económicos, así como para estudiar el diseño e impacto de políticas públicas a nivel local. Pero también sienta precedente para futuros trabajos que puedan ser desarrollados en otras jurisdicciones.

6. Bibliografía

- Alfárez García, A.; López García, A.M.; Martín Leralta, E.M. (2001). Diseño de un indicador sintético de la actividad económica madrileña. XXVII Reunión de Estudios Regionales. Universidad Autónoma de Madrid.
- Álvarez, N.; Heredia, J.L.; León, M.N. (2019). Sensor económico de la provincia de Misiones, período 2005-2018. *Visión de Futuro*, Año 16, Volumen 23, No. 2
- Amaya, P; Pacheco, L.; Rivas, M. (2018). Apuntes para la construcción de un indicador sintético para la economía de El Salvador. *Boletín Económico* noviembre – diciembre 2018. Banco Central de Reserva de El Salvador
- Anguyo, F.L. (2011). A model to estimate a composite indicator of economic activity for Uganda. Research Department, Bank of Uganda.
- Atucha, A.; López, M.; Volpato, G. (1999). Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon, 1993-1998. Mar del Plata: UNMDP, FCEyS.
- Auerbach, A.J. (1982) The index of leading indicators: “Measurement without theory”, twenty-five years later. NBER Working Paper Series, No. 761
- Barriga Rincón, L.; Mora, A. (2000). Indicadores sintéticos de actividad. Instituto L.R. Klein. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Berardi, M.V., Navarro, A.I., y Uría, M.C. (2010). An Application of the Stock/Watson Index Methodology to the Santa Fe Economy. *Anales de AAEP*. Recuperado de <https://aaep.org.ar/anales/works/works2010/berardi.pdf>
- Burns, A.F. y Mitchell, W.C. (1946). *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research. New York: Columbia University Press
- Casparri, M., Bernardello, A., García Fronti, J., Vilker, A. (2012). Duodécimas Jornadas de Tecnología Aplicada a la Educación Matemática Universitaria. Buenos Aires. UBA. (p135-144)
- Castagna, Alicia Inés; Romero, Lidia Adelina; Scagliotti, Eleonora; Ghilardi, María Fernanda; Yoya, María Alejandra; Leone, Gustavo; Woelflin, María Lidia (2001). Producto bruto geográfico de rosario y su región. Evolución 1993-1998. *Actas Jornada Anuales FCEyE 2001*.
URI: <http://hdl.handle.net/2133/8301>

- Chaverri Morales, C. (2012). Métodos de desagregación temporal con indicadores. Una aplicación para las actividades de la industria del transporte, almacenamiento y comunicaciones. Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica. Documento de Trabajo No. 01
- Chávez Orozco, M. (2019). Cálculo de un Indicador Compuesto Coincidente de la Actividad Económica Mexicana, 1987-2016. Tesis de graduación. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Economía.
- Chiang, A. (1987). Métodos Fundamentales de Economía Matemática. México: Mc Graw Hill. Capítulos 19, 20 y 21
- Chindamo, P. (2012). Developing a composite index of economic activity for Australia. Munich Personal RePEc Archive. Recuperado de <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/36045/>
- D´Jorge, M. L., Cohan, P. P., Henderson, S. J., Sagua, C. E. (2007). Proceso de construcción del Índice Compuesto Coincidente Mensual de Actividad Económica de la Provincia de Santa Fe (ICASFe). Anales de AAEP. Recuperado de https://aaep.org.ar/anales/works/works2007/d_jorge%20.pdf
- Durán Villa, G (2014). Un índice coincidente para Medellín. Ensayos sobre Economía Regional N°58. Disponible en <http://www.banrep.gov.co/eser>
- Fernández, J.; Virto, J.; Ibarra, L.; Montoya, I.; Rosende, Z. (1998). Indicadores sintéticos de la Actividad Económica en Euskadi. *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, vol. 42, No. 3
- Firinguetti, L.; Rubio, H. (2003). Indicadores líderes del IMACEC, Banco Central de Chile, No 208
- Freudenberg, M. (2003): Composite Indicators of Country Performance: A critical assessment, Technology and Industry Working Papers
- Goñi, J., Duarte H.; Sereno, G.; Nassif O. (2014). Proyecto Indicador Compuesto de Actividad Económica de Santiago del Estero. Consejo Federal de Inversiones
- INDEC (2020). Preguntas frecuentes sobre el Sistema de Cuentas Nacionales: notas al pie, No. 5. Primera edición. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

