

EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA PRODUCCIÓN MINERA Y MANUFACTURERA EN EL PERÚ, PERÍODO 1950-2020: ANÁLISIS EMPÍRICO DE COINTEGRACIÓN

Antonio Huamán-Osorio

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

Autor para correspondencia: ahuamano@unasam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-7442-2965>

Milton Giraldo Méndez

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

<https://orcid.org/0000-0003-4625-0032>

Romel Rojas Melgarejo

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

<https://orcid.org/0000-0002-0378-6649>

Recibido el 12 de marzo de 2024; aceptado el 16 de mayo de 2024.

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es evaluar la relación a largo plazo entre el crecimiento económico y la producción minera y manufacturera en el Perú, durante el periodo 1950-2020. Para la verificación de la cointegración entre las series se ha aplicado el modelo básico de Engle – Granger (1987), complementariamente con estimación de mecanismos de corrección de error. Se ha definido la dirección de causalidad entre las variables mediante la prueba Granger. Las bases teóricas clásicas que orientan esta investigación son las contribuciones de Lewis (1954) y Kaldor (1965) que resaltan la importancia del sector primario en las etapas iniciales del proceso de desarrollo. Los datos estadísticos se han obtenido del Banco Central de Reserva del Perú, estas series son estacionarias en primera diferencia, a su vez presentan el mismo orden de integración. Los efectos son positivos de la minería en el crecimiento económico, a la vez ambas variables comparten una tendencia común, estable y de equilibrio a largo plazo, en tanto, la relación del crecimiento económico con la producción manufacturera resulta siendo espuria.



INTRODUCCIÓN

Históricamente, los países de América Latina se han caracterizado por su especialización en la exportación de materias primas y Perú no ha estado exento de esta realidad. A partir de mediados del siglo XX hasta la actualidad, en el Perú se ha mantenido la participación preponderante de la producción primaria (básicamente minera) en el Producto Bruto Interno (PBI) e incluso la base exportadora de materias primas ha crecido con la incorporación de los productos como el cobre, el zinc y, recientemente, el gas natural. En tanto, el sector manufacturero tuvo una participación destacada en el PBI hasta los años noventa del siglo pasado; posteriormente, con la implementación de políticas de estabilización y de ajuste estructural de corte neoliberal, este sector perdió protagonismo y enfrentó el problema de desindustrialización, lo que implica la disminución sostenida de la contribución de la manufacturera en la economía (Rodrik, 2016; Jiménez, 2017; Palma, 2019).

Ahora bien, si se asume que la producción minera es un factor determinante en la economía peruana, esto supone también (de modo indirecto) considerar, principalmente, el escaso desarrollo tecnológico en el sector manufacturero. Si bien es cierto en las últimas décadas la minería ha contribuido de manera directa en el crecimiento económico, por ejemplo, vía exportación de minerales (cobre, oro, zinc), lo cual genera divisas para financiar la demanda de importaciones y, a la vez, favorece la estabilidad macroeconómica, en tanto, la industria manufacturera sufre los efectos de la “enfermedad holandesa”, lo que Palma (2019) denomina el efecto “producto primario”.

Por consiguiente, el superávit comercial de productos primarios ocasiona, por un lado, el atraso cambiario, afectando la exportación de manufacturados, por otro lado, el “drástico proceso de liberalización comercial y financiera, en un contexto de rápido cambio institucional, ha llevado a una abrupta reversión de su proceso de industrialización, previamente liderado por el Estado” (Palma, 2019, p. 925)

Sin duda, la minería juega un papel importante en el crecimiento económico; no obstante, su articulación con los demás sectores de la economía es muy escasa. En cambio, la manufactura irradia dinamismo al resto de la economía, al presentar rendimientos crecientes a escala (Loria, 2019). En este sentido, un grupo de investigadores sostiene que la abundancia de recursos y su extracción son fundamentales para el desarrollo de un país. Por otro lado, otro grupo de estudiosos defiende que existe una relación negativa entre la abundancia de recursos y el bienestar socioeconómico, y considera que la industrialización manufacturera es crucial para el cambio estructural, con efectos positivos a largo plazo sobre el crecimiento del PBI. En este contexto, cabe preguntarse lo siguiente: ¿Cuál es la relación a largo y corto plazo entre la producción minera, manufacturera y el crecimiento económico?

El objetivo en este artículo es evaluar la relación a largo plazo entre el crecimiento económico y la producción minera y manufacturera peruana. Para verificar la existencia de cointegración entre las series, se aplica el modelo básico propuesto por Engle – Granger (1987), complementariamente se estima el modelo de corrección de errores y, para definir la dirección de causalidad de las series, se aplica la prueba Granger.

Revisión bibliográfica

Aspectos teóricos

El sustento teórico de este artículo enfoca la explicación del crecimiento económico vía producción sectorial. La premisa central de este enfoque es considerar que la economía está compuesta por diferentes sectores económicos como agricultura, minería, manufactura y servicios que se diferencian por presentar distintas características, por ejemplo, en términos de productividad, tecnología o demanda de mano de obra. En tal sentido, cada sector contribuye de manera única al crecimiento económico.

La interrelación entre los sectores genera las externalidades positivas y negativas, así como el impulso o limitación del crecimiento. Al respecto, Hirschman (1958) sostuvo que las economías no son simplemente una sumatoria de sectores económicos independientes, sino que están interconectadas a través de relaciones de producción y consumo. Esta interconexión es conocida como encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante, donde la producción de un sector (denominado sector líder) puede influir positivamente en otros sectores (denominados sectores relacionados o hacia atrás) a través de la demanda de insumos.

Referente a la naturaleza de la producción en los sectores primario, secundario y terciario, Aviles y Wong (2019) sostienen que “las actividades primarias son las que emplean elementos naturales como la agricultura, ganadería, pesca, minería y explotación forestal; las secundarias son las que toman los productos primarios y las manufacturan; y el terciario se refiere al sector servicios” (p. 123).

