



DOCUMENTO METODOLÓGICO

Marzo de 2026

METODOLOGÍA Y ALGORITMO PARA GENERAR EL ÍNDICE COMPUESTO COINCIDENTE DE EVOLUCIÓN INDUSTRIAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE (ICEI-SFE)

Justificación y antecedentes

El documento presenta las bases metodológicas propuestas por CES-BCSF para captar el flujo cíclico del sector industrial de la provincia de Santa Fe. Este abordaje surge en el marco de la construcción del Índice Coincidente de Actividad Económica de Santa Fe (ICA-SFE), elaborado por la institución desde el año 2007.

En las etapas iniciales del proyecto, orientado al monitoreo de los ciclos económicos de la provincia, se planteó la necesidad de adaptar herramientas analíticas originalmente diseñadas para economías nacionales al estudio de un ámbito subnacional. En este proceso, una de las principales limitaciones identificadas fue la ausencia de un índice de producción industrial de alcance provincial, componente central en la estructura de los indicadores coincidentes.

Con el objetivo de superar esta restricción, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del sector manufacturero local, a partir del cual se adoptó una metodología que permite captar la dinámica conjunta de la industria por medio de subindicadores referidos a sus principales ramas de actividad. La primera propuesta en esta línea fue presentada en Cohan, D'Jorge y Sagua (2009), en el marco del congreso anual de la Asociación Argentina de Economía Política (AAEP).

Posteriormente, en 2019, el Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC) de Santa Fe comenzó a publicar el Índice Provincial de Actividad Industrial (IPAI), con frecuencia mensual y con series históricas disponibles desde enero de 2004. Este avance permitió internalizar el comportamiento de la industria en forma directa por medio de un indicador *ad hoc*, lo cual motivó su incorporación al cálculo regular del ICA-SFE, tal como se documenta en Cohan y Zanini (2022).

No obstante, en junio de 2023, el IPEC discontinuó la publicación del IPAI, revirtiendo el escenario hacia la problemática inicial. A pesar de ello, la serie difundida constituye una referencia empírica relevante, en tanto proporciona una base comparativa que permite evaluar el desempeño y grado de ajuste de metodologías alternativas, como la propuesta en este documento.

Índice Compuesto Coincidente de Evolución Industrial de Santa Fe (ICEI-SFE)

El ICEI-SFE se calcula a partir de un grupo de variables coincidentes¹, representativas de la evolución conjunta del sector industrial de la provincia de Santa Fe. En este sentido, dado que resume información de un grupo de series componentes, se identifica dentro de lo que se conoce como un índice compuesto.

En relación con las características específicas de los subindicadores considerados —incluyendo su naturaleza, alcance y particularidades—, puede consultarse el documento metodológico complementario “[Series componentes del ICEI.pdf](#)”, elaborado específicamente para tal fin. Dicho material expone, además, los criterios utilizados para la selección de las variables.

Respecto a su frecuencia de publicación, el ICEI se actualiza con periodicidad mensual, y se expresa en números índices con base en 1994 = 100. En los informes vinculados al índice de actividad económica (ICA-SFE) que publica CES-BCSF, el ICEI-SFE se lista con el código SFE-IND, de tal forma de seguir armonizar con la denominación que reciben los otros componentes.

Proceso de cálculo y actualización periódica

Pasamos a considerar con mayor detalle los distintos pasos que se llevan adelante para actualizar el indicador mes a mes:

1. Base de datos | *Input*

Diariamente se carga información de base en la medida que se van publicando los datos.

2. Filtrado de la información | Ajuste por estacionalidad y corrección por irregulares extremos

Los datos brutos son expuestos a un filtrado estacional, donde también se corrigen valores extremos (al final del documento se incluye un [Anexo](#) donde se explica el procedimiento completo paso a paso). A tales efectos se utiliza el *software* X-13ARIMA-SEATS del *United States Census Bureau*, un programa con amplio reconocimiento a nivel mundial y de código abierto.

Desde 2023 el programa se internaliza por medio del *software* R-Studio, usando la librería denominada “*seasonal*”, creada por Christoph Sax y Dirk Eddelbuettel. Esta librería proporciona acceso prácticamente completo a las opciones y salidas del programa X-13ARIMA-SEATS. Complementariamente se utiliza su versión para Windows (WIN-X13).

