



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y DE NEGOCIOS

**“DETERMINANTES MACROECONÓMICOS DE LOS PRECIOS
DE LOS PRINCIPALES COMMODITIES MINERO METÁLICOS
DEL PERÚ. UNA APROXIMACIÓN EMPÍRICA 1990 - 2016”**

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Economista

Presentado por:
BACH. OSCAR SOTO CALDERÓN

Asesor:
Dra. PILAR TEJADA VIDAL

LIMA- PERÚ
2019

Documento	DGI-ICV-MAN-01
Fecha	16/02/18
Versión	1.0

**ANEXO 13
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 4:30 horas del día jueves 14 de Marzo de 2019 en la sala de conferencias se reunieron los miembros del Jurado:

- Presidente** Dr. Marco Antonio Plaza Vidaurre
- Miembro 1** Mg. Sánchez Gonzales, Wilfredo.
- Miembro 2** Mg. Chacón Cursack Horacio Alfonso Jesús

Para evaluar la tesis titulada: "DETERMINANTES MACROECONOMICOS DE LOS PRECIOS DE LOS PRINCIPALES COMMODITIES MINERO METALICOS DEL PERU. UNA APROXIMACIÓN EMPIRICA 1990 - 2016", presentada por el Bach. Soto Calderon Oscar, para optar el Título Profesional de Ingeniero Economista.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar concluyen de manera unánime () por mayoría simple () que la tesis es:

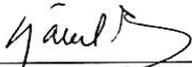
- Aprobado
- Aprobado - Muy buena ()
- Aprobado - Sobresaliente ()
- Desaprobado ()

Calificándola con nota de: 13 en letras (TRECE)

En fe de lo actuado los miembros de Jurado suscriben la presente Acta en señal de conformidad.



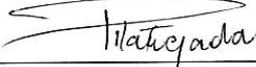
Presidente del Jurado
Dr. Marco Antonio Plaza Vidaurre



Miembro del Jurado
Mg. Sánchez Gonzales, Wilfredo



Miembro del Jurado
Mg. Chacón Cursack Horacio Alfonso
Jesús



Asesor
Dra. Tejada Vidal Pilar

Dedicatoria

A mis padres José Manuel (†) y Antonia por su infinito e incomparable amor y a mi hijo José Samuel Joaquín, quien es mi mayor orgullo y motivación en esta vida.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, ser divino que me da fuerza, paciencia y sabiduría para alcanzar mis metas.

Mi profundo agradecimiento a la Doctora Pilar Tejada Vidal por los aportes brindados en esta investigación además por el tiempo y la gran atención en todas las consultas realizadas.

Índice general

Resumen.....	ix
Introducción	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2. Formulación del problema	9
1.2.1. Problema general	9
1.2.2. Problemas específicos	9
1.3. Objetivos de la investigación	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos Específicos	10
1.4. Justificación de la investigación	11
1.5. Limitaciones de la investigación	12
1.6. Viabilidad de la investigación	12
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Antecedentes de la investigación.....	13
2.1.1. Evidencia empírica a nivel internacional.....	13
2.1.2. Evidencia empírica a nivel nacional.....	20
2.2. Bases teóricas	26
2.2.1. Commodities.....	26
2.2.2. Demanda de commodities minero metálicos	29
2.2.3. Oferta de commodities minero metálicos	36
2.2.4. Precio de los commodities minero metálicos.	42
2.2.5. Teoría del comercio internacional	48
2.2.6. Teoría del crecimiento económico con comercio internacional.....	51
2.3. Formulación de hipótesis	53
2.3.1. Hipótesis general	53
2.3.2. Hipótesis específicas.....	53
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	55
3.1. Diseño de la investigación	55
3.2. Población y muestra	55
3.3. Operacionalización de variables	56
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	58
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	59
3.5.1. Especificación del modelo matemático.....	59

3.5.2. Especificación del modelo econométrico.....	60
3.6. Aspectos Éticos	62
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	63
4.1. Resultados de las estimaciones estadísticas.....	63
4.2. Análisis de raíz unitaria y de cointegración.....	66
4.2.1. Análisis de raíz unitaria.....	66
4.2.2. Análisis de cointegración.....	67
4.2.3. Análisis del test de causalidad de Granger.....	70
4.3. Resultados de las estimaciones econométricas de cada commodity	73
4.3.1. Análisis de correlación.....	73
4.3.2. Estimación paramétrica commodity oro	74
4.3.3. Estimación paramétrica commodity Cobre.....	79
4.3.4. Estimación paramétrica Commodity Zinc	82
4.3.5. Estimación paramétrica utilizando primeras diferencias	86
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1. Discusión de resultados.....	90
5.2. Conclusiones	98
5.3. Recomendaciones	100
Referencias bibliográficas	102
Abreviaturas.....	105
Definiciones conceptuales.....	106
Anexos	115

Índice de figuras

Figura 1: Exportaciones tradicionales y exportaciones mineras 2001-2016.....	3
Figura 2: Exportaciones mineras, agrícolas, algodón, azúcar y café 1980-2000.....	4
Figura 3: Exportaciones e importaciones 1980-2016 (en valores FOB US\$).....	5
Figura 4: Exportaciones de cobre, oro y zinc 1980- 2016 (en valores FOB US\$)	6
Figura 5: Evolución de las cotizaciones de cobre, oro y zinc 1990 - 2016	7
Figura 6: Clasificación de los commodities	28
Figura 7: Curvas de demanda de metales según el horizonte temporal	35
Figura 8: Curvas de oferta de metales según horizonte temporal	38
Figura 9: Composición del comercio mundial, 2008	50
Figura 10: Estimación estadística de la cotización del Oro	63
Figura 11: Estimación estadística de la cotización del Cobre.....	64
Figura 12: Estimación estadística de la cotización del zinc.....	65
Figura 13: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity oro	78
Figura 14: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity cobre	82
Figura 15: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity zinc.....	85
Figura 16: Evolución del precio del petróleo y la gasolina 2008 – 2015.....	90
Figura 17: Determinantes del precio de los metales a Corto plazo.....	94

Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de raíz unitaria de las series	66
Tabla 2: Test de cointegración de Johansen commodity oro	68
Tabla 3: Test de cointegración de Johansen commodity cobre	69
Tabla 4: Test de cointegración de Johansen commodity zinc.....	69
Tabla 5: Test de causalidad de Granger commodity cobre.....	71
Tabla 6: Test de causalidad de Granger commodity oro.....	72
Tabla 7: Test de causalidad de Granger commodity zinc	72
Tabla 8: Matriz de correlaciones de las variables involucradas.....	74
Tabla 9: Estimación commodity oro	75
Tabla 10: Resumen estimación commodity oro.....	75
Tabla 11: Estimación commodity oro modificado.....	76
Tabla 12: Significancia global commodity oro inicial y modificado.....	76
Tabla 13: estimación commodity cobre	79
Tabla 14: Resumen estimación commodity cobre	80
Tabla 15: Significancia global commodity cobre	80
Tabla 16: Estimación commodity zinc.....	83
Tabla 17: resumen estimación commodity zinc.....	83
Tabla 18: Significancia global estimación commodity zinc	84
Tabla 19: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity cobre	87
Tabla 20: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity zinc	88
Tabla 21: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity oro.....	89
Tabla 22: Matriz de correlación de las variables exógenas.....	91

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	116
Anexo 2: Matriz de Operacionalización de variables	118
Anexo 3: Series utilizadas en el modelo econométrico	119
Anexo 4: Matriz de correlación entre las series que intervienen en el modelo econométrico	132
Anexo 5: Resultados estadísticos de las series que intervienen en el modelo	133

Resumen

En la presente investigación se analizan los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016. El Perú es uno de los países de larga tradición minera en América Latina y el mundo. Es el segundo productor de cobre, zinc y plata a nivel mundial. En Latinoamérica ocupa el primer lugar en la producción de oro, zinc, plomo y molibdeno. Los commodities minero metálicos tienen un mercado global reconocido y líquido que es ampliamente utilizado como mecanismo de fijación de precios. El mercado de los metales tienden a tener propiedades físicas en gran medida homogéneas y estandarizadas; por lo tanto, los precios de los metales tienden a reflejar la interacción entre la oferta, la demanda y los inventarios mundiales.

El modelo econométrico para cuantificar las interrelaciones entre las variables contempladas en el modelo, es la técnica de estimación de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados de las estimaciones muestran que existe una alta correlación entre las variables endógenas (cotización de los commodities oro, cobre y zinc) y las variables exógenas consideradas en el modelo. Los resultados en primeras diferencias muestran que el tipo de cambio real de USA es una variable significativa en la determinación de los precios de los commodities oro, cobre y zinc. Asimismo el precio internacional del petróleo y la producción mundial del cobre son variables significativas en la determinación del precio del commodity cobre; y la producción mundial del zinc resulta ser una variable significativa en la determinación del precio del commodity zinc.

Finalmente, sobre la base de los resultados, se incluye una sección acerca de las implicaciones de políticas en lo relacionado con la minería minero metálica.

Palabras clave: Productos básicos, precio de los bienes básicos mineros metálicos, determinantes macroeconómicos, industria minero metálica.

Abstract

In the present investigation the macroeconomic determinants of the prices of the main metallic mining commodities of Peru are analyzed, among them gold, copper and zinc in the period 1990 - 2016. Peru is one of the countries with the greatest mining tradition in Latin America and the world. It is the second producer of copper, zinc and silver worldwide. In Latin America it occupies the first place in the production of gold, zinc, lead and molybdenum. Metallic mining commodities have a recognized and liquid global market that is widely used as a pricing mechanism. The metals market tends to have largely homogeneous and standardized physical properties; therefore, metal prices tend to reflect the interaction between supply, demand and global inventories.

The econometric model to quantify the interrelations between the variables contemplated in the model, is the estimation technique of the Ordinary Least Squares (OLS). The results of the estimations show that there is a high correlation between the endogenous variables (quotation of gold, copper and zinc commodities) and the exogenous variables considered in the model.

The results in first differences show that the real exchange rate of the USA is a significant variable in the determination of the prices of gold, copper and zinc commodities. Likewise, the international price of oil and world copper production are significant variables in determining the price of the copper commodity; and the global zinc production turns out to be a significant variable in the determination of the price of the zinc commodity.

Finally, based on the results, a section on the implications of policies in relation to metallic mining is included.

Keywords: Commodities, price of metallic mining basic goods, macroeconomic determinants, metal mining industry.

Introducción

La actividad minera en el Perú desempeña un rol importante en la economía del país y es desarrollada desde las primeras civilizaciones. El descubrimiento, la exploración, desarrollo y producción y exportación de los metales como oro, cobre, zinc entre otros, tienen un impacto significativo positivo y negativo en el crecimiento económico del Perú, debido a la naturaleza cíclica de la industria a nivel global. La actividad minera sigue afectando de manera significativa al Perú en los ámbitos económico, político y social (Casas & Málaga, 2016).

La industria minero metálica en el Perú es la principal actividad generadora de divisas, impuestos, inversión y empleo; asimismo a nivel departamental con presencia de actividad minera es el principal financiador de los presupuestos locales a través del canon minero y las regalías, situación que se espera continuará debido a las inversiones realizadas y a las reservas mineras con las que contamos, además de las potenciales (aproximadamente el 17% del territorio minero está en exploración) (Macroconsult, 2012). En el período 1990 – 2016 la minería metálica (extracción, refinación y fundición) incrementó su participación porcentual en el Producto Bruto Interno; en 1994 el peso de la minería y la refinación de metales ascendía a 4.7% del PBI, en el 2007 a 14.5% y en el 2016 la minería metálica creció 21.2%; contribuyendo de esta manera al crecimiento sostenido del PBI global (Macroconsult, 2012), (BCRP, 2016). Esto implica la existencia de la dependencia del sector exportador minero metálico, respecto de los precios de los commodities minero metálicos transados en las principales bolsas del mundo.

El análisis de los principales commodities minero metálicos del Perú es importante debido a que en el desarrollo de este sector (en sus actividades de exploración, explotación, refinación y exportación), se generan integraciones hacia atrás y hacia adelante donde intervienen

diversos recursos y servicios; el requerimiento y utilización de estos recursos y servicios contribuyen a la dinamización de la economía; reflejándose en el incremento de divisas, recaudación tributaria, canon y regalías mineras, inversiones, los presupuestos regionales, el empleo y el nivel de vida de la población en general.

A diciembre del 2016 las áreas donde se realizó actividad minera tanto explotación y exploración sumó una extensión de 1 650,742 hectáreas que representa el 1.28% del territorio nacional (unidades en producción minera 0.98% y unidades en exploración minera 0.30%); y las áreas concesionadas sumaron 18.2 millones de hectáreas que representa el 12.8% del territorio nacional y las áreas restringidas a la actividad minera sumaron 81 007,998 hectáreas que representa el 63% del territorio nacional MINEM (2016). Asimismo las reservas mundiales de cobre fueron de 720 millones de TM y el Perú ocupó el tercer lugar con una participación de 11.25%; las reservas mundiales de zinc fueron de 222 millones de TM, ocupando el Perú el tercer lugar con el 11.36%; asimismo las reservas mundiales de oro fueron de 57,000 TM ocupando el Perú el sexto lugar con el 4.23% (U.S. Geological Survey , 2017).