La contribución que hace el sector primario ocurre mediante diferentes vías, evolucionando con el transcurso del desarrollo económico. Así, “durante las etapas iniciales, la contribución del sector primario no solo es elevada sino crucial para el éxito económico” (Cruz y Polanco, 2014, p. 11). En tal sentido, el aporte del sector primario al crecimiento del PBI durante etapas iniciales de desarrollo suele ocurrir de manera “natural” debido a la importancia del sector en la economía, tanto en términos de producto como de empleo (Lewis, 1958), como en etapas posteriores, “solo si se mantienen los mecanismos para continuar generando un excedente” (Cruz y Polanco, 2014).

Ahora bien, por una parte, la otra vía de contribución del sector primario es el aporte factorial, lo que hace referencia a todos aquellos factores productivos que el sector primario libera o produce para el resto de los sectores productivos. Por ejemplo, al ser abundante en mano de obra, el sector libera o transfiere la fuerza de trabajo a bajo costo, sin que su productividad necesariamente caiga (Lewis, 1954, citado por Cruz y Polanco, 2014). Al mismo tiempo produce la materia prima que es esencial en las etapas iniciales de industrialización.

Por otra parte, el sector primario contribuye al crecimiento económico por medio de las divisas que aporta para financiar los requerimientos de importaciones del conjunto de la economía, particularmente de bienes de capital. En este caso, “no debe olvidarse la contribución que el sector primario hace al crecimiento por la vía de la balanza de pagos” (Cruz y Polanco, 2014, p. 13).

El retorno de la preponderancia del sector primario en crecimiento del PBI es conocido como reprimarización. Este proceso es un hecho complejo que implica “la reorientación de los recursos de una economía hacia actividades de menor contenido de valor agregado, generalmente actividades primario-extractivas” (Aviles y Wong, 2019, p. 124). Con estas actividades se incrementan los ingresos derivados de las

exportaciones, esto se manifiesta en un mayor crecimiento económico, lo que profundiza la especialización productiva en bienes primarios y en sus derivados, que con el tiempo generan reprivatización productiva.

La reprimarización se da en los países en desarrollo con abundancia de recursos naturales, impulsada por políticas económicas neoricardianas. En este contexto, la teoría de la maldición de los recursos sostiene que, a mayor abundancia de recursos naturales como la minería, los países enfrentan consecuencias económicas y sociales negativas (Sachs & Warner, 1997). De este modo, la dependencia excesiva de la extracción de recursos puede obstaculizar la diversificación económica, provocando problemas de gobernanza y degradando el medioambiente (Ross, 1999).

La teoría que sostiene como el motor del crecimiento del PBI a la industria manufacturera se fundamenta en las tres leyes de Kaldor (1966), quien las estableció con claridad y por importancia, según la industria manufacturera para el progreso económico. La primera ley indica que el crecimiento del producto total se encuentra determinado por el crecimiento de las manufacturas. La segunda ley o ley Verdoorn-Kaldor señala que un rápido crecimiento del producto industrial manufacturero, a través de los rendimientos crecientes a escala (consecuencia de la división del trabajo), conducirá a un rápido crecimiento de la productividad laboral industrial. Dicha productividad es endógena y no causa en primera instancia una mayor producción, más bien una mayor demanda por producto y una mayor producción para satisfacerla terminan incrementándola con el tiempo (Sánchez, 2011). La tercera ley de Kaldor propone que el crecimiento del PIB por trabajador de toda la economía está positivamente relacionado con el crecimiento del producto manufacturero y negativamente relacionado con el crecimiento del empleo no manufacturero. La lógica de esta relación es que un rápido crecimiento de las manufacturas incrementará la productividad manufacturera (y de aquí el PIB por trabajador) a través de la ley Verdoorn-Kaldor (Sánchez, 2011).

Sin embargo, tanto en un país de altos ingresos, como en aquellos en vías desarrollo, la participación del sector manufacturero ha perdido peso en la economía, este fenómeno es conocido como la desindustrialización y está referido a la mengua de la proporción de la mano obra de la manufacturera en el empleo total (Rowthorn y Ramaswamy, 1999); **más adelante** Tregenna (2011) añade la desindustrialización como la caída de la participación del valor agregado manufacturero en el PIB.

Para Jiménez (2017), la desindustrialización está relacionada con el creciente influjo de la economía global en nuestra economía aún subdesarrollada y endeble. Esta peculiar integración a la economía global redujo la capacidad de absorción de empleo por la industria manufacturera y, consecuentemente, produjo el tránsito del empleo hacia las actividades de servicio, caracterizado por baja productividad y alta informalidad.

Al respecto, Sánchez (2011) aborda el crecimiento económico desde la perspectiva kaldoriana, otorgando la importancia al desempeño de las actividades manufactureras, por retrasar o acelerar la marcha de la economía. “El crecimiento de este sector produce externalidades y encadenamientos al resto del sistema, sin manufacturas en crecimiento las posibilidades de conectar y ampliar la producción del resto de sectores se reducen” (p. 88).

La cointegración se refiere a la relación a largo plazo entre dos o más variables, las cuales, para mantenerse estables en el tiempo, deben ser estacionarias; es decir, series sin tendencia, esto significa que las variables deben tener el mismo orden de integración. Precisamente, la propuesta de Engle-Granger consiste en verificar que la combinación lineal entre variables sea estacionaria. En ese sentido, la hipótesis

central es que las series que no son estacionarias presentan tendencia y, en consecuencia, sus relaciones son espurias, no están cointegradas y este hecho impide que las series sean válidas para modelos de pronóstico.

Antecedentes empíricos

Para el caso de la economía ecuatoriana, Agurto (2019) comprueba la relación entre crecimiento económico y la manufactura en el periodo 1970-2016, basándose en la primera ley de Kaldor (1967), la cual indica que el crecimiento del PIB total se encuentra determinado por el crecimiento de la manufactura. Esta relación analiza y verifica, mediante el procedimiento de Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el efecto que poseen las manufacturas sobre el crecimiento económico y, “para constatar la existencia de la relación en el corto y largo plazo de las variables ya establecidas, utiliza un modelo de vectores autorregresivos para la función” (p.73).

Al respecto, el resultado del trabajo de Agurto (2019) muestra que las series como el crecimiento del PBI y la manufactura presentan “raíces unitarias en sus niveles y que el efecto tendencial de las variables se elimina al aplicar una primera diferencia volviéndose no estacionarias; y supone que las series integradas son de orden I (1)” (p. 74). Luego de aplicar el test de cointegración de Johansen (1988), se “muestra la existencia de al menos un vector de cointegración entre las variables, constatando un equilibrio de largo plazo entre la primera diferencia de logaritmo PIB per cápita, la primera diferencia de logaritmo manufactura” (p. 74).

