

CAPÍTULO 15

Desagregación temporal de series económicas: un aporte metodológico para la estructuración del Indicador Sintético de Actividad Económica de General Pueyrredon

Mailen Fernandez, Damián Errea y M. Victoria Lacaze

Grupo de Investigación Indicadores Socioeconómicos

mailenfernandez@mdp.edu.ar

Introducción

El análisis de la evolución económica requiere de indicadores que reflejen el desempeño de la actividad, los que proporcionan información valiosa para la toma de decisiones privadas y la formulación de medidas de política pública. Entre los indicadores económicos básicos se encuentra el Producto, tradicionalmente definido como el valor monetario de los bienes y servicios finales generados por una jurisdicción en un período determinado. En Argentina, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) publica trimestralmente el Producto Interior Bruto (PIB) con un rezago de noventa días. Por lo tanto y para dar respuesta a las necesidades de información de alta frecuencia también publica, con un rezago menor, el Estimador Mensual de la Actividad Económica (EMAE).

Al interior de un país tan extenso y con entramados productivos y configuraciones territoriales tan diversas la generación de información estadística subnacional constituye una actividad compleja, aunque justificada por la existencia de ciclos económicos singulares (Trujillo Aranda *et al.*, 2000). Entre las macromagnitudes que pueden estimarse se encuentra el Producto Bruto Geográfico (PBG), denominación que recibe el Producto cuando está circunscripto a una jurisdicción política subnacional. En Argentina, a partir de 1993 la

estimación del PBG ha sido descentralizada en los organismos provinciales de estadística a partir de 1993, generándose con importantes discontinuidades y rezagos temporales. Aunque muchas provincias no estiman su PBG los respectivos gobiernos necesitan conocer, en forma oportuna, cómo evoluciona la economía de sus respectivas jurisdicciones. En consecuencia, diversos organismos de gobierno y otras instituciones, como las universidades, han desarrollado desde la década del 2000 diversos programas de investigación aplicada con el objeto de estimar indicadores sintéticos capaces de balizar oportunamente la coyuntura económica regional.

Para el Municipio de General Pueyrredon se ha estimado recientemente el Indicador Sintético de Actividad Económica (ISAE-GP) (Lacaze *et al.*, 2021; 2024). La elaboración de este indicador, de tipo coincidente, permite disponer de información de alta frecuencia (mensual) asociada al ciclo económico local, útil para la toma de decisiones en la órbita municipal y en los sectores empresariales y sindicales. La metodología de estimación empleada es la propuesta por *The Conference Board*, de gran aplicación a nivel mundial, que emplea los cambios porcentuales simétricos de las series que componen el indicador (TCB, 2001).

Dichas series, 14 en este caso, son representativas de diversos sectores productivos de la economía local. Los criterios aplicados para seleccionarlas son cobertura temporal, periodicidad, disponibilidad, representatividad económica, consistencia estadística, estabilidad de las mediciones y suavidad. Además, se analiza la sincronía de los puntos de giro (es decir, el cambio de fases ascendentes a descendentes y viceversa) de cada serie con los de dos macromagnitudes tomadas como referencia: el PBG de General Pueyrredon (Lacaze *et al.*, 2014) y el EMAE del INDEC. Finalmente, se calculan y evalúan los correspondientes coeficientes de correlación entre las series y cada macromagnitud.

Debido a que cierta información vinculada a la actividad económica del Municipio, potencialmente útil para integrar el ISAE-GP, se encuentra disponible en formato de series temporales, aunque sin la periodicidad requerida, surge la oportunidad de evaluar la transformación de dichas series mediante la aplicación de procedimientos estadísticos de desagregación temporal, que permiten modificar su frecuencia de observación o relevamiento. De esta manera, se logra

distribuir la información original (de frecuencia anual, semestral o trimestral, según el caso), en los meses componentes del año.

El objetivo de este trabajo es evaluar y aplicar distintos métodos de desagregación temporal a series económicas de baja frecuencia de los sectores agrícola, financiero y de la construcción del Municipio de General Pueyrredon para el intervalo temporal 2004-2022, es decir, a partir del año base de la última serie de PBG disponible¹. El estudio generó series de alta frecuencia de los sectores productivos antes mencionados, cuya incorporación a la estructura de ponderación del ISAE-GP fue posteriormente evaluada (y concretada). Además, la investigación contribuyó a estructurar criterios metodológicos para la selección de variables de alta frecuencia que se utilizan como referencias o patrones de desagregación, cuando existen alternativas.

La investigación que aquí se presenta se vincula directamente la Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU), específicamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) **8**, Trabajo Decente y Crecimiento Económico, en tanto la generación de información sobre la dinámica económica permite analizar la trayectoria de crecimiento de las jurisdicciones políticas estudiadas. Asimismo, se vincula con el **ODS 17**, Alianzas para Lograr los Objetivos, específicamente con la meta 17.19 que refiere a la creación de capacidades estadísticas para la elaboración de indicadores en países en desarrollo. Finalmente, la temática de este estudio se encuadra en la discusión sobre la territorialización de la Agenda 2030 de la ONU a nivel subnacional. En efecto, el monitoreo de los ODS requiere, a escala regional, no solo de la adecuación metodológica de metas e indicadores sino también de la disponibilidad de datos estadísticos, desagregados temporal y espacialmente, para su construcción (CEPAL, 2024).

Marco teórico

Para que una serie sea incorporada a la estructura de un indicador debe respetar el criterio de periodicidad, es decir, poseer la misma frecuencia de

¹ Este capítulo constituye una actualización del análisis realizado en la tesina de graduación de Mailen Fernandez, dirigida por el Mg. Errea y la Dra. Lacaze y defendida en marzo de 2023.

observación o relevamiento que se pretende para dicho indicador. En el caso del ISAE-GP, la frecuencia pretendida es mensual. Si la serie candidata presenta una frecuencia de observación menor (trimestral, semestral o anual) no podría integrar el indicador a menos que previamente sea desagregada en términos temporales.