La presente investigación consta de cinco capítulos: En el primer capítulo, planteamiento del problema con la descripción y formulación del problema, establecimiento de los objetivos; en el segundo capítulo antecedentes y revisión de la literatura con los antecedentes de la investigación, bases teóricas y la formulación de hipótesis; en el tercer capítulo diseño metodológico se define básicamente la metodología utilizada en la investigación, las técnicas de procesamiento de datos y la especificación del modelo econométrico por commodities; en el cuarto capítulo resultados se presenta la evaluación de los principales resultados econométricos; el quinto capítulo contiene la discusión de los resultados y la interpretación del modelo y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La presente investigación constituye una primera aproximación a la estimación, carácter y el tipo de relación existente entre las variables que determinan el comportamiento temporal de las exportaciones de tres grandes commodities: el oro, el cobre y el zinc. Tradicionalmente el sector exportador peruano se ha basado en productos tradicionales, los cuales llega a constituir aproximadamente las tres cuartas partes de las exportaciones peruanas y en las exportaciones mineras que representan aproximadamente el 56% (ver Figura 1).

Figura 1: Exportaciones tradicionales y exportaciones mineras 2001-2016 (en porcentaje de participación)

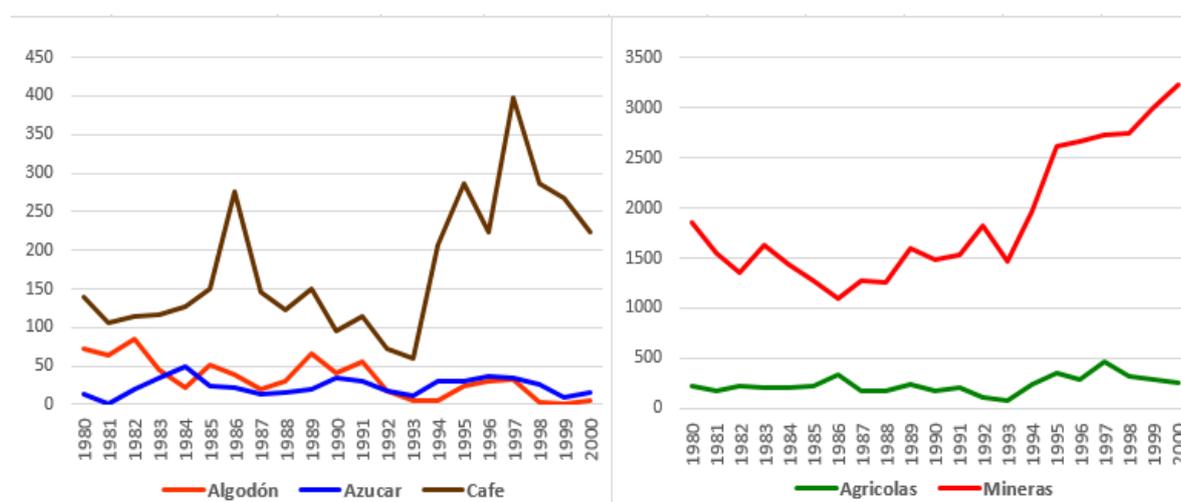


Fuente: BCRP.
Elaboración propia

En los últimos años la composición de las exportaciones se ha modificado; a inicios de la década de los ochenta las exportaciones agrícolas representaban el 5.9% del total exportado, destacando las exportaciones de algodón y café con 1.8% y 3.4% respectivamente. Asimismo, las exportaciones mineras equivalían al 36.4% del total exportado, destacando las exportaciones de cobre y zinc con 19% y 6.7%

respectivamente. En la década de los noventa la participación de las exportaciones agrícolas respecto a las exportaciones totales se incrementó a 8.2%, al igual que la participación de las exportaciones del sector minero en el total de exportaciones a 38% siendo los minerales con mayor participación, el cobre con 18.3% y zinc con 8.9%, mientras que las exportaciones de petróleo y derivados equivalen al 5.5% retrocediendo 1.1% respecto a 1980. Para el año 2000 las exportaciones agrícolas equivalen al 6.5% donde el café tiene una participación del 6.1%; las exportaciones mineras equivalen a 54.5% donde el oro tiene una participación del 22.2%, el cobre 16% y el zinc 6.3% (De la Cuba & Ormeño, 2003).

Figura 2: Exportaciones mineras, agrícolas, algodón, azúcar y café 1980 – 2000 (en valores US\$ FOB)

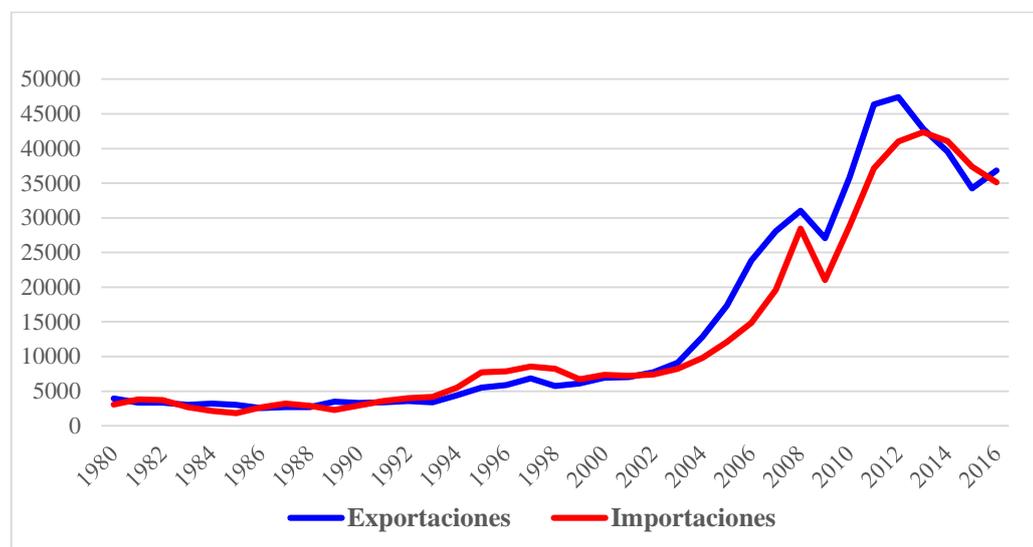


Fuente: BCRP.
Elaboración propia

Durante el periodo 2001 al 2016, el comportamiento de las exportaciones ha cambiado drásticamente debido fundamentalmente a la volatilidad de las cotizaciones de los commodities; la disminución de las cotizaciones significó para el Perú una crisis macroeconómica con el consiguiente incremento en la tasa de desempleo, disminución de las inversiones (públicas y privadas), reducción del gasto de consumo

total y una marcada tendencia “al déficit comercial” durante los últimos años, tal como se puede observar en la figura 3, donde la balanza comercial fue de 0.26% en el 2013, -0.74% en el 2014, -1.64% en el 2015 y 0.89% en el 2016.

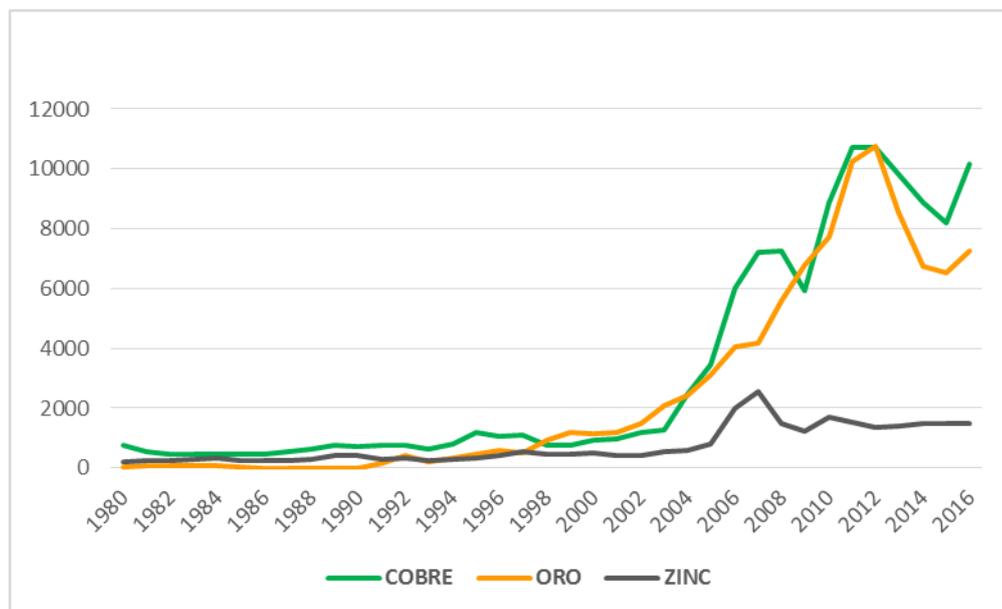
Figura 3: Exportaciones e importaciones 1980-2016 (en valores FOB US\$)



Fuente: BCRP.
Elaboración propia

Las exportaciones del Perú, compuesta principalmente por las exportaciones tradicionales se explica básicamente por una alta participación de las exportaciones mineras donde se destacan las participaciones de cobre, oro y zinc respecto a las exportaciones totales; en el 2001 la participación de las exportaciones mineras fue oro con el 36%, cobre con el 31% y zinc con el 13%; en el año 2005 la participación de estos metales fueron cobre con el 36%, oro con 32% y zinc con 8%; en el 2010 la estructura porcentual fue cobre 41%, oro 35%, zinc 8%; de igual manera se observa que en el año 2015, las participaciones fueron cobre 43%, oro 35% y zinc 8%; observándose fluctuaciones en los volúmenes de exportaciones de los commodities oro, cobre y zinc; estos metales constituyen los metales de exportación más importantes del Perú (Ver Figura 4).

Figura 4: Exportaciones de cobre, oro y zinc 1980- 2016 (en valores FOB US\$)



Fuente: BCRP.
Elaboración propia

Así mismo podemos apreciar la evolución de las cotizaciones del cobre, oro y zinc.

En el caso del cobre la cotización fue centavos de dólar por libras, oro dólares por Onza y en zinc centavos de dólar por libra.

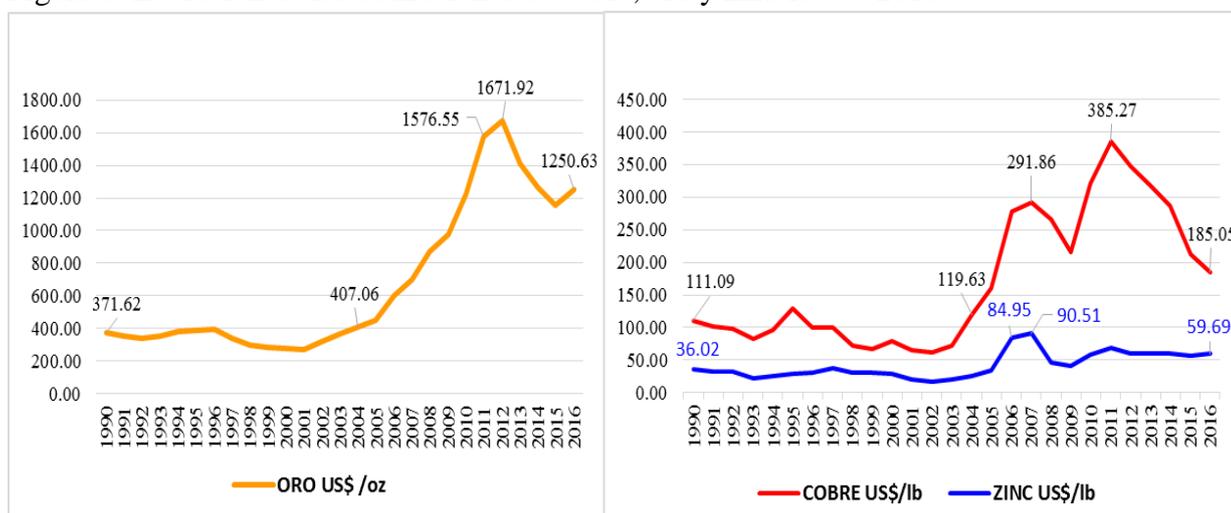
La cotización del cobre en el año 1990 fue cUS\$ 111.09 por libra, en el año 1995 de cUS\$ 130.19 por libra, para el año 2000 desciende a cUS\$ 79.94 por libra; en el año 2005 la cotización de este metal fue cUS\$ 160.00 por libra y a partir de aquí empieza el alza hasta llegar a la cotización máxima de 385.27 en el 2011, a partir de la fecha la cotización tiene una tendencia descendente llegando en el 2016 a cotizarse en cUS\$ 185.05 por libra.

De igual manera podemos apreciar las variaciones en la cotización de oro, cotizándose en 1990 en US\$ 371.62 por onza, en el año 2000 la cotización fue US\$ 280.38 por onza y en el 2005 la cotización fue US\$ 450.18 por onza, empezando una

tendencia ascendente hasta llegar a la cotización máxima en el año 2012 con US\$ 1671.92 por onza, luego empieza a descender hasta llegar en el 2016 a cotizarse en US\$ 1250.63 por onza.

La cotización del zinc también tiene comportamiento volátil, en el año 1990 la cotización fue de cUS\$ 36.02 por libra, en el 2000 cUS\$ 28.39, en el año 2005 cUS\$ 33.51, llegando a la máxima cotización en el 2007 con cUS\$ 90.51 por libra y siendo la cotización en el 2016 cUS\$ 59.69 por libra como se puede observar en la figura 5.