- IPEC - CEPAL (2014). Metodología de estimación del Indicador Sintético de la Actividad Económica de la provincia de Santa Fe. Instituto Provincial de Estadísticas y Censos
- Jorrat, J. (2003). Indicador económico regional: El Índice mensual de actividad económica de Tucumán (IMAT). Recuperado de <https://aaep.org.ar/anales/works/works2003/Jorrat.pdf>
- Jorrat J.; Sal Paz, L.; Catalán, M. (2002). Ajuste estacional de las series económicas de la Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. Recuperado de https://aaep.org.ar/anales/works/works2002/jorrat_salpaz_catalan.pdf
- Koopmans, T. C. (1947). Measurement Without Theory. *The Review of Economics and Statistics*, 29 (3), (pp. 161–172). Recuperado de <https://fairmodel.econ.yale.edu/ec439/koop1.pdf>
- Kumar, G. (2013). High-Frequency Real Economic Activity Indicator for Canada. Bank of Canada Working Paper, No. 42, Bank of Canada, Ottawa
- Lacaze, M. V.; Atucha, A.; Bertolotti, M.; Gualdoni, P.; Labrunée, M.; López, M.; Pagani, A.; Volpato, G. (2014). Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon, 2004-2012. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata
- Lacaze, M.V.; Alegre, P.; Errea, D.; Atucha, A.J.; Volpato, G.; Blanco, G.; Fernandez, M. y Bianchetti, L. (2021). Indicador sintético de actividad económica de General Pueyrredon: avances en su construcción. In Menardi, Eva, (Comp.), *II Congreso Internacional de Desarrollo Territorial: Nuevos desafíos en la construcción de los territorios. Los desarrollos en América Latina* (pp. 844-852). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe. ISBN 978-987-4998-60-6
- Lamy, R.; Sabourin, P. (2005). Monitoring Regional Economies in Canada with new high-frequency coincident indexes. Department of Finance Working Paper
- Lapelle H. (2015). Indicador sintético de actividad para la región Rosario: Metodología para su estimación. Instituto de Investigaciones económicas, FCEyE, Universidad Nacional de Rosario, CONICET

- López García, A. M.; Castro Núñez, R. B. (2004). Valoración de la actividad económica de España a través de indicadores sintéticos. Cuadernos del Fondo de Investigación Richard Stone
- Malvicino, F.; Pereira, M; Trajtenberg, L. (2020). Índices de actividad económica provincial en base a un modelo factorial dinámico. Argentina 1997 -2019. Cuadernos del CIMBAGE (FCE-UBA)
- Martínez, H.; Mauri, L.; Roy, A.; Farfán, A. (2017). Índice Compuesto de Actividad Económica para la Provincia de Salta (ICCASal). Anales AAEP. Recuperado de https://aaep.org.ar/anales/36orks/works2017/martinez_mauri.pdf
- Martínez, R.; Méndez F.; Vega, D.; Balbi, M. (2013). "Presentación del ISAE Santa Fe: Indicador Sintético de la Actividad Económica para la provincia de Santa Fe". Ministerio de Economía. Secretaria de Planificación y Política Económica del Gobierno de la Provincia de Santa Fe
- Masoller, A. (2001). Un indicador sintético de actividad económica. Área de Investigaciones Económicas, Banco Central del Uruguay. Documento de trabajo N°4
- Melo, L.F.; Nieto, F.; Posada, C.; Betancourt, Y.R.; Barón, J.D. (2001). Un índice coincidente para la actividad económica colombiana. Revista ESPE – Ensayos sobre política económica, 2001, vol. 19, No. 40
- Michel Rivero, A. (2007). El Índice Compuesto Coincidente Mensual de la Actividad Económica de Córdoba (ICA-COR) 1994 – 2006. Revista de Economía y Estadística, Cuarta Época, Vol. 45, No. 1, (pp. 31-73)
- Mondéjar, J.; Vargas, M. (2008). Indicadores sintéticos: una revisión de los métodos de agregación. Economía, Sociedad y Territorio, vol. 8, No. 27, (pp. 565-585), México. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28238341_Indicadores_sinteticos_una_revision_de_los_metodos_de_agregacion
- Muñoz, F.; Ortner, J.; Pereira, M. (2008). "Indicador Sintético de Actividad de las Provincias (ISAP): un aporte al análisis de las economías regionales". Anales de la Asociación Argentina de Economía Política, XLII Reunión Anual. Córdoba