La desagregación temporal es un procedimiento de distribución de series de flujo o de interpolación de series de stock que puede demandar o no el uso de indicadores auxiliares que provean información útil de alta frecuencia. A estas variables auxiliares usualmente se las llama series o indicadores patrón o de referencia. Básicamente, se puede distinguir entre métodos de desagregación estadísticos o de optimización y métodos matemáticos o de ajuste (EU, 2013). El primer grupo está conformado por aquellos métodos que suponen que la serie de alta frecuencia no observable evoluciona según un modelo estadístico explícito. Por otro lado, el segundo grupo involucra aquellas técnicas que plantean un problema cuadrático de minimización de las variaciones de la serie de alta frecuencia inobservable (Chaverri Morales, 2012).

De esta forma, el procedimiento de desagregación consiste en estimar una serie y tal que:

$$y = \{Y_{t,T} : t = 1 \dots 12, T = 1 \dots n\} \quad (1)$$

que satisfaga la restricción temporal asociada a que la suma de los doce meses ($t = 1 \dots 12$) pertenecientes a un mismo año T coincida con el total anual Y correspondiente:

$$\sum_{t=1}^{12} Y_{t,T} = Y_T \quad \forall T \quad (2)$$

La elección de la forma de desagregación no tiene carácter neutral. En efecto, la asignación mensual/trimestral de la información de baja frecuencia contenida en la serie original puede alterar los puntos de giro de la serie obtenida y modificar su correlación con el resto de las variables que integran el indicador sintético (Islam, 2014; Fernández, 2023).

La desagregación en sí misma puede ser realizada aplicando métodos que sólo tienen en cuenta la información estadística contenida en la propia serie objetivo. Alternativamente, se puede incorporar la información contenida en indicadores o series de referencia vinculadas a aquella serie. Ello mejora la calidad del proceso ya que: a) se proporciona una referencia explícita de evolución intraanual a la que debe ajustarse la serie que se pretende desagregar; b) se permite la inclusión de elementos de alta frecuencia, tales como estacionalidad (en caso de trabajar con series sin ajuste estacional) o efectos de calendario, que están ausentes en la serie anual, debido a su baja frecuencia de observación; y c) se pueden realizar ejercicios de extrapolación tales como la estimación de los trimestres del año en curso.

En este caso, la relación funcional entre la serie de alta frecuencia desagregada, y , y la serie de baja frecuencia, Y , puede estar condicionada por la información contenida en indicadores patrón de alta frecuencia, x (Quilis, 2001). En lo posible, deben elegirse patrones de alta frecuencia, de buena calidad y que estén relacionados directamente con la serie a desagregar (CEPAL, 2000). Algunos de los métodos más utilizados han sido desarrollados por Denton (1971), Chow y Lin (1971) y Litterman (1983), todos citados detalladamente en Quilis (2001).

El método de Denton (1971), que presenta diversas variantes, forma parte de un subgrupo de métodos basados en indicadores que postulan un planteamiento esencialmente matemático del problema de desagregación, que se deriva de un programa de optimización cuadrático-lineal explicitado. En el otro subgrupo de métodos se formula un planteo basado en un modelo estadístico explícito que vincula la serie de alta frecuencia con la serie objetivo a desagregar, de baja frecuencia. Luego se propone un estimador (lineal, insesgado y de varianza mínima) para la serie desagregada. Los métodos de Chow-Lin (1971) y Litterman (1983) son los exponentes más conocidos de este enfoque. A continuación, se presenta un breve desarrollo analítico de cada uno de ellos.

Denton (1971) formula un problema de optimización cuadrático-lineal sujeto a restricciones lineales donde la función objetivo representa una medida de volatilidad de la serie de alta frecuencia, determinada por el analista *a priori*. Las restricciones lineales recogen la consistencia cuantitativa entre las estimaciones de alta frecuencia y el dato de baja frecuencia observado. El proceso de

desagregación se divide en dos etapas: la estimación preliminar y el ajuste que permite cumplir con las restricciones anuales.

Sea $x = \{x_{t,T} : t = 1 \dots 12, T = 1 \dots n\}$ un vector $n \times 1$ cuyos elementos contienen las observaciones disponibles de un indicador de alta frecuencia elegido como referencia en la desagregación temporal de Y . La estimación de alta frecuencia y , cuantitativamente coherente con los datos de baja frecuencia Y , se determina como solución del siguiente problema de minimización:

$$\text{MIN } y \quad \Phi = u'u = (y - x)'D'D(y - x) \quad (3)$$

Restringida por $By = Y$

El operador lagrangiano es:

$$\varphi = \Phi + 2\lambda'(By - Y) = (y - x)'D'D(y - x) + 2\lambda'(By - Y) \quad (4)$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \Rightarrow 2D'Dy - 2D'Dx + 2B'\lambda = 0 \quad (5.a)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} = 0 \Rightarrow 2(By - Y) = 0 \quad (5.b)$$

A partir de estas restricciones se puede obtener la estimación de Y de forma inmediata:

$$\begin{bmatrix} y \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D'D & B' \\ B & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} D'Dx \\ Y \end{bmatrix} \quad (6)$$

Pudiendo derivar así la expresión explícita de y :

$$y = x + (D'D)^{-1}B'[B(D'D)^{-1}B']^{-1}(Y - Bx) = x + A[D, B](Y - X) \quad (7)$$

Sea

$$x = \{x_t, T : t = 1..4, T = 1..N\} \quad (8)$$

un vector $nx1$ cuyos elementos recogen observaciones disponibles de un indicador x o serie patrón de alta frecuencia, para sustentar la desagregación temporal de Y . La serie mensual y será el resultado de añadir al indicador x un factor de ajuste derivado de la distribución, sin indicador, de la diferencia anual entre dicho indicador y la serie anual (Quilis, 2001).

Por su parte, el método de Chow-Lin (1971) se basa en un modelo estadístico explícito que vincula la serie de alta frecuencia y la serie objetivo a desagregar, en la frecuencia mensual. Dado el vector y_a $Nx1$ de observaciones anuales de un agregado y dada la matriz X Nxk de observaciones mensuales/trimestrales de una serie patrón, se intenta estimar los valores mensuales/trimestrales desconocidos contenidos en el vector Y $Nx1$, a partir del siguiente modelo de regresión lineal:

$$y = x \beta + u \quad (9)$$

Donde β es un vector $kx1$ de parámetros desconocidos y u es un vector de $Nx1$ perturbaciones estocásticas, de modo que:

$$E = (X) = 0 \quad E = (X) = V \quad (10)$$

Se asume que Y satisface la restricción longitudinal habitual $Y = By$. El modelo anual vincula la serie anual Y con el indicador X temporalmente agregado, de esta manera se obtiene un modelo lineal que relaciona variables observables:

$$Y = X \beta + U \quad (11)$$

El método requiere, para su aplicación, del conocimiento de la matriz de varianzas y covarianzas de las perturbaciones en alta frecuencia de u (Quilis,

2001). Las distintas especificaciones de las perturbaciones conducen a distintas especificaciones del modelo Chow-Lin.