Asimismo, Torayec (2011) analiza la relación a corto y largo plazo entre las exportaciones de productos manufacturados y el crecimiento económico en Egipto durante el periodo 1980-2008. El autor aplica el análisis de cointegración y la prueba del Modelo de Corrección de Errores (MCE) para enfatizar el modo cómo se descomponen las exportaciones de manufacturas en una serie de industrias clave. Los resultados empíricos muestran la existencia de una relación de cointegración entre el PIB y los componentes de las exportaciones, así como entre las exportaciones totales de manufacturas de Egipto. En tanto, la causalidad unidireccional de las exportaciones de productos metálicos y químicos básicos y manufacturados se revela a un nivel de significancia al 1 %, mientras la causalidad unidireccional que va de las exportaciones totales de manufacturas al crecimiento económico se revela a un nivel al 10 %.

Para el caso de Sallam (2021), estudia el papel del sector manufacturero en la estimulación del crecimiento económico en la economía saudita, empleando datos de series de tiempo anuales que abarcan el período 1980-2018. Mediante enfoques de cointegración y un Modelo de Corrección de Error Vectorial (VECM), se determina la relación de causalidad a corto y a largo plazo entre las variables. Los resultados muestran que existe una relación causal bidireccional entre el sector manufacturero y el crecimiento económico.

Por su parte, Zmami (2021) evalúa empíricamente los efectos de la minería en el desarrollo sostenible en Arabia Saudita durante el período 1980-2018. Para ello aplica el análisis de cointegración, basado en ARDL, en Gregory-Hansen y en pruebas de cointegración combinadas, confirmando la existencia de relaciones de largo plazo entre la minería y todas las dimensiones del desarrollo sostenible. Además, los hallazgos brindan evidencia sustancial sobre la importancia del sector minero para mejorar la sostenibilidad económica y social a corto y a largo plazo.

Asimismo, Yeboah y James (2022) analizaron el papel desempeñado del sector minero en el desarrollo de Ghana en el periodo 1992-2020. Encontraron que la minería se remonta a la época precolonial, cuando la extracción del oro era la actividad principal. En la actualidad, el sector se ha ampliado a la extracción de bauxita, manganeso, diamantes y, recientemente, de petróleo y gas. Para Yeboah y James (2022), las actividades mineras han sido fundamentales en la creación de oportunidades de empleos, tanto para aquellos vinculados con las operaciones mineras, como para los sectores de apoyo: el transporte, la construcción, la industria manufacturera y otras industrias relacionadas, siendo este el canal que impacta de modo positivo en el crecimiento económico.

Desde la mirada de “maldición de los recursos”, Campo y Sanabria (2013) estudiaron de manera empírica el efecto de la abundancia de los recursos naturales en la economía colombiana, con dicho propósito analizaron series de tiempo, correspondientes al periodo 1970-2010, con un total de 40 datos por variable. Asimismo, aplicaron la orden de integración de las series a través de las pruebas tradicionales de raíces unitarias de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) y la prueba de Phillips-Perron (PP). Adicionalmente, emplearon la prueba de estacionariedad KPSS y para determinar la presencia de una relación de largo plazo entre las variables, aplicaron la prueba de cointegración propuesta por Phillips y Ouliaris (1990).

Los resultados obtenidos por Campo y Sanabria (2013) confirmaron, a través de evidencia empírica, la maldición de los recursos naturales, afirmando la paradoja de los recursos petrolíferos y carboníferos en departamentos de Colombia como Arauca, obteniendo en sus estimaciones, una relación positiva entre la producción de carbón y el PIB, al igual con el comportamiento de las regalías. De este modo, concluyen que no generan “pereza fiscal”. Cabe resaltar que, según los resultados, en todas las especificaciones estimadas, el desarrollo financiero es un determinante importante del crecimiento económico de largo plazo en Colombia.

En este sentido, los productos mineros son preponderantes en la canasta de exportaciones tradicionales y aquellos productos de mayor valor agregado forman parte de las no tradicionales. Partiendo de esta premisa, Manrique (2024) analizó la relación entre las exportaciones tradicionales y no tradicionales y el crecimiento económico del Perú en el periodo 1950-2017. Para ello, aplicó el método de cointegración de Engle y Granger y complementó con la estimación del modelo de corrección de errores para determinar la relación a largo y a corto plazo entre las variables de estudio. Los resultados mostraron la existencia de una relación positiva de largo plazo entre las exportaciones tradicionales y las no tradicionales con el crecimiento económico.

Por su parte, Bindi (2018) examinó empíricamente la “hipótesis de la maldición de los recursos”, bajo la premisa de que los países con una gran dotación de recursos naturales tienden a crecer con lentitud respecto a otros con escasez de recursos. Los datos utilizados fueron de producción de petróleo y gas como indicador de abundancia de recursos. El panel consideró datos de 58 países, que abarca desde 1984 hasta 2014. La relación entre los recursos naturales y el crecimiento del PIB fue examinada mediante el modelo ARDL, que incluye la estimación de corrección de errores. Los resultados contradicen la hipótesis de la maldición, puesto que los recursos naturales como el petróleo y el gas presentan impactos positivos (al nivel del 5 %); es decir, los coeficientes a largo plazo de los recursos naturales son positivos y significativos.

Auro et al. (2014) analizaron la relación entre la exportación minera, la producción industrial y el crecimiento económico en la India utilizando datos de series temporales anuales de 1981 a 2010. Para ello aplicaron técnicas de cointegración multivariante para ver la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables, incluido el modelo de corrección de errores vectorial (VECM) para ver la causalidad tanto a

corto como a largo plazo entre las variables. Los resultados de investigación confirmaron la cointegración entre las exportaciones de minerales, la producción industrial y el crecimiento económico, lo que indica la existencia de una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.

DATOS Y METODOLOGÍA

Datos

Los datos como el crecimiento económico calculado a través del PBI, la producción minera y producción manufacturera, ha sido obtenidos de la base de datos del Banco Central de Reserva del Perú (2024). Las series están expresadas en millones de soles a precios constantes de 2007. En la tabla 1 se presenta la definición de las variables.