Figura 5: Evolución de las cotizaciones de cobre, oro y zinc 1990 - 2016



Fuente: BCRP.
Elaboración propia

Como se aprecia, los precios de los commodities muestran largas fluctuaciones impulsadas principalmente por fenómenos de demanda asociados al crecimiento de grandes economías que impulsaron fuertemente la demanda por metales como el crecimiento económico de India y China; asimismo la evidencia empírica actual menciona que existe una correlación negativa entre el dólar y la cotización de los commodities y una correlación positiva entre el tipo de cambio y la cotización del cobre y oro. Los trabajos de Ridler y Yandle (1972), Côté (1987), Gilbert (1989) y

Rezitis (2015) citados en (Cárdenas, 2016) utilizando distintos métodos comprobaron la correlación negativa entre el dólar y la cotización de los commodities.

“Esta correlación se puede ver a través de dos caminos: (i) los precios internacionales de commodities están expresados en dólares, por lo cual un encarecimiento de un commodity, reduce la cantidad de demanda del mismo; y, (ii) en el caso de algunos commodities, que sirven como refugio frente al valor del dólar, el efecto se da frente a especulación de los mercados financieros, como es el caso del oro y la plata” (p. 2).

En la figura 5 se puede observar una fase contractiva de los precios de oro y cobre desde 1990 hasta el 2001 y una fase expansiva de los precios desde el 2002 hasta el año 2012 y partir del 2012, se observa un ciclo contractivo con los precios de los commodities en disminución y asociado a la recuperación de la economía de los Estados Unidos de América después de la crisis y el debilitamiento de la economía China. La reducción de la demanda por metales y la mayor producción de éstos han llevado a la reducción de su precio siendo los impactos a las economías por la reducción del valor de las exportaciones de metales y la variación (reducción y postergación) de la inversión privada para desarrollar nuevos proyectos mineros.

Los commodities en general tienen un impacto significativo en el desarrollo económico de los países emergentes, motivo por el cual el crecimiento de estos países dependen de los commodities como es el caso del Perú, donde se observa las tendencias volátiles en sus precios; por lo tanto, la cotización de los commodities minero metálicos es una de las preocupaciones centrales para los responsables de las políticas económicas debido a que tienen una influencia significativa en la evolución de la actividad económica; además los mercados de commodities transmiten choques de oferta y demanda entre países exportadores e importadores, por lo tanto, es crucial conocer los determinantes de los precios de los commodities minero metálicos del Perú.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016?

1.2.2. Problemas específicos

- 1.2.2.1. ¿Es la producción mundial de los principales commodities minero metálicos una variable que determina la cotización de estos metales, en el período 1990-2016?
- 1.2.2.2. ¿Es el índice de producción agregada de los países industrializados una variable que determina la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el período 1990 – 2016?
- 1.2.2.3. ¿Es índice de precios al consumidor mundial una variable que determina el precio de los commodities minero metálicos del Perú en el período 1990 – 2016?
- 1.2.2.4. ¿Cuál es el grado de importancia del tipo de cambio real de los EEUU en la determinación de la cotización de los principales commodities minero metálicos del Perú en el periodo 1990- 2016?
- 1.2.2.5. ¿Es la tasa de interés real de USA una variable determinante de los precios de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo d 1990 - 2016?
- 1.2.2.6. ¿Cuál es la relación entre la cotización internacional del petróleo y los precios de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo 1990 - 2016?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Definir y analizar los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar la relación existente entre la producción mundial de los principales commodities minero metálicos (oro, cobre y zinc) y los precios de estos, en el periodo 1990 – 2016.
2. Analizar la importancia del índice de producción agregada de los países industrializados como determinante del precio de los commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.
3. Conocer la relación existente entre el índice de precios al consumidor mundial y el precio de los commodities mineros metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.
4. Establecer el grado de importancia que presenta el tipo de cambio real de los EEUU, en la determinación de la cotización de los principales commodities minero metálicos en el periodo 1990 – 2016
5. Conocer la relación existente entre la tasa de interés Real USA y la cotización de los commodities minero metálicos en el periodo de 1990 – 2016.
6. Conocer la relación existente entre el precio internacional del petróleo y la cotización de los commodities minero metálicos en el periodo de 1990 – 2016.

1.4. Justificación de la investigación

La importancia teórica de plantear la presente investigación de los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities mineros metálicos del Perú radica en que los mercados de commodities juegan un rol central en la transmisión de distorsiones en los precios internacionales desde los países importadores de este tipo de bienes hacia los países oferentes de los mismos y en el caso peruano, las exportaciones mineras están compuestas por cobre, oro y zinc.

La importancia práctica está en que si se conocen los determinantes macroeconómicos de los precios de los commodities, podremos predecir algunas posibles distorsiones y cambios en esta variable como las fluctuaciones de los precios internacionales que afectan la recaudación tributaria; las inversiones, las divisas, los presupuestos regionales y el empleo; mediante un modelo econométrico dinámico cuyo objetivo fundamental es brindar una estrategia de modelización que al evitar la generosa imposición de restricciones en que se apoya la identificación de los modelos econométricos convencionales, permite especificar modelos que reflejen lo más fielmente posible, las regularidades empíricas e interrelaciones entre las variables objeto de análisis. La econometría dinámica se origina de acuerdo a Trujillo (2010) “de un proceso generador de datos (PGD) desconocido mediante la teoría económica y la econometría aplicada (marginalización, simplificación, reparametrización, etc.) se obtiene una representación robusta, simple y parsimoniosa, plasmado en un modelo de series de tiempo de variables interrelacionadas”.

En esta investigación se define como se relacionan las variables endógenas y exógenas en el tiempo; es decir que la relación entre las variables endógenas y las variables exógenas se especifican adecuadamente por una ecuación lineal; para la estimación de los determinantes macroeconómicos de los precios para los tres minerales analizados en el período 1990-2016; según la modelación econométrica de series de tiempo bajo las técnicas propuestas y la restricción de información disponible.

1.5. Limitaciones de la investigación

No se ha encontrado ninguna sólo el tiempo y esfuerzo que invertirá el investigador en sacar adelante este estudio.

1.6. Viabilidad de la investigación

Es posible realizar la presente investigación de determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú entre ellos cobre, oro y zinc en el periodo 1990-2016; porque se cuenta con información disponible del BCRP, el INEI y los mercados de los commodities de metales como la London Metal Exchange (LME), datos de Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros; asimismo existen las técnicas y el software econométrico para procesar adecuadamente la información.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Evidencia empírica a nivel internacional

- Entre las principales investigaciones que buscaron establecer relaciones entre las variables macroeconómicas y la evolución de la cotización de los commodities sobresalen los de **Chu y Morrison (1984)**, **Dornbush (1985)** y **Gilbert (1989)**. En estas investigaciones se incluyeron básicamente dos factores de demanda: la variación de los ciclos económicos de los países industrializados y el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América. No obstante, su capacidad predictiva del modelo durante la segunda mitad de los años ochenta fue insuficiente. Estos resultados motivo a otros investigadores a buscar corregir los problemas relacionados y al mismo tiempo mejorar la cuantificación de las variables ya consideradas en el modelo (De la Cuba & Ormeño, 2003).
- Entre estos se encuentran las investigaciones desarrolladas por **Borensztein y Reinhart (1994)** y **Reinhart y Wickham (1994)**, quienes incluyeron en sus modelos econométricos dos variables importantes que hasta la fecha no se habían considerado en la especificación de la cotización de los commodities: **“el impulso primario exportador aplicado por los países en vías de desarrollo en su búsqueda por afrontar la crisis de la deuda (1984) y la crisis económica por la que estaban pasando los países del Este”**. Por estos acontecimientos, estos investigadores mejoraron la definición de sus

modelos econométricos al considerar variables de oferta e incluir al índice de producción industrial de los países industrializados el desarrollo de la actividad económica de los países del este de Europa y la Ex-Unión Soviética. A diferencia del trabajo de Borensztein y Reinhart en donde se analiza los determinantes macroeconómicos del índice agregado de los commodities excluyendo el petróleo. “El rendimiento predictivo de esta especificación fue superior a las especificaciones que excluyen la variable oferta” (De la Cuba & Ormeño, 2003).

- *Las investigaciones realizadas a nivel internacional considerados para la presente investigación* son las siguientes:
 - a. La investigación realizado por **Acosta (2009)** sobre el impacto de variables macroeconómicas en el ciclo de precios de commodities minerales, los metales considerados en el estudio fueron aluminio, cobre, estaño, plomo y zinc, cada uno de los cuales se transan en la Bolsa de Metales de Londres; los datos corresponden a precios mensuales, entre enero de 1971 y mayo de 2007. La investigación busca estimar el impacto que tienen distintas variables macroeconómicas en el precio de metales seleccionados utilizando un modelo econométrico de test de series univariadas y test de series multivariadas.

Para el estudio se utilizaron indicadores de la actividad macroeconómica de 7 países de la OCDE: Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y el Reino Unido. Además incluyeron

variables de actividad económica de China debido a su importancia en la economía mundial y en el boom de precios que han experimentado los commodities. Se consideraron los tipos de cambio, tasas de interés y niveles de producción industrial. Dado que un aumento en el nivel de producción industrial está asociado a mayor demanda por commodities, y por ende a un aumento de sus precios. Mayores tasas de interés reducen los incentivos de inversión, y tienen el efecto opuesto. Los tipos de cambio afectarían positivamente los precios de los commodities. Los resultados encontrados indican que las variables macroeconómicas escogidas no inciden en la variable que representa el ciclo económico internacional (obtenida del modelo dinámico). **Se estimaron dos regresiones para el factor común, la primera en función del índice agregado de producción industrial** (considera el conjunto de países utilizados en el estudio) y **las tasas de interés**, y la segunda en función sólo del **índice de producción industrial** (ambas regresiones con series en primeras diferencias).

Los resultados muestran que en la primera ecuación, el índice de producción industrial no tiene una incidencia marcada en el factor común al tratarse de datos mensuales, siendo su efecto no significativo. Las tasas de interés tienen una relevancia menor, y salvo la de China, tampoco son significativas. Para la segunda regresión el efecto de la producción industrial tampoco es significativo. Al utilizar datos anuales los resultados fueron similares, pero en la segunda regresión el índice de producción industrial agregada es significativo y su coeficiente asociado es mayor al caso mensual. El estaño es el único commodity

que tiene una correlación negativa en su componente de tendencia con el del índice agregado de Producción Industrial (en niveles). Además, la investigación evidencia que los precios de los metales presentan ciclos, con períodos de altos y bajos valores. Debido a la estructura diferente en sus mercados, algunos de ellos muestran un comportamiento más parecido frente a las variaciones de la economía mundial.

- b. Asimismo se tiene la investigación realizado por **Lombardi, Osbat, & Schnatz (2010)** sobre los ciclos globales de commodities, utilizando un modelo VAR aumentado por factores (Factor-Augmented VAR model - FAVAR) para el período de 2003T1- 2008T3, en el cual los factores considerados son 2 tendencias comunes en precios de alimentos (cacao, café, maíz arroz, soya, azúcar y trigo) y precio de metales (los metales incluidos en el análisis fueron aluminio, cobre, hierro, níquel, zinc y estaño). Con esta estructura estudian el impulso respuesta entre el precio de bienes básicos, las tendencias comunes, la tasa de cambio, la producción industrial, los precios del petróleo y la tasa de interés. De acuerdo con los autores, la tasa de cambio, la actividad económica y las tendencias comunes tienen un gran impacto sobre los precios de commodities. Los coeficientes indican que el factor de los metales es impulsado principalmente por la evolución de los precios del cobre y en menor medida por las tendencias en el mineral de hierro y el níquel. El factor alimentario está ligado principalmente a la evolución de los precios del maíz, el cacao y el

trigo. En conclusión, la investigación de las interrelaciones entre un conjunto de precios de los productos básicos y las variables macroeconómicas de impulso respuesta ha confirmado que los tipos de cambio y la producción industrial afectan los precios individuales de los productos básicos no energéticos. Por el contrario, no se han encontrado efectos positivos significativos entre el petróleo y los precios de los productos básicos no petroleros, ni un impacto de la tasa de interés.