Por otra parte, el método de Litterman (1983) también se basa en un modelo estadístico asumiendo que la serie de baja frecuencia evoluciona en el tiempo según una estructura estadísticamente explícita con propiedades estocásticas. Ambos métodos, Litterman y Chow-Lin, una vez definido el modelo, estiman los parámetros por los métodos de Máxima Verosimilitud o Mínimos Cuadrados Generalizados. La diferencia principal entre ambos es que Chow-Lin especifica el término de error del modelo como un ruido blanco, es decir, con valores independientes e idénticamente distribuidos a lo largo del tiempo. En tanto que Litterman propone una modificación a Chow-Lin al considerar que el término de error sigue un proceso $I(1)$ ² cuya innovación es a su vez un $AR(1)$ ³ estacionario, por tanto, el error sigue un proceso $AR(2)$ ⁴ con raíz unitaria.

La distinción entre ambos subgrupos de métodos debe entenderse como un esquema de trabajo conveniente, antes que como una barrera infranqueable. Ambos enfoques tienen muchos elementos en común, siendo el método de Chow-Lin el punto de confluencia más importante en la literatura especializada puesto que basa sus resultados en una regresión entre la serie objetivo y la serie patrón de alta frecuencia. Esto permite una cuantificación objetiva de la calidad de la desagregación al disponer de toda la potencia del análisis de regresión: medidas de ajuste, contrastes de diagnóstico, etc. (Quilis, 2001).

El método ideal para transformar una serie de baja frecuencia en otra de alta frecuencia será aquél que distorsione en la menor medida posible la información contenida en la serie objeto de desagregación, situación fuertemente vinculada a la calidad de la información auxiliar disponible. Sin perjuicio de esto y desde una perspectiva eminentemente teórica, el método de Chow-Lin es mejor que el método de Denton al producir series con el mejor estimador lineal

² $I(1)$, proceso integrado de orden 1, hace referencia a un proceso de raíz unitaria, lo que significa que la primera diferencia del proceso es débilmente dependiente (y, a menudo, estacionaria). Una serie de tiempo $I(1)$ a menudo se considera un proceso estacionario en diferencias (Wooldridge, 2010).

³ $AR(1)$ hace referencia a la distribución de probabilidad del término de error. Se define al error como $u_t = \rho u_{t-1} + e_t$ $\rho < 1, \forall t$. Siendo e_t un ruido blanco y dado que $\rho < 1$, se asegura un proceso estable. Por otra parte, ρ , que es el parámetro autorregresivo que indica cuánta dependencia hay entre el error en el periodo actual y el error en el periodo anterior, se estima a partir de un método iterativo (Wooldridge, 2010).

⁴ El proceso $AR(2)$ queda definido como $u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + e_t$, $\rho_{1/2} < 1, \forall t$ (Wooldridge, 2010).

inesgado que preservan el movimiento estocástico de las series originales (Sanz, 1983). Sin embargo, el método de Denton resulta operacionalmente superior dado que, a través de sus diversas variantes, es posible arribar a mejores estadísticos de ajuste y abordar más satisfactoriamente el problema del escalonamiento⁵. Sin perjuicio de todo lo expuesto, no hay evidencia estadística concluyente acerca de la superioridad de un método con respecto a los demás, siendo la cuestión más importante la evaluación, durante el procedimiento de desagregación, del grado de pertinencia o adecuación de la serie patrón que se utilice como indicador de referencia.

Antecedentes en el uso de métodos de desagregación temporal

El desarrollo de estudios económicos habitualmente requiere del análisis de indicadores cuya frecuencia temporal de relevamiento u observación puede resultar insuficiente según los objetivos de la investigación. Esta falta de adecuación justifica la aplicación de procedimientos estadísticos de transformación de los datos originales. Mientras que la agregación temporal suele ser una tarea sencilla, la desagregación de series presenta mayores desafíos debido a varias razones. En primer lugar, resulta complejo verificar la calidad del ajuste dado que la verdadera evolución de la variable es inobservable. Además, la selección de alguno de los procedimientos alternativos que pueden aplicarse suele estar más relacionada a las prestaciones de los paquetes informáticos utilizados, antes que a su eficacia relativa.

Con relación a este último aspecto, en términos generales la literatura no suele presentar discusiones explícitas respecto de criterios de selección de métodos de desagregación aplicados. En efecto, son escasas las investigaciones que abordan explícitamente el tratamiento de desagregación utilizado. A continuación, se reseñan algunos trabajos revisados, considerando, por un lado, aquéllos que hacen una aplicación específica de los métodos de desagregación y,

⁵ El escalonamiento en las series temporales hace referencia a los casos en que el conjunto de datos presenta saltos de valores de un período a otro, usualmente generados por cambios discretos en la variable. Gráficamente esto se evidencia en la forma particular que adquiere la serie, en la que se distinguen “escalones” en su representación.

por otro, aquéllos que abordan el problema de desagregación desde una perspectiva teórica.

Trujillo Aranda (1999), en la construcción un Indicador Sintético Trimestral para la actividad económica no agraria de Andalucía (1984-1994), desagrega la serie anual de Valor Añadido Bruto siguiendo la metodología de Boot *et al.* (1967), a partir de minimizar la suma cuadrática de las primeras diferencias de la serie desagregada. El autor opta por este método, que no utiliza indicadores auxiliares, dado que enfrenta la dificultad de no disponer de datos regionales de alta frecuencia que pueda utilizar como series patrón. Los resultados obtenidos verifican una serie de propiedades estadísticas que la metodología establece como criterios de validación.

