

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-2874

Efectos del fenómeno “El Niño” en la Región Andina:

Una aproximación empírica

Leandro Andrian, Carlos Miguel Álvarez,
Augusto Chávez, Emily Díaz, Cristhian
Larrahondo, Luis Fernando Serrudo,
Miguel Alzamora, Daniel Cárdenas

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Países del Grupo Andino

Enero 2024



Efectos del fenómeno “El Niño” en la Región Andina:

Una aproximación empírica

Leandro Andrian, Carlos Miguel Álvarez, Augusto Chávez,
Emily Díaz, Cristhian Larrahondo, Luis Fernando Serrudo,
Miguel Alzamora, Daniel Cárdenas

Banco Interamericano de Desarrollo
Departamento de Países del Grupo Andino

Enero 2024

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Efectos del fenómeno “El Niño” en la Región Andina: una aproximación empírica / Leandro Andrian, Carlos Miguel Álvarez, Augusto Chávez, Emily Díaz, Cristhian Larrahondo, Luis Fernando Serrudo, Miguel Alzamora, Daniel Cárdenas.

p. cm. — (Nota técnica del BID; 2874)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Climatic changes-Economic aspects-Andes Region. 2. El Niño Current-Economic aspects-Andes Region. 3. Economic development-Environmental aspects-Andes Region. I. Andrián, Leandro. II. Álvarez, Carlos Miguel. III. Chavez, Augusto. IV. Diaz, Emily. V. Larrahondo, Cristhian. VI. Serrudo, Luis Fernando. VII. Alzamora, Miguel. VIII. Cardenas, Daniel. IX. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Países del Grupo Andino. X. Serie.

IDB-TN-2874

Códigos JEL: C32, C51, C52, E31, O44, Q54, R11

Palabras clave: Cambio climático, fenómeno El Niño (FEN), crecimiento económico, inflación, región andina, VAR.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Efectos del fenómeno El Niño en la Región Andina: una aproximación empírica

Leandro Andrian, Carlos Miguel Álvarez, Augusto Chávez, Emily Díaz, Cristhian Larrahondo,
Luis Fernando Serrudo, Miguel Alzamora, Daniel Cárdenas^{12*}

Resumen

El cambio climático ha avanzado significativamente en los últimos años, marcado por un notable aumento en las temperaturas globales debido a mayores emisiones de gases de efecto invernadero. Este artículo se centra en el impacto del fenómeno El Niño en las economías de la Región Andina, examinando sus efectos en variables macroeconómicas como la actividad económica y los niveles de precios. Utilizando un modelo de Vectores Autorregresivos, El Niño se trata como una variable exógena para capturar dinámicamente los efectos climáticos en las economías. Los resultados indican impactos negativos en el crecimiento económico con respecto a la ausencia del fenómeno, que varían de 0,5 a 4,4 puntos porcentuales en 2024, siendo Perú y Ecuador los más afectados. La inflación solo se ve afectada en Colombia y Perú, donde podría aumentar entre 0,9 y 1,3 puntos porcentuales. Las diferencias geográficas y características de estructura económica entre los países desempeñan un papel crucial en la configuración de estos impactos. Los análisis específicos por país revelan resultados diversos, experimentando desafíos tanto económicos como inflacionarios. El estudio concluye resaltando la necesidad de enfrentar el impacto del cambio climático con un enfoque integral y colaborativo.

Códigos JEL: C32, C51, C52, E31, O44, Q54, R11

Palabras clave: Cambio climático, fenómeno El Niño (FEN), crecimiento económico, inflación, región andina, VAR.

¹ Las opiniones expresadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores. Se agradecen los valiosos comentarios de Osmel Manzano, Javier Beverinotti, Wladimir Zanoni, Emmanuel Abuelafia, Laura Giles, Liliana Castilleja, Arturo Galindo, Oscar Valencia, Leonardo Maldonado y Lina Díaz, fueron especialmente útiles. Se reconocen igualmente los aportes de Juan Tenorio y Alejandra Esquivel del Ministerio de Economía y Finanzas de Perú.

* Banco Interamericano de Desarrollo

² Los autores desean señalar que el orden de aparición de los nombres no implica una jerarquía en términos de contribuciones. Todos los autores han colaborado de manera significativa en todas las etapas de la investigación y la redacción del artículo.

1 Introducción

El cambio climático tuvo un avance significativo durante los últimos años. Desde inicios del siglo XX, la temperatura media de la superficie registró un incremento significativo, como consecuencia de una mayor emisión global de gases de efecto invernadero (GEI) ante la presencia de un mayor desarrollo de avances tecnológicos y de la sofisticación de los métodos de producción industriales. De esta manera, el avance del cambio climático se ha acelerado durante los últimos años y trajo consigo un incremento de la temperatura media a nivel global (Deutch y Lester, 2003). Esto genera consecuencias sobre las condiciones climáticas globales para el desarrollo de las actividades económicas, de manera particular sobre las regiones en las que se manifiestan fenómenos climáticos específicos como es el caso del fenómeno El Niño (FEN) en la Región Andina.

Los incrementos de temperaturas como consecuencia del FEN tendrían impactos sobre la actividad económica. En particular, el FEN se manifiesta a través de un calentamiento de la temperatura superficial del mar. De esta manera, este fenómeno afectaría a los países de la región situados sobre las costas del Pacífico, principalmente a los países de la región andina. Estos incrementos de la temperatura superficial del mar traerían consigo precipitaciones en las zonas tropicales y patrones extremos de sequías, lo cual afectaría negativamente a sectores económicos como agricultura, ganadería y pesca, así como podría impactar a través de distorsiones en el suministro de agua potable, el acceso a servicios básicos y la capacidad de prestar servicios sociales, lo que a su vez puede tener impactos económicos y sociales.

El FEN se presenta como uno de los principales choques climáticos para los países de la región, lo cual deriva en impactos en términos agregados. Acevedo *et al.* (2017) encuentran que existiría una relación histórica entre los patrones meteorológicos y la actividad económica a nivel global. En particular, este choque tendría efectos sobre los principales agregados macroeconómicos de los países, tales como actividad económica, nivel de precios, balance fiscal del sector público o los términos de intercambio, entre otros. El presente estudio estima el impacto del FEN sobre agregados macroeconómicos con la finalidad de capturar la magnitud del impacto promedio de tres escenarios alternativos donde se identifica el impacto del FEN en distintas intensidades: *moderado, fuerte y extraordinario*.

Se utiliza un enfoque empírico de Vectores Autorregresivos con variables exógenas (VARX) para analizar el impacto del FEN en las economías de la Región Andina. En el modelo VARX, el FEN se trata como una variable exógena para capturar sus efectos climáticos de manera dinámica. Asimismo, se incluyen los términos de intercambio, el balance primario, la inflación y el crecimiento. Para cuantificar el impacto, se calculan las desviaciones de diferentes proyecciones de escenarios con distintas magnitudes de FEN respecto a un escenario base sin la presencia del fenómeno. Se estima cada modelo de cada país con la mayor cantidad de datos disponible hasta el cuarto trimestre

de 2019³ y se proyectan los escenarios a partir del último valor observado de las variables incluidas. Los resultados indican caídas de hasta 4,4 p.p.⁴ en el crecimiento del PIB real esperado para 2024 respecto a un escenario base sin ocurrencia del FEN, y los impactos estimados varían en función de la magnitud esperada del fenómeno. En particular, se destacan impactos negativos fuertes y significativos para 2024 sobre el crecimiento del PIB real para Perú y Ecuador (4,1 p.p. y 4.4 p.p. respectivamente en el caso de un evento de magnitud extraordinaria), un impacto negativo leve de 0,9 p.p. para Colombia, y efectos no significativos del FEN en Bolivia⁵ y Venezuela⁶. Por su parte, las consecuencias de El Niño en la inflación en 2024 implicarían incrementos del nivel de precios, en comparación con un escenario sin ocurrencia del FEN. Colombia y Perú serían los más afectados con 3,3 p.p. y 3.0 p.p., respectivamente, mientras que Ecuador y Bolivia presentan resultados no significativos sobre la inflación, explicados principalmente por sus respectivos regímenes monetarios.⁷

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección 2, se presenta la revisión de literatura asociada al impacto del fenómeno El Niño sobre los países de la Región Andina; en la sección 3, se presenta un resumen sobre los datos y la metodología utilizados para la caracterización y estimación del impacto del FEN sobre los agregados macroeconómicos en los países de la región; en la sección 4, se presentan los resultados de las estimaciones, así como un resumen del impacto de la ocurrencia del FEN en sus distintas intensidades (moderado, fuerte y extraordinario) sobre el crecimiento económico y la inflación; y, por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones del estudio.

2 El fenómeno de El Niño en la Región Andina

Los efectos del cambio climático se materializan en fenómenos como el FEN, que tienen efectos negativos sobre la actividad económica. Desde inicios del siglo XX, los avances de la tecnología en la producción industrial habrían generado cambios permanentes en la temperatura a nivel global, explicados por un alza en la temperatura media de la superficie que se vincula con el incremento de las emisiones de GEI. Este evento climático se caracteriza por un incremento de la temperatura superficial del mar como consecuencia del ingreso de aguas cálidas en la zona del océano Pacífico (SENAMHI, 2014). En consecuencia, los incrementos de la temperatura superficial del mar traerían consigo precipitaciones y mayor humedad ambiental en las zonas tropicales y patrones extremos de sequías, además de afectaciones en la fauna marina (Contreras *et al.*, 2017).

³ Para evitar distorsiones relacionadas con la pandemia del Covid-19.

⁴ Por ejemplo, esta caída estimada corresponde a la eventualidad de un FEN de magnitud extraordinaria de 4,1.

⁵ En el caso de Bolivia, esto podría ser explicado por una política fiscal anticíclica durante la ocurrencia del FEN.

⁶ En el modelo para Venezuela se utilizan datos anuales, debido a la falta de disponibilidad de datos macroeconómicos. El promedio anual del *Oceanic Niño Index* utilizado para medir el FEN no permite capturar adecuadamente el comportamiento del fenómeno a lo largo de cada episodio, lo que pudo haber influido en los resultados para Venezuela.