Tabla 1

Descripción de las variables.

	Variables	Símbolo	Descripción
Dependiente	Crecimiento económico	PBI	El valor de todos los bienes y servicios producidos un año en la economía peruana a precios constantes de 2007.
Independiente	PBI minero	Miner	El PBI minero es la suma del valor de producción minera e hidrocarburos en su estado primario a precios constantes de 2007.
Independiente	PBI manufacturero	Manf	El PBI manufacturero es la suma de la producción manufacturera , resultado de transformar las materias primas en productos listos para su distribución y consumo a precios constantes de 2007.

Nota. La tabla presenta las variables, los símbolos y la descripción, respectivamente.

Metodología

El diseño de la prueba empírica tiene como sustento la teoría de cointegración y su aplicación permite evaluar la relación del corto y largo plazo que mantienen entre la producción minera, manufacturera y el crecimiento económico calculado a través del PBI. En primer lugar, se evalúa estadísticamente si las series en niveles son estacionarias o no estacionarias a través de las pruebas de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) y la prueba de Phillips -Perron, “bajo la premisa de hipótesis nula, si las series presentan raíz unitaria, se confirmará la no estacionariedad” (Huamán, 2023, p. 251). Luego, se efectúa la primera diferencia de las series e integradas en orden uno I (1) con lo que se comprueba la estacionariedad de todas las variables.

En segundo lugar, se modeliza de una forma específica la ecuación de cointegración original en base al enfoque uniecuacional de Engle-Granger (1987); es decir, la combinación de equilibrio de largo plazo entre las variables. Estas se representan en las ecuaciones.

$$\text{LnPBI}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{LnMiner}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\text{LnPBI}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{LnManf}_t + \mu_t \quad (2)$$

Donde:

PBI_t : crecimiento económico.

Miner_t : producción minera.

Manf_t : producción manufacturera.

α_1 y β_1 : miden el efecto de las variables independientes.

ε_t y μ_t : términos de error.

En el proceso de estimación de las ecuaciones de regresión se ha aplicado el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y para la verificación de la cointegración se someten a la comprobación en niveles la estacionariedad en base a las siguientes ecuaciones de residuos.

$$\varepsilon_t = \text{LnPBI}_t - \alpha_0 - \alpha_1 \text{LnMiner}_t \quad (3)$$

$$\mu_t = \text{LnPBI}_t - \beta_0 - \beta_1 \text{LnManf}_t \quad (4)$$

A partir del resultado de la ecuación (3) residuos miner y ecuación (4) residuos manf se ha calculado la estacionariedad de integrado en I (0) mediante la prueba de raíz unitaria. Si los residuos son estacionarios, se confirma que las series cointegran; es decir, se comprueba que mantienen relación estable y de equilibrio a largo plazo entre las variables objeto estudio, de lo contrario, se trata de una relación espuria.

En tercer lugar, se determina la desviación de corto plazo del crecimiento del PBI y se estima la velocidad del ajuste hacia el largo plazo, para tal efecto se aplica el modelo de corrección de errores (MEC), con este propósito se formulan las desviaciones de corto plazo mediante los residuos rezagados un periodo.

$$\varepsilon_{t-1} = \text{LnPBI}_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 \Delta \text{LnMiner}_{t-1} \quad (5)$$

$$\mu_{t-1} = \text{LnPBI}_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 \text{LnManf}_{t-1} \quad (6)$$

En seguida se aplica la diferencia a la ecuación (1), puesto que se supone que las series están integradas en orden uno, I (1). La especificación del modelo de corrección de errores (MEC) se evidencia en la siguiente ecuación.

$$\Delta \text{LnPBI}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LnMiner}_t + \theta_2 \varepsilon_{t-1} + v_t \quad (7)$$

$$\Delta \text{LnPBI}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{LnMiner}_t + \theta_4 \text{LnPBI}_{t-1} - \alpha_1 \Delta \text{LnMiner}_{t-1} + v_t$$

Donde:

Δ : indica la primera diferencia.

θ_2 : coeficiente que determina la velocidad de ajuste hacia el largo plazo.

α_1 : coeficientes de cointegración que señalan la relación de largo plazo entre las variables PBI_t y Miner_t .

El coeficiente β_1 mide el ajuste de corto plazo cuando la variable se ajusta luego de un desequilibrio. Adicionalmente se considera que las variables mantienen relación de largo plazo si el coeficiente de ajuste resulta negativo, estadísticamente significativo y en términos absolutos menor a 1, con lo que se cumple la cointegración. Finalmente, se aplica el test de causalidad de Granger para determinar la dirección de causalidad entre las variables.

RESULTADOS

Descripción de variables

En la tabla 2 se muestra la descripción de las características de las variables como el crecimiento económico medido por el PBI, la producción minera y la producción manufacturera en el horizonte de 70 años, entre 1950 y 2020, donde el valor promedio del PBI ha sido S/. 203,712.50, de la producción minera S/. 26,910.38 y de la manufacturera S/. 31,696.41. Asimismo, el valor del coeficiente de variación es relativamente alto del PBI y la producción minera, en comparación a la producción manufacturera, lo que significa que la minería ha sido altamente vulnerable a diversos *shocks* externos e internos, incidiendo directamente en el comportamiento del PBI.

Tabla 2

Estadísticas descriptivas de las series de 1950 a 2020.