En su estudio, Ajao *et al.* (2015) examinan el Producto Interior Bruto (PIB) de Nigeria durante el período 1981-2012. Tras comparar diversos métodos de desagregación, llegan a la conclusión de que la eficacia metodológica varía según el tipo de series que se estén desagregando. Por ejemplo, argumentan que el método de Denton resulta especialmente útil cuando el indicador de baja frecuencia no está fuertemente correlacionado con el de alta frecuencia ya que, mediante un procedimiento de minimización cuadrática, busca reducir la discrepancia entre ambas series temporales. Para variables como el PIB, las importaciones o las exportaciones, recomiendan el uso del método de Litterman.

Por su parte, la construcción del Indicador Compuesto de Actividad Económica de la provincia de Santiago del Estero, Argentina, de frecuencia mensual, requirió de la desagregación de algunas series que no se encontraban disponibles en dicha frecuencia (ICASE, 2014). Fue aplicado el método de Denton sin indicadores de referencia, mediante el uso de ECOTRIM (EUROSTAT).

En Adhikari y Nepal (2019) se estima el Producto de Nepal con frecuencia trimestral y para el período 1997-2019. Para ello, fueron considerados los métodos de Chow-Lin y Denton, aunque optan por escoger el primero, usando como indicador de referencia una serie de recaudación de impuestos. En cuanto a la eficacia relativa de los métodos, los autores concluyen que no es posible identificar un método superior a otro.

En el contexto de la trimestralización del Producto Interior Bruto de Malasia, entre 1973 y 1987, Abeysinghe y Lee (1998) detallan la aplicación de un

procedimiento de desagregación empleando el método de Chow-Lin y tres series patrón distintas. En primer lugar, emplean un índice vinculado a la producción industrial del país. Seguidamente, elaboran un índice de producción agrícola. Finalmente, recurren a un índice de producción de servicios. Además, verifican la estructura de errores de las tres series para garantizar la presencia de ruido blanco en las mismas.

En 2012, Chaverri-Morales compararon los métodos de Bassie, Chow-Lin y Denton mediante un ejercicio de desagregación temporal utilizando series anuales de Valor Agregado de las actividades de transporte, almacenamiento y comunicaciones de Costa Rica, entre 1992 y 2004. Se enfocaron en las diferencias entre métodos de ajuste y de optimización, resaltando que los primeros buscan minimizar una medida de volatilidad mediante la minimización cuadrática, mientras que los segundos definen la estructura que gobierna el comportamiento estocástico de la serie. Concluyeron que los métodos no deben considerarse excluyentes sino complementarios y que no hay evidencia estadística que respalde la superioridad de uno sobre otro.

Quilis (2002) examina las técnicas de desagregación temporal comenzando con métodos simples como el de Boot *et al.* (1967) que no requieren indicadores de referencia, para luego focalizar en enfoques más complejos como los de Denton, Chow-Lin y Litterman y menciona, brevemente, métodos multivariantes. En otro trabajo (Quilis, 2001) realiza un ejercicio práctico desagregando el Valor Añadido Bruto de las ramas industriales manufactureras de España, con frecuencia trimestral (1980-2000), utilizando a tal fin el Índice de la Producción Industrial (IPI) como indicador patrón. Concluye que la elección del método de desagregación influye significativamente en los resultados obtenidos.

Islam (2014), a partir de un ejercicio comparativo del método de Denton aplicado a una serie mensual de exportaciones de Bangladesh para el período 2004-2012 (que primero anualiza para luego desagregar) concluye que existen diferencias significativas en los resultados de la desagregación cuando se usa un indicador de referencia, en contraposición a cuando no se emplea.

Sanz (1983) concluye, tras comparar diferentes métodos de desagregación (Denton, Bassie, Chow-Lin), que el primero es el que otorga los mejores resultados, justificándose en sus propiedades teóricas y en su operatividad.

En un ejercicio de desagregación simulado (Fernandez, 2023; Fernandez *et al.*, 2023), se anualizó la serie EMAE Construcción de Argentina para luego mensualizarla empleando diferentes series patrón y distintos métodos de desagregación. Los resultados indican, en primer lugar, que resulta significativa la diferencia de la calidad de la desagregación al considerar (o no) la utilización de series patrón. Asimismo, cuanto mejor correlaciona el patrón con la serie original, mejores resultados se obtienen. En el caso desarrollado, el método de Litterman proporciona resultados levemente superiores a los obtenidos al aplicar Chow-Lin o Denton, considerando las correlaciones entre series. Sin embargo, en términos de suavidad de las series generadas (análisis de desvíos estándar), Chow-Lin reporta un mejor desempeño. Los autores concluyen que, al seleccionar las series patrón disponibles, debería optarse por aquella/s que presente/n una mayor correlación con la serie que se pretende desagregar. Para esto, debería realizarse un análisis de correlación en baja frecuencia entre las series patrón y la objetivo.

Resultados

La primera parte del estudio consistió en aumentar la frecuencia de cuatro variables con baja frecuencia de observación y referidas a tres sectores productivos del Partido de General Pueyrredon: construcción, agricultura e intermediación financiera. Las series en cuestión son los permisos de edificación, la producción de soja (ambas con frecuencia anual), los depósitos bancarios y los préstamos bancarios (ambos con frecuencia trimestral). La segunda parte del trabajo fue evaluar la potencial inclusión de las series mensuales generadas en la estructura de ponderación del ISAE-GP.

El procedimiento de desagregación se llevó a cabo según la siguiente secuencia. Primero, se realizó una desagregación temporal básica, dividiendo la serie anual (o trimestral, según el caso) en doce (tres) partes, respectivamente. En segundo lugar, se aplicó un método de desagregación lineal. Seguidamente, se aplicaron los métodos de desagregación mencionados en el marco teórico de este trabajo sin utilizar series patrón de referencia. Finalmente, se volvieron a aplicar dichos métodos junto con el empleo de tales indicadores de referencia. Para ello, se anualizaron todas las variables que podrían llegar a utilizarse como patrones

de desagregación. Se seleccionaron los patrones que mejor correlacionaron con cada serie objetivo. Esto se debe a que se consideró que la correlación es un indicador pertinente para explicar el movimiento de la serie objetivo en alta frecuencia. La Tabla 1 presenta las series a mensualizar y los patrones disponibles. Las desagregaciones fueron realizadas para el intervalo 2004-2022 en el caso de las series referidas a los sectores agrícola y financiero. Para el caso del sector de la construcción, la desagregación se realizó para 2004-2018 ya que, a partir de enero 2019, el Municipio cuenta con y brinda información mensual referida a los permisos de edificación.