- c. En la investigación realizada por **Reicher & Utlaut (2011)** se encuentra un análisis detallado del efecto de la inflación sobre el precio de los bienes básicos. Estos investigadores utilizaron un modelo econométrico de estimaciones tipo SVAR en el periodo 1970-2010 para caracterizar los aumentos de 1% en la inflación en EE. UU. implica un incremento de entre 3 y 4% en el precio agregado de commodities. Este resultado es replicado en un modelo de equilibrio general dinámico con oferta y demanda de bienes básicos y con política monetaria. En este modelo, una mayor inflación está asociada necesariamente a un aumento de la demanda agregada nominal, el cual tiene un efecto más que proporcional en el precio de los bienes básicos debido a su baja elasticidad de demanda y a las rigideces nominales en los otros componentes del índice de precios. Las conclusiones a las que llegaron son que el efecto estimado de la inflación a corto plazo sobre los precios de las materias primas parece coherente con la teoría macroeconómica. Las estimaciones se centran en el rango de 3% a 4%

para un shock de gasto nominal permanente del 1%, lo que podría predecir un modelo teórico razonablemente calibrado. Asimismo, parte de la evolución de los precios de las materias primas a mediados de la década de 1970 se debe al comportamiento de la política monetaria en ese momento; entre el periodo de 1973-74 se permitió que la inflación sobrepasara su objetivo a largo plazo, causando que la inflación a largo plazo, la inflación a corto plazo y los precios reales de las materias primas se movieran juntos. Sin embargo, a pesar de la clara cadena de causalidad que va de la inflación a la producción, luego a la demanda de materias primas y posteriormente a los precios de las materias primas. Pero se debe de tener en cuenta que un aumento en los precios de las materias primas no indica necesariamente una presión inflacionaria inminente. Los choques tanto a la inflación de tendencia como a la inflación a corto plazo son pequeños, especialmente desde los años ochenta, por lo que si bien los shocks inflacionarios tienen un efecto estimado grande sobre los precios de los productos básicos, su contribución general a dichos precios de productos básicos, se ve empequeñecida por los shocks. Si bien un aumento en los precios de las materias primas puede reflejar una acumulación de presión inflacionaria, lo más probable, vayan a reflejar la oferta mundial y los factores de demanda.

- d. Por otro lado **Barreto (2016)** en su investigación analiza el mercado de commodities en Argentina, Brasil, Chile y Colombia y su relación con el crecimiento económico en el periodo del 2008 -2016, utilizando

un **modelo econométricos de análisis de regresión múltiple** (MCO) que cumple los 10 supuestos de Gauss-Markov; el objetivo fue obtener los mejores estimadores y determinar si el nivel de precios de oro, plata, cobre y aluminio cotizados en El London Metal Exchange explica la tasa de crecimiento del PBI Real de las economías de Argentina, Brasil, Chile y Colombia.

Los resultados de la estimación del modelo es que ante un cambio de un 1% en los precios del oro el crecimiento de los países tendera a ser positivo, especialmente para Chile y Colombia, de igual forma, un alza en el precio del cobre también fomentará el crecimiento de Brasil, Chile y Colombia. En contraste al crecimiento económico derivado de estos commodities, la plata y el aluminio solo afectarán la expansión de estas economías. Simultáneamente se puede deducir que los modelos se acoplan de forma aceptable a los datos gracias a que el R^2 ajustado en promedio igual a 0.56. Lo que significa que un **56% de la variación en el crecimiento de los países es explicado por el precio de los commodities**.

Asimismo **la estimación del modelo de cointegración** para cada uno de los países bajo una relación ceteris paribus y suponiendo que su crecimiento en el largo plazo dependerá exclusivamente de la extracción de oro, plata, cobre y aluminio se encontró que a excepción de Argentina en donde el cobre y el aluminio no fueron significativos para el modelo, **en los casos de Brasil, Chile y Colombia todos los commodities si fueron significativos para explicar su crecimiento en el largo plazo**, de igual forma ante cambios de un 1% sobre las

variaciones de las cotizaciones de los commodities, en el largo plazo solo el oro y el cobre serán los únicos commodities que generarán crecimiento económico. En el modelo de corrección del error se encontró que en el corto plazo, la velocidad de ajuste de Argentina y Brasil para corregir los desequilibrios en el corto plazo y converger hacia su equilibrio de largo plazo será mayor a la velocidad de ajuste de Chile y Colombia, esto debido a que en el período de estudio la dependencia de estos dos países hacia los commodities ha sido mayor que la de Argentina y Brasil.

2.1.2. Evidencia empírica a nivel nacional

En la evidencia empírica a nivel nacional existen diversas investigaciones, las consideradas para la presente investigación tenemos:

- a. La investigación realizada por **De la Cuba & Ormeño (2003)** denominada la *Volatilidad del Sector Primario Exportador: Una Aproximación al Caso Peruano*; utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) analizaron las variables de demanda y oferta determinantes de cada commodity en el periodo que abarca desde el año 1962 al 2000. El modelo econométrico estuvo compuesto por cinco principales productos básicos el cobre, oro, harina de pescado, zinc y café. Las variables exógenas especificadas fueron el índice de producción agregada de los países industrializados, el tipo de cambio real del dólar USA., la tasa de interés real y el índice de precios al consumidor de los países industrializados. Asimismo se

consideraron la oferta mundial anual de cada producto básico bajo estudio y la cotización de la harina de soya. Las variables consideradas en el modelo fueron deflactadas por el índice de precios de producción de los Estados Unidos de América con excepción de las variables de oferta: el tipo de cambio real USA y el índice de precios al consumidor de los países industrializados.

Los resultados obtenidos fueron: El índice de producción agregada de los países industrializados (IPW) resultó significativo en la determinación de la cotización del commodity cobre y el zinc (IPW para cobre 3.25, IPW para zinc 0.32), estos commodities tuvieron una participación del 75% del total de las exportaciones tradicionales del Perú durante la década de los años noventa. Mientras que el índice de precio al consumidor de los países industrializados es significativo en la determinación de la cotización del commodity oro (IPC_W de oro 1.74), lo cual destaca por ser utilizado como reserva de valor en periodos de mayor inflación. Los resultados medidos por el estadístico R^2 , muestran un aceptable grado de ajuste en la calibración del orden de 76% para cobre, 90% para oro, 28% para zinc, 82% para harina de pescado y 74% para café. Para la estimación paramétrica del precio del commodity harina de pescado incluyeron como variable exógena principal la cotización del commodity harina de soya; determinándose que la cotización del commodity harina de soya y la producción de la harina de pescado están fuertemente correlacionados, por lo tanto, al

ser la harina de soya un producto sustituto indicaría que la importancia de la producción se trasmite de manera indirecta a través de los precios.

De forma complementaria buscaron cuantificar la importancia relativa de cada una de las variables macroeconómicas que tienen impacto en la evolución de los productos primarios bajo estudio. Para este objetivo realizaron la descomposición de la varianza de las variables del modelo y los resultados de las estimaciones muestran que el índice de producción agregada de los países industrializados (IPW) es el principal componente de volatilidad de los precios del cobre y zinc (IPW cobre 77.6% e IPW zinc 63.5% de volatilidad de los precios respectivamente). De igual manera el índice de precios al consumidor de los países industrializados resultó ser la principal variable determinante de la volatilidad del precio del oro con el 58.2%.

- b. Por otro lado en la investigación realizada por **Cruz (2015)** sobre *El Impacto del Índice y Volatilidad de los Precios de los Commodities en los Ingresos Fiscales en el Perú durante el periodo 2000 – 2015*; utilizando la metodología de Vectores Autoregresivos Estructurales o SVAR (Structural Vector Autoregression), llegó a la conclusión de que el coeficiente asociado al índice de precio de los commodities (agrícolas, minerales y energéticos) estimado por el modelo SVAR es positivo y significativo a un nivel de significancia del 5%, por lo que un choque positivo del mismo aumenta los ingresos fiscales. Asimismo el coeficiente asociado a la volatilidad del precio de los commodities

es negativo, por lo que un choque positivo del mismo reduce los ingresos fiscales aunque de manera no significativa; evidenciándose el carácter neutral de las políticas fiscales establecidas y recomienda la adopción de una política contracíclica y crear condiciones que hagan frente a periodos de muy bajo crecimiento económico, dado que el índice de precios de los commodities desempeña un rol fundamental en las finanzas públicas específicamente en la recaudación fiscal.

- c. Asimismo en la investigación realizada por **Contreras & Gutiérrez (2016)** denominada *Efectos de ciclos de precios de metales: Estimación de un modelo de equilibrio general con Time to Build¹* para la economía peruana, 2001-2015, utilizando un modelo econométrico de equilibrio general dinámico estocástico (Dynamic stochastic general equilibrium) basado en los modelos utilizados en Fornero y Kirchner (2014) y Medina y Soto (2007) con el objetivo de analizar los efectos de choques de las cotizaciones de los metales en las inversiones mineras en una economía abierta y verificar los resultados incorporando el mecanismo time to build para la economía peruana. La investigación utiliza datos con frecuencia trimestral entre los años 2001 y 2015, para identificar los resultados en la última fase expansiva del ciclo de los precios de metales. Los agentes económicos

¹ El modelo “time to build” postula que se requiere varios periodos (más de uno) para completar un proyecto de inversión. El Time to build se introduce en el campo de la planeación de la mina y se modelan sus impactos en la estrategia de minería óptima. Según a Fornero y Kirchner (2014): “La mayoría de los proyectos de inversión en el sector minero son grandes y la producción toma tiempo porque existen costos de ajuste para el inicio los proyectos y existe un desfase entre el inicio del proyecto, la instalación del capital necesario y las operaciones” (efecto conocido como “time to build) p.3.

incluidos en el modelo son: hogares ricardianos y no ricardianos², sector no transable, sector transable no minero, sector importador, inversionistas en el sector minero y no minero, la SUNAT y el BCRP. Las variables consideradas fueron: producto bruto interno real, producción minera real, inversión total real, gasto público real, empleo formal (de empresas con más de 10 trabajadores), índice de precios al consumidor, inflación subyacente, tasa de interés de depósitos overnight, tipo de cambio real, cuenta corriente, demanda externa (variación porcentual del producto bruto interno de China, USA, Europa y Japón), Inflación promedio de China, USA, Europa y Japón, tasa de interés externa (tasa libor), prima de riesgo (Spread EMBIG Perú), precio internacional del petróleo (US\$ por barril WTI), índice de cotización de los metales (cotización promedio de cobre, oro, plata, estaño, hierro, zinc y plomo, ponderada por cesta de exportación).

Los resultados de la investigación muestra los efectos de un choque en la cotización de los commodities con o sin mecanismo “time to build” observándose que el valor de la producción de los distintos sectores se incrementa; por lo tanto se incrementan la recaudación tributaria y el gasto de gobierno; asimismo el tipo de cambio real se reduce generando una presión sobre la cuenta corriente debido a que un menor tipo de cambio afecta a las exportaciones y se abaratan las importaciones.

² Los agentes no ricardianos son aquellos que tiene restricciones de liquidez. “Estos agentes no tienen acceso al mercado de capitales; no reciben ganancias y no ahorran, y por consiguiente consumen completamente sus ingresos salariales disponibles” Fornero y Kichner (2014) p.11.

Cuando se incorpora el mecanismo “time to build” los principales efectos son sobre el producto bruto interno y el sector commodities mineros; siendo mayor el incremento en periodos posteriores al choque y no inmediatamente; puesto que los proyectos mineros toman su tiempo en las fases de preinversión, inversión y operación. Observándose que la reacción de la tasa de interés es contracíclica y después procíclica; la tasa de interés se reduce antes de lo que debería sino se incluye el mecanismo “time to build”; siendo muy importante conocer estos efectos para una oportuna política monetaria

En los experimentos para la política monetaria ante choques de las cotizaciones de los commodities; realizaron ejercicios contrafactuales a la regla de Taylor; el resultado muestra que los cambios en el objetivo sobre la importancia de la temporalidad del crecimiento del producto bruto interno generan variaciones muy ligeras respecto a las variables consideradas y al eliminar la inflación subyacente del modelo se observa una mayor amplificación en la reacción de las variables, principalmente del consumo. Además las inversiones en el sector tienen un efecto pero con una ligera repercusión el producto bruto interno minero.

En los experimentos realizados sobre política fiscal asociados al sector minería como el impuesto a la renta y las regalías; redujeron a cero las regalías y el impuesto a la renta del sector minería; los resultados de las simulaciones fueron que la reducción del impuesto a la renta tiene

impacto en todo los sectores de la economía amplificando más el ciclo económico. Sin embargo la reducción de las regalías tiene un impacto poco significativo. En consecuencia el instrumento de política fiscal con mayor margen de manejo es el impuesto a la renta.

La principal conclusión a la que llega la investigación incorporando en el modelo el mecanismo “time to build” es que cuando se incrementa el precio de los commodities mineros, se genera una dinámica procíclica en el valor de la producción de todos los sectores de la economía, en las inversiones, el consumo y el gasto de gobierno. El mecanismo time to build hace que los efectos de un choque del precio de los commodities y los canales bajo el cual se transmite no se propaguen automáticamente debido a que hay un tiempo de construcción de los proyectos mineros y esto va a tardar en afectar a la economía. Asimismo se ha probado que cuando el modelo incorpora el time to build es robustamente mejor; además de tener una mayor capacidad predictiva.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Commodities

Un commodity es definido como todo producto que tiene valor o utilidad y muy bajo nivel de diferenciación o especialización. De acuerdo a Torres, A. (2007) “un commodity es un producto o servicio de atributos no diferenciados, donde el factor precio es la clave determinante de compra. Se conocen también como productos básicos” (p. 116). Según Sinnott, Nash, &

De La Torre (2010) “los commodities se definen como productos comercializados, sin marca, a granel, con poco procesamiento industrial; su calidad y características se pueden establecer objetivamente y se suministran sin diferenciación cualitativa en un mercado” (p. 2). Asimismo, Schaper (2007), menciona que “los mercados de commodities se caracterizan por el intercambio de bienes que no son diferenciables, en los que no es posible establecer diferencias visibles a partir de su origen o de alguna característica específica del producto” (p. 204). Según esta definición, los commodities son los recursos naturales (minerales, petróleo y gas) o bienes producidos directamente mediante la explotación de recursos naturales (agricultura).