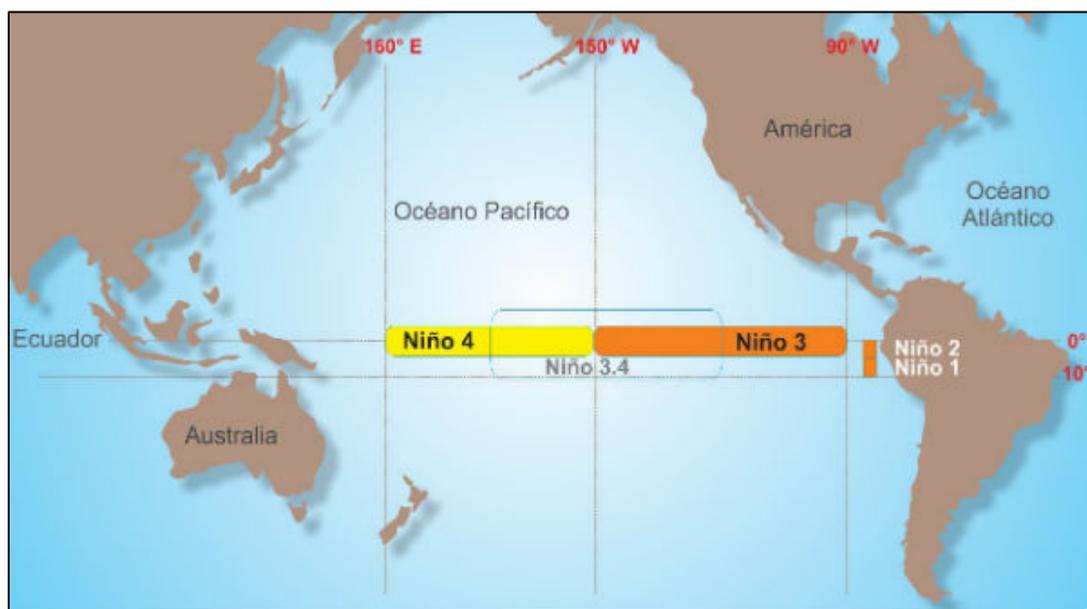
⁷ Todos los resultados mencionados de impactos sobre crecimiento e inflación corresponden al escenario de un FEN extraordinario de 4,1 de intensidad. El impacto varía en la misma dirección que varía la intensidad del fenómeno. Es decir, a medida que aumenta la intensidad del FEN, mayor es el impacto esperado en el PIB y la inflación, mientras que a medida que disminuye la intensidad del FEN, menor es el impacto en las variables analizadas.

Al respecto, Acevedo *et al.* (2018) y Dell *et al.* (2012) encuentran que existiría una relación histórica entre los patrones meteorológicos y la actividad económica a nivel global, concluyendo que los cambios en la temperatura a nivel global habrían desencadenado efectos negativos sobre la actividad económica de los países a nivel agregado.

La frecuencia y magnitud de materialización del FEN se ha intensificado a partir de los episodios recientes. Como se mencionó, los incrementos de las temperaturas como consecuencia del FEN generarían disrupciones climatológicas tales como precipitaciones en las zonas tropicales y patrones extremos de sequías en las zonas superficiales elevadas. En ese sentido, Pécastaing y Chávez (2020) y Naciones Unidas (s. f.) destacan que el impacto acumulado del cambio climático habría profundizado los efectos de este fenómeno, lo cual derivaría en un incremento tanto de la frecuencia como de la magnitud de intensidad en la materialización de futuros episodios del FEN. Así, mientras que las condiciones del FEN se materializaban entre cada ocho a diez años en décadas anteriores, ese patrón se habría alterado y, a la fecha, las condiciones asociadas al fenómeno se repetirían con mayor frecuencia.

La materialización del fenómeno puede identificarse a través de El Niño Global y El Niño Costero. La materialización del fenómeno El Niño comprende los cambios observados en la temperatura superficial del mar; no obstante, las condiciones del fenómeno pueden categorizarse de acuerdo con la zona de impacto y ocurrencia. Así, de manera reciente, para centrar la atención en la evolución de las temperaturas de la superficie del océano, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) categoriza la franja ecuatorial del océano Pacífico en cuatro cuadrantes (Niño 1, Niño 2, Niño 3 y Niño 4), tal como se presenta en el Gráfico 1. A través de esta categorización, se puede identificar el fenómeno de dos maneras: El Niño Global y El Niño Costero. De un lado, la categoría El Niño Global concentra su atención en el cuadrante conjunto Niño 3.4 para comprender la formación de las condiciones del fenómeno, de tal manera que considera las temperaturas ocurridas en zonas aledañas entre los cuadrantes Niño 3 y Niño 4. De otro lado, la categoría El Niño Costero concentra su atención en el cuadrante conjunto Niño 1+2, de tal manera que aborda los cambios en las temperatura ocurridos en el total de los cuadrantes Niño 1 y Niño 2, que se aproxima en gran medida a lo ocurrido en la zona oriental del océano Pacífico, que se sitúa en la zona aledaña a la costa sudamericana.

Gráfico 1. Zonas geográficas para la identificación del FEN



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Desde 1950, se identifican tres episodios de mayor magnitud del FEN. Como consecuencia de la zona de materialización del fenómeno, este impacta principalmente a los países costeros del Pacífico oriental, y con particular intensidad en la región andina. La identificación del fenómeno se puede categorizar según se considere El Niño Global (región Pacífico 3.4) o El Niño Costero (región Pacífico 1+2). Para identificar el fenómeno El Niño Global se considera la medición a través del índice '*Oceanic Niño Index (ONI)*' en la región del Pacífico central; mientras que para identificar el fenómeno El Niño Costero se considera la medición a través del índice '*Región 1+2*' en la región del Pacífico oriental. En los Gráficos 2 y 3, se presentan ambos índices en frecuencia mensual para el periodo 1950-2023. A través de ambos índices, se identifica la ocurrencia de tres episodios de mayor exposición e impacto del fenómeno: 1982-1983, 1997-1998 y 2016-2017. Cabe destacar que el fenómeno puede categorizarse según su magnitud de materialización e impacto en: débil, moderado, fuerte y extraordinario. De esta manera, los episodios destacados se categorizan de la siguiente manera: el de 1982-1983 como extraordinario, el de 1997-1998 como fuerte y el de 2016-2017 como moderado. En particular, Martín (2016) destaca la duración e intensidad para dos de estos episodios. El episodio de 1997-1998 se considera como el de mayor duración, la cual se estima aproximadamente en 19 meses (desde febrero 1997 a agosto 1998), mientras que el episodio de 1982-1983 se sitúa como el de mayor intensidad, pese a que su duración habría sido únicamente de alrededor de 11 meses.

Gráfico 2. Índice Niño Oceánico (ONI) - Región Pacífico Central 3.4

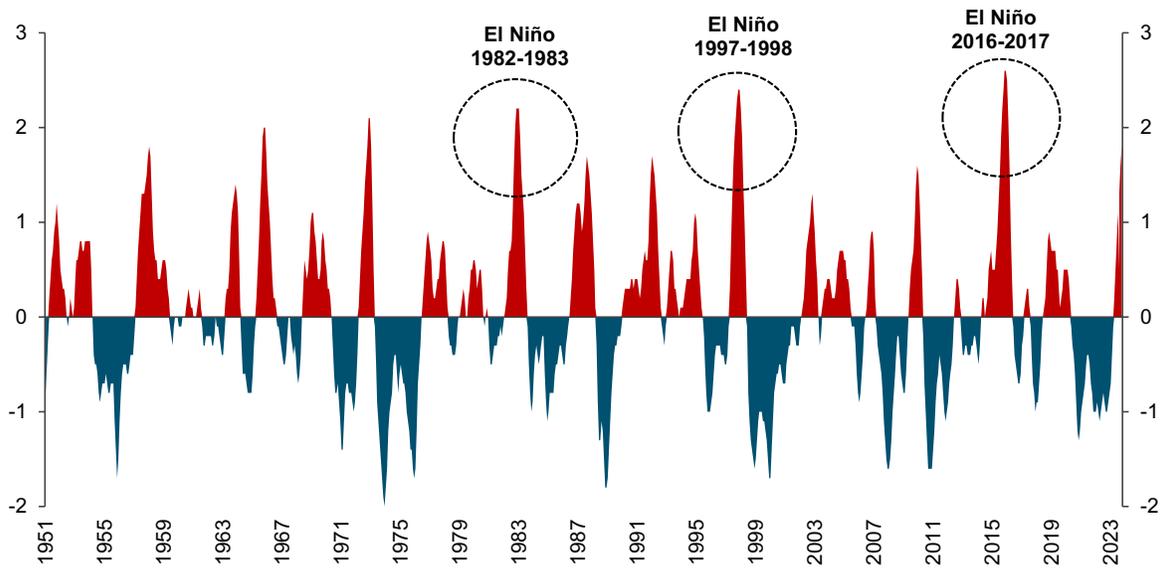
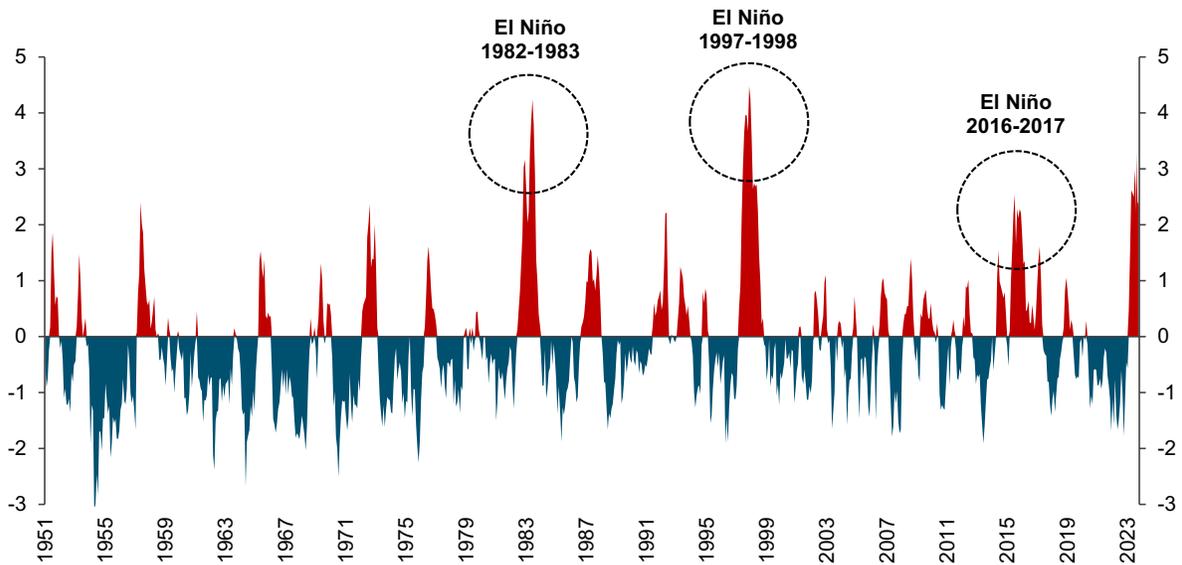