Tabla 1. Series de baja frecuencia (a desagregar) y series de referencia disponibles

Sector	(a) Serie objetivo (b) Series patrón	(a) Frecuencia (b) Unidades	Fuentes de información
Construcción	(a) Permisos de edificación	(a) Anual (b) m ²	Centro de Información Estratégica Municipal (MGP)
	(b) Despachos cemento portland (i)	(a) Mensual (b) Cantidades	Instituto de Estadística y Registro de la Industria de la Construcción
	(b) Superficie a construir (i)	(a) Mensual (b) m ²	
Agrícola	(a) Producción de soja	(a) Anual (b) Toneladas	Sistema de Información Integrada Agropecuaria, Ministerio de Agricultura de la Nación.
	(b) Combustible mayorista	(a) Mensual (b) m ³	Secretaría de Energía de la Nación.
	(b) EMAE sector agropecuario	(a) Mensual (b) Núm. Índice	Dirección Nacional de Cuentas Nacionales (INDEC)
Financiero	(a) Préstamos bancarios (a) Depósitos bancarios	(a) Trimestral (b) Pesos	Gerencia de Estadísticas Monetarias (BCRA)
	(b) Agregado monetario M3 (ii)		
	(b) Préstamos bancarios nación (iii)	(a) Mensual (b) Pesos	
	(b) Depósitos bancarios nación (iii)		

Notas: (i) Corresponde a datos referidos a 42 municipios de la provincia de Buenos Aires, incluido Gral. Pueyrredon; (ii) M3 incluye circulante en poder del público y depósitos en pesos del sector privado no financiero (a la vista, a plazo y otros). (iii) "Nación" refiere a los préstamos o depósitos del sector privado, para el total país. MGP: Municipio de Gral. Pueyrredon, INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, BCRA: Banco Central de la República Argentina.

Fuente: elaboración propia con base en las fuentes específicas para cada serie en la tabla.

Justamente para el ejercicio realizado en este último sector, la serie Despachos de cemento portland presenta la mayor correlación anual con la serie objetivo, Permisos de edificación (0.41). Asimismo, la mensualización que genera la mejor aproximación a los datos reales es la que surge de utilizar el método de

Denton empleando la serie patrón previamente mencionada. La correlación verificada es alta (0.96).

Para abordar la mensualización en el sector agrícola, se utilizó como indicador de alta frecuencia la serie EMAE sector agropecuario, que reportó la mayor correlación en términos anuales con la serie objetivo (0.67) entre las series patrón disponibles. La mensualización que aporta el mejor reflejo de los datos reales es la que utiliza el método de Denton y el patrón mencionado, que no solo reporta la mayor correlación con el indicador de alta frecuencia (0.99) sino que también es el que presenta menor volatilidad.

Por último, para realizar la evaluación de la información disponible referida al sector financiero y a diferencia de los casos anteriores, las series objetivo presentan frecuencia trimestral de observación y son dos: Préstamos bancarios y Depósitos bancarios⁶. A su vez, se dispone de tres posibles series patrón de frecuencia mensual: Oferta monetaria (expresada como el agregado M3), Préstamos bancarios total país (“nación”) y Depósitos total país (“nación”).

La Tabla 2 presenta las correlaciones entre las series objetivo y las series patrón trimestralizadas. Se optó por Depósitos como serie objetivo y Depósitos nación como indicador de referencia. Para la mensualización de la serie objetivo se aplicaron los mismos métodos descritos, encontrándose que Chow-Lin y Litterman reportan el mejor desempeño e idénticos resultados. Seguidamente se realizó el análisis de correlación y volatilidad, sin hallarse diferencias significativas entre los resultados obtenidos por uno y otro método. Se terminó eligiendo la serie mensualizada con el método de Chow-Lin. La correlación con la serie patrón es de 0.82.

⁶ Se trabajó con series deflactadas, para lo cual se utilizó una serie de precios minoristas empalmada, a saber: IPC Nacional base dic-16=100 (INDEC) desde enero 2017; entre mayo-diciembre 2016, IPC-GBA base dic-15=100 (INDEC); entre julio 2012 y abril 2016, IPC-CABA base jul-11=100; entre enero 2007 y junio 2012, IPC-San Luis base 2003=100; para periodos anteriores, IPC-GBA (INDEC).

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre series objetivo y de referencia trimestralizadas

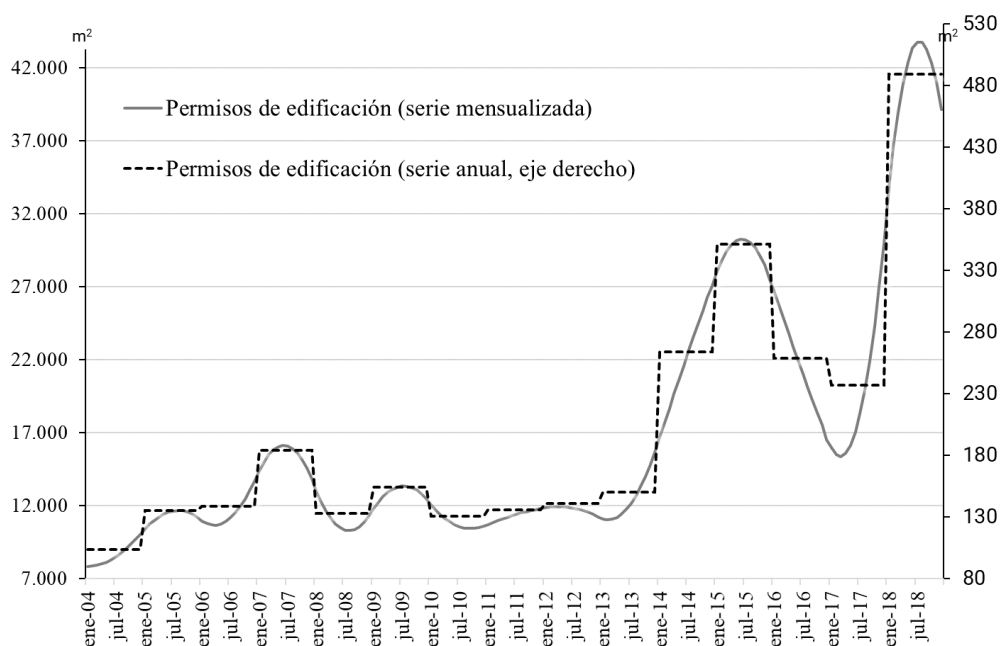
Correlación	M3	Préstamos Nación	Depósitos Nación
Préstamos MGP	0,067	0,700	-
Depósitos MGP	0,155	-	0,735

Notas: M3 incluye circulante en poder del público y depósitos en pesos del sector privado no financiero (a la vista, a plazo y otros). Las correlaciones se calculan entre series expresadas como variaciones.