Según el diccionario Económico Financiero de Escobar y Cuartas (2006) citado en Yagüe Aguilar, P. (2014):

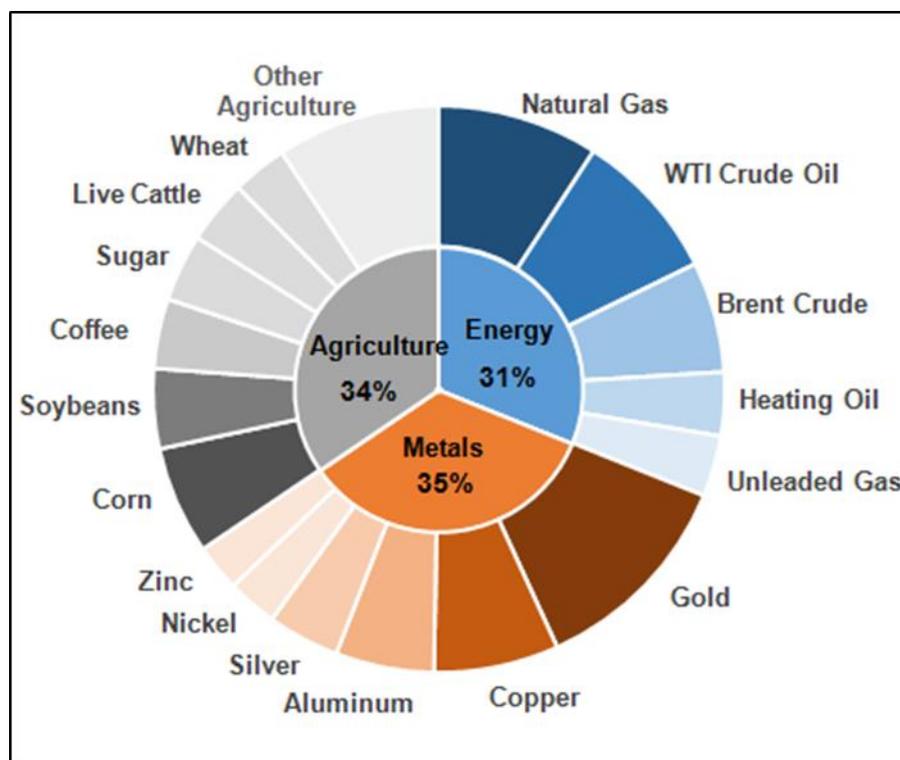
“La definición legal de commodity utilizada en los Estados Unidos de América amplió el concepto de éste, pues permitió que este término se acuñase a todo aquello que fuese subyacente en un contrato de futuros de una bolsa de commodities establecida. Así, prácticamente cualquier cosa podía considerarse un commodity, llegando a tomar una gran cantidad de activos financieros bajo condición de que no se los tome como valores” (p. 8).

Entre los commodities financieros utilizados como activos subyacentes se encuentran las divisas (euro, dólar, libra esterlina entre otros), las tasas de interés o de referencia (bonos a 30 años, bonos a 10 años), los índices bursátiles (Dow Jones, Nasdaq 100, S&P 500) y productos de inversión parecidos.

Los mercados de commodities se dividen en dos tipos: los mercados spot físicos y los mercados de derivados. Los mercados spot físicos donde los consumidores demandan commodities, determinándose el precio spot o

contado. El mercado de derivados financieros se caracteriza porque son contratos en donde la entrega del activo subyacente se realiza en el futuro a un precio previamente fijado, por otro lado a la firma de estos contratos no es necesario desembolsar dinero o en todo caso el desembolso es pequeño con relación al monto negociado. El mercado de derivados se clasifica en: mercado organizado de derivados y mercado no organizado de derivados OTC, dentro del primero se encuentran las opciones y los futuros que son los más conocidos y en el segundo están los forward y los swaps. Entre los commodities más negociados por los inversores individuales destacan los metales preciosos como el oro, al que se recurre en épocas de incertidumbre, crisis económicas, alta volatilidad o ante presiones inflacionarias.

Figura N° 6: Clasificación de los commodities



Fuente: Bloomberg commodity index methodology. Junio 2014

Elaboración: Kitomari Banking & Finance Blog

Los commodities minerales se separan normalmente en tres clases genéricas: metales, no metales y minerales energéticos, incluyendo petróleo y gas, y abarcan un gran número de sustancias diferentes. **Ver Figura N° 6.**

2.2.2. Demanda de commodities minero metálicos

Según Mankiw (2012) la cantidad demandada es la cantidad de un bien que los compradores están dispuestos y tienen la capacidad de comprar. Los commodities minero metálicos tienen demanda porque poseen propiedades físico químicas, tales como conductividad, resistencia, resistencia a la corrosión o Btus (british thermal unit), que son necesarios en la fabricación de bienes de consumo final y de producción. La demanda de metales está compuesta por la demanda final y la demanda derivada. La demanda final proviene, principalmente, de los bancos centrales e inversionistas, quienes demandan metales como el oro y la plata para ser utilizados como instrumentos financieros: reserva de valor y activos financieros. Por otro lado, la demanda derivada proviene de la demanda final de otros bienes y servicios. En consecuencia, la demanda de metales depende de la demanda de otros bienes y servicios, que en su mayoría se encuentra fuertemente correlacionada con variables de crecimiento económico de un país.

La teoría económica establece que la demanda de un bien depende principalmente del precio del bien, el ingreso de consumidor, el precio de los bienes sustitutos y complementarios, los cambios de los gustos y preferencias de los consumidores, etc. Los factores que determinan la demanda de los metales literalmente son demasiados, pero los factores que a menudo se

consideran en los estudios sobre la demanda de metales tenemos: 1) los ingresos y actividad económica, 2) precio del metal, 3) precio de los productos sustitutos, 4) precios de los productos complementarios, 5) cambio tecnológico, 6) los gustos y preferencias de los consumidores y 7) las políticas gubernamentales.

1) los ingresos: Los metales se utilizan como bienes intermedios en los procesos de fabricación de los bienes finales; por lo tanto, los cambios en la demanda de bienes finales tiene un efecto directo en la demanda de los metales. A menudo se observa dos tipos de cambios en la producción: Los cambios a corto plazo que surgen principalmente como resultado de las fluctuaciones en el ciclo económico; y los cambios a largo plazo causados por el crecimiento secular y el cambio estructural en la economía. Los niveles de ingreso de los consumidores y la actividad económica determinan la demanda de bienes finales. La demanda de bienes finales será mayor al incrementarse el nivel de ingreso de los consumidores. Por ejemplo, al evaluar la demanda de alambre de cobre, podríamos utilizar la producción de equipos eléctricos y electrónicos para captar el efecto de las fluctuaciones de los ingresos.

2) Precio del metal: El nivel de precios de los metales influye en la cantidad demanda. La demanda tiende a caer con un aumento en el precio y subir con una disminución en el precio. Hay dos razones para esta relación inversa. En primer lugar, un precio más alto del metal aumenta los costos de producción de los bienes finales en los que se utiliza. Si estos costos se pasan al consumidor, la demanda de los bienes finales disminuirá. En segundo lugar, y generalmente de mayor importancia, las empresas pueden responder al precio más alto sustituyendo otro producto metálico cuyo precio no ha

aumentado. Sin embargo, es importante señalar que la sustitución de metales requiere tiempo. Con frecuencia se necesitan nuevos equipos y es necesario contratar personal o volver a capacitarlos, y las técnicas de producción deben ser alteradas frecuentemente.

3) Precios de los sustitutos: La demanda de un commodity minero metálico puede verse afectada por los precios de los sustitutos. La mayoría de metales utilizados como productos intermedios compiten con otros materiales directos inclusive con metales que proporcionan una función similar. Por ejemplo, en la manufactura de tuberías para refrigeración o cocina, el aluminio compite con el cobre; por lo tanto el cobre y el aluminio son muy buenos sustitutos por tener propiedades termodinámicas similares. En los procesos de manufactura si los precios de los metales se incrementan y la posibilidad de sustituirlos es mayor; entonces la cantidad demandada por estos será menor.

4) Precios de complementarios: En algunos casos, una caída en el precio de un metal puede realmente aumentar la demanda de otro. En estos casos, decimos que los dos son complementarios. Por ejemplo, una caída en el precio del acero tiende a aumentar el uso de estaño, ya que la chapa de estaño se compone principalmente de acero. Esto, a su vez, estimula la demanda de estaño. Una disminución en el precio del hierro puede aumentar la cantidad demandada del acero; así como la cantidad demandada de otros metales o minerales utilizados en la fabricación del acero.

5) Cambio tecnológico: La nueva tecnología puede alterar la demanda de varias maneras. En primer lugar, puede reducir la cantidad de un metal utilizado en la producción de artículos específicos así como reduciendo las mermas y desperdicios. Por ejemplo, las nuevas aleaciones y otros desarrollos

tecnológicos han reducido significativamente la cantidad de aluminio en una lata de cerveza. En segundo lugar los avances tecnológicos pueden afectar la capacidad de un producto mineral para competir en los mercados de bienes finales; es decir los adelantos tecnológicos reducen o eliminan el uso de metales en ciertas aplicaciones; por ejemplo en el mercado de tubos de agua para la construcción de viviendas, donde las innovaciones en la producción de tuberías de plástico de PVC (cloruro de polivinilo) han reducido significativamente la demanda de cobre para la producción de cañerías, otro ejemplo es el remplazo de fibra óptica en lugar de alambre de cobre, el mayor uso del satélite y del teléfono celular y la utilización del plástico en muchas aplicaciones. Y en tercer lugar mediante la creación de productos totalmente nuevos, como el advenimiento del automóvil, por ejemplo, dio lugar a un nuevo mercado importante para el petróleo, el acero y el plomo. Asimismo el tremendo impacto que el estañado galvánico o estañado electrolítico (electrolytic tinning) tuvo en la demanda de estaño fue básicamente un evento único. También se tiene aquellas inversiones para mercados totalmente nuevos como los paneles solares o fotovoltaicos que requieren el uso de metales escasos como el indio, el selenio, el telurio y el galio

6) Preferencias de los consumidores: Los cambios en los gustos y preferencias de los consumidores alteran los mercados de uso final de los commodities minero metálicos. Los gustos y preferencias de los consumidores determinan la demanda de bienes finales, por lo tanto, tienen una variedad de posibles efectos como un incremento o disminución de la demanda de metales en el corto plazo y largo plazo. Por ejemplo cuando las preferencias se desplazan hacia los automóviles pequeños, la demanda de

acero, cobre, aluminio y otros metales por parte de la industria automotriz tienden a caer. Las preferencias de los consumidores varían con el tiempo y entre los países por diversas razones. La distribución por edades de la población, por ejemplo, puede ser importante. Entre las edades de 18 y 35 años, muchas personas se dedican a establecer nuevas unidades familiares y gastan una proporción relativamente grande de sus ingresos en vivienda, automóviles, refrigeradores y otros bienes duraderos. El ingreso per cápita y el nivel general de desarrollo económico también influyen en las preferencias de los consumidores. Los pobres tienen que gastar sus ingresos limitados casi en su totalidad en necesidades básicas, mientras que los ricos pueden disfrutar de más lujos. Los ricos también tienden a ahorrar una mayor porción de sus ingresos. Asimismo la nueva tecnología, al hacer disponibles nuevos y mejores productos, también provoca cambios en las preferencias de los consumidores. Por último, los gustos y preferencias de los consumidores pueden cambiar simplemente en respuesta a los cambios en los gustos personales.

7) Las políticas gubernamentales: La intervención del gobierno a través de políticas, regulaciones y otras medidas en el sector de minería metálica también afecta la demanda. Una política de industrialización o desarrollo industrial implica inversión en infraestructura generándose demanda por acero, cobre, materiales de construcción y diversos complementos. Una política comercial que implica el almacenamiento de reservas estratégicas tiene efectos en la demanda a corto plazo. Por ejemplo, las reservas de oro en los bancos centrales se eliminaron en gran escala cuando se dejaron el patrón oro. En la actualidad los ejércitos de Estados Unidos de América y Japón

mantienen existencias de ciertos minerales que se definen como críticos. Los cambios en los gastos gubernamentales en educación, defensa, investigación y desarrollo, autopistas y otros bienes públicos alteran la mezcla de resultados de la economía. Las políticas fiscales, monetarias y de bienestar social afectan la distribución del ingreso y el nivel general de inversión y crecimiento económico. La legislación sobre salud y seguridad del trabajador, las normas ambientales y otras regulaciones gubernamentales pueden prohibir ciertos minerales en usos finales particulares.