Gráfico 3. Anomalías de la temperatura superficial en Región Niño 1+2



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

El FEN genera anomalías climáticas con consecuencias socioeconómicas negativas para los países de la región andina. Concretamente en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, el fenómeno El Niño se ha materializado a través de precipitaciones e inundaciones, que podrían desencadenar daños a la infraestructura y a las actividades productivas, así como deslizamientos de tierra y problemas de erosión. A su vez, algunas regiones podrían experimentar sequías debido a la alteración de los patrones de lluvia. Además, dentro de cada país los efectos del evento pueden ser

diferentes según la ubicación geográfica de cada región. En Bolivia, las anomalías climáticas presentan mucha variabilidad, con exceso y déficit de precipitaciones a lo largo de la cuenca amazónica, mientras que, en la zona del altiplano, predominan las sequías moderadas (CAF, 2000). En Ecuador, el FEN se manifiesta generalmente con un exceso de precipitaciones, particularmente en la zona costera y Galápagos que, a su vez puede causar erosión del suelo y deslizamientos de tierra (Rollenbeck *et al.*, 2022; Thielen *et al.*, 2023). A su vez, los patrones de sequía en Ecuador son diferentes a nivel subnacional, de manera que se distingue los efectos de El Niño Global en las sequías de la zona de la sierra andina y de El Niño Costero en las llanuras de la zona occidental cerca de la Amazonía (Vicente-Serrano *et al.* 2016).

Esta variabilidad climática puede afectar negativamente a la agricultura, la ganadería y el suministro de agua potable, el acceso a servicios básicos y la capacidad de prestar servicios sociales, lo que a su vez puede tener impactos económicos y sociales adversos en la región. En Perú, el FEN se manifiesta través de un incremento de las precipitaciones (lluvias e inundaciones) en la costa norte del país por encima del registro promedio, así como la presencia de sequías en la zona del altiplano del sur (Contreras *et al.*, 2017; Martín, 2016). De esta manera, el FEN se posiciona como uno de los principales desafíos climáticos para la región, provocando efectos a nivel macroeconómico.

En detalle, la ocurrencia del FEN se ha materializado de manera diferenciada y en distinta intensidad para cada país de la región. Para Bolivia, Ecuador y Perú los impactos principalmente se han manifestado a través de exceso de precipitaciones, lluvias e inundaciones, que derivan en afectaciones al desarrollo de actividades extractivas como pesca y agricultura, como se presenta en el Gráfico 4. Para Bolivia, según Martín (2016), el efecto macroeconómico del FEN se ha dado a través de la disminución de actividades productivas, particularmente la agricultura, mayores precios de alimentos por una menor oferta, y la destrucción de infraestructura.

Para Ecuador, los sectores agrícolas y de construcción han sido los más afectados, como se ha evidenciado en episodios anteriores. Al respecto, en Ecuador, el FEN de 1997-1998 causó aproximadamente US\$ 112,3 millones en pérdidas, el ingreso al desempleo de cerca de 56.000 personas y generó riesgos sanitarios por malaria y dengue para cerca de 2,5 millones de personas (Vos *et al.*, 2006).

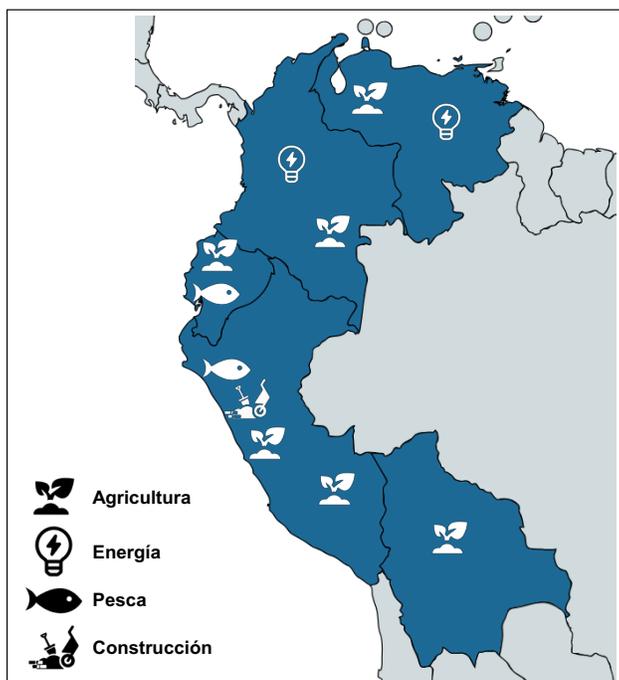
Para Perú, los efectos del FEN se materializan en un impacto sobre las actividades primarias como agricultura ante los menores rendimientos en las cosechas y pesca ante distorsiones sobre los desembarques de anchoveta en la costa norte del país. Sumado a esto, el sector construcción se vería afectado por el desarrollo de las precipitaciones en la ejecución de obras de inversión a nivel regional. De esta manera, Martín (2016) estima que un episodio promedio del FEN restaría 1,7 puntos porcentuales al crecimiento anual en Perú.

Para Venezuela y Colombia, los impactos del FEN se centran en una reducción de la oferta energética. Como se presenta en el Gráfico 4, este efecto ocurre principalmente por la disminución en la generación hidroeléctrica debido a la escasez de agua (Planas-Martí y Cárdenas, 2019; Quiroz-Ruiz *et al.*, 2016). Para Colombia, adicionalmente, la escasez de agua afectaría negativamente la actividad agrícola, de manera distinta respecto a Bolivia, Ecuador y Perú, donde predominaron las afectaciones causadas por el exceso de lluvias. De este modo, el mayor efecto para estos países se observa en el incremento de las tarifas energéticas y de los precios de los alimentos, lo cual genera presiones sobre la inflación total (Romero-Chamorro y Naranjo-Saldarriaga, 2022; Abril-Salcedo *et al.*, 2015; Abril-Salcedo *et al.*, 2020).

Para Venezuela, se encuentra que los impactos del FEN son relativamente bajos. Se estima que el episodio fuerte de 1997-1998 habría ocasionado daños de 0,6% del PIB, el menor nivel de la región (Jovel, 2000), mientras que Martín (2016) confirma que en Venezuela no se encuentran efectos macroeconómicos significativos. A nivel sectorial, además de la generación eléctrica, los mayores impactos se observan principalmente en la ganadería, dado que la sequía limita la disponibilidad de pasto para alimentar el ganado (Martín, 2016). Hacia el inicio del episodio de 2016-2017, Venezuela acarrea tres años consecutivos de sequías no asociadas al FEN (INAMEH, 2016). Para el año 2014 la sequía había causado una escasez de pasto que resultó en más de 200.000 reses muertas, mientras que 20% permanecía en riesgo (Jiménez *et al.*, 2016). De este modo, el FEN 2016-2017 encontraba la cota del Embalse del Guri en su mínimo histórico, lo que contribuyó a que la generación hidroeléctrica cayera en 20% entre 2015 y 2017 a sus menores niveles en 15 años (IEA,2020).

Además de los impactos climáticos y macroeconómicos directos en los países mencionados, existen efectos indirectos en otras regiones. Al respecto, el FEN puede afectar el desempeño de los socios comerciales de las distintas economías de la región que enfrentan directamente el evento. De igual manera, los efectos en los mercados globales de alimentos y commodities debidos a las consecuencias del fenómeno, podrían extender sus impactos indirectos a otros países. Según Cashin *et al.* (2015) para los países más cercanos al epicentro del FEN los impactos directos guían el comportamiento de las estimaciones a través de funciones de impulso-respuesta; para los países más alejados, el impacto en crecimiento económico se debe en mayor medida a impactos indirectos asociados a los impactos que generan en las economías de sus respectivos socios comerciales como consecuencia de las distorsiones generadas sobre la demanda externa de estos.

Gráfico 4. Sectores económicos más afectados por el FEN



Fuente: Moody's Investors Service.

Como consecuencia de la persistencia de episodios del FEN, los países de la región han adoptado estrategias de mitigación. Los impactos de los episodios más recientes del fenómeno motivaron a los países de la región andina a la implementación de mecanismos de prevención y mitigación, de modo que puedan contrarrestar las consecuencias de episodios futuros.

Por ejemplo, Bolivia destinó la creación de un fideicomiso para la captación de recursos para mitigación, el cual ascendió a 0,03% del PIB. Por su parte, Perú decretó la creación de una autoridad de reconstrucción como consecuencia de los efectos del episodio del FEN 2016-2017, el cual generó pérdidas significativas sobre la infraestructura física de las regiones situadas en la costa norte del país. Asimismo, Colombia decretó la conformación de un plan de contingencia multisectorial con la finalidad de prever acciones de prevención, atención y recuperación. Por último, Ecuador ha situado sus acciones de prevención y mitigación mediante la captación de recursos con instituciones multilaterales, que permitirá tener cobertura de los recursos contingentes requeridos ante la materialización de dicha eventualidad.