Fuente: elaboración propia con base en datos del BCRA.

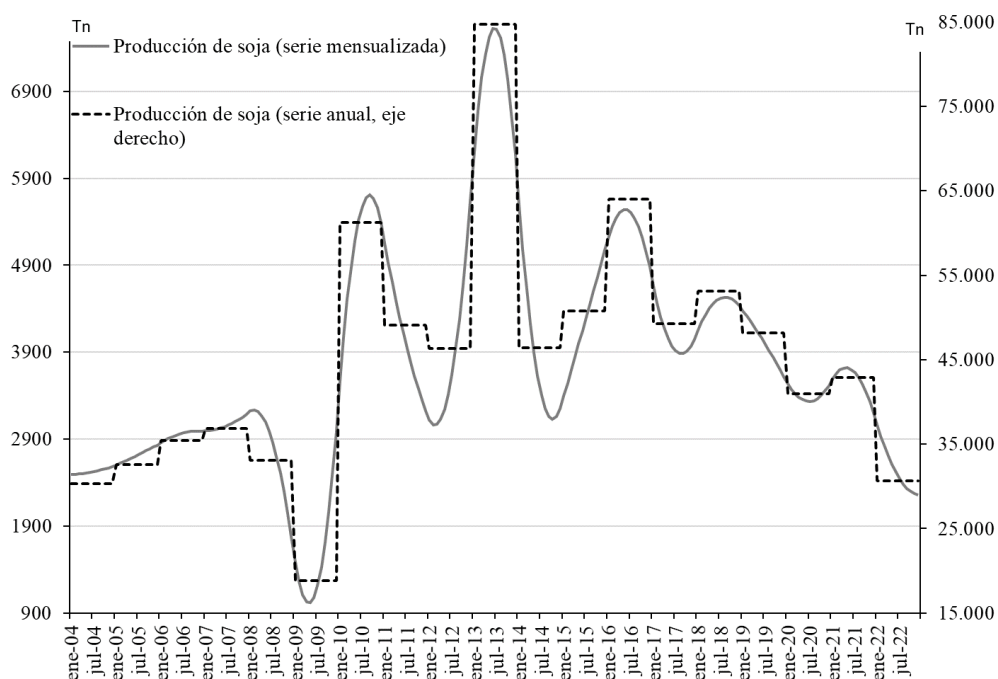
Las Figuras 1, 2 y 3 ponen de manifiesto, a continuación, que la elección de las series de referencia elegidas para llevar a cabo las respectivas mensualizaciones ha sido adecuada. Se puede observar que, si bien en los tres casos el ajuste logrado es bueno, resulta notablemente mejor cuanto es menor el cambio de frecuencia aplicado, es decir, para el caso del sector financiero.

Figura 1. Permisos de edificación: serie original (anual) y serie mensualizada (2004-2018), en m² permisados



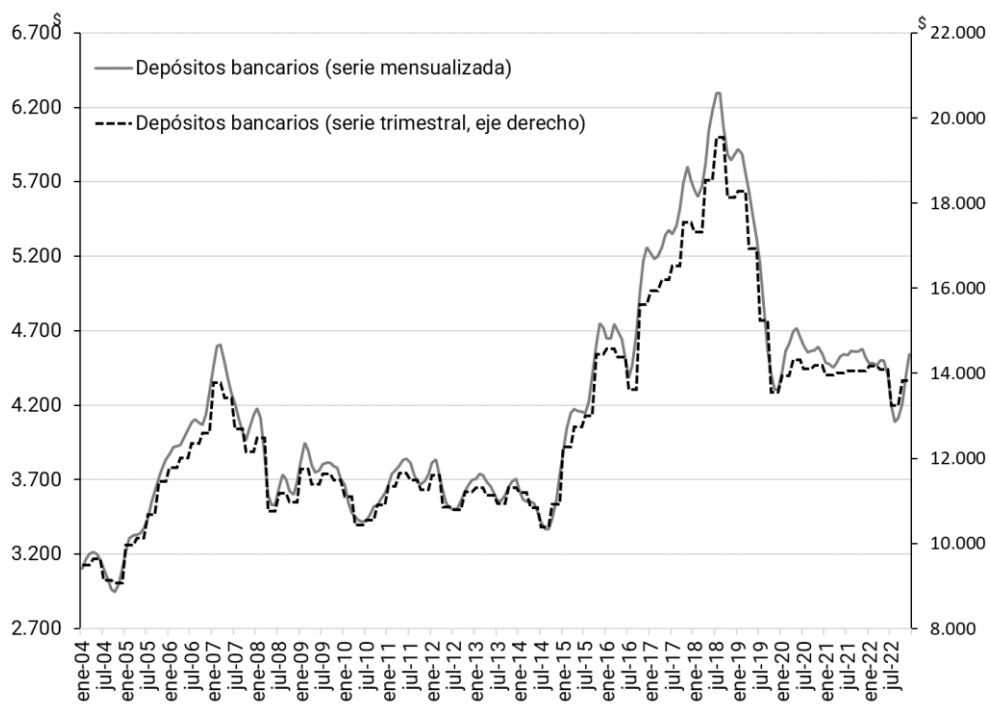
Fuente: elaboración propia con base en datos del Centro de Información Estratégica Municipal (MGP).

Figura 2. Producción de soja: serie original (anual) y serie mensualizada (2004-2022), en toneladas



Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema de Información Integrada Agropecuaria del Ministerio de Agricultura de la Nación.