La relación entre la demanda y sus principales factores impulsores puede expresarse mediante la función de demanda generalizada (a corto plazo) siguiente:

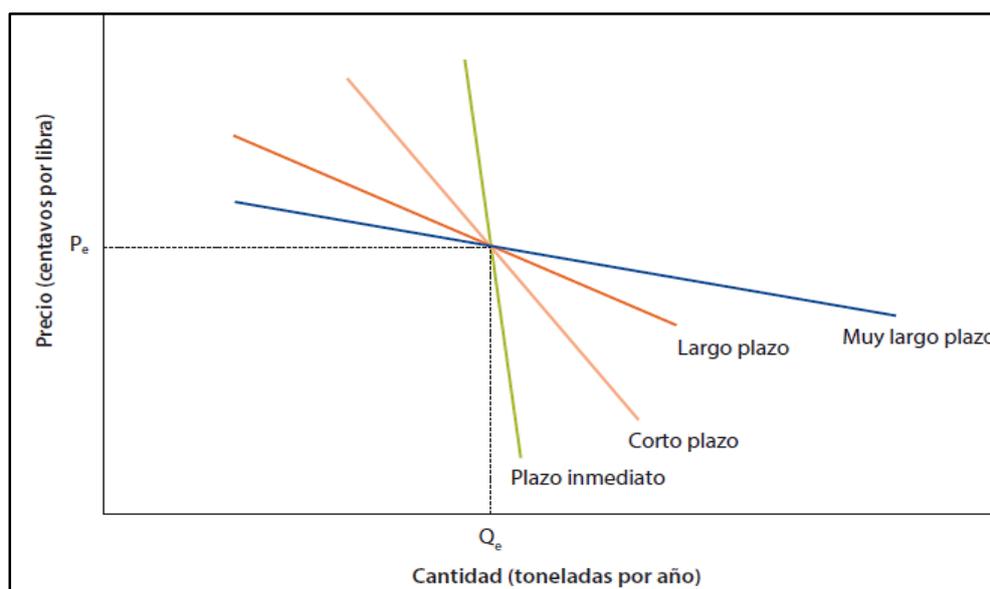
$$Q_t^d = f(R_t, P_t^x, P_t^c, P_t^s, T_t, \text{Const}_t, \text{Gov}_t)$$

Dónde: La demanda de los metales es una función del ingreso (R_t), el precio (P_t^x), el precio de los bienes sustitutos (P_t^s), y complementarios (P_t^c), la tecnología (T_t), Los gustos y preferencias de los consumidores (Const_t) y las políticas gubernamentales (Gov_t) en el período t .

La elasticidad ingreso de la demanda es elástica en el corto plazo. También en el corto plazo, se supone que la elasticidad ingreso de la demanda para la mayoría de los productos minerales es mayor que 1, ya que la demanda se concentra en la construcción, el transporte, los equipos de capital y los sectores de consumo duradero, donde la demanda tiende a ser altamente sensible al ciclo económico.

Según Tilton³ (1992) la elasticidad ingreso de la demanda de commodities minero metálicos depende de varias consideraciones: cuando el ciclo económico produce un cambio en los ingresos, la elasticidad ingreso de la demanda de commodities minero metálicos será normalmente mayor que la unidad. Cuando el crecimiento secular causa un cambio en el ingreso, la elasticidad ingreso será mayor que la unidad si el crecimiento económico se concentra en países en desarrollo y será menor que la unidad si se concentra en los países desarrollados. Dado que el cambio en el ingreso tiene un impacto inmediato en la demanda de commodities minero metálicos la elasticidad del ingreso de la demanda es la misma en el inmediato, corto, largo y muy largo plazo. Sin embargo, en el caso de la elasticidad precio y elasticidad cruzada de la demanda, las elasticidades son a menudo menores que la unidad en el plazo inmediato y corto plazo y mayores que la unidad en el largo y muy largo plazo. (p. 51). Como se indica en el Figura 7.

Figura 7: Curvas de demanda de metales según el horizonte temporal



Fuente: Tilton 1985, 1992 p. 49

³ Economics of the mineral industries.

La demanda de metales está fuertemente ligada al crecimiento económico. Sin embargo, si bien el nivel del PBI mundial es un indicador razonable de los niveles de vida y puede ser una variable macroeconómica amplia útil para los mercados energéticos y agrícolas, no es una representación tan útil para la demanda de materiales industriales, ya que gran parte del PBI está relacionada al sector servicios en la mayoría de las economías desarrolladas.

Por el contrario, los mejores impulsores macroeconómicos de la demanda de materiales industriales son la producción industrial (PI) y la inversión en activos fijos reales (FAI). En los últimos años en la demanda de materiales industriales el país que se ha convertido en dominante es China. La demanda china de casi todos los metales se ha vuelto dominante en términos absolutos y aún más como una proporción del crecimiento de la demanda mundial. Por esta razón, gran parte del análisis tradicional de la demanda por país ha sido abrumado por los flujos de la demanda china. (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 a), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

2.2.3. Oferta de commodities minero metálicos

La cadena de valor de la minería metálica y no metálica tiene las siguientes etapas: 1) la exploración y explotación, que consta del transporte interno desde el yacimiento minero hasta la planta de concentración a través de camiones, vagones o fajas transportadoras. 2) La etapa de beneficio consta desde la concentración hasta la transformación del mineral en refinados; así como el transporte desde la planta de concentración hasta la planta de fundición a través

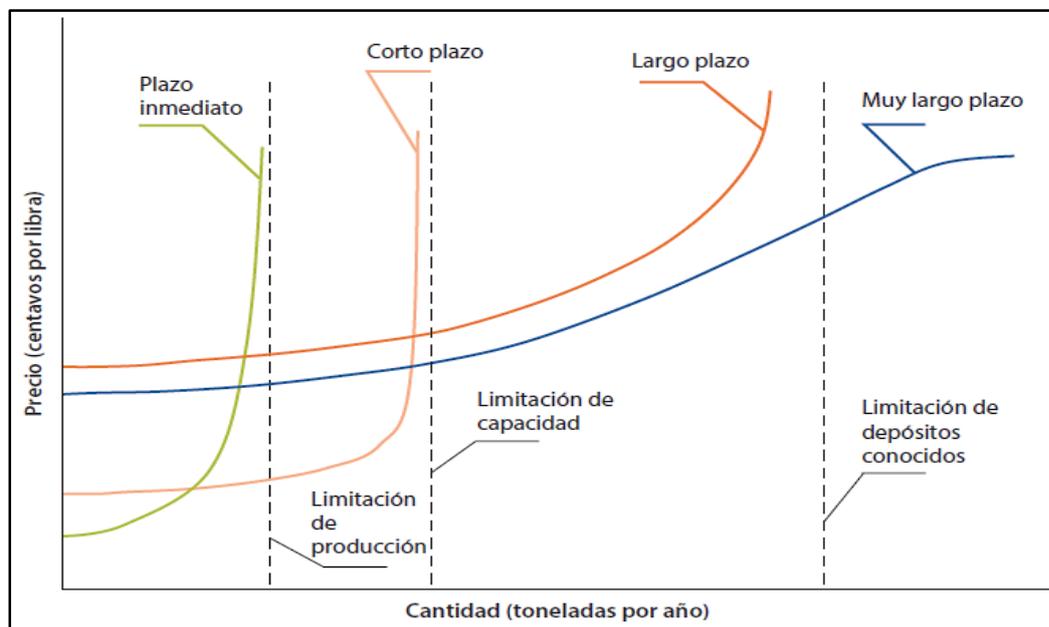
de los medios de transporte como camiones, ferrocarriles, mineroductos y barcos. 3) La comercialización que consta desde el almacenamiento, el embarque y la venta de los commodities minero metálicos.

La oferta de commodities minero metálicos se puede dividir en oferta primaria y secundaria. La oferta de commodities minero metálicos varía ampliamente entre la producción primaria (directa de la mina o depósitos recientemente agotados) y la producción secundaria (el reciclaje o remanentes de manufactura). La oferta primaria se puede clasificar en oferta de metales principales, complementarios y subproductos. La clasificación depende de la importancia del commodity minero metálico para la viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión. Los metales principales son tan críticos para la viabilidad de un proyecto determinando la producción del proyecto. Los metales complementarios son aquellos cuyos precios afectan el nivel de producción. Los subproductos son casi totalmente poco importantes, su precio o recuperación no tienen impacto en la cantidad de producción del proyecto minero. La oferta secundaria debe ser considerada en toda evaluación de oferta y demanda de los commodities minero metálicos, por las características y propiedades que tienen los metales pueden ser reciclados y reinsertados nuevamente en la oferta de commodities minero metálicos; siendo con frecuencia un sustituto perfecto de la producción primaria.

En la oferta de commodities minero metálicos es importante resaltar el corto plazo y el largo plazo. Según Tilton (1992), en el corto plazo la oferta es muy inelástica, debido a que la capacidad de producción queda fija en su nivel

instalado. En el plazo inmediato las empresas mineras no tienen tiempo para cambiar su nivel de producción; en el corto plazo el nivel de producción se puede cambiar a través del uso más eficiente de la capacidad instalada. En el largo plazo, la oferta es considerablemente más elástica que en el corto plazo o en el plazo inmediato; debido a que se pueden desarrollar nuevos yacimientos mineros y se pueden expandir o construir nuevas instalaciones de procesamiento con la inversión de capital. A muy largo plazo, la curva de oferta se vuelve plana o elástica en su totalidad y no existen restricciones con respecto a los depósitos o instalaciones de producción existentes. Las empresas mineras tienen tiempo para realizar inversiones de capital y la nueva tecnología puede permitir explorar nuevos yacimientos mineros. (Ver figura 8).

Figura 8: Curvas de oferta de metales según horizonte temporal



Fuente: Tilton 1985, 1992, p. 54

Las variables que determinan la oferta de commodities minero metálicos a corto y largo plazo, consideradas a menudo importantes son: 1) precio del

commodity, 2) costos de los insumos, 3) la tecnología, 4) los conflictos laborales y otras perturbaciones, 5) actividades gubernamentales y 6) estructura de mercado.

1. Precio del commodity. Las empresas que maximizan sus beneficios tienen un incentivo para incrementar su producción hasta el punto en que los costos marginales sean iguales a los ingresos marginales. En consecuencia, un aumento en el precio de un commodity minero metálico normalmente aumenta su oferta, mientras que una caída en el precio reduce su oferta. Sin embargo, en el corto plazo, la respuesta de la oferta a un cambio de precio puede verse limitada por la capacidad existente, en el largo plazo oferta es altamente sensible a las señales de los precios.

2. Costos de los insumos. Los costos de mano de obra, energía y otros insumos utilizados en la extracción y el procesamiento de minerales afectan la rentabilidad y, a su vez, en la oferta. En el corto plazo, debido a una baja elasticidad de sustitución entre los factores de producción, un incremento en el precio de un factor de producción (como el trabajo) con frecuencia afectará directamente la curva de oferta. En el largo plazo, las empresas pueden adecuar las tecnologías y diseñar la combinación óptima de los factores de producción, teniendo en cuenta los precios actuales y los precios futuros proyectados

3. Cambios Tecnológicos. La utilización de nuevas tecnologías reducen los costos de extracción o procesamiento afectando la oferta de minerales. Por ejemplo, la extracción de cobre de grandes yacimientos de pórfido a cielo abierto se hizo factible en los primeros años del siglo XX como resultado de

la introducción del proceso de flotación para concentrar tales minerales de baja ley. Los avances en la capacidad de excavación (técnicas de voladura más potentes, camiones más grandes y palas más fuertes) han ayudado a mantener los yacimientos de baja ley a precios reales constantes o incluso más bajos.

4. Conflictos laborales y otras perturbaciones. Las huelgas, accidentes en minas, desastres naturales, disturbios civiles y otras interrupciones similares pueden afectar la oferta mundial de un commodity minero metálico al interrumpir su producción o transporte.

5. Actividades gubernamentales. Las acciones del gobierno influyen en la oferta de metales de diversas maneras. Las regulaciones ambientales y los impuestos como el canon y regalías mineras tienden a aumentar los costos y reducir la oferta. En algunos países se exige que las empresas mineras compren suministros de productores nacionales, procesen minerales y se concentren en el país, contraten mano de nacional para puestos gerenciales y técnicos, aunque estas restricciones pueden reducir la eficiencia y aumentar los costos. Alternativamente, los gobiernos pueden estimular la oferta subsidiando nuevas minas o instalaciones de procesamiento. De acuerdo con Halland, Lokanc, Nair, & Padmanabhan (2016), las políticas y las reglamentaciones del gobierno afecta la oferta;

“ i) al establecer límites físicos y directos sobre la cantidad de oferta disponible para los mercados internacionales (es decir, a través de restricciones en las exportaciones, tales como cuotas o aranceles); ii) al limitar los incentivos para la nueva oferta (a través de límites de precios); iii) al desalentar la inversión en nuevas capacidades de producción (a través de cambios frecuentes de políticas o anuncios de políticas poco claras), y iv) posiblemente, al limitar la productividad y la inversión en el sector (a través del control estatal directo de las operaciones)” (p. 36).

6. Estructura del mercado. Cuando pocas empresas o países representan la mayor parte de la producción de un commodity minero metálico, pueden ejercer influencia sobre el precio, como en el caso del petróleo, un precio de cartel.

La relación entre la oferta y las variables determinantes más importantes se puede expresar a través de la función de oferta (a corto plazo) siguiente:

$$Q_t^S = f(P_t^x, C_t, T_t, R_t, Gov_t)$$

Donde la cantidad ofertada está en función del precio del commodity (P_t^x); los costos de producción (salarios, energía y servicios de capital) (C_t); el nivel de tecnología (T_t); los recursos naturales en cualquier periodo específico (R_t), y las actividades gubernamentales (Gov_t) durante el período t . Es esta función de oferta; no están incluidos las perturbaciones laborales ni de ningún otro tipo, así como tampoco están incluidos los valores desfasados correspondientes a precios o costos.