3. Algoritmo para calcular el índice compuesto coincidente

El mecanismo de agregación del ICEI se apoya en la metodología que utiliza *The Conference Board* para calcular algunos de sus índices compuestos, conocida como tasas de variación simétricas. Al respecto,

¹ Lo que implica que su comportamiento es sincrónico al movimiento del ciclo económico de base.

vale mencionar que no representa un marco teórico atribuible a un autor específico, sino que constituye una convención metodológica consolidada dentro de la tradición de indicadores compuestos utilizados para monitorear el ciclo económico. Su origen se remonta al enfoque desarrollado por *el National Bureau of Economic Research* (NBER), particularmente en los trabajos pioneros de Burns y Mitchell (1946) y, posteriormente, de Moore (1961), quienes establecieron las bases para la construcción de indicadores líderes a partir de la combinación de series heterogéneas. En este marco, la necesidad de contar con medidas de variación comparables y consistentes llevó a la adopción progresiva de transformaciones que evitaran sesgos derivados de las tasas de crecimiento tradicionales. Esta práctica fue operacionalizada en el ámbito del *U.S. Department of Commerce* y formalizada posteriormente por *The Conference Board* en su *Business Cycle Indicators Handbook* (2001), con contribuciones de Robert McGuckin, Victor Zarnowitz y Matthew Cottell, donde se introduce la tasa simétrica como procedimiento estándar para el cálculo de variaciones mensuales.

▪ **Variaciones mensuales de cada serie componente**

Una vez que todas las series se ajustan por estacionalidad (desestacionalización) e irregularidad, se procede a expresar sus variaciones mensuales como cambios simétricos². De tal forma que, si la serie está en niveles, las tasas de cambio de cada variable *j* del mes *t*, quedan definidas como:

$$\hat{x}_{jt} = 200 \cdot \frac{X_{jt} - X_{j(t-1)}}{X_{jt} + X_{j(t-1)}} \quad (1)$$

Para las series que ya están definidas como tasas, se toma su primera diferencia reescribiendo la expresión (1) de la siguiente manera:

$$\hat{x}_{jt} = x_{jt} - x_{j(t-1)} \quad (2)$$

▪ **Normalización de las variaciones**

A continuación, se computan el desvío estándar de cada serie (*v_j*) y los factores de estandarización (*w_j*). Donde:

$$(w_j) = 1 / (v_j) \quad (3)$$

Asimismo, se normalizan los factores para que, en conjunto y considerando todas las series componentes, sumen 1. Este proceso implica otorgar una ponderación relativa a cada indicador dentro

² $\hat{x}_{jt} = 200 \cdot \frac{x_{jt} - x_{j(t-1)}}{x_{jt} + x_{j(t-1)}} = 100 \cdot \frac{x_{jt} - x_{j(t-1)}}{(x_{jt} + x_{j(t-1)})/2}$ Trata los cambios positivos y negativos simétricamente; ante un aumento del 1% seguido por una caída del 1% el valor de X retorna a su nivel original, mientras que la fórmula convencional $100 \cdot \frac{x_{jt} - x_{j(t-1)}}{x_{j(t-1)}}$ finalizaría con un nivel de X un tanto menor al original.

del grupo, inversamente proporcional a su volatilidad de largo plazo. En función de esto, se calcula la variación mensual de cada serie ajustada por su factor de estandarización normalizado:

$$\hat{m}_{jt} = \hat{x}_{jt}(w_j \text{ normalizado}) \quad (4)$$

- **Agregación de la información y cálculo del índice compuesto propiamente dicho**

Las variaciones brutas del índice se calculan sumando todas las variaciones mensuales estandarizadas y normalizadas:

$$s_t = \sum_{j=1}^n \hat{m}_{jt} \quad (5)$$

Por su parte, el cálculo definitivo del índice compuesto parte de un valor base igual a 100 en el período inicial: $I_1 = 100$. A partir de allí, su evolución se construye de manera recursiva utilizando las variaciones mensuales brutas (s_t). En particular, cada nuevo valor del índice, desde $t = 2$ en adelante, se obtiene a partir del nivel del período anterior, ajustado por la transformación simétrica de la variación bruta:

$$I_t = I_{t-1} \cdot \frac{200+s_t}{200-s_t} \quad (6)$$

De este modo, el índice incorpora en cada período la información contenida en las variaciones de sus componentes, no requiriendo ajustes ulteriores por amplitud o tendencia.