Figura 3. Depósitos bancarios: serie original (trimestral) y mensualizada, en pesos



Fuente: elaboración propia con base en datos del BCRA.

Inclusión de las series mensualizadas en el ISAE-GP

Posteriormente, las series mensualizadas fueron desestacionalizadas aplicando el método multiplicativo X-13 ARIMA en el *software* E-Views 12. Se calcularon las correlaciones en variaciones entre cada serie y el ISAE-GP, obteniendo valores positivos, aunque modestos: 0,18 (para el sector financiero), 0,27 (construcción) y 0,23 (sector agrícola).

Seguidamente, se evaluó la incorporación de dichas variables en el conjunto de series que componen el indicador sintético. La Tabla 3 reporta las medidas de diagnóstico aplicadas a las tres versiones del ISAE-GP consideradas: en primer término, la disponible antes de contar con las series mensualizadas (es decir, la que no las incluye); luego, la que incorpora las variables mensualizadas y, finalmente, la versión del indicador que incorpora estas mensualizaciones mediante la aplicación de métodos de desagregación, pero sin utilizar los patrones de referencia⁷.

Tabla 3. Versiones del ISAE-GP y medidas de diagnóstico

Versión ISAE-GP	Correlación ISAE-GP y EMAE	Coefficiente de variación ($\frac{\sigma}{\mu} * 100$)
Sin series desagregadas	0,51	10,4%
Con series desagregadas utilizando patrones	0,57	11,1%
Con series desagregadas sin usar patrones	0,52	11,6%

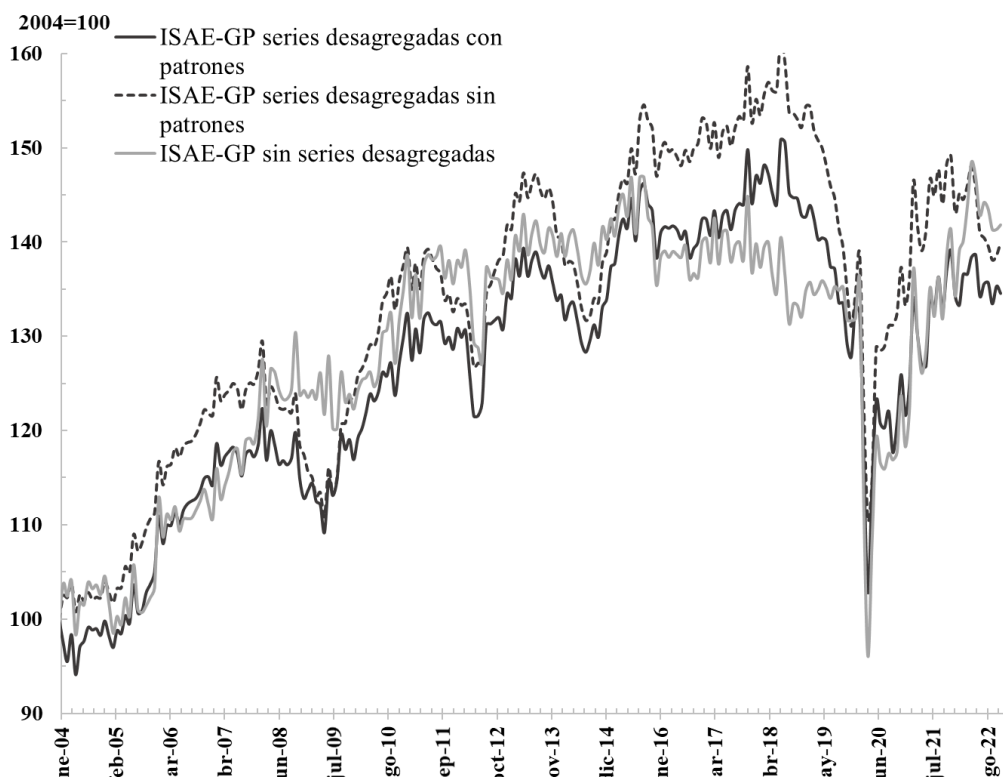
Fuente: elaboración propia con base en Lacaze et al. (2021) e INDEC.

Según se advierte en la Tabla 3, el grado de volatilidad del ISAE-GP, medido a través del coeficiente de variación, resulta similar entre las tres versiones. Si bien la incorporación de las series desagregadas lo incrementa marginalmente, resulta mayor para la versión del indicador que añade las mensualizaciones obtenidas sin patrones de referencia.

⁷ Estas desagregaciones fueron realizadas con el método que fuera seleccionado para las desagregaciones con patrones, es decir, Denton para los sectores agrícola y de la construcción y Chow-Lin para el sector de la intermediación financiera.

La Figura 4 ilustra los resultados antes comentados. Por su parte, el coeficiente de correlación en variaciones entre el ISAE-GP y el EMAE resulta superior para la versión del indicador que incorpora las series mensualizadas con métodos que emplean las series patrón disponibles (Tabla 3). De esta forma y más allá de la importancia que, en términos cualitativos, implica la inclusión de series representativas de estos tres sectores productivos en el ISAE-GP, se advierte también, en términos cuantitativos, la mejora que representa la incorporación de estas variables desagregadas temporalmente.

Figura 4. Comparación entre versiones del ISAE-GP (2004-2022)



Fuente: elaboración propia en base a Lacaze *et al.* (2021; 2024) y Fernandez (2023).

Conclusiones

La investigación que se ha sintetizado en este capítulo evalúa y aplica distintos métodos de desagregación temporal a series económicas de baja frecuencia de los sectores agrícola, financiero y de la construcción del Municipio

de General Pueyrredon, para el período 2004-2022, extendiendo de esta manera el horizonte temporal inicialmente planteado en la investigación. Las series en cuestión son producción de soja, depósitos bancarios y permisos de edificación. El estudio generó series de alta frecuencia que fueron incorporadas en el ISAE-GP elaborado en el Centro de Investigaciones Económicas y Sociales de la FCEyS-UNMDP. El trabajo contribuye, además, a estructurar criterios metodológicos para la selección de variables de alta frecuencia que se utilizan como patrones de desagregación.