La elasticidad precio de la oferta de un commodity minero metálico es generalmente mayor en el largo plazo que en el corto plazo, pero esto es cierto solo cuando la producción en el corto plazo se acerca a la capacidad máxima. Cuando la capacidad está subutilizada, la oferta puede responder a los cambios en el precio, incluso a corto plazo (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 a), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

2.2.4. Precio de los commodities minero metálicos.

Los commodities minero metálicos tienen un mercado global reconocido y líquido que es ampliamente utilizado como mecanismo de fijación de precios. El mercado de los metales es posiblemente la expresión más directa de la macro y microeconomía aplicadas. Los mercados mundiales de metales son uno de los mercados de comercio de commodities más extensos. Al igual que la mayoría de los mercados agrícolas y energéticos, los mercados de metales tienden a tener propiedades físicas en gran medida homogéneas y estandarizadas; por lo tanto, los precios de los metales tienden a reflejar la interacción entre la oferta, la demanda y los inventarios mundiales.

Los elementos clave para la dinámica de precios son: El nivel de inventarios, medido mejor en términos de cuántos días, semanas, meses o años de consumo; y la tasa de cambio en los niveles de inventario. Estos dos factores se combinan para formar los motores físicos fundamentales para los precios de los metales. Un nivel muy bajo de inventarios disponibles, como el cobre o el estaño, verá típicamente precios altos y volátiles, ya que en esta situación sólo se necesitan cambios modestos en el equilibrio entre la oferta y la demanda para producir una gran variación en los precios. Por el contrario, los metales con niveles muy grandes de inventarios, como el oro y la plata, requieren cambios mucho mayores en el balance de oferta y demanda para justificar un cambio en el precio. De acuerdo a Ulloa A. (2002 b), los niveles de inventario no sólo son el principal impulsor de los niveles de precios y el cambio, sino también de los precios forward.

“Cuando los commodities pueden ser almacenados como es el caso de los metales el tamaño de los inventarios que los agentes almacenan para suavizar

los cambios de los precios o para entrar a especular en el mercado es un factor adicional que interviene en los cambios de los precios; por lo tanto los precios como los cambios en los inventarios participan en el ajuste que se produce ante alteraciones de la demanda u oferta...La razón del tamaño de los inventarios es cuando los precios están muy bajos, los productores prefieren guardar el producto para evitar una mayor caída y esperar así hasta que éste suba; de esta manera el almacenaje sirve como un colchón. Por otro lado, cuando el precio está muy alto ya no hay stock y sin este colchón el precio se mantiene alto por un mayor período. Por eso mismo, el almacenaje al servir como colchón reduce la varianza de los movimientos de precios período a período y causa una especie de heteroscedasticidad en la serie de precios (p. 293, 294).

En el corto plazo las curvas inelásticas de la demanda y de la oferta determina la inestabilidad de los precios de los commodities minero metálicos. La capacidad de almacenamiento permite disminuir los grandes desequilibrios en la cantidad demandada y cantidad ofertada puesto que el proceso de ajuste se da por cantidad y precio.

Según la teoría económica, las principales variables determinantes de la cotización de los commodities minero metálicos son: la tasa de interés por el lado de la oferta y el ingreso del consumidor por el lado de la demanda. Por lo tanto, la volatilidad de la cotización de los commodities minero metálicos se debe a variaciones en los ingresos de los consumidores, cambios en las tasas de interés, variaciones del tipo de cambio, disponibilidad del commodity o los avances tecnológicos.

La inestabilidad o variabilidad de los precios de los commodities minero metálicos, se explica por la particularidad de las curvas de oferta y demanda. En el corto plazo son altamente inelásticas, los cambios en la oferta y demanda provoca grandes fluctuaciones, siendo el mecanismo de ajuste inmediato y fuertes variaciones en las cotizaciones. Asimismo las cotizaciones altamente

cíclicas se deben a la alta elasticidad ingreso de la demanda y las demoras en las decisiones de inversión y producción. La volatilidad de las cotizaciones de los commodities minero metálicos se atribuye principalmente según Ulloa A. (2002 b) “a la variabilidad de la oferta y demanda y factores exógenos que las gobiernan como shocks macroeconómicos, clima, desastres naturales, agotamiento del recurso, nuevos descubrimientos, demoras en los procesos de inversión, cambios en gustos, variaciones de ingreso, etc.”.

Los commodities minero metálicos se transan en dos tipos de mercados. El mercado spot y futuros. Los contratos de referencia del mundo están listados en la London Metal Exchange (LME). Sin embargo, otros contactos clave incluyen al Comex Copper y Shanghai Futures Exchange (SHFE) para los contratos de cobre. Participan activamente los agentes comerciales (compañías mineras, usuarios industriales, comerciantes físicos, consumidores finales), bancos, corredores, fondos de cobertura e inversores institucionales. Los metales preciosos que se comercializan activamente son oro (que se negocia más activamente y tiene el mayor número de participantes), plata, platino y paladio. Todos estos tienen OTC líquido y mercados de intercambio. A diferencia de otros commodities, también tienen un mercado mayorista de comercio físico muy grande, del cual Londres es generalmente considerado como el centro global, aunque existe una amplia gama de importantes mercados locales en todo el mundo (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 b), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

Precio de los commodities minero metálicos y los ciclos económicos

En la historia económica mundial se han registrado periodos de crecimiento y decrecimiento en el nivel de precios de los commodities minero metálicos. A esta tendencia se le conoce como los ciclos⁴, inclusive algunos investigadores los llaman súper ciclos. Un súper ciclo⁵ es definido como una subida tendencial de los precios reales de los commodities. Los mercados de metales son bien conocidos por su inestabilidad, por su naturaleza de auge y declive.

La demanda de la mayoría de los metales y muchos otros productos minerales se concentra en cuatro sectores -construcción, bienes de capital, transporte y bienes de consumo duraderos cuya producción es particularmente sensible a las fluctuaciones del ciclo económico. Durante una recesión, estos sectores sufren mucho más que la economía en su conjunto. Durante un auge, sus ventas se disparan. Como consecuencia, la curva de demanda de la mayoría de los metales cambia considerablemente durante el ciclo económico.

En los últimos años, las fluctuaciones de la cotización internacional de los commodities minero metálicos, han tenido impactos en el desempeño económico de los países productores y exportadores, por ser economías que tienen dependencia al nivel de precios de los commodities exportados (los ingresos fiscales en estos países son altamente dependientes del

⁴ Los ciclos de los commodities son las fluctuaciones en el nivel de cotizaciones. Periodos de tiempo donde los las cotizaciones presentan altos niveles seguidos de contracciones.

⁵ De acuerdo a Naqvi (2013) un **súper ciclo** es cuando la cotización de los metales es más alto que el promedio de los reales o nominales. Los precios de los metales suben sincrónicamente llegando a máximos históricos. Se denominan **súper ciclos** según Cuddington y Jerret (2008) cuando: “1) son ciclos de largo periodo donde los aumentos duran aproximadamente de 10 a 35 años, implicando ciclos completos de 20 a 70 años; 2) tienen una base amplia que afecta a una serie de productos industriales, incluidos los metales y otros recursos no renovables”.

comportamiento de estos precios). La fluctuación de las cotizaciones de los commodities minero metálicos ha sido de gran interés para los países que sus economías dependen de la exportación de commodities. En América Latina países como Perú, Chile, Ecuador y México son ejemplos donde los súper ciclos han causado una bonanza económica originándose incrementos en la recaudación fiscal, inversión extranjera directa, inversión privada nacional, reservas internacionales netas, empleo y salarios. Por lo tanto, las empresas que estudian la posibilidad de desarrollar nuevas minas o de ampliar las instalaciones existentes hacen previsiones de los precios de los metales a largo plazo. Del mismo modo, los fabricantes que contemplan la sustitución de un material por otro se basan en previsiones de precios. Los gobiernos cuyos ingresos fiscales y ganancias en divisas siguen las tendencias de los mercados de exportación y los gobiernos locales cuya economía depende de la producción de minerales también tienen interés en las futuras tendencias de los precios de los commodities minero metálicos que cambian según el ciclo económico.

El precio de los commodities minero metálicos y el tema monetario

Los factores macroeconómicos se han convertido últimamente en un motor más importante o en una racionalización de los precios de los metales. Los dos factores que han soportado los ciclos económicos como una influencia en los precios de los metales, o que están influidos por los precios de los metales, son las monedas y la inflación.

El tema monetario es relevante para la formación de los precios de los metales, ya que una débil moneda nacional es positiva para los productores y una negativa para los consumidores, siendo también el opuesto. El vínculo entre los precios de los metales y la inflación es más moderado para la mayoría de los metales, con la clara excepción para el oro. Por muchas razones, el oro es una excepción a la base de formación de precios para la mayoría de los mercados de metales. Se ha visto a menudo como un activo de refugio a largo plazo de la riqueza y, por lo tanto, una cobertura contra la inflación.

Actualmente el rol de los mercados financieros constituye un elemento importante en la volatilidad y determinación de las cotizaciones de los commodities minero metálicos. Las transacciones en las bolsas de metales se incrementan a partir de los años 80; comenzando a tomar más importancia los futuros y las opciones. Según Ulloa A. (2002 b):

“Los activos fácilmente almacenables como ciertos productos agrícolas, metales o productos energéticos son considerados como una inversión más dentro del portafolio de los inversionistas. Las transacciones de futuros y opciones de commodities se han incrementado y han crecido en importancia; estos instrumentos constituyen una herramienta de diversificación de cartera y además se usan ampliamente para reducir el riesgo en la variabilidad de los precios, especialmente en commodities” (p. 294, 295).

Sin embargo, se sabe que las empresas toman sus decisiones de inversión bajo condiciones de incertidumbre respecto a las cotizaciones futuras.

Por otro lado, también existe una relación entre activos financieros y activos reales tales como en el caso del cobre. Cuando los retornos de los activos financieros caen, algunos inversionistas tienden a comprar activos reales como oro, plata, cobre y otros, acentuando con ello la caída en el precio de

los primeros y aumentando el retorno de estos últimos. Como resultado de esta interconexión, la volatilidad de los mercados financieros se transmite hacia el mercado de activos reales y viceversa. La importancia de estos factores dependerá de la relevancia que tengan las transacciones en los mercados de intercambio como las bolsas respecto a la cantidad total transada del metal. (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 b), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

2.2.5. Teoría del comercio internacional

El comercio internacional de acuerdo a Mochón (2009) “es el intercambio de bienes, servicios y capitales entre los diferentes países. La justificación de los intercambios internacionales descansa fundamentalmente en que las naciones poseen recursos muy distintos y capacidades tecnológicas diferentes”. Estas diferencias son:

“ a) condiciones climáticas, b) **riqueza mineral**, c) tecnología, d) Cantidad disponible de mano de obra, capital y tierra cultivable. El comercio internacional facilita la especialización al permitir que cada país coloque en el resto del mundo los excedentes de los productos en los que se ha especializado, y esto es algo beneficioso para todos (Mochon , 2009) (p. 392)

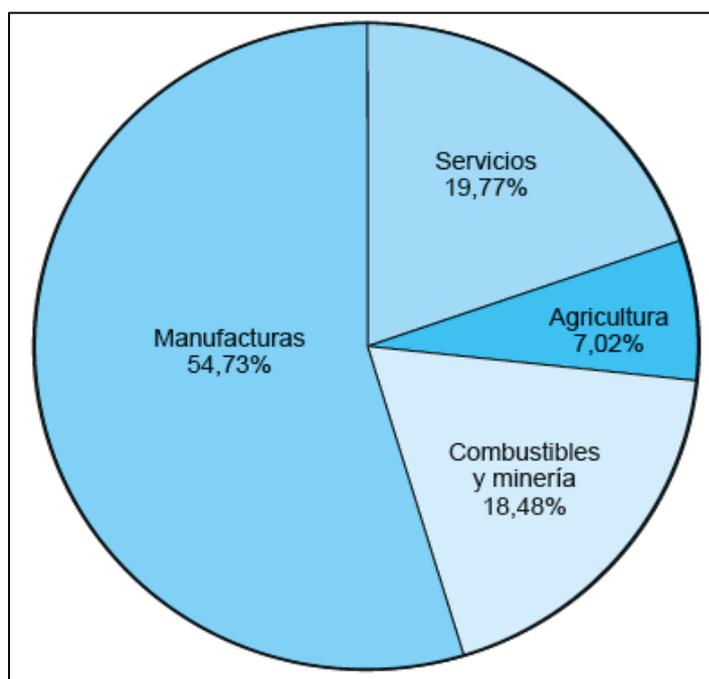
Los países realizan transacciones de comercio internacional por dos razones fundamentales, y ambas contribuyen a que obtengan beneficios del comercio internacional: a) los países comercializan porque son diferentes. Los países y los individuos pueden obtener beneficios de sus diferencias produciendo aquellos que relativamente producen bien; b) los países comercializan para alcanzar economías de escala en la producción. Un país al producir solo una limitada variedad de productos, puede producir a una escala mayor y con

mayor eficiencia que si produce una gran variedad. En el mundo real, estas dos razones reflejan la interacción de los estándares del comercio global (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2012).