- Muñoz, F.; Trombetta, M. (2015). Indicador Sintético de Actividad Provincial (ISAP): un Aporte al Análisis de las Economías Regionales Argentinas. *Journal of Regional Research*, No. 33, pp. 71-96
- Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S. (2005). Tools for composite indicators building. Ispra
- Nguiffo-Boyom, M. (2008). A monthly indicator of economic activity for Luxembourg. Working Paper, Banque Centrale du Luxembourg, N°31
- Ochoa E.; Lladó J. (2003). Modelos de indicadores líderes de actividad económica para el Perú. Banco Central de Reserva del Perú.
- Pizzi, D.; Maradona, G.; Maradona, M.; Perlbach, L.; Mattan, M.; Piran, G. (2019). Indicador compuesto de actividad económica para la provincia de Mendoza. Pre-Congreso Regional de Especialistas en Estudios del Trabajo. Recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/12325>
- Quintana Mazariego, J. (2010). Elaboración de un indicador sintético de la actividad económica de El Salvador. Tesis de Maestría en Estadística. Universidad de El Salvador
- Saisana, M.; Tarantola, S. (2002) State-of-the-Art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. Institute for the Protection and the Security of the Citizen Technological and Economic Risk Management Unit 1-21020, Ispra (VA), Italy
- Sánchez Alvarez, I.; López Ares, S (1998). Optimización con Solver. Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad de Oviedo
- Sierra, L.; Collazos, J.; Sanabria, J.; Vidal, P. (2017). La construcción de indicadores de la actividad económica: una revisión bibliográfica. Apuntes CENES. Volumen 36, N°64
- Técnicos de la Oficina de la CEPAL en Buenos Aires (2014). Metodología de estimación del Indicador Sintético de la Actividad Económica de la provincia de La Pampa. Versión preliminar. Ministerio de Producción del Gobierno de la Prov. de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa y CEPAL (Naciones Unidas)
- The Conference Board (2001). Business Cycle Indicators Handbook. New York, United States of America: The Conference Board

- Trujillo Aranda, F.; Benítez Márquez, D.; López Delgado, P. (2000). Trimestralización de los valores añadidos sectoriales mediante indicadores. Aplicación al caso de Andalucía. *Revista de Estudios Regionales*, 57, (pp. 59-100)
- Tsouma, E. (2009). A Coincident Economic Indicator of Economic Activity in Greece. Center for Planning and Economic Research (KEPE), Athens, Greece. No 104
- Wierny, M. (2012). Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon. Año base 2004. Estimaciones y metodología. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata
- Woelflin, M.; Ghilardi, M.; Lapelle, H.; López Asensio, G.; Yoya, A.; Geli, M.; Zabala, P. (2012). ¿Regiones exitosas en la postdevaluación? El Gran Rosario y su comparación con el Gran Córdoba. URI: <http://hdl.handle.net/2133/7490>