La primera etapa de la estrategia metodológica aplicada consistió en realizar desagregaciones temporales aplicando métodos lineales y estadísticos usualmente utilizados (Chow-Lin, Denton, y Litterman) sin el uso de indicadores de referencia de alta frecuencia. Seguidamente, fue agregado un conjunto de posibles series patrón para analizar sus correlaciones con las series de baja frecuencia objeto de estudio. A continuación, se realizaron desagregaciones temporales volviendo a aplicar los métodos estadísticos referidos y añadiendo el uso de las variables auxiliares seleccionadas. La selección del método de desagregación más adecuado se realizó considerando dos criterios, la mayor correlación con la serie patrón (en baja frecuencia) y con el ISAE-GP y la menor volatilidad relativa de la serie desagregada.

Los resultados obtenidos indican que las desagregaciones realizadas utilizando patrones de referencia altamente correlacionados con las variables objetivo permiten generar series de mejor calidad, cuya incorporación al ISAE-GP amplía la cobertura sectorial del indicador y mejora su capacidad para describir la dinámica del ciclo económico local. Futuras investigaciones podrían evaluar otras series, representativas de estos u otros sectores de actividad de la economía local, que actualmente no integran el ISAE-GP. Además, se podría ahondar en la búsqueda de otros indicadores de alta frecuencia y la aplicación de técnicas de desagregación no probadas en este estudio, como las ampliaciones de los métodos de Chow-Lin y de Denton al caso multivariante.

Referencias bibliográficas

- Abeysinghe T., y Lee C. (1998). Best linear unbiased disaggregation of annual GDP to Quarterly figures: The case of Malaysia. *Journal of Forecasting*, 17(7), 527-537. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-131X\(199812\)17:7<527::AID-FOR682>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-131X(199812)17:7<527::AID-FOR682>3.0.CO;2-4)
- Adhikari, N., y Nepal, T. (2019). Estimating quarterly GDP for Nepal: An application of Chow-Lin Procedure. *The Economic Journal of Nepal*, 42(3-4). <https://doi.org/10.3126/ejon.v42i3-4.36036>
- Ajao, I., Ayola, F., y Iyaniwura, J. (2015). Temporal disaggregation methods in flow variables of economic data: Comparison study. *International Journal of Statistics and Probability*, 5(1), 36-45. <http://dx.doi.org/-45.5539/ijsp.v5n1p36>
- Boot, J., Feibes, W., y Lisman, J. (1967). Further methods of derivation of quarterly figures from annual data. *Applied Statistics*, 16(1), 65-75. <https://doi.org/10.2307/2985238>
- Chaverri-Morales, C. (2012). *Métodos de desagregación temporal con indicadores*. Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigación Económica, División Económica. DT N. 01-2012.
- Chow, G., y Lin, A. (1971). Best linear unbiased distribution and extrapolation of economic time series by related series. *Review of Economic and Statistics*, 53(4), 372-375.
- Comisión Económica para América Latina -CEPAL- (2024). *América Latina y el Caribe ante el desafío de acelerar el paso hacia el cumplimiento de la Agenda 2030*. (LC/FDS.7/3)
- Comisión Económica para América Latina -CEPAL- (2000). *Manual de Cuentas Trimestrales*. Oficina de Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT), División de Estadísticas y Proyecciones Económicas.
- Denton, F. (1971). Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: An approach based on quadratic minimization. *Journal of the American Statistical Society*, 66(333), 99-102.
- Fernandez, M. (2023). *Aportes a la estructura de agregación del indicador sintético de actividad económica para el Partido de General Pueyrredon (ISAE-GP) a partir de la Desagregación Temporal de Series Económicas*. (Tesina de Licenciatura). Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3861/>
- Fernandez, M., Errea, D. y Lacaze, M. V. (2023). Desagregación temporal de series económicas: un ejercicio de simulación. *V Jornadas de Jóvenes Investigadores de la FCEyE-UNR* <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3925/>
- Islam, M. (2014). R Program for temporal disaggregation: Denton's Method. *The 2nd Int. Conference on Applied Information and Communications Technology*.

- https://www.researchgate.net/publication/327468222_R_Program_for_Temporal_disaggregation_Denton's_Method
- Lacaze, M. V., Atucha, A., Bertolotti, M., Gualdoni, P., Labrunée, M., López, M., Pagani, A. y Volpato, G. (2014). *Producto Bruto Geográfico del Partido de General Pueyrredon, 2004-2012*. UNMDP. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/2135/>
- Lacaze, M. V., Alegre, P., Errea, D., Atucha, A., Volpato, G., Blanco, G., Fernández, M., y Bianchetti, L. (2021). Indicador Sintético de Actividad Económica de General Pueyrredon: Avances en su Construcción. In Eva Menardi (Comp.), *II Congreso Internacional de Desarrollo Territorial* (pp. 844-852). edUTecNe. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3482/>
- Lacaze M. V., Alegre, P., Errea, D. y Fernandez, M. (2024). Avances metodológicos en la construcción del Indicador Sintético de Actividad Económica de General Pueyrredon, Buenos Aires, Argentina. *Estudios Económicos* (en prensa).
- Litterman, R. (1983) A Random Walk, Markov Model for the Distribution of Time Series. *Journal of Business and Economic Statistics*, 1(2), 169-173. <https://doi.org/10.2307/1391858>
- Quilis, E. (2001). Sobre el método de desagregación temporal de Litterman. *Boletín Trimestral de Coyuntura*, 81. URL: <https://www.ine.es/daco/daco42/daco4214/cbtc25.pdf>
- Quilis, E. (2002). Notas sobre desagregación temporal de series económicas. Instituto de Estudios Fiscales. *Serie Economía*, 1,1-34.
- Sanz, R. (1983). Desagregación temporal de series económicas. *Cuadernos de Economía*, 20(59), 85-100. <http://www.jstor.org/stable/23829992>
- The Conference Board. (2001). *Business cycle indicators handbook*. https://www.conference-board.org/pdf_free/economics/bci/BCI-Handbook.pdf
- Trujillo Aranda, F., Benítez Márquez, D., y López Delgado, P. (2000). Trimestralización de los Valores Añadidos Sectoriales Mediante Indicadores. Aplicación al Caso de Andalucía. *Revista de Estudios Regionales*, 57, 59-100.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (4ta ed.). Cengage Learning.