- **Cambio de base**

El último paso para llegar al ICEI-SFE que se publica mensualmente implica realizar un cambio de base, del mes de enero de 1994 a todo el período anual: 1994.01 = 100 por 1994 = 100. Es decir, se fuerza una base anual en 1994 de tal forma de facilitar la interpretación de cada uno de los estadísticos resultantes del indicador respecto de ese parámetro de referencia.



CENTRO DE ESTUDIOS Y SERVICIOS:

Director Ejecutivo: Dr. Juan Pablo Durando

Directora: Lic. María Lucrecia D'Jorge

Coordinador: Mg. Pedro P. Cohan

BOLSA DE COMERCIO DE SANTA FE:

Presidente: Dr. Juan Pablo Durando

INTEGRANTES DEL CES Y ÁREA DE PRENSA:

<https://www.bcsf.com.ar/ces/quienes-somos.php>

Anexo: procedimiento completo para filtrar las series de tiempo por estacionalidad y valores extremos

Para realizar los ajustes por estacionalidad se utiliza el *software* X-13ARIMA-SEATS del *United States Census Bureau*. El programa, de uso libre, tiene la capacidad de generar ajustes estacionales basados en modelos ARIMA utilizando una versión del *software* SEATS³, desarrollado originalmente en los '80 por Víctor Gómez y Agustín Maravall en el Banco de España, así como ajustes no paramétricos mediante el procedimiento X-11⁴.

Hasta 2017 inclusive, los miembros del CES-BCSF corrían el programa desde un entorno DOS bajo el sistema Windows. Esto se debía a que la herramienta, aunque muy actualizada en términos estadísticos, mantenía una interfaz basada en texto y líneas de comandos (heredada de versiones previas como X-11, X-12 y X-12-ARIMA). A partir de 2018 se incorpora el uso del WIN X-13, una aplicación que permite correr el programa directamente desde Windows, y que generó un salto de productividad significativo en el trabajo operativo, además de mejorar cuestiones técnicas del proceso y ampliar la interfaz gráfica de las salidas.

Asimismo, desde 2023 se comienza a utilizar el *software* R-Studio para realizar el filtrado de las series complementarias del sistema de manera automatizada. El nuevo *script* trabaja con la librería denominada "*seasonal*", creada por Christoph Sax y Dirk Eddelbuettel.

Es decir que, actualmente se opera en simultáneo con WIN X-13 en las series centrales y con R-Studio para los indicadores complementarios del sistema. Respecto al método de descomposición, se sigue optando preferentemente por el núcleo de X-11 pero también se tienen calibrados algunos indicadores para correr en SEATS.

Tanto uno como el otro método de descomposición testean distintos modelos aditivos (NIV) y modelos multiplicativos (LOG). Por medio de un barrido iterativo se selecciona el mejor ajuste en términos de parsimonia y menor volatilidad de los datos obtenidos (comparando la varianza de las tasas de cambio mensual de las series filtradas).

Tratamiento de los valores extremos

Existen distintas alternativas. En nuestro caso se le solicita al *software* que no efectúe ninguna corrección por valores extremos (*outliers*)⁵ durante el proceso de desestacionalización. De esta forma la salida D11 del

³ SEATS significa "*Signal Extraction in ARIMA Time Series*". Es un método paramétrico desarrollado para ajustar estacionalmente y descomponer series temporales mediante modelos ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Al igual que los métodos más tradicionales, permite descomponer una serie en: tendencia-ciclo (componente de largo plazo y ciclo económico); estacionalidad (fluctuaciones periódicas recurrentes); y residuo irregular (componente no sistemático, ruido o variaciones aleatorias).