7. Anexos

Anexo 1: Optimización con la herramienta *Solver*, ventajas y desventajas

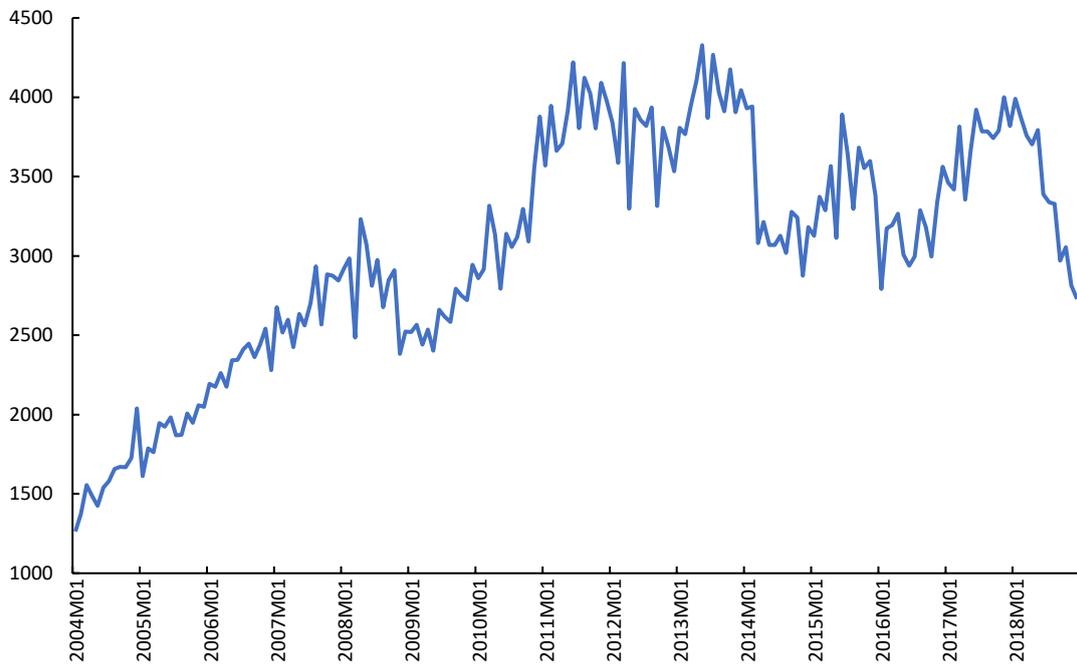
Esta herramienta de Excel utiliza un algoritmo denominado Gradiente Reducido Generalizado (GRG) que parte de una solución factible conocida como punto inicial para luego intentar moverse a través de una región factible de forma tal que el valor de la función objetivo vaya acercándose a un mínimo, máximo o valor determinado. Este proceso sigue hasta alcanzar un límite donde el próximo movimiento del algoritmo ya no tenga posibilidad de lograr que el valor de la función objetivo mejore. Lo que sucede a continuación es que el *Solver* alcanza un óptimo local, que no necesariamente resulta un óptimo global, no pudiendo conocerse a simple vista si esta solución es efectivamente global (Sánchez Alvarez y López Ares, 1998).

Debido a esta característica del algoritmo de resolución, los autores resaltan la importancia que debe prestarse al mensaje de salida del *Solver* afirmando que, si éste indica que encontró una solución en donde todas las restricciones y condiciones de optimalidad están satisfechas, el proceso de optimización cumple satisfactoriamente con las condiciones matemáticas de Karush-Kuhn-Tucker para óptimos. Sin embargo, aclaran que debe ejecutarse el programa desde distintos puntos iniciales para incrementar la seguridad sobre la globalidad del óptimo. En otras palabras, se deben ir otorgando distintos valores arbitrarios a las variables para evitar quedarse con un máximo o mínimo local como óptimo global.

En este trabajo, debido a que el programa otorga el mensaje correspondiente con esta resolución, se repite la modificación de condiciones iniciales cerca de 20 veces para cada optimización, con el objetivo de aumentar las probabilidades de asegurar un óptimo global. En todos los casos, se observa que el óptimo encontrado, representado por los ponderadores resultantes, no sufre ninguna modificación al otorgar diferentes valores iniciales a las variables, permitiendo una mayor confiabilidad de concluir que este óptimo encontrado es efectivamente el óptimo global de la función analizada.