Estadísticas	PBI	Miner	Manf
Promedio (en mill. soles)	203,712.50	26,910.38	31,696.41
Desviación Estándar	136,983.1	17,792.84	18,232.13
Coeficiente de variación	0.67	0.66	0.58
Probabilidad	0.0007	0.0198	0.0452
Número de observaciones	71	71	71

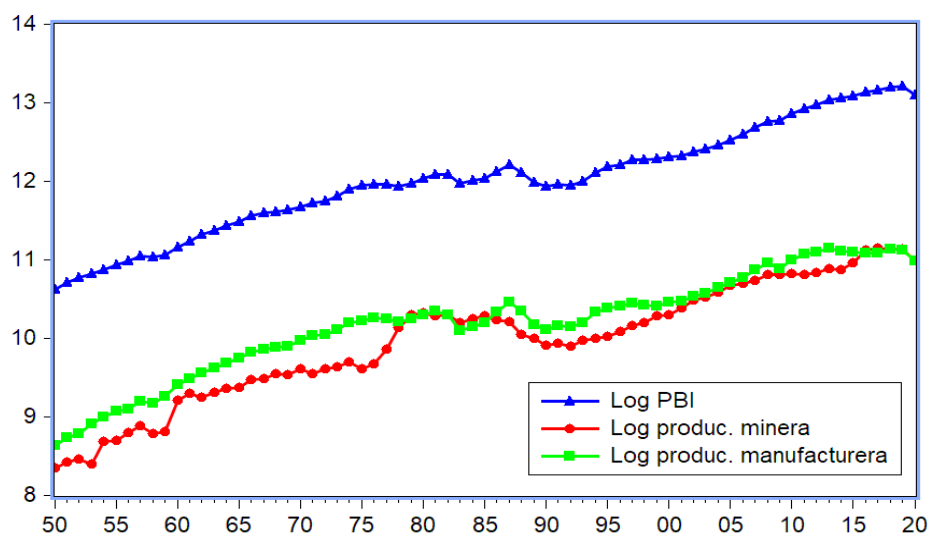
Nota. El valor de las variables está expresado en millones de soles de 2007. Los datos se han obtenido del BCRP (2024).

Análisis de largo plazo.

En la figura 1 se observa el comportamiento del crecimiento del PBI, la producción minera y la producción manufacturera, donde claramente se evidencia que las series mencionadas presentan una tendencia positiva a largo plazo, con mayor fluctuación en la década de los 80 del siglo pasado. Sin embargo, las variables como el PBI y la producción manufacturera se caracterizan por mostrar un comportamiento relativamente estable, en tanto, la producción minera presenta mayores fluctuaciones a corto plazo, por ser muy sensible al dinamismo de la economía mundial.

Figura 1

Comportamiento tendencial del PBI, de la producción minera y de la manufacturera.



Nota. La figura ha sido elaborada con las series obtenidas de la base de datos del BCRP (2024). Se muestra el comportamiento tendencial de los valores absolutos.

Test de raíz unitaria.

En la modelización de series de tiempo es fundamental que las series sean no estacionarias e integradas de orden uno, $I(1)$, en este caso cuya media y autocovarianzas no dependan del tiempo. Para verificar esta propiedad a las series como el crecimiento del PBI, la producción minera y manufacturera se ha efectuado la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF, por sus siglas en inglés) y para comprobar los resultados de ADF se utilizó la prueba de Phillips-Perron. Esta prueba también se conoce como test de raíz unitaria, con esta prueba se ha contrastado la existencia o no de raíz unitaria de las series en niveles y en primeras diferencias.

El resultado de la prueba de raíz unitaria se muestra en la tabla 3, en ella se confirma que las series presentan raíz unitaria e integradas de orden uno, $I(1)$. En la evaluación se han considerado los valores críticos MacKinnon (1996) de significancia de 1 %, 5 % y 10 %. Los valores calculados por las pruebas de ADF y Phillips-Perron resultan no significativas por lo que no se rechaza la hipótesis nula, por tanto, se confirma que las series como el crecimiento del PBI, la producción minera y manufacturera, son no estacionarias.

Tabla 3*Test de raíz unitaria de series en niveles.*

Variables	En nivel (con intercepto y tendencia)					
	Dickey Fuller			Phillips-Perron		
	Valor calculado	Prob*	Orden de integración	Valor calculado	Prob*	Orden de integración
LnPBI	-2.238882	0.4608	I (1)	-2.089725	0.5422	I (1)
LnMiner	-2.302809	0.4267	I (1)	-2.212582	0.4751	I (1)
LnManf	-2.353769	0.4000	I (1)	-2.318392	0.4185	I (1)

Nota. La tabla muestra el valor crítico al 5 % es -3.4762. *MacKinnon (1996) one-sided p-values.

El siguiente paso ha consistido en efectuar la primera diferencia de las variables como el crecimiento del PBI, la producción minera y manufacturera; es decir, se aplica a estas series la prueba de raíz unitaria. El resultado de la prueba se presenta en la tabla 4, donde se muestran los valores estadísticos de Dickey Fuller y Phillips-Perro, siendo estas significativas, en efecto las variables son estacionarias en primera diferencia, a su vez presentan el mismo orden de integración de cero, I (0), con lo cual se confirma la estacionariedad de las variables.

Tabla 4*Test de raíz unitaria de series en primera diferencia.*

Variables	En primera diferencia (con intercepto y tendencia)					
	Dickey Fuller			Phillips-Perron		
	Valor calculado	Prob*	Orden de integración	Valor calculado	Prob*	Orden de integración
LnPBI	-4.7760	0.0013	I (0)	-4.5235	0.0028	I (0)
LnMiner	-6.8464	0.0000	I (0)	-6.8464	0.0000	I (0)
LnManf	-5.6763	0.0001	I (0)	-5.4590	0.0001	I (0)

Nota. La tabla muestra el valor calculado de las variables.

Contraste de cointegración de Engle y Granger

Para efectos de estimación, si las variables cointegran o no, se efectúa la regresión de los modelos uniecuacionales (1) y (2) mediante la aplicación de método de mínimos ordinarios (MCO). Los resultados de la regresión se exhiben en la tabla 5, ya que en ella se devela que el comportamiento del PBI está explicado en el largo plazo por la producción minera y la producción manufacturera para niveles de confiabilidad mayores al 95 %; es decir, los resultados son estadísticamente significativos con un p valor menor a 0.05 en ambas regresiones. Sin embargo, para descartar la sospecha sobre posible relación espuria o falsa se realiza la prueba de raíz unitaria a los residuos de ambas ecuaciones.

Las ecuaciones de los residuos se derivan de las ecuaciones de regresión (1) y (2), estos se representan en la ecuación (3) residuos miner y en la ecuación (4) residuos manf, en este caso, de modo independiente. Para confirmar la cointegración entre las variables, precisamente estos residuos han sido sometidos a la prueba de raíz unitaria. Los resultados de estas pruebas también se muestran en la tabla 5, en este caso para la evaluación se ha considerado el nivel de significancia al 5 % con un valor crítico de -1.945.