3 Metodología y datos

El modelo empírico para determinar el impacto del FEN corresponde a Vectores Autorregresivos con variables exógenas. Utilizar un VARX para evaluar los impactos del FEN sobre el crecimiento y la inflación en las economías de la Región Andina permite capturar las dinámicas heterogéneas y complejas entre las variables macroeconómicas y el fenómeno climático, brindando flexibilidad para modelar sus impactos dinámicos. Asimismo, la especificación permite considerar el FEN como una variable exógena, lo cual asegura que el impacto sobre las economías sea netamente consecuencia del fenómeno climático, facilitando una interpretación sobre el efecto que tendrían las condiciones climáticas al afectar a las variables macroeconómicas. Se utiliza la siguiente especificación:

$$Y_t = c + \sum_{s=1}^P A_s Y_{t-s} + BX_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde, $Y_t = [tdi_t^8, bp_t, \pi_t, g_t]$ son las variables endógenas del modelo, mientras que $X_t = [fen_t, nofen_t]$ son las variables exógenas (ver Cuadro 1)⁹. En la especificación, tdi_t es el índice trimestral de los términos de intercambio, bp_t es el balance primario trimestral como proporción del PIB anual¹⁰, π_t es la inflación trimestral anualizada¹¹, y g_t es el crecimiento anual del PIB real trimestral. Por su parte, fen_t ¹² es la medida que identifica la ocurrencia de un episodio de FEN en el trimestre y su magnitud, y $nofen_t$ identifica los momentos cuando no hay episodio de FEN. El FEN es un evento climático que se asume completamente exógeno puesto que no existe manera en que cada economía de la región pudiese impactar sobre su comportamiento. Para la estimación del modelo se utiliza cuatro rezagos ($P = 4$) como regla general al utilizar datos trimestrales.

⁸ Sobre la ecuación de los términos de intercambio se impone la restricción que el bp_t, π_t y el g_t no tienen efectos, es decir que su coeficiente es cero. Esto indicaría que los términos de intercambio solo responden a su propia dinámica intertemporal (sus rezagos) y a los efectos climáticos del FEN. Esto aplica solo para la especificación de Colombia, Ecuador y Perú (más adelante se indica que los tdi_t en Bolivia y Venezuela se asumen como el precio del petróleo y se consideran exógenos).

⁹ Se propone una especificación funcional del modelo lo más homogénea posible, que considere las heterogeneidades de cada una de las cinco economías de la Región Andina. Ver Cuadro 1 para mayor detalle.

¹⁰ El balance primario considera una media móvil de cuatro trimestres debido a la presencia de estacionalidad.

¹¹ La inflación considera la variación porcentual del mes de cierre para cada trimestre (marzo, junio, septiembre y diciembre).

¹² Para Colombia, se considera el índice Niño 3.4 ya que, según Abil-Salcedo *et al.* (2015), esta es la variable que exhibe una conexión más notable con las variaciones en los agregados macroeconómicos del país. Para Venezuela, se considera el índice Niño 3.4 puesto que no tiene frontera costera con el océano Pacífico. Para Ecuador, se realizan estimaciones con respecto al índice de El Niño 3.4 dado que es el país es más sensible a los cambios climáticos de este fenómeno y que se manifiestan como incrementos de las precipitaciones en la costa del pacífico y sequías en las llanuras de los Andes. Cabe mencionar que El Niño 1+2 (costero) también genera cambios en el clima que generalmente afectan al sector pesquero, aunque con efectos ambiguos, es decir, incrementando la pesca de algunas especies y disminuyendo la de otras (Arntz y Tarazona, 1990; Vicente-Serrano *et al.*, 2016). Para Bolivia, se considera el índice Niño 3.4 por su condición mediterránea, sin tener frontera costera. Para Perú, se considera el índice Niño 1+2 debido a que los efectos del fenómeno se manifiestan principalmente en las actividades extractivas (agricultura y pesca) que se realizan en la costa del Pacífico de acuerdo con Contreras *et al.* (2017).

Cuadro 1. Especificación de variables por país en el modelo VARX¹³

Variable por país	Exógenas	Endógenas			
	$fen_t / nofen_t$	tdi_t	bp_t	π_t	g_t
 Bolivia¹⁴ 4T2000 – 4T2019	Índice Niño 3.4	●	●	●	●
 Colombia¹⁵ 1T2001 – 4T2019	Índice Niño 3.4	●	●	●	●
 Ecuador¹⁶ 4T1997 – 4T2019	Índice Niño 3.4	●	●	●	●
 Perú 1T1992 – 4T2019	Índice Niño 1+2	●	●	●	●
 Venezuela¹⁷ 1962 – 2017	Índice Niño 3.4	●	●	✗	●

Nota: Para Bolivia, tdi_t corresponde a la variación interanual del crudo WTI. Para Venezuela, g_t corresponde a la variación real del PIB no petrolero y tdi_t a la variación de la cesta petrolera venezolana.
Fuente: Elaboración propia a partir de la especificación VAR de cada país.

Para la identificación del FEN, se consideran índices para la zona Niño 3.4 y la zona Niño 1+2.

En el Gráfico 5, se presentan los índices para identificar la variable fen_t en frecuencia trimestral y anual¹⁸. Como se detalló, para todos los países se utilizará el índice Niño 3.4, con excepción de Perú que utilizará el índice Niño 1+2. Adicionalmente, cabe destacar que para todos los países se utilizará información en frecuencia trimestral, con excepción de Venezuela dada la disponibilidad de información. El índice Niño 3.4 utiliza los datos del ONI, el cual se fundamenta en las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región del Pacífico ecuatorial central, que se denomina Región Niño 3.4. En este caso, el FEN se identifica como un promedio móvil de tres meses de las anomalías en la temperatura superficial del mar en la Región Niño 3.4, que ocurre cuando se supera el umbral de 28 °C en 0,5 °C durante cinco meses consecutivos. El índice Niño 1+2 utiliza los datos

¹³ Ver anexo 1 para mayor detalle sobre la fuente de información de las variables para cada país.

¹⁴ Para Bolivia, debido a la disponibilidad de información: (i) se consideran las series desde el año 2000 debido a la variable bp_t , cuyos datos no se encuentran disponibles con anterioridad a esa fecha; y (ii) la variable tdi_t considera la variación anual del precio del petróleo WTI, debido a la creciente importancia, partir de la década de 1990 hasta la actualidad, de la exportación de hidrocarburos con precios establecidos bajo contrato indexados al precio del petróleo, y la alta correlación con los precios de otros *commodities* que exporta Bolivia.

¹⁵ Para Colombia, la estimación considera información a partir de 1T.2001 cuando la dinámica económica es consistente con que la apertura económica se estabiliza. Cabe destacar que Colombia inició un fuerte proceso de apertura económica entre 1980 e inicios del 2000, lo cual hizo que la economía sea resiliente a los episodios del FEN durante estos años.

¹⁶ Para Ecuador, de manera complementaria a la especificación del modelo presentada, se considera la incorporación de una variable exógena *dummy* que distingue el inicio del periodo de dolarización de la economía.

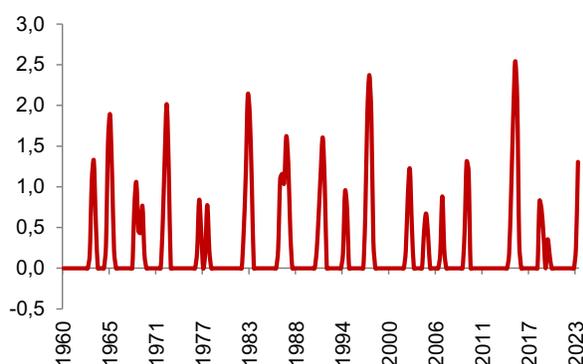
¹⁷ Para Venezuela, se considera data en frecuencia anual en lugar de trimestral dada la disponibilidad de información. Adicionalmente, cabe destacar que la inflación históricamente elevada del país, y más recientemente, el crecimiento exponencial de los niveles de precios a partir de 2016, no permiten capturar adecuadamente los impactos del FEN bajo los parámetros del presente trabajo, por lo que será excluido del análisis.

¹⁸ Ver anexo 2 para detalles de las series $nofen_t$ trimestrales y anuales.

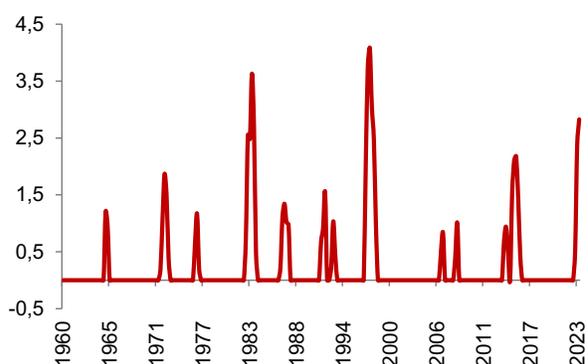
sobre anomalías presentadas en la Región Niño 1+2, la cual se sitúa próxima a las costas de Ecuador y Perú. Este índice se estima de manera similar al anterior, como la presencia de anomalías desde los $+0,5^{\circ}\text{C}$ en la temperatura superficial en su respectiva región durante un periodo de cinco meses consecutivos, superando el umbral establecido. Para ambos índices, se identifican los periodos en los que no hay ocurrencia del FEN en línea con la metodología, de tal manera que se caracterizan por promedios trimestrales de las anomalías que se sitúan por debajo de $+0,5^{\circ}\text{C}$ respecto al umbral establecido.

