

# La relación a largo plazo y la causalidad entre las exportaciones mineras, la producción industrial y el crecimiento económico en Perú: Un estudio de caso utilizando un modelo VEC

Cristian Carrión y Christian Socasi

Econometría 2  
Escuela Politécnica Nacional

febrero 15, 2020

# Introducción

## La minería en Perú

- Representa normalmente más del 55% de las exportaciones peruanas del 2016 con cifras alrededor de los 4.4 mil millones de dólares al año.
- La minería es uno de los sectores más importantes de la economía peruana y representa normalmente más del 55% de las exportaciones peruanas del 2016 con cifras alrededor de los 4.4 mil millones de dólares al año.
- La minería metálica registró en febrero 2018 de este año un aumento por la mayor producción de zinc en 8.59%; hierro, 41.17%; cobre, 0.67%; plata, 2.02%; plomo, 5.75%, y estaño, 5.87%. La actividad económica. la Minería aportó con el 20% de los Ingresos fiscales.

# Revisión empírica

Cuadro A.1: Resumen de los resultados de las pruebas de causalidad de estudios anteriores

Investigación	Autor/es	Periodo	Metodología	Resultados
Mining export, industrial production and economic growth: A cointegration and causality analysis for India (2014)	Auro Kumar, Dukhabandhu Sahoo y Naresh Chandra	1981-2010 (anuales)	VEC	Existe una relación de equilibrio a largo plazo entre la exportación minera, la producción industrial y el crecimiento económico
Exportaciones manufactureras, exportaciones mineras y crecimiento: análisis de cointegración y causalidad para Chile (2007)	Boriss Siliverstovs y Dierk Herzer	1960–2001 (anuales)	VEC	Existe una relación a largo plazo entre el capital, el trabajo, las importaciones de bienes de capital, las exportaciones de manufacturas, las exportaciones mineras.
La relación entre ingresos mineros, consumo del gobierno, tipo de cambio y crecimiento económico en Botswana (2015)	Kegomoditswe Koitsiw y Tsuyoshi Adachi	1994-2012 (trimestrales)	VAR	Los ingresos mineros tienen un impacto significativo en el crecimiento económico y el consumo del gobierno.
La contribución del sector minero a la sostenibilidad en los países en desarrollo (2018)	David I. Stern	1980-2014 (Anuales)(19 países en desarrollo no pertenecientes a la OPEP)	VAR	No es posible rechazar la hipótesis de que el sector minero resta valor a la sostenibilidad en los países en desarrollo

*Elaboración: Los autores*

# Datos

- El crecimiento económico será representado mediante el PBI
- El sector minero estará reflejado mediante valores FOB de la exportación de minerales metálicos
- El PIB Manufacturero (Sector Industrial)

## Fuente

Banco Central de la Republica del Perú (1994-2016) expresados en precios del 2011

# Metodología

## Relación de las Variables

$$PBI_t = \alpha_0 + \alpha_1 PBIMAN_t + \alpha_2 XMIN_t + \varepsilon_T \quad (1)$$

Donde,

- $PBI_t$  = Producto Interno Bruto
- $PBIMAN_t$  = Producto Interno Bruto Manufacturero
- $XMIN_t$  = Exportaciones Mineras Metálicas
- $\varepsilon_t$  = Ruido Blanco

Donde,

- $t$ : es la variable de tendencia.

# Proceso de estimación

- Comprobación de estacionariedad de las series mediante ADF y PP
- Prueba de cointegración
- Comprobar la relación causal entre las variables

# Evolución de las series

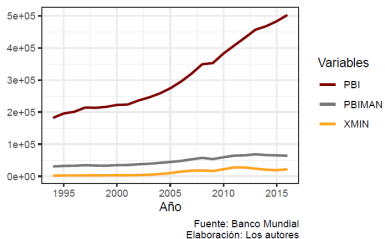


Figura A.1: Representación gráfica de los datos de Perú (Niveles)

Cuadro A.2: Estadística Descriptiva para las Variables Usadas en el Análisis

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
PBI	23	309,856.20	105,249.60	182,043.70	502,341.30
PBIMAN	23	47,526.75	13,678.43	30,583.02	68,507.77
XMIN	23	11,991.95	9,187.39	1,959.70	27,494.47

*Nota:* Las estadísticas descriptivas corresponden al periodo 1990-2014

*Elaboración:* Los autores

## Observación

El PIB del Perú ha estado en constante crecimiento en donde no se ha presentado ciclos de económicos depresivos en el periodo analizado.