Primero, se aplica la prueba de raíz unitaria a los residuos miner, en efecto, se obtiene el valor calculado del estadístico t de ADF igual a -3.017, con probabilidad de 0.003 (0.3 %), siendo este resultado estadísticamente significativo, por tanto, se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad de los residuos; es decir, los residuos miner es una serie estacionaria lo que confirma la cointegración entre el crecimiento económico y la producción minera. En este caso comparten una tendencia común, estable y de equilibrio a largo plazo.

Segundo, también se efectúa la prueba de raíz unitaria a los residuos manf respecto al mismo nivel de significancia y valor crítico propuesto. Producto de la prueba se obtiene un valor calculado del estadístico t de ADF de -0.893, con probabilidad de 0.325 (32.5 %), estadísticamente esto no es significativo. En este caso, no se rechaza la hipótesis nula, por ende, se acepta la no estacionariedad de los residuos manf. Con este resultado se evidencia que la relación entre el crecimiento del PBI y la producción manufacturera es no estable a largo plazo; es decir, es una relación espuria o falsa.

Tabla 5

Estimación de cointegración y raíz unitaria de los residuos.

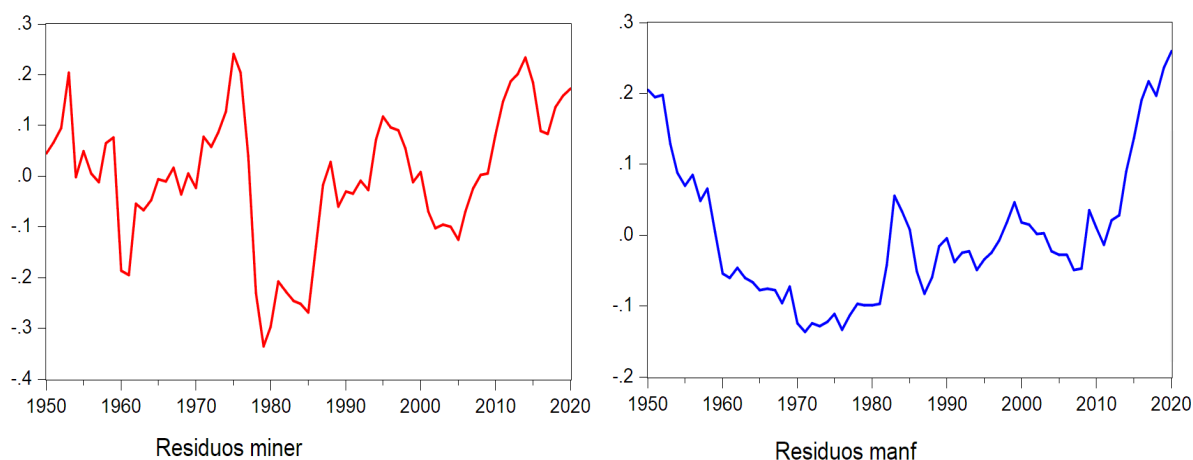
LnPBI	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t - ADF	Prob.	Raíz unitaria
Ecuación (1)					
LnMiner	0.8905	0.021	41.656	0.000	-
Residuos miner	-0.2109	0.069	-3.017	0.003	No
Ecuación (2)					
LnManf	1.0316	0.018	56.498	0.000	-
Residuos manf	-0.0363	0.040	-0.893	0.325	Si

Nota. La tabla muestra la estimación de las ecuaciones (1) y (2), donde la variable dependiente es el crecimiento económico representado con LnPBI.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de los residuos miner y manf, en ella se observa que los residuos miner es una serie estacionaria que fluctúa alrededor de su media cero, con una varianza relativamente constante, lo que confirma la relación de equilibrio estable a largo plazo entre el crecimiento económico y la producción minera, mientras los residuos manf es una serie aleatoria sin rumbo no estacionaria al no oscilar alrededor de su media, con lo que una vez más se confirma la relación espuria o falsa entre el crecimiento económico y la producción manufacturera.

Figura 2

Comportamiento estacional y no estacional de los residuos de los residuos miner y manf.



Nota. El gráfico representa los comportamientos estacionales y no estacionales. Elaboración propia.

Modelo de Corrección de Errores (MCE)

El siguiente paso es estimar el Modelo de mecanismos de Corrección de Errores (MEC) y solamente se aplica a las variables que mantienen relación de cointegración. En este caso, el crecimiento económico y la producción minera. El resultado de la estimación de MEC se muestra en la tabla 6, donde el coeficiente de $LnMiner$ resulta 0.8905, siendo estadísticamente significativa, con lo cual se verifica el ajuste de corto plazo hacia el equilibrio a largo plazo entre el crecimiento económico y la producción minera, por tanto, ambas series se mueven juntas a través del tiempo sin separarse demasiado.

En la tabla 6 también se muestra el resultado de la velocidad de ajuste hacia el largo plazo, con valor negativo de -0.0622, estadísticamente significativo y en términos absolutos menor a 1, con lo que se cumple la cointegración.

Tabla 6

Efecto de ajuste de corto plazo de crecimiento económico.

LnPBI	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	Prob.
C	0.0273	0.0058	4.6486	0.0000
LnMiner	0.8905	0.021	41.656	0.000
	0.2086	0.0618	3.3748	0.0012
El efecto ajuste	-0.0622	0.0422	-2.4815	0.0431

Nota. La tabla muestra el efecto ajuste.

Test causalidad de Granger

El resultado de la prueba de causalidad de Granger, por un lado, confirma la hipótesis de trabajo en el sentido de que la producción minera precede y tiene un efecto significativo en el crecimiento económico con un p-valor menor al 5 %, por otro lado, el crecimiento económico no predice a la producción minera puesto que el valor de significancia es 5.47 %. Estos resultados se presentan en la tabla 7, en ella también se muestra la relación no significativa entre la producción manufacturera y el crecimiento económico.

Tabla 7

Estimación de causalidad de Granger.

Hipótesis nula	Obs	F-Statistic	Prob.
LNMINER does not Granger Cause LNPBI	69	4.06450	0.0350
LNPBI does not Granger Cause LNMINER		3.04226	0.0547
LNMANF does not Granger Cause LNPBI	69	0.03823	0.9625
LNPBI does not Granger Cause LNMANF		0.14930	0.8616
LNMANF does not Granger Cause LNMINER	69	2.70659	0.0744
LNMINER does not Granger Cause LNMANF		0.80449	0.4518

Nota. La tabla muestra los resultados de la hipótesis nula.