Gráfico 5. Índices para la identificación de episodios FEN en el modelo VARX

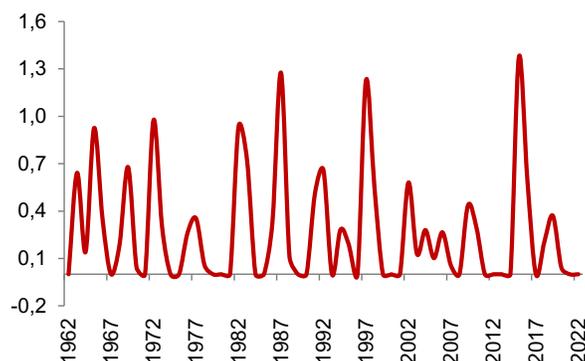
(5.1) Índice trimestral fen_t - Región Niño 3.4



(5.2) Índice trimestral fen_t - Región Niño 1+2



(5.3) Índice anual fen_t - Región Niño 3.4



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Para cuantificar el impacto macroeconómico del FEN, se propone un análisis comparativo en tres pasos. Con la finalidad de cuantificar el impacto del FEN sobre el crecimiento y la inflación, como primer paso se estima un modelo VARX calculado según la especificación y el periodo de estimación indicado para cada país en el Cuadro 1. Cabe señalar que se posiciona como horizonte final del periodo de estimación al cuarto trimestre de 2019 para evitar posibles distorsiones asociadas a los efectos de la pandemia del Covid-19 sobre los agregados macroeconómicos. Como segundo

paso, se evalúa el Multiplicador Dinámico (MD)¹⁹ del fen_t sobre el g_t y la π_t . Por último, como tercer paso, con información a partir del primer trimestre de 2020, se calibra la ecuación del modelo (1) y se realizan dos tipos de proyecciones para las variables endógenas de cada país: (1) un escenario base donde se asume ausencia del FEN; y (2) tres escenarios alternativos donde se identifica la presencia del FEN en distintas intensidades: *moderado*, *fuerte* y *extraordinario*²⁰.

El impacto del FEN se define como la desviación de los tres escenarios proyectados respecto al escenario base. Como se mencionó, se propone la estimación de un escenario base sin presencia del FEN y tres escenarios alternativos donde se identifica la presencia del FEN. De esta manera, el impacto del FEN se define como la desviación de las proyecciones en los escenarios alternativos al compararse con el escenario base medido en puntos porcentuales. Con esto, el ejercicio permite identificar el impacto en p.p. de un menor nivel de crecimiento o un mayor nivel de inflación como consecuencia de la ocurrencia de un episodio del FEN para 2023 y 2024.

4 Resultados

El crecimiento y la inflación en los países de la Región Andina se verían afectados como consecuencia de un episodio del FEN. En los Gráficos 6 y 7, se presenta el resumen de los resultados del análisis comparativo propuesto para cuantificar el impacto del FEN. Así, estos gráficos describen cuánto disminuiría el crecimiento económico y cuánto incrementaría la inflación total para el 2023 y 2024 en los cinco países de la Región Andina con respecto al escenario base. Cabe destacar que en este resumen se presentan únicamente los resultados para los casos en que los multiplicadores dinámicos (ver anexo) muestran un impacto significativo²¹.

Gráfico 6. Impacto del FEN en el crecimiento económico (desvío en puntos porcentuales con respecto al escenario base)

¹⁹ El multiplicador dinámico (MD) se define como la respuesta de $y_{i,t}$ a un impulso unitario en la variable exógena $x_{i,t}$, manteniendo constantes todas las demás variables. Los MD serían fundamentales para entender cómo el FEN afecta las variables económicas a lo largo del tiempo, proporcionando una visión más completa de los efectos a corto y largo plazo.

²⁰ Para el caso de El Niño 1+2, los valores de anomalías moderadas, fuertes y extraordinarias son: 1,35, 2,7 y 4,1. Para El Niño 3.4 los valores fueron 1,25, 1,7 y 2,5, respectivamente.

²¹ Para el caso de crecimiento, no hay efectos significativos para Bolivia y Venezuela, mientras que, para el caso de inflación, no hay efectos significativos para Ecuador y Venezuela.

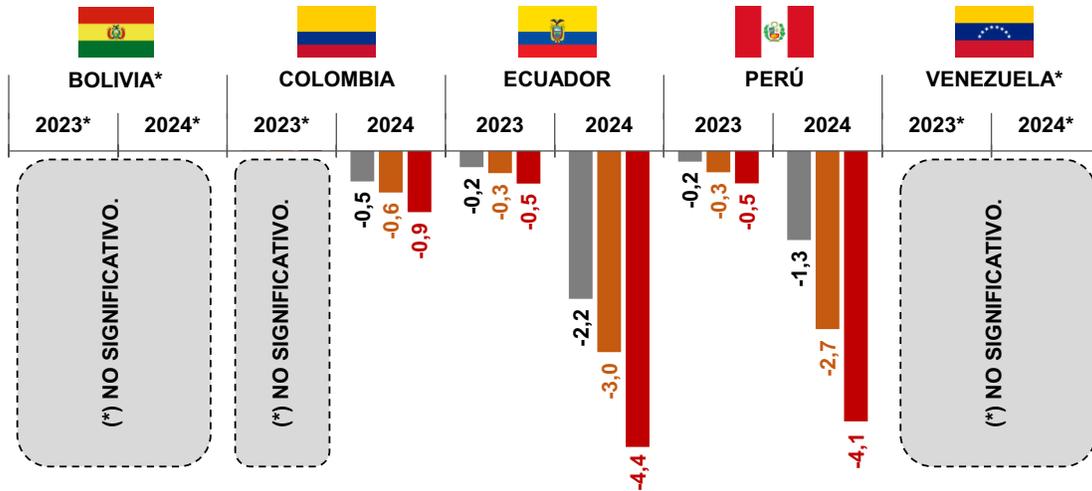
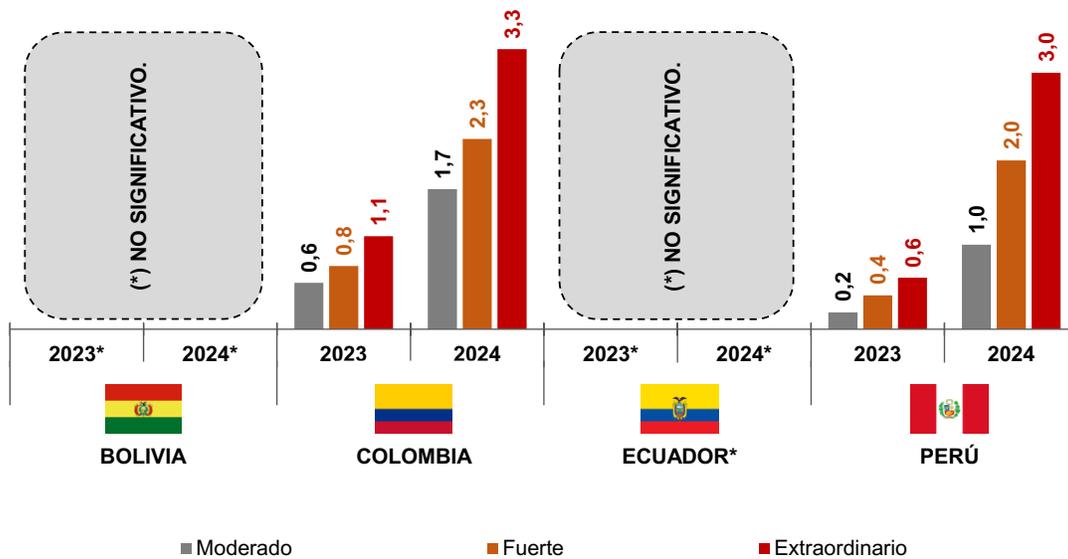


Gráfico 7. Impacto del FEN en la inflación total
(desvío en puntos porcentuales con respecto al escenario base)



Nota: El efecto representa la diferencia de cada escenario del FEN respecto a un escenario base en el cual se asume la no ocurrencia del fenómeno. Fuente: Elaboración propia.

Los efectos en la actividad económica y la inflación dependen de la intensidad del fenómeno.

En términos del PIB para el 2024, Perú y Ecuador resaltan como los países con mayor impacto ante la presencia del FEN, con desviaciones en el crecimiento entre 1,3 y 4,4 p.p., para un FEN moderado y extraordinario, respectivamente, con respecto al escenario sin evento. En tanto, Colombia presenta un impacto negativo menor, entre 0,5 y 0,9 p.p., mientras que para Bolivia y Venezuela no se encontraron efectos significativos. Respecto a los efectos del fenómeno sobre la inflación de 2024, en Colombia se espera un incremento de entre 1,7 y 3,3 p.p. sobre la inflación esperada en un escenario sin evento. Por su parte, para Perú se estima un incremento entre 1,0 y 3,0 p.p., mientras que para Ecuador y Bolivia no se encontraron efectos significativos. En este punto, se resalta las

diferencias geográficas y estructuras productivas de los países como un factor fundamental para entender las diferencias en las dinámicas observadas. A continuación, se presenta un breve análisis específico para cada país.

Bolivia

El análisis empírico del efecto del FEN con modelos VAR muestra un impacto no significativo sobre el crecimiento económico de Bolivia. Esto se encuentra en línea con estudios anteriores realizados para Bolivia acerca del impacto de fenómenos climáticos, y concretamente el FEN (CAF, 2000 y UDAPE, 2015), incluso cuando este es moderado, como el ocurrido a finales de la década de 1990. Si bien el sector más golpeado es el agropecuario, cuyo desempeño es sensible ante fenómenos climáticos extremos como sequía y diluvios²², la respuesta global de la economía no presenta un detrimento de magnitud significativa.

Se estima un impacto no significativo sobre la inflación, debido a que éste recae sobre el resultado fiscal primario. Se encuentra que, frente al escenario base, el balance fiscal resulta ser una variable endógena que afecta a los resultados de la inflación y responde en alrededor de 2 puntos del PIB a la baja. Esto puede explicarse debido al aumento en las atenciones de emergencias y daños de infraestructura, cuyo registro histórico reporta mayor frecuencia durante efectos climáticos extraordinarios (CAF, 2000) y debido a las políticas de subvención de alimentos cuyo objetivo es mantener el poder adquisitivo de la población.²³ Este último factor permea a la inflación del *shock* proveniente por el fenómeno de El Niño, lo que coincide con registros históricos de una afectación a la inflación tenue, a pesar de su impacto en la agricultura (CAF, 2000 y Martin, 2016).