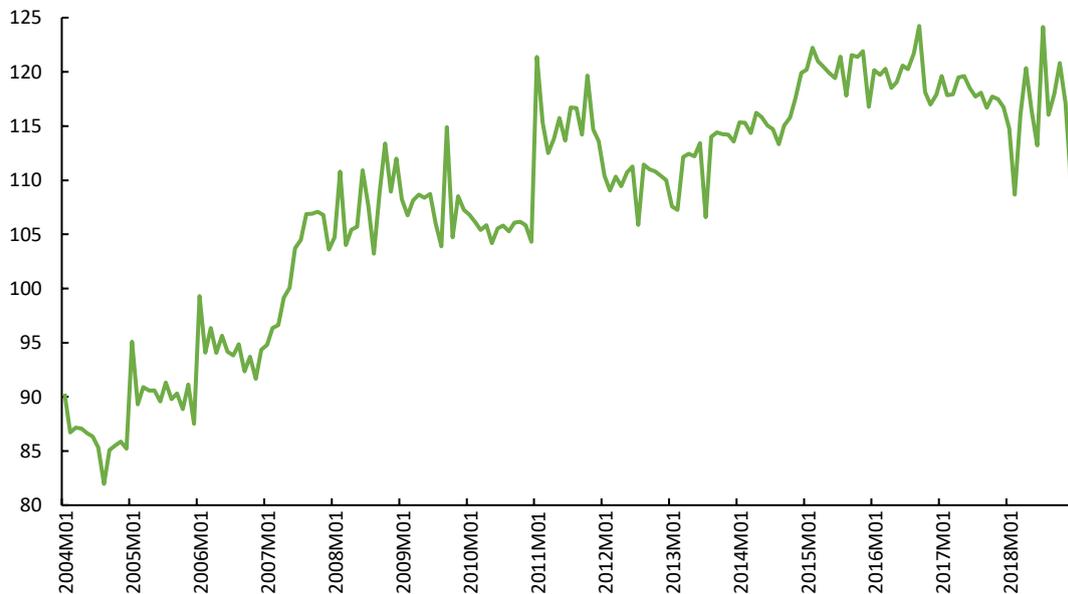
Anexo 2: Gráficos adicionales

GRÁFICO A1. SERIE “VEHÍCULOS” DESESTACIONALIZADA. CANTIDAD DE VEHÍCULOS. 2004-2018



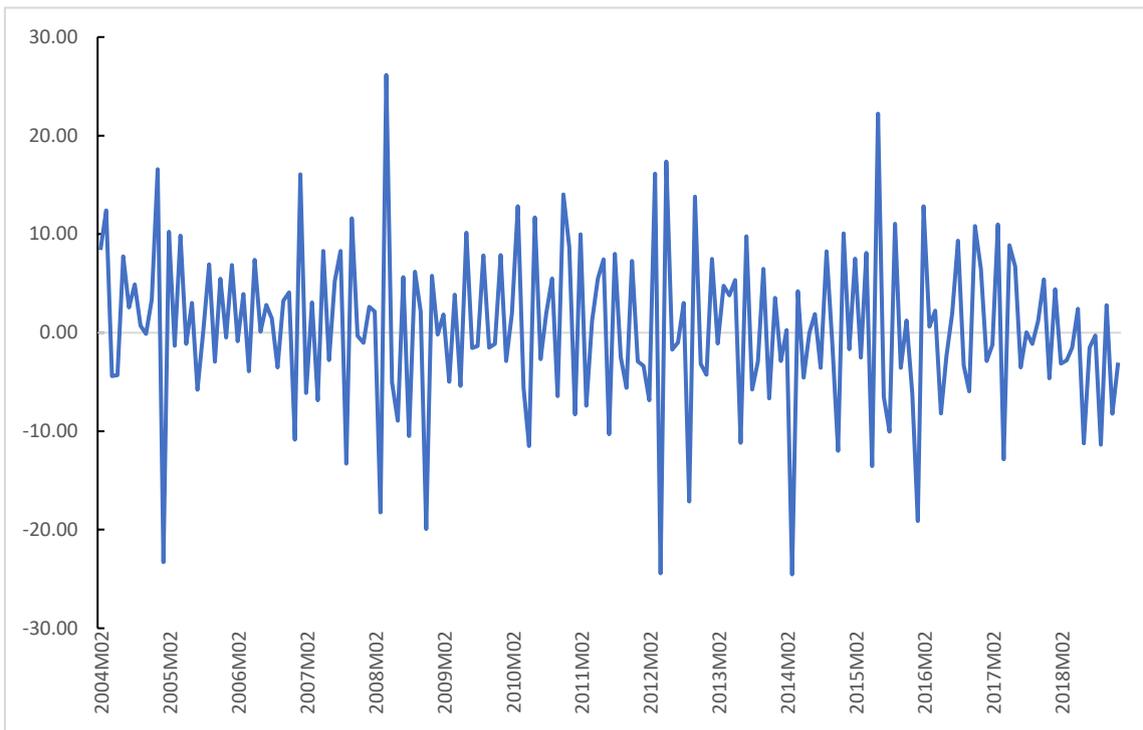
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO A2. SERIE “ELECTRICIDAD” DESESTACIONALIZADA. GWh. 2004-2018