DISCUSIÓN

Uno de los temas más estudiados y discutidos a nivel mundial es el crecimiento económico, tanto desde la perspectiva de corto plazo como de largo plazo. Para el caso peruano, Urrunaga y Aparicio (2012) explican desde enfoque neoclásico la importancia de la infraestructura para el crecimiento económico. En esa misma línea, Machado y Toma (2017) estiman la relación de la inversión pública en transportes y comunicaciones y en el crecimiento económico. Al respecto, el más reciente trabajo de Manrique (2024) analiza desde la perspectiva de la demanda agregada la relación entre las exportaciones tradicionales y no tradicionales y el crecimiento económico del Perú en el periodo 1950-2017. Sin embargo, a pesar de estos y otros trabajos existentes, aún es insuficiente la explicación a largo plazo del crecimiento económico, precisamente este problema se aborda siguiendo la estrategia de prueba empírica sustentada en la teoría de cointegración.

La teoría de cointegración tiene la ventaja de proporcionar un marco para modelar y analizar el equilibrio de largo plazo entre las series temporales, por consiguiente, se aplica los pasos metodológicos propuestos por Engle y Granger (1987) en el análisis de la relación entre el crecimiento económico, la producción minera y la manufacturera. Consecutivamente se verifica en primera diferencia la estacionariedad de las series objeto de estudio, que a su vez presentan el mismo orden de integración de cero, I (0), resultado obtenido mediante las pruebas de Dickey Fuller y Phillips Perro.

La verificación de la estacionariedad de las series temporales es crucial para la aplicabilidad de los modelos cointegración, vale decir, facilita la estimación precisa y fiable de los coeficientes de una ecuación de regresión siguiendo el método de mínimos ordinarios (MCO). En concordancia con la propuesta teórica y metodológica, una vez efectuada la regresión del modelo uniecuacional se detecta la presencia de una relación de cointegración entre el crecimiento económico, la producción minera y la producción

manufacturera, para niveles de confiabilidad mayores al 95 %. No obstante, existe la sospecha sobre alguna posible relación espuria o falsa entre las series, por lo que se realiza la prueba de raíz unitaria a los residuos de ambas ecuaciones de cointegración.

Tras estimar las regresiones se evaluaron los residuos de la cointegración entre el crecimiento económico y la producción minera (residuos miner); asimismo, se identificó la relación con la producción manufacturera (residuos manf). La estacionariedad de los residuos miner ante la prueba de raíz unitaria confirma la relación estable y de equilibrio a largo plazo entre el crecimiento económico y la producción minera. En tanto, se verifica la no estacionariedad de los residuos manf evidenciando que la relación entre el crecimiento económico y la producción manufacturera es no estable a largo plazo; es decir, es una relación espuria o falsa.

Ahora bien, se parte de la premisa de que cada sector productivo contribuye de manera única al crecimiento económico, en el sentido de que los sectores como la minería, la industria manufacturera y los servicios en la economía peruana presentan características particulares que los diferencia en términos productividad, tecnología o demanda de mano de obra. La particularidad de los sectores no significa que no haya interrelación entre ellas, en el caso peruano los sectores productivos (al menos) presentan una tendencia creciente y paralela, no obstante, en el orden de ideas de Hirschman (1958) y Kaldor (1956) es insuficiente el nivel de articulación intersectorial que alcance a impulsar realmente un cambio estructural. Un elemento que ha desfavorecido a este proceso es la presencia del fenómeno de desindustrialización prematura (Rowthorn y Ramaswamy, 1999; Tregenna, 2011; Rodrik, 2015,2016; Jiménez, 2017; Palma, 2019).

La ausencia de un cambio estructural en la economía peruana muestra que se mantiene como una constante del modelo ricardiano que se manifiesta con mayor vigor en las últimas décadas del siglo XXI con el retorno de la preponderancia del sector primario exportador en el Producto Bruto Interno (PBI), hecho conocido como “reprimarización”. Esta realidad es coherente con los resultados de estimación del modelo de cointegración entre el crecimiento económico y la producción minera, series temporales que mantienen relación estable y de equilibrio a largo plazo.

En los trabajos de Torayec (2011) y Sallam (2021) se muestran evidencias de la existencia de cointegración entre el crecimiento del PBI y la producción y exportación de productos manufacturados, lo cual acontece en países en desarrollo como en Egipto y Arabia Saudita, respectivamente. En ambos casos, el análisis es a largo plazo siguiendo los pasos metodológicos propuesto por Engle y Granger (1987). En cambio, en el Perú, si bien es cierto el crecimiento económico y la producción manufacturera sigue la misma tendencia en el largo plazo, se ha verificado aplicando el mismo método de cointegración que ambas variables presentan una relación espuria o falsa.

Por su parte, Zmami (2021) y Yeboah y James (2022) evalúan la minería a largo plazo en Arabia Saudita y Ghana respectivamente, mostrando evidencias de efectos positivos en las dimensiones del desarrollo, tanto en la creación empleo en las actividades vinculadas a la minería, como en los sectores de transporte, construcción, manufactura y otras industrias relacionadas. En caso peruano, sin bien es cierto existe relación de cointegración entre el crecimiento económico y la minería, no obstante, la articulación con los demás sectores de la economía es inexistente.

CONCLUSIONES

- Las variables como el crecimiento económico, la producción minera y la producción manufacturera, al ser evaluadas en el largo plazo, presentan un comportamiento estacionario en primera diferencia y en el mismo orden de integración.
- Los efectos de la minería son positivos en el crecimiento económico y se confirma que ambas variables comparten una tendencia común, estable y de equilibrio a largo plazo, en tanto, el crecimiento económico y la producción manufacturera mantiene una relación falsa o espuria.