Colombia

La variación del crecimiento económico en Colombia en 2024 difiere de otros países con resultados significativos para el mismo año. En escenarios de Niño moderado, fuerte y extraordinario, la diferencia en el crecimiento es de -0,5, -0,6 y -0,9 p.p. respecto al escenario base, respectivamente. Esta baja magnitud de impacto con respecto a otras economías se atribuye parcialmente a la apertura comercial en Colombia, evidenciada en el crecimiento de las exportaciones e importaciones en relación con el PIB (Trade Openness)²⁴. Esta apertura facilita la diversificación y reduce la vulnerabilidad frente a eventos climáticos externos. Además, durante periodos secos, el comercio y las ventas pueden experimentar un estímulo, mitigando los efectos adversos de las sequías (Starr-McCluer, 2000).

²² Alrededor de 2 p.p. de crecimiento en este sector.

²³ Realizando estimaciones con datos anuales, el impacto tanto a crecimiento como a inflación es nulo y el balance primario responde significativamente, reduciéndose alrededor de 5 puntos porcentuales. De igual manera, las especificaciones sin tomar en cuenta el balance fiscal primario reportaban resultados de un incremento estadísticamente significativo de la inflación como respuesta a un shock del FEN.

²⁴ Ver anexo.

Coincidiendo con hallazgos previos, este estudio respalda la idea de que los periodos de FEN conllevan presiones sobre la inflación. En 2023 y 2024, se encuentran resultados significativos en cuanto a la desviación de la inflación respecto al escenario base en Colombia. Dos factores primordiales afectan el aumento de la inflación: la disminución en la producción agrícola debido a condiciones extremas y el posterior aumento del precio de los alimentos perecederos, eleva los precios de los alimentos a corto y mediano plazo (Bejarano-García *et al.*, 2020), y la reducción de las precipitaciones, que disminuye los niveles de embalses, una fuente crucial de energía que tiene una participación del 67% dentro de la matriz energética (Corficolombiana, 2023), resultando en un alza de los precios de la energía y generando presiones inflacionarias adicionales.

Ecuador

Los resultados muestran disminuciones en el crecimiento del PIB real correspondiente al último trimestre de 2023 y a 2024, respecto al escenario base. Las consecuencias del FEN en el crecimiento económico se concentrarían especialmente en 2024, desde una caída de 2,2 p.p. para un escenario de FEN moderado hasta una caída de 4,4 p.p. para un FEN extraordinario. En episodios previos, como el de 1997-1998, los daños por el fenómeno de El Niño en el Ecuador se cuantificaron en aproximadamente US\$ 2.800 millones (15% del PIB de 1997), según estimaciones de la CEPAL (1999). Además, durante el FEN fuerte de 1997-1998, los sectores económicos de agricultura, pesca e infraestructura fueron los que sufrieron más costos debido al evento, los cuales llegaron a los US\$ 1.200 millones (agricultura y pesca) y US\$ 830 millones (infraestructura). Esto supone potenciales vulnerabilidades en estos sectores, a través de los cuales se podría manifestar la caída estimada en el crecimiento del PIB real. Cabe destacar que, para 2022, la agricultura representó 7,5% del PIB real (US\$ 5.334 millones) al crecimiento del país, el sector pesquero 2,5% (US\$ 1.770 millones), y el sector de infraestructura con el 16,9% (US\$ 12.020 millones)²⁵.

Para Ecuador, el efecto del FEN en la inflación de 2024 resultó ser no significativo. Desde el 2000 el Ecuador modificó su régimen monetario, determinando que los dólares de Estados Unidos serían la nueva moneda de curso legal. El cambio se dio en el contexto de una crisis financiera e inflación elevada, la cual llegó hasta los 107,9% anual en septiembre de 2000. Después de este cambio, la inflación se redujo significativamente llegando al 0,95% para el primer trimestre de 2005 y no ha superado el 10% hasta la fecha de escritura de este documento.

Cabe destacar que la inflación ecuatoriana está fuertemente vinculada a la inflación de Estados Unidos debido al uso del dólar. Desde la reducción significativa de la inflación por el cambio de moneda, el último pico en este indicador sucedió a mediados del 2008, en el contexto de la crisis financiera global. Durante la pandemia, por otra parte, la inflación del Ecuador se mantuvo por debajo

²⁵ El cálculo del aporte del sector pesca al PIB considera los rubros de pesca, acuicultura y producción de camarón; el sector de infraestructura incluye los rubros por suministro de electricidad y agua, construcción y transporte. Datos correspondientes a las estadísticas de Cuentas Nacionales Trimestrales 2T.2023 del Banco Central del Ecuador.

del 1%, siendo incluso negativa en este periodo. La dinámica de este indicador da luces de que los efectos del FEN serán no significativos, aunque se podrían esperar repercusiones en la inflación de alimentos y bebidas debido a la especulación dada una potencial caída en la oferta de bienes de consumo primario como, por ejemplo, arroz y papa.

Perú

El FEN tendría impactos significativos sobre el crecimiento económico. Así, la estimación del modelo VARX encontraría que el FEN tendría un impacto sobre el PIB real para 2023 y 2024. De un lado, para 2023, el impacto sobre el crecimiento respecto al escenario base sería de -0,2, -0,3 y -0,5 p.p. ante la ocurrencia de un FEN de magnitud moderado, fuerte y extraordinario, respectivamente. De igual manera, para 2024, el impacto se presentaría en mayor magnitud y sería de -1,3, -2,7 y -4,1 p.p. respectivamente. Este resultado se encuentra en línea con lo previsto por la literatura. En particular, Martín (2016) y Contreras *et al.* (2017) encontraron que el FEN se manifestaría a través de un efecto negativo sobre las actividades extractivas primarias (tales como agricultura y pesca) y sobre la ejecución de obras del sector construcción que se desarrollan en la costa norte del país ante la presencia de mayores precipitaciones respecto al promedio de ocurrencia.

De igual manera, el FEN tendría impactos sobre la inflación dado su impacto sobre los sectores extractivos. Para 2023, el impacto respecto al escenario base sería de 0,2, 0,4 y 0,6 p.p. ante la ocurrencia de un FEN de magnitud moderado, fuerte y extraordinario, respectivamente. Por su parte, para 2024, este impacto respecto al escenario base se haría más pronunciado y sería de hasta 3,0 p.p. como consecuencia de los efectos sobre el rendimiento de las cosechas del sector agrícola, el cual se sitúa en mayor medida en la costa peruana, zona de impacto del fenómeno. Cabe destacar que la estimación considera el periodo de estabilización de la inflación posterior a la década de 1980 en el que se estableció la ley de autonomía del Banco Central de Reserva y se implementó el régimen de política monetaria de metas explícitas de inflación²⁶.

Venezuela

Para Venezuela el FEN no genera impactos estadísticamente significativos en el crecimiento económico. Este resultado se alinea con lo observado en estudios anteriores. En cuanto al sector energético, las sequías se traducen en importantes racionamientos, en un país altamente dependiente de la generación hidroeléctrica (Martín, 2016). Sin embargo, la falta de inversión y mantenimiento en generación, pero también en la transmisión y distribución, han llevado repetidas interrupciones en el servicio incluso cuando el ciclo hidrológico y la cota de las hidroeléctricas se encuentran en niveles favorables (Villegas *et al.*, 2010). Estos problemas en el sector se acarrean desde hace alrededor de 15 años. En cuanto al sector agrícola, hay que resaltar que el Banco

²⁶ El Banco Central de Reserva del Perú implementó el régimen monetario de metas explícitas de inflación en 2022. Bajo este régimen, el Banco Central tiene como función regular la estabilidad monetaria, lo cual se traduce en mantener la inflación dentro de un rango meta entre el 1,0% y 3,0% interanual.

Central de Venezuela estima que la clase de actividad económica correspondiente a la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca representó entre 2008 y 2018 el 5,2% del PIB no petrolero, siendo la novena actividad de mayor relevancia de un total de trece (Banco Central de Venezuela., s.f.).

Los datos anuales imponen dificultades al análisis. Adicionalmente, hay que mencionar que el uso de datos anuales representa una debilidad importante para identificar el impacto del FEN en el modelo, dado que el promedio anual del ONI no captura adecuadamente la magnitud en la que el fenómeno se hace presente a lo largo de cada episodio y con esto, sus efectos en la economía.

5 Conclusiones

La intensidad y periodicidad de materialización del FEN se sitúa en un contexto de avance de los efectos del cambio climático, imponiendo desafíos sustanciales en la región andina. Eventos como el FEN se presentan como distorsionadores climáticos sobre las temperaturas globales promedio y desencadenan consecuencias directas sobre los agregados macroeconómicos en las economías, generando un impacto negativo cuya magnitud varía según la estructura económica y la exposición específica de los sectores productivos de cada uno de los países. Para el caso específico del FEN, se distinguen tres episodios de mayor exposición e impacto del fenómeno: 1982-1983, 1997-1998 y 2016-2017, los cuales se categorizan como extraordinario, fuerte y moderado, respectivamente. Martín (2016) destaca la duración e intensidad para dos de estos episodios, siendo el de 1997-1998 el de mayor duración y el de 1982-1983 el de mayor intensidad.

El crecimiento y la inflación en los países de la Región Andina se verían afectados como consecuencia de un episodio del FEN. Respecto al impacto en crecimiento económico, los países más afectados serían Ecuador y Perú, siendo el impacto de -2,2 y -1,3 p.p. para el 2024, respectivamente, ante un episodio *moderado*; mientras que Colombia refleja impactos de menor magnitud en su actividad económica. La eventual ausencia de un impacto significativo del ejercicio para Bolivia y Venezuela no debe malinterpretarse como una exención del riesgo climático ante la ocurrencia del FEN, sino como una oportunidad estratégica para la implementación de medidas de mitigación preventivas y estrategias de adaptación proactivas.

Respecto al impacto en inflación, Colombia y Perú se sitúan como los países que tendrían los efectos negativos sobre los niveles de precios, el cual sería de 1,7 y 1,0 p.p. para el 2024, respectivamente, ante un episodio *moderado*. Asimismo, se encuentra que los resultados para Bolivia y Ecuador no serían significativos; mientras que, para Venezuela, si bien no se considera la inflación en la estimación dada la inflación históricamente elevada del país y el incremento exponencial de los precios a partir de 2016, la literatura encuentra que el FEN podría impactar sobre esta dada una reducción de la oferta energética ante una disminución en la generación hidroeléctrica.