# Pruebas de Raíces Unitarias

Cuadro A.3: Los resultados de la prueba de raíz de la unidad ADF sobre el crecimiento económico y el CO2 durante 1990-2014

Variables	t Valor	Dickey-Fuller		t Valor	Phillips-Perron	
		p	Estabilidad		p	Estabilidad
PBI	-1.168	0.889	No Estacionario	-1.829	0.967	No Estacionario
PBIMAN	-1.627	0.714	No Estacionario	-6.334	0.721	No Estacionario
XMIN	-1.498	0.764	No Estacionario	-7.139	0.667	No Estacionario
$\Delta$ PBI	-4.157	0.018	Estacionario	-20.681	0.02	Estacionario
$\Delta$ PBIMAN	-3.96	0.025	Estacionario	-20.272	0.023	Estacionario
$\Delta$ XMIN	-3.853	0.032	Estacionario	-12.212	0.327	No Estacionario

$\Delta$ : Primera Diferencia

Elaboración: Los autores

## Resultado

Todas las variables son estacionarias en su primera diferencias para la prueba de ADF (I(1))



# Prueba de Cointegración

Cuadro A.5: Los resultados de la prueba de cointegración del crecimiento económico, las exportaciones mineras y la producción industrial durante 1994-2016

	Hipótesis	Trace Estadístico	p valor	Ecuac. de Cointegración
1	$H_0:r=0, H_1:r>0$	53,701	$<0.001$	0
2	$H_0:r=1, H_1:r >1$	23,972	0.001637	0
3	$H_0:r=2, H_1:r >2$	4,178	0.050960	2

Las estadísticas indican 2 ecuaciones de cointegración al nivel del .01 de p-valor

*Elaboración: Los autores*

## Resultado

Existe una fuerte evidencia de cointegración a largo plazo entre las variables examinadas.

Las ecuaciones de cointegración a largo plazo se muestran a continuación:

# Ecuaciones de Cointegración

$$PBI_{t-1} = 35.103XMIN_{t-1} + 283577.505 \quad (2)$$

$$PBIMAN_{t-1} = 2.308XMIN_{t-1} + 33317.268 \quad (3)$$

- La eq. 2: Los impactos a L/P de las Exportaciones Mineras en el PIB son (+) y significativos, es decir se mueven juntos en la misma dirección.
- La eq. 3: Los impactos a L/P de las Exportaciones Mineras en el PIB Industrial son (+) y significativos, es decir se mueven juntos en la misma dirección.

# Estimación y análisis del VECM

Las ecuaciones del modelo VEC que se utilizan para probar la causalidad de Granger

$$\begin{bmatrix} \Delta PIB_t \\ \Delta PIBMAN_t \\ \Delta XMIN_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^p \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{21} & \beta_{31} \\ \beta_{21} & \beta_{21} & \beta_{31} \\ \beta_{31} & \beta_{21} & \beta_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta PIB_{t-i} \\ \Delta PIBMAN_{t-i} \\ \Delta XMIN_{t-i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} EMC_{t-1} + \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde,

- $i(i=1, \dots, p)$  es la longitud de retraso óptima determinada por los criterios anteriormente analizados.
- $ECM_{t-1}$  es el residuo rezagado obtenido de la relación a largo plazo presentada en la ecuación 1.
- $\lambda_1, \lambda_2$  y  $\lambda_3$  son los coeficientes de ajuste
- $\mu_{1t}, \mu_{2t}$  y  $\mu_{3t}$  son los términos de perturbación con  $N(0, \sigma)$ .

## VECM

Cuadro A.6: Los resultados de la estimación del modelo VEC

	$\Delta PBI$	$\Delta PBIMAN$	$\Delta XMIN$
ETC1	-0.298	-0.153*	-0.247***
ETC2	4.659	1.615*	3.002***
Intercepto	-77623.26	-17472.577	-41863.975
$\Delta PBI(-1)$	0.139	0.053	-0.081
$\Delta PBIMAN(-1)$	-5.308**	-1.937***	-2.103***
$\Delta XMIN(-1)$	4.2***	1.153***	1.699***
$\Delta PBI(-2)$	0.562	0.023	0.029
$\Delta PBIMAN(-2)$	-4.067**	-1.188*	-1.513***
$\Delta XMIN(-2)$	4.042**	1.032*	0.841***
$R^2$	0.9257	0.7433	0.9142
Log likelihood		-513.9239	
AIC		54.29239	
SC		55.7362	

*Nota: \*\*\*, \*\* y \* indica el nivel significativo al .01, .05 y .1 respectivamente*