REFERENCIAS

- Álvarez, A. Barraza, S., & Legato, A. (2009). Inversión Extranjera Directa y Crecimiento Económico en Latinoamérica. *Información tecnológica*, 20 (6), pp. 115-124. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000600014>
- Agurto, A. (2019). Relación entre crecimiento económico y manufactura en Ecuador usando técnicas de cointegración. *Revista Económica*, 4 (1), pp. 70–82. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/509>
- Auro Kumar, S., Dukhabandhu, S., Naresh Chandra, S. (2014). Mining export, industrial production and economic growth: A cointegration and causality analysis for India, *Resources Policy*, (42), pp. 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.09.001>
- Avilés, D., y Wong, P. (2019). China y el efecto de reprimarización en América Latina. 3C Empresa. *Investigación y pensamiento crítico*, 8(3), pp. 118-149. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2019.080339.118-149>
- Campo, J., & Sanabria, W. A. (2013). Recursos naturales y crecimiento económico en Colombia: ¿Maldición de los recursos? *Perfil de coyuntura económica*, (21), 17-37. <https://www.redalyc.org/pdf/861/86129819002.pdf>
- Bindi, G. (2018). *The resource curse hypothesis: an empirical investigation*. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=8958321&fileOId=8958322>
- MacKinnon, J. G. (1990). *Critical values for cointegration tests*. <https://www.econ.queensu.ca/research/working-papers/1227>
- Elliott, G., Rothenberg, T., y Stock, J. (1996). Pruebas eficientes para una raíz unitaria autorregresiva. *Econometría*, 64 (4) pp. 813-836. <https://www.jstor.org/journal/econometrica>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometría*, 55(2), pp. 251–276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Cruz, M. & Polanco, M. (2014). El sector primario y el estancamiento económico en México. *Problemas del desarrollo*, 45(178), pp. 9-33. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362014000300002&lng=es&tlng=es.

- Hirschman, A. (1968). La economía política de la industrialización a través de la sustitución de importaciones en América Latina. *El Trimestre Económico*, 38 (140), 625 -658. <https://www.jstor.org/stable/i20856028>
- Jiménez, F. (2017). Crecimiento y desindustrialización prematura en Perú. Un análisis kaldoriano. *Economía*, 15 (80), 155-222. <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/DDD441.pdf>.
- Kaldor, N. (1966). Causas del lento ritmo de crecimiento del Reino Unido. *Investigación Económica*, 43 (167), pp. 9-27. <https://www.jstor.org/stable/42779413>
- Rowthorn, R. y Ramaswamy, R. (1999). Crecimiento, comercio y desindustrialización. *Documentos del personal técnico del FMI*, 46 (1), 18-41. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/staffp/1999/03-99/pdf/rowthorn.pdf>
- Lewis, W. A. (1954). Economic Development with Unlimited Supplies of Labor. *The Manchester School*, 22, 139-191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1954.tb00021.x>
- Tregenna, F. (2011). Manufacturing productivity, deindustrialization, and reindustrialization. *UNU-WIDER Working Paper* (57), pp. 1-26. <https://www.wider.unu.edu/sites/default/files/wp2011-057.pdf>
- Hurtado, J. (2014). Albert Hirschman y la economía del desarrollo: lecciones para el presente. *Cuadernos de Economía*, 33(62), pp. 7-31. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v33n62.43663>
- Jumbo, F., & Tillaguango, B. (2020). Inversión extranjera directa, exportaciones y crecimiento económico: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración para la CAN. *Revista Económica*, 6 (1), pp. 11–20. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/782>
- Palma, G. (2019). Desindustrialización, desindustrialización “prematura” y “síndrome holandés. *El Trimestre Económico*, 78 (344), pp. 901-966. <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/970>
- Rodrik, D. (2016). Premature deindustrialization. *Journal Economic Growth*, 21, pp. 21-33. <https://doi.org/10.1007/s10887-015-9122-3>.
- Rodríguez Benavides, D., & Venegas-Martínez, F. (2011). *Efectos de las exportaciones en el crecimiento económico de México: Un análisis de cointegración, 1929-2009. EconoQuantum*, 7(2), pp. 55-71. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222011000100004&lng=es&tlng=.
- Yeboah, S. y James Nyarkoh, B. (2022). *The Impact of Mining on the Ghanaian Economy: A Comprehensive Review (1992-2020)*. 8-22. <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/117502/>
- Sallam, M. (2021). The role of the manufacturing sector in promoting economic growth in the Saudi economy: a cointegration and VECM approach. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8 (7), 21-30. https://www.researchgate.net/publication/352904784_The_role_of_the_manufacturing_sector_in_promoting_economic_growth_in_the_Saudi_economy_A_cointegration_and_VECM_approach

- Torayec, M. (2011). Manufactured exports and economic growth in Egypt: cointegration and causality analysis. *Applied Econometrics and International Development*. (11), 111-135. <https://www.usc.es/economet/reviews/aeid11110.pdf>
- Zmami, M., Ben-Salha, O.; Almarshad, S. O. y Chekki, H. (2021). “La contribución del sector minero al desarrollo sostenible en Arabia Saudita”, *Journal of Sustainable Mining*. (20) 2, 120-135. <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1056>
- Manrique Cáceres, J. T. (2024). Las Exportaciones Tradicionales y no Tradicionales y el Crecimiento Económico del Perú, en el Periodo 1950 – 2022. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 4(1), pp. 2601–2617. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.214>
- Zapata Chin, K. P., Nieves Nieves, W. J., & Vega Granda, A. C. (2022). Manufactura y Crecimiento Económico en Ecuador, 1990-2019: Validez de la primera ley de Kaldor. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 169-178. <https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778113021.pdf>
- Wai-chung Yeung, H. (2017). The strategy of economic development. *Regional Studies*, 51:2, 348-349. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1260251>
- Machado, R. y Toma, H. (2017). Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú. *Economía*, 40 (79), pp. 9-46. <https://doi.org/10.18800/economia.201701.001>
- Urrunaga, R., y Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista CEPAL*, (107), pp. 157- 177. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/3600673d-f550-408f-a161-c4a7467e3e78>

Cómo citar

Huamán-Osorio, A., Giraldo Méndez, M., & Rojas Melgarejo, R. El crecimiento económico y la producción minera y manufacturera en el Perú, período 1950-2020: análisis empírico de cointegración. *Economía & Gestión Chaninchaatsiq*, 2(1). <https://doi.org/10.32911/egc.2024.v2.n1.1176>