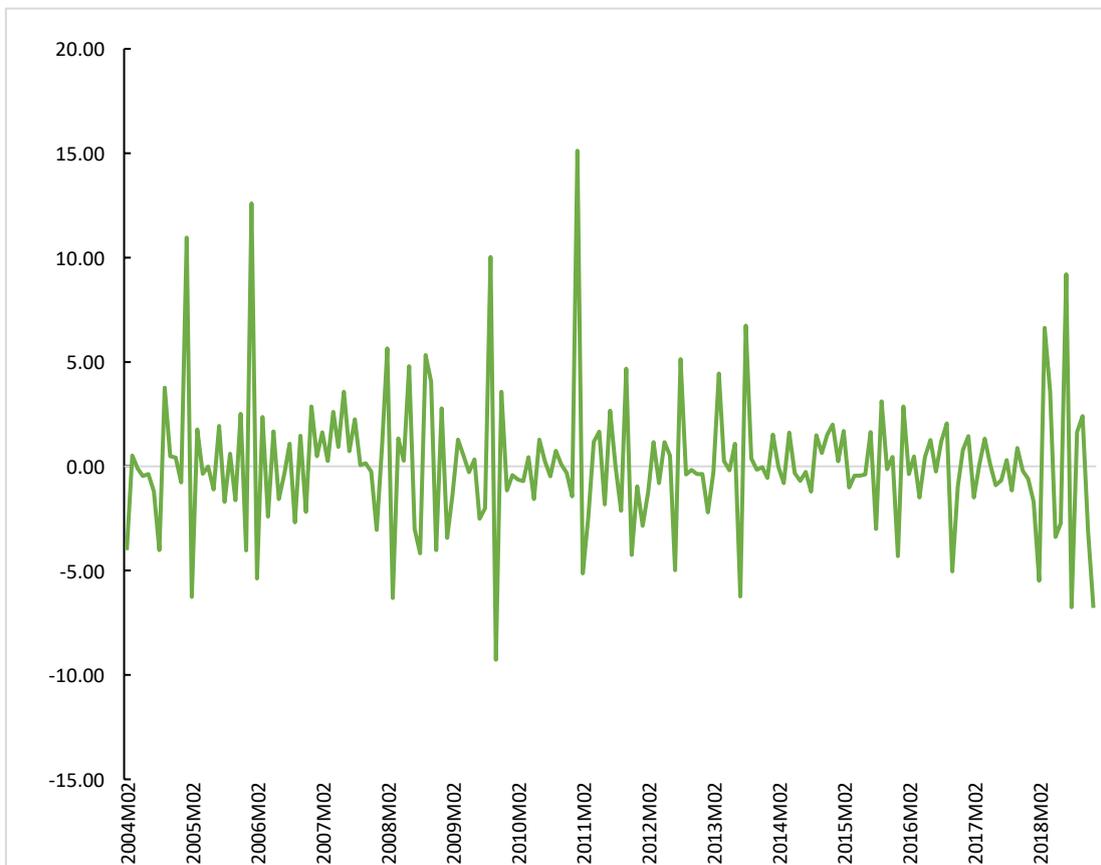
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO A3. SERIE “VEHÍCULOS” DESESTACIONALIZADA. EN VARIACIONES. 2004-2018



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO A4. SERIE “ELECTRICIDAD” DESESTACIONALIZADA. EN VARIACIONES. 2004-2018



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Presentaciones de resultados preliminares

- Agliano, Gianluca; Lacaze, María Victoria; Alegre, Patricia y Lupín, Beatriz. El uso de la programación matemática en la definición de la estructura de ponderación de un indicador de actividad económica. Remitido a Revista de Investigación en Modelos Matemáticos Aplicados a la Gestión y la Economía (en evaluación, diciembre 2023).
- Agliano, Gianluca; Lacaze, María Victoria; Alegre, Patricia y Lupín, Beatriz (2023). El uso de la programación matemática en la definición de una estructura de ponderación alternativa de un indicador sintético de actividad económica. Ponencia presentada en las XXII Jornadas de Tecnología Aplicada a la Educación Matemática Universitaria. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, mayo.
- Agliano, Gianluca; Lacaze, María Victoria y Alegre, Patricia (2022). Indicador Sintético de Actividad Económica para el Partido de General Pueyrredon (ISAE-GP): análisis y aplicación de una estructura de ponderación alternativa. Póster presentado en V Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata. INVESTIGAR UNMDP 2022, Mar del Plata [ARG], 29-30 noviembre 2022.

<https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3786/>