Los efectos heterogéneos del FEN sobre los países de la región requieren la implementación de estrategias de mitigación y adaptación específicas para contrarrestar las implicancias económicas. La variabilidad en la exposición de los sectores productivos ante el FEN en los cinco países de análisis subraya la importancia de abordar estas vulnerabilidades de manera particular para cada una de las economías.

Así, las estrategias podrían variar desde el uso de recursos para la reconstrucción de infraestructura, subsidios a la producción de los sectores afectados o subsidios condicionados para amortiguar el efecto transitorio de los mayores niveles de precios. En ese sentido, la adaptabilidad de las economías y los hacedores de política se posiciona como un factor fundamental para contrarrestar los impactos negativos y fortalecer la resiliencia frente a eventos climáticos extremos.

Por tal motivo, se resalta la necesidad de formular estrategias de adaptación específicas con el objetivo de promover la resiliencia económica y la capacidad de recuperación. Asimismo, se destaca la importancia de priorizar inversiones en infraestructuras resilientes a eventos climáticos extremos, reduciendo la vulnerabilidad de los sectores económicos clave.

Enfrentar el impacto del cambio climático en la región andina exige un enfoque integral y colaborativo. La implementación de políticas de mitigación y prevención puede llevar a estos países hacia una mayor resiliencia, que permita afianzar la resiliencia de las economías y el bienestar de los ciudadanos ante la ocurrencia de los desafíos climáticos emergentes a nivel global.

La acción temprana y coordinada se posiciona como fundamental para asegurar un futuro sostenible y resiliente en la Región Andina. En ese sentido, fomentar la colaboración entre países de la región andina resulta primordial a través de la promoción del intercambio de mejores prácticas, datos e información, entre otros. Asimismo, el desarrollo de programas educativos destinados a aumentar la conciencia pública sobre la importancia de la mitigación del cambio climático y la preparación para eventos climáticos extremos contribuirá a la construcción de una sociedad más consciente y comprometida ante la presencia de estos riesgos en el corto, mediano y largo plazo.

El monitoreo continuo y actualización de los efectos de FEN es esencial para mejorar la comprensión de las complejas interconexiones entre el cambio climático y las economías locales. De manera complementaria, la materialización de estos fenómenos requiere una actualización constante de sus efectos, por lo que es importante afianzar el rol de la investigación sobre estos. Establecer políticas preventivas que aborden los desafíos particulares de cada país, anticipándose de manera proactiva a posibles impactos económicos derivados de fenómenos naturales, también se resalta como un pilar fundamental.

Referencias

- Abril-Salcedo, D. S., Melo-Velandia, L. F., Parra-Amado, D. (2015). Impactos de los fenómenos climáticos sobre el precio de los alimentos en Colombia. *Borradores de Economía*, No. 902. Banco de la República de Colombia.
- Abril-Salcedo, D. S., Melo-Velandia, L. F., Parra-Amado, D. (2020). Nonlinear relationship between the weather phenomenon El Niño and Colombian food prices. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*.
- Acevedo, S., Mrkaic, M., Novta, N., Pugacheva, E., Topalova, P. (2018). *The effects of weather shocks on economic activity: what are the channels of the impact?* IMF Working Paper. International Monetary Fund.
- Arntz, W. E., & Tarazona, J. (1990). Effects of El Niño 1982-83 on benthos, fish and fisheries off the South American Pacific coast. *Elsevier oceanography series*, 52, 323-360. [https://doi.org/10.1016/S0422-9894\(08\)70040-0](https://doi.org/10.1016/S0422-9894(08)70040-0)
- Banco Mundial. (2023). *Commodity Price Data (Pink Sheet)* [en línea]. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
- Banco Central de Venezuela. (s.f.). Producto Interno Bruto por Clase de Actividad Económica (2008-2018). Fedeaagro. <https://fedeaagro.org/estadisticas-economicas/producto-interno-bruto/abril>
- Bejarano-Salcedo, V. Caicedo-García, E. Lizarazo-Bonilla, N. Julio-Román, J. Cárdenas-Cárdenas, J. (2020). *Hechos estilizados de la relación entre El Niño, La Niña y la inflación en Colombia*, Working papers 49, Red Investigadores de Economía.
- Cashin, P., Mohaddes, K., & Raissi, M. (2015). *Fair weather or foul? The macroeconomic effects of El Niño*. IMF Working Paper. International Monetary Fund.
- CEPAL (1999). *Efectos Macroeconómicos del Fenómeno El Niño de 1997-1998. Su impacto en las economías andinas*. <https://hdl.handle.net/11362/31262>
- Conteras, A., Martínez, M., Vásquez, K. (2017). Impactos de El Niño en el Perú. *Revista Moneda*. Banco Central de Reserva del Perú.
- Corficolombiana. (2023). *Perspectiva Sectorial Energía: Actualidad del Sector Energético colombiano*. Corficolombiana, investigaciones económicas, Dirección de Sectores y Sostenibilidad.
- Corporación Andina de Fomento - CAF (2000). *Las lecciones de El Niño en Bolivia. Memorias del fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y propuestas para la región andina*.
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*.
- Deutch, J.M., Lester, R.K., Greenhouse Gases and Global Warming. (2003) En: *Making Technology Work: Applications in Energy and the Environment*. Cambridge: Cambridge University Press; 81-108. doi:10.1017/CBO9780511616358.007

- INAMEH (2016). *Conozca los efectos del fenómeno “El Niño” sobre Venezuela*. <http://www.minec.gob.ve/conozca-los-efectos-del-fenomeno-el-nino-sobre-venezuela/>
- International Energy Agency. (2020). *Electricity generation by source, Bolivarian Republic of Venezuela 1990-2020*. IEA. <https://www.iea.org/countries/venezuela>
- Jiménez, M., M. Otero, E. Salazar, E. Calderón, K. Witkowski, C. Castro, K. Fajardo, J. Arias, M. García-Winder, H. Friaca, R. Souza, y R. Seroa. (2016). *El fenómeno de “El Niño” en la agricultura de las Américas*. Boletín técnico. IICA.
- Jovel, R. (2000). *El impacto del fenómeno de El Niño de 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones*. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres: EIRD Informa-América Latina y el Caribe: Reducción de Desastres, Educación y Juventud. 2000. p. 41-2.
- Quiroz-Ruiz, I., Paredes-Treoj, F., & Guevara-Pérez, E. (2016). *Incidencia de las sequías sobre las cuencas aportantes a los grandes embalses en Venezuela*. *Ágora de heterodoxias*, 65-89.
- Martin, L. (2016). *¡Es Niño! Impacto económico en la región andina*. Nota técnica IDB N° 951. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Moody's Investors Service. (2023). *Environmental Risks in Latin America: Governments, companies more financially constrained for strong El Niño than in 2016*. Moody's Sector Report.
- Naciones Unidas (s. f.). *Objetivos de desarrollo sostenible: Objetivo N° 13 - Adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (NOAA). (2023). *El Niño/La Niña Dashboard*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). *Climate monitoring of El Niño Southern Oscillation: Equatorial Pacific Sea Surface Temperatures (SST)*.
- Pécastaing, N. & Chávez, C. (2020). *The impact of El Niño phenomenon on dry forest-dependent communities' welfare in the northern coast of Peru*. *Ecological Economics*.
- Planas-Martí, M. Cárdenas, J. (2019). *La matriz energética de Colombia se renueva*. Reporte Técnico, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rollenbeck, R., Orellana-Alvear, J., Bendix, J., Rodríguez, R., Pucha-Cofrep, F., Guallpa, M., ... & Celleri, R. (2022). The Coastal El Niño Event of 2017 in Ecuador and Peru: A Weather Radar Analysis. *Remote Sensing*, 14(4), 824. <https://doi.org/10.3390/rs14040824>
- Romero-Chamorro, J., Naranjo-Saldarriaga, S. (2022). Weather shocks and inflation expectations in semi-structural models. *Borradores de Economía*, No.1218. Banco de la República de Colombia.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*.
- Starr-McCluer, M. (2000). *The Effects of Weather on Retail Sales*. Federal Reserve Board of Governors.

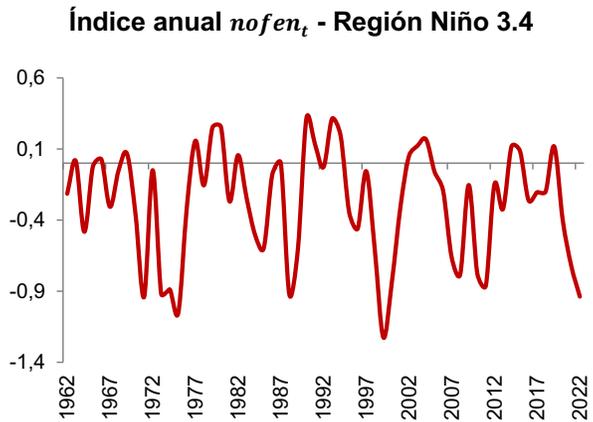
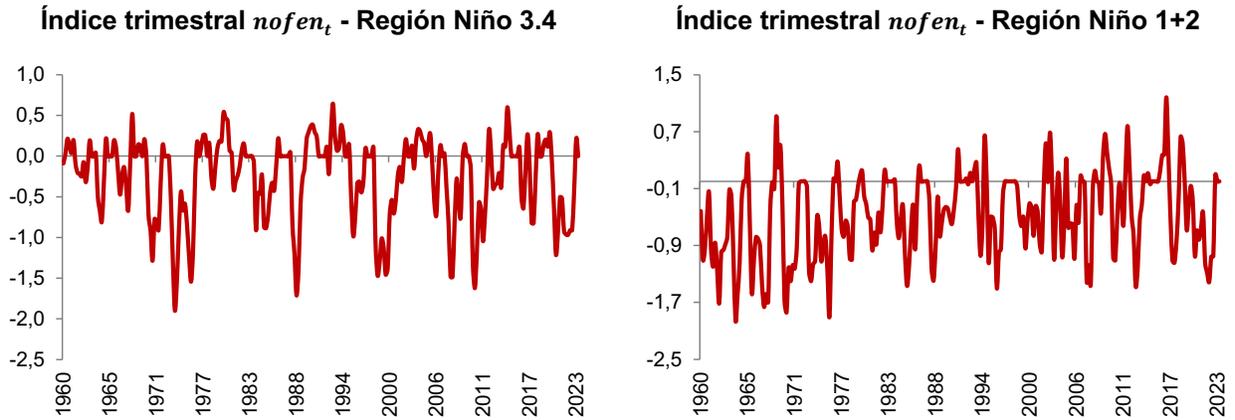
- Thielen, D. R., Ramoni-Perazzi, P., Zamora-Ledezma, E., Puche, M. L., Márquez, M., Quintero, J. I., Rojas, W., Quintero, A., Bianchi, G., Soto-Werschitz, I. & Arizapana-Almonacid, M. A. (2023). Effect of extreme El Niño events on the precipitation of Ecuador. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(4), 1507-1527. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1507-2023>
- Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas – UDAPE Bolivia (2015). *Evaluación de daños y pérdidas por eventos climáticos*.
- Vicente-Serrano, S. M., Aguilar, E., Martínez, R., Martín-Hernández, N., Azorin-Molina, C., Sánchez-Lorenzo, A., ... & Nieto, R. (2016). The complex influence of ENSO on droughts in Ecuador. *Climate Dynamics*, 48, 405-427. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3082-y>
- Villegas, A., Aller, J., De Oliveira, P., Martínez, M., Díaz, H., Salazar, L., Molina, J & González, M. (2010). *La USB ante la crisis del sector eléctrico venezolano*. Informe, Universidad Simón Bolívar, Caracas.
- Vos, R., Velasco, M., & Edgar de Labastida, R. (2006). *Economic and social effects of El Niño in Ecuador, 1997-1998*. Inter-American Development Bank.