*Elaboración: Los autores*

# Causalidad de Granger

Cuadro A.7: Los resultados de la causalidad de Granger

VarDep	Causalidad			
	$\Delta PBI$	$\Delta PBIMAN$	$\Delta XMIN$	
$\Delta PBI$	-	6.98945** (0.0304)	13.51599*** (0.0012)	$\Delta PBI \leftarrow \Delta PBIMAN, \Delta PBI \leftarrow \Delta XMIN$
$\Delta PBIMAN$	0.321026 (0.8517)	-	10.062*** (0.0065)	$\Delta PBIMAN \leftarrow \Delta XMIN$
$\Delta XMIN$	1.297252 (0.5228)	39.44536*** (0.0000)	-	$\Delta XMIN \leftarrow \Delta PBIMAN$

*Nota:* \*\*\* y \*\* indica el nivel significativo al .01 y .05, respectivamente; el t estadístico de cada coeficiente estimado está entre paréntesis;  $\leftarrow$  denota una causalidad unidireccional;  $\Delta$  denota primera diferencia.

*Elaboración:* Los autores

## Resultado

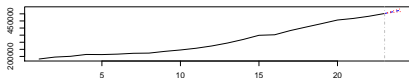
- Existe una relación de causalidad unidireccional en el sentido de Granger entre las Exportaciones Mineras Metálicas y el PIB.
- Existe una relación de causalidad unidireccional en el sentido de Granger entre el PIB Manufacturero y el PIB.
- Existe una relación de causalidad bidireccional en el sentido de Granger entre las Exportaciones Mineras Metálicas y el PIB Manufacturero.

# Post-Estimación y Previsión

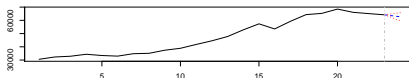
## Resultado

- Normalidad Residual
- No Errores Correlacionados
- No Heterocedasticidad
- Raíces fuera del círculo unitario

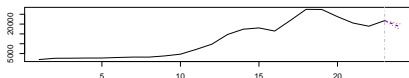
Forecast of series pbi



Forecast of series pbiman



Forecast of series xmin



# Conclusiones

- La orientación de inversiones hacia el sector minero pudieron haber ocasionado que el sector manufacturero no se expanda a un ritmo que le permita liderar el crecimiento económico.
- Existe una relación de causalidad de las exportaciones mineras metálicas hacia el PBI, es decir, las exportaciones metálicas impulsaron el crecimiento económico del Perú al igual que las exportaciones mineras hacia el PIB Industrial concordando con la relación de L/P (Eq. 2 y 3).
- Se evidenció una causalidad de la producción industrial hacia el PIB.

## Recomendación

La estrategia actual con la exportación de minerales como medio de ingresos de divisas no es viable ni justificable con respecto a lograr un desarrollo sostenible para la república peruana.

Por lo tanto, la extracción de minerales requiere un proceso de planificación sostenible así que el Gobierno del Perú debería tomar las medidas necesarias para extraer los recursos minerales sin comprometer el objetivo a largo plazo de la sostenibilidad.

# Bibliografía

## Referencias

- Dickey, David A., and Wayne A. Fuller. 1981. "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Econometrica* 49 (4): 1057. <https://doi.org/10.2307/1912517>.
- Koitsiwe, Kegomoditswe, and Tsuyoshi Adachi. 2015. "Relationship between mining revenue, government consumption, exchange rate and economic growth in Botswana." *Contaduría Y Administración* 60: 133–48. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.08.002>.
- MINEM, MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 2018. "CUARTO INFORME TRIMESTRAL OCTUBRE-NOVIEMBRE-DICIEMBRE-2018." Lima: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.
- Phillips, Peter C. B., and Pierre Perron. 1988. "Testing for a Unit Root in Time Series Regression." *Biometrika* 75 (2): 335. <https://doi.org/10.2307/2336182>.
- Sahoo, Auro Kumar, Dukhabandhu Sahoo, and Naresh Chandra Sahu. 2014. "Mining export, industrial production and economic growth: A cointegration and causality analysis for India." *Resources Policy* 42: 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.09.001>.
- Silverstovs, Boriss, and Dierk Herzer. 2007. "Manufacturing exports, mining exports and growth: Cointegration and causality analysis for Chile (1960-2001)." *Applied Economics* 39 (2): 153–67. <https://doi.org/10.1080/00036840500427965>.
- Stern, David I. 2018. "The Mechanism Between Mining Sector and Economic Growth in Zimbabwe, Is It a Resource Curse?" *Environmental Economics* 6 (3): 1–13.