⁴ Fue el método predominante por décadas. Se basa en una secuencia de filtros móviles iterativos que descomponen la serie en tendencia-ciclo, componente estacional y componente irregular. Su fortaleza radica en su robustez para ajustar estacionalidad en series de datos sin necesidad de imponer supuestos fuertes sobre su estructura (para ampliar, ver *U.S. Census Bureau, 2023, X-13ARIMA-SEATS Reference Manual*).

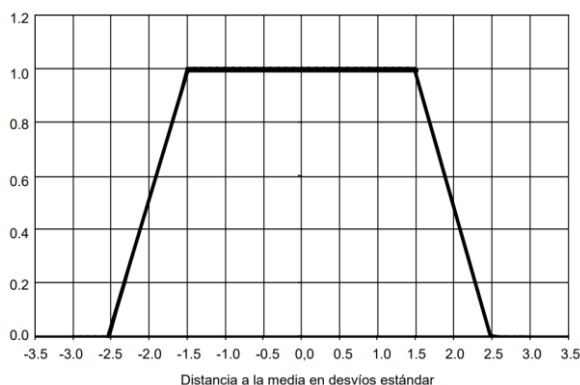
⁵ El programa permite la detección y corrección de valores extremos del componente irregular de manera preestablecida.

programa presenta la serie ajustada únicamente por estacionalidad. Este procedimiento se apoya en la idea de que internalizar los valores atípicos del componente irregular es preferible a simplemente eliminarlos. Esto, por cuanto algunos movimientos erráticos de tipo *shock* afectan al ciclo económico en función de su naturaleza y su permanencia en el tiempo.

Para corregir la serie ajustada por estacionalidad en referencia a la irregularidad, se trabaja con la tabla D13 (componente irregular de la serie original) y se identifica en la misma los valores extremos de cada serie. El proceso subyacente exige calcular el valor promedio de D13 (irregularidad media: \bar{I}) y su desvío estándar (S_t) de D13, de tal forma de considerar su rango de variabilidad. A continuación, se pone la atención en los desvíos de cada estadístico respecto a la media: $|I_t - \bar{I}|$.

Corriendo con X-11 se obtiene en forma directa una serie con el peso del irregular (C17), que señala cuáles estadísticos del componente irregular estrictamente no representan un valor extremo (0), cuáles son considerados estrictamente como valor extremo (1), y el peso de los valores intermedios (arrojando cifras entre 0 y 1). Al respecto se sigue el siguiente criterio:

Pesos del componente irregular (W_t) en relación con su variabilidad media (\bar{I}). Tabla C17.



$$W_t = 1 \quad \text{para } |I_t - \bar{I}| \leq 1.5 s_t^{(II)}$$

$$W_t = \frac{2.5 s_t^{(II)} - |I_t - \bar{I}|}{2.5 s_t^{(II)} - 1.5 s_t^{(II)}} \quad \text{para } 1.5 s_t^{(II)} < |I_t - \bar{I}| < 2.5 s_t^{(II)}$$

$$W_t = 0 \quad \text{para } 2.5 s_t^{(II)} \leq |I_t - \bar{I}|$$

Utilizando SEATS resulta necesario calcular la salida C17 (pesos del irregular) de manera *ad hoc*, pues no se genera la tabla por defecto. Como los ajustes por estacionalidad arrojan un componente irregular mucho más suave que usando X-11, pues se logran resultados más precisos y menos rugosos con los modelos RegARIMA, el criterio expuesto precedentemente se hace más restrictivo, considerando un límite de sólo 1,5 desvíos respecto a la media en términos absolutos para identificar los valores extremos.

El último paso para finalizar la corrección implica partir de la serie ajustada (Tabla D11: A_t) e incorporar información proveniente del componente tendencia-ciclo por medio de la tabla D12 (T_t) en los meses donde

se detectan valores extremos en el componente irregular. Los casos intermedios son sopesados en base al peso de la irregularidad (C17: W_t). La serie final, F_t , ajustada por estacionalidad y corregida por valores extremos se calcula de la siguiente manera:

$$F_t = W_t \times A_t + (1 - W_t) \times T_t$$

Vale mencionar que el procedimiento adoptado se encuentra en línea con usos y costumbres desarrollados en la práctica del *National Bureau of Economic Research* de Estados Unidos y otros organismos análogos de relevancia mundial.