Anexos

Anexo 1. Fuentes de información de las variables

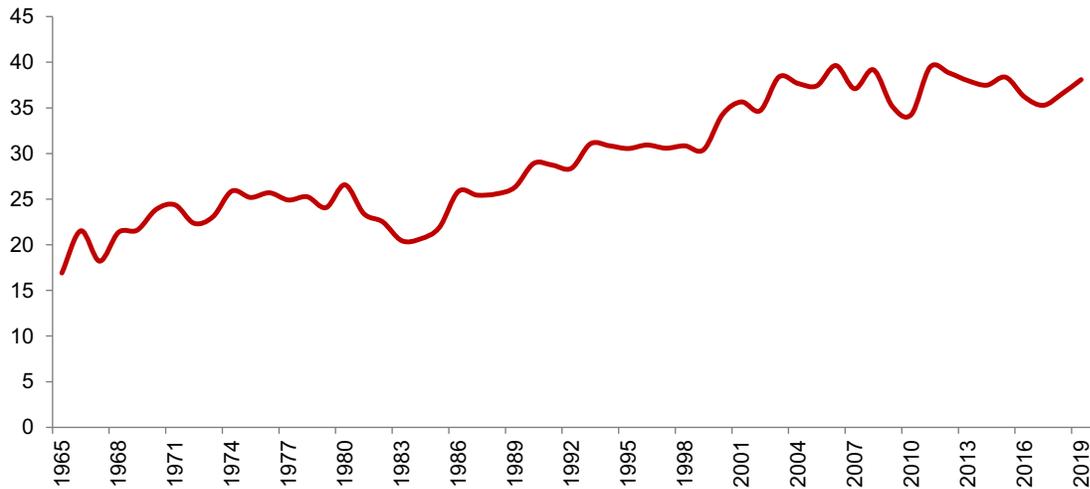
Variable por país	bp_t	π_t	g_t	tdi_t	$fen_t / nofen_t$
 Bolivia	Banco Central de Bolivia	CEPAL		WTI. Pink Sheet, Banco Mundial	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
 Colombia	Banco de la República				
 Ecuador	Banco Central del Ecuador	CEPAL		Banco Central del Ecuador	
 Perú	Banco Central de Reserva del Perú				
 Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Economía, Finanzas y Comercio Exterior	✗	Banco Central de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Petróleo	

Anexo 2. Índices para la identificación de episodios No-FEN en el modelo VARX



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

**Anexo 3. Apertura comercial en Colombia
(participación de las exportaciones e importaciones como % del PIB)**

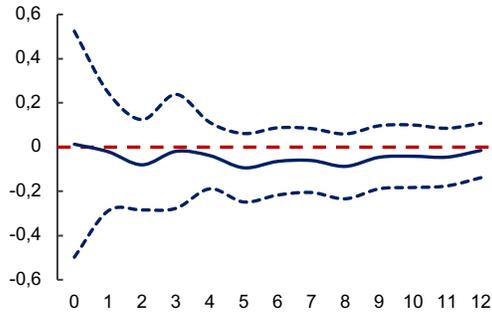


Fuente: Our World in Data.

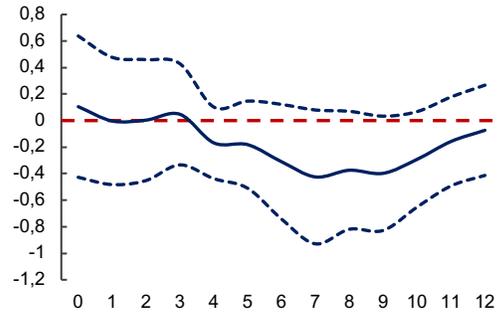
Anexo 3. Multiplicadores dinámicos del crecimiento e inflación ante un choque del FEN

Bolivia

Respuesta del crecimiento ante un choque del índice Niño 3.4

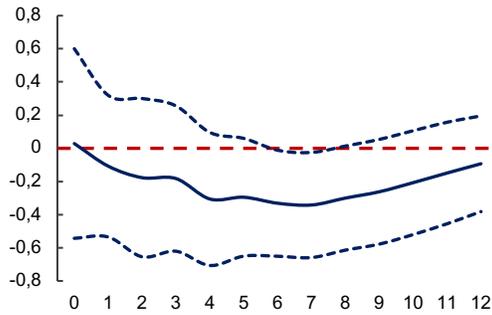


Respuesta de la inflación ante un choque del índice Niño 3.4

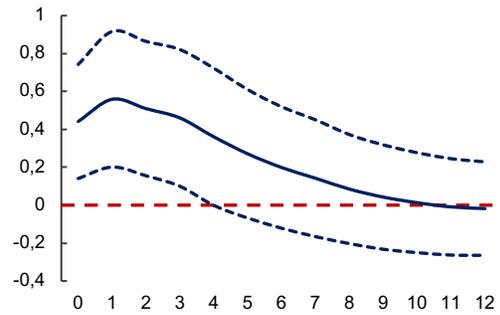


Colombia

Respuesta del crecimiento ante un choque del índice Niño 3.4

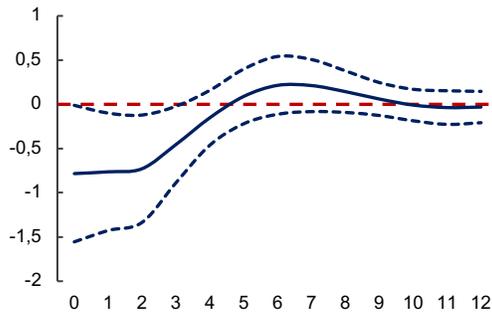


Respuesta de la inflación ante un choque del índice Niño 3.4

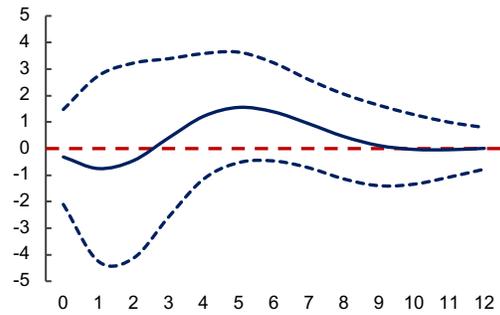


Ecuador

Respuesta del crecimiento ante un choque del índice Niño 3.4

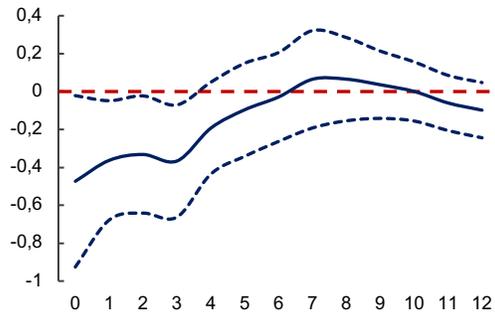


Respuesta de la inflación ante un choque del índice Niño 3.4

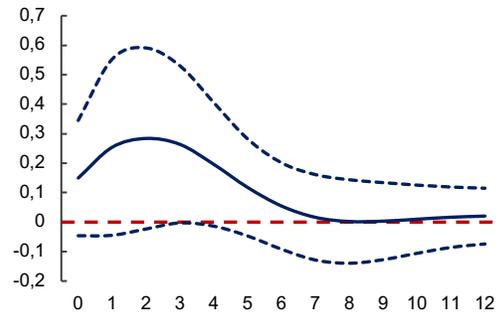


Perú

Respuesta del crecimiento ante un choque del índice Niño 1+2

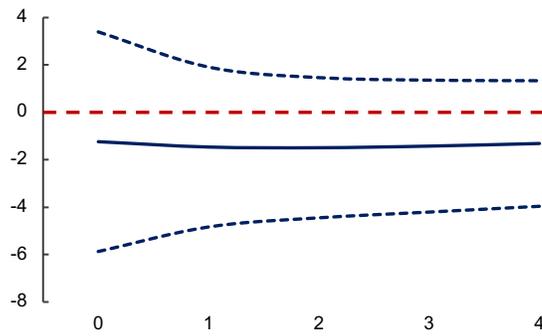


Respuesta de la inflación ante un choque del índice Niño 1+2



Venezuela

Respuesta del crecimiento ante un choque del índice Niño 3.4



Nota: El multiplicador dinámico estima el impacto de un aumento en una unidad de la variable exógena de interés. Las bandas sombreadas muestran la significancia de la estimación al 90%.
Fuente: Elaboración propia a partir del modelo VAR de cada país