Adam Smith propuso en 1776 la teoría de la ventaja absoluta, explicando las razones por las que el libre comercio internacional sin restricciones tiene beneficios para las naciones. Adam Smith afirmaba que la existencia de la mano invisible en el funcionamiento de los mercados más que las normas del gobierno, decidía que bienes importaba y que bienes exportaba una nación. De la obra de Smith han surgido dos teorías: 1) la teoría de la ventaja comparativa planteada por el economista inglés David Ricardo, quien sostiene que la ventaja comparativa surge de las diferencias entre las productividades de las naciones; convirtiéndose en la base intelectual del fundamento moderno en favor del libre comercio internacional sin restricciones. 2) la teoría de Heckscher-Ohlin propuesta por los economistas suecos, Eli Heckscher y Bertil Ohlin en el siglo xx, ellos perfeccionaron la teoría de Ricardo y afirman que los países exportarán los bienes producidos con los factores que abundan en su suelo y que importarán los bienes que son producidos con factores escasos. La gran virtud de las teorías de Smith, Ricardo y Heckscher-Ohlin es que determinan con precisión las ganancias específicas del comercio internacional. Las ganancias surgen gracias a que el comercio internacional permite que un país se especialice en la producción y exportación de los bienes que produce con mayor eficiencia, por lo tanto puede importar bienes de países que producen a su vez más eficientemente (Hill, 2011).

Considerando todos los cambios que se han generado en el comercio internacional desde la época de Ricardo, ¿serán relevantes en la actualidad las ideas de épocas pasadas? La respuesta es un sí categórico. El comercio a nivel global ha experimentado importantes cambios, pero los principios fundamentales planteados por los economistas de antaño siguen siendo aplicables en la actualidad. En épocas pasadas los productos de las actividades primarias (productos agrícolas y de minería) desempeñaban un rol mucho más importante en el comercio internacional. El dominio actual de los productos manufacturados en el comercio internacional es relativamente nueva (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2012). Como se observa en Figura 9 la mayor parte del comercio a nivel mundial son bienes manufacturados, pero los **minerales** (categoría que incluye desde cobre, oro, carbón y petróleo), siguen siendo importantes.

Figura 9: Composición del comercio mundial, 2008



Fuente: Krugman 2012

Asimismo cabe mencionar la teoría de disponibilidad de recursos, planteada por Kravis (1956), según esta teoría los países disponen de recursos limitados como petróleo, minerales o tierras fértiles. Esta teoría plantea que el comercio internacional surge porque los países tienen diferencias por la existencia o carencia de recursos naturales unida al surgimiento y expansión de las innovaciones tecnológicas. Las diferencias en disponibilidad o indisponibilidad de recursos naturales y la velocidad de transmisión de las innovaciones tecnológicas para fabricar bienes, definen las cantidades y tipos de bienes que los países intercambian.

Los bienes que los países deben importar son aquellos que no pueden producir porque la oferta es rígida (inelástica) o la producción es insuficiente. En cambio los bienes que deben exportar los países son aquellos que tienen una oferta elástica, de tal forma que la producción sea mayor a las necesidades locales.

2.2.6. Teoría del crecimiento económico con comercio internacional

La relación entre el crecimiento económico y el comercio internacional están dentro de la teoría del crecimiento endógeno Romer (1986) y Lucas (1988) citado en (Salvatore, 1999), quienes ofrecen una base teórica más rigurosa sobre la relación positiva entre comercio internacional y crecimiento económico a largo plazo.

“ La nueva teoría del crecimiento económico endógeno postula que las reducciones de las barreras arancelarias aceleran la tasa de crecimiento económico y desarrollo a largo plazo porque: i) permite que las naciones en desarrollo absorban la tecnología descubierta en naciones avanzadas; ii) se incrementa los beneficios que fluyen de la investigación y desarrollo; iii) conduce a mayores economías de escala en la producción; iv) reduce distorsiones de precios y fomenta el uso más eficiente de los recursos entre

los distintos sectores; v) provoca una especialización más intensa y eficiente en la producción de insumos intermedios; vi) lleva a una introducción más rápida de nuevos productos y servicios” (p. 334).

Sobre la balanza de pagos tenemos la conocida ley de Thirlwall que tiene sus bases teóricas fundamentadas firmemente en las ideas de Harrod (1933) y Kaldor (1975 y 1981) quienes buscaban determinar las relaciones entre las teorías del comercio internacional y del crecimiento económico. De acuerdo a Clavijo & Ros (2015), la relación entre el crecimiento económico y el comercio internacional en una economía con salarios fijos fue analizada por Harrod en términos del multiplicado estático del comercio internacional, donde los flujos de divisas generadas por desbalances comerciales no pueden tener un impacto en los precios relativos. **“En consecuencia, si el volumen de exportaciones disminuye o la propensión a importar del país aumenta, el nivel de producto desciende”** (p. 14).

El multiplicador dinámico del comercio internacional se debe a Thirlwall, quien ha demostrado que las restricciones provenientes de la balanza de pagos, son la mayor restricción al crecimiento económico de los países. Thirlwall (1979) en su afamado artículo especifica la manera cómo opera la restricción de la balanza de pagos sobre el crecimiento económicos de un país:

“If a country gets into balance of payments difficulties as it expands demand, before the short term capacity growth rate is reached, then the demand must be curtailed; supply is never fully utilized; investment is discouraged; technological progress is slowed down, and a country’s goods compared to foreign goods become less desirable so worsening the balance of payments still further, and so on. A vicious circle is started. By contrast, if a country is able to expand demand up to the level of existing productive capacity, without balance of payments difficulties arising, the pressure of demand upon capacity may well raise the capacity growth rate” (p. 46).

Cabe resaltar que Thirlwall considera economías que producen y exportan determinados bienes, asumiendo que no son consumidos internamente y realiza importaciones asumiendo que no son producidos internamente.

Por otro lado en el documento Fifteen years of New Growth Economics: What Have We Learnt? presentado en el Quinto Congreso Anual del Banco Central de Chile, Los retos del crecimiento económico Sala-i-Martin (2001), las conclusiones generales de los estudios empíricos fueron:

“El crecimiento económico está positivamente correlacionado con: (1) la estabilidad política y económica, (2) **el grado de apertura de la economía al exterior**, (3) el mantenimiento de la ley y de los derechos de propiedad, (4) la poca intervención pública (es decir, cuanto más “socialista” es un país, menos crece su economía), (5) la inversión en capital humano, educación y salud, y (6) la inversión en capital físico y maquinaria” (p. 216).

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

H₁: El precio de los principales commodities minero metálicos de exportación peruanos, oro, cobre y zinc se explica de manera significativa por la producción mundial, y los precios pasados de estos minerales así como por el índice de producción agregada de los países industrializados en el período 1990 -2016.

2.3.2. Hipótesis específicas

H₂: La producción mundial de los principales commodities minero metálicos (cobre, oro y zinc) determina de manera significativa la cotización de los mismos en el periodo 1990 – 2016.

H₃: El índice de producción agregada de los países industrializados resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos de exportación en el periodo 1990 – 2016.

H₄: El índice de precios al consumidor mundial resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.

H₅: El tipo de cambio real de los EE.UU. determina de manera significativa el precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.

H₆: La tasa de interés real de USA determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016.

H₇: El precio internacional del petróleo determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

La presente investigación es de carácter no experimental, longitudinal y correlacional. Es no experimental dado que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables. Los fenómenos se observaron tal como se dan en su contexto real, para posteriormente analizarlos. En una investigación no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observa situaciones ya existentes, las variables independientes ocurren y no es posible manipularlos, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas porque ya sucedieron al igual que sus efectos. Es longitudinal dado que el comportamiento de los datos es analizado a lo largo de un período de tiempo. En los diseños longitudinales se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

Es correlacional porque se busca la relación causa efecto de las variables bajo estudio. Las investigaciones correlacionales tienen como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más variables en un contexto particular. Las investigaciones correlacionales al evaluar el grado de asociación entre dos o más variables miden cada una de ellas y después cuantifican y analizan su vinculación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

3.2. Población y muestra

La población para la presente investigación está dado por el conjunto de datos comprendidos entre los años 1990 y 2016 de forma mensual para las variables incorporadas en la especificación del modelo econométrico.

No se utilizó muestra

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variables

Las variables consideradas en la presente investigación son:

Variables endógenas o dependientes

- ✓ **Precio de los commodities (Pi).**- Se considera como variable endógena al precio (cotización) del cobre, zinc y oro. Las cotizaciones se forman en la London Metal Exchange y Metal Bullions. Dichas cotizaciones se encuentran a valores corrientes (valor nominal) para el presente trabajo es necesario expresar el precio de los commodities en términos reales para ello se divide la cotización entre el deflactor del GNP de USA.

Variable Exógena o independiente:

- ✓ **Índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPI):**
 Para medir el efecto de la demanda sobre el precio de los commodities se utilizó el índice de producción de los países industrializados el cual se construye a partir de los índices de producción de Estados Unidos de América, Japón, Canadá y la Eurozona, el cual también considera las principales actividades manufactureras o industriales en dichos países.
- ✓ **Índice de precios al consumidor de los países desarrollados (IPCPI).**-
 Se considera el nivel de precios para medir el efecto sobre la de demanda pero considerando el canal de precios, este indicador es un promedio de los IPC de las economías desarrolladas en el modelo de oro nos permitirá identificar si el oro aun cumple su función como reserva de valor.

- ✓ **Producción mundial del oro, cobre y zinc (Qi).**- Para medir el impacto de la oferta de los minerales sobre su cotización se utilizó la producción mundial de cobre, oro y zinc, la cual ha sido recopilada por RAW Material y proviene de los informe de producción de las diversas compañías mineras a lo largo del globo.

- ✓ **Tipo de cambio real de Estados Unidos de América (TCRUSA).**- El tipo de cambio real entre la moneda local y la moneda extranjera es un indicador de los precios de una canasta de bienes y servicios de un país en relación a la de otro país; para esta investigación se trata del Tipo de Cambio Real de los Estados Unidos de América. El tipo de cambio real se diferencia del tipo de cambio nominal, el tipo de cambio nominal representa el precio relativo de dos monedas y el tipo de cambio real mide el precio relativo de dos canastas de bienes.

- ✓ **Precio internacional del petróleo. (WTI).**- El precio del barril de petróleo (el West Texas Intermediate, de referencia en USA.), es el precio de un barril de petróleo crudo (1 barril igual a 159 litros o 42 galones de petróleo crudo). La cotización internacional del petróleo crudo ha oscilado o variado de acuerdo a diversos factores y las características de la economía mundial. A través de la historia la evolución de las cotizaciones han oscilado dentro de un rango de los \$20 a \$150 dólares por barril aproximadamente.

- ✓ **Tasa de interés real (TIRUSA).**- Según Mankiw (2009) “la tasa de interés ajustada por la inflación se llama tasa de interés real, es decir, la

tasa de interés real es la diferencia entre la tasa de interés nominal y la tasa de inflación”. La relación entre la tasa de interés real, la tasa de interés nominal y la inflación es:

Tasa de interés real = Tasa de interés nominal – Tasa de inflación.

La tasa de interés real de acuerdo a Parkin (2009) “es el costo de oportunidad de los fondos prestables, independientemente de su fuente. La tasa de interés real también es el costo de oportunidad de usar las utilidades retenidas”.

La fórmula exacta es:

$$\text{Tasa de interés real} = \left(\frac{\text{Tasa de interés nominal} - \text{tasa de inflación}}{1 + \text{Tasa de inflación}} \right) \times 100$$

La tasa de interés nominal nos dice qué tan rápido aumenta con el tiempo la cantidad de dinero, mientras que la tasa de interés real nos dice qué tan rápido aumenta con el tiempo el poder de compra.

3.3.2. Matriz de consistencia

Ver anexo 1

3.3.3. Matriz de operacionalización

Ver anexo 2

3.4. Técnicas de recolección de datos.

La recolección de datos se realizó a través de fuentes secundarias: libros, revistas, documentos especializados y bases de datos del Banco Central de Reserva del Perú y

los mercados de commodities metálicos como la London Metal Exchange. Además se consultaron las estadísticas proporcionadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para las variables Precio de los commodities (Pi), Índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPI), Índice de precios al consumidor de los países desarrollados (IPCPI), mientras que la producción mundial del oro, cobre y zinc se obtuvo de RAW MATERIAL página especializada en minería y la tasa interés real del Sistema de Reserva Federal USA (Federal Reserve System - FED).

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Una vez recolectado la información, se ingresaron los datos a una base para ser sometidos a un análisis econométrico mediante el software Eviews versión 9, según las especificaciones en el modelo econométrico.

3.5.1. Especificación del modelo matemático

La formulación de la ecuación matemática de los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, tiene como objetivo principal identificar cuáles son las variables que más influyen en la variable endógena:

VARIABLES ENDÓGENAS O DEPENDIENTES

Cotización commodity cobre (COT_COBRE)

Cotización commodity oro (COT_ORO)

Cotización commodity zinc (COT_ZINC)

VARIABLES EXÓGENAS O INDEPENDIENTES

Índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPI)

Índice de precios al consumidor de los países industrializados (IPCPI)

Producción mundial cobre (PROD_COBRE)

Producción mundial de oro (PROD_ORO)

Producción mundial de zinc (PROD_ZINC)

Tipo de cambio real de USA (TCRUSA)

Precio internacional del petróleo (WTI)

Tasa de interés real USA (TIRUSA)

MODELO TEÓRICO

$COT_COBRE = f (IPAPI, IPCPI, PROD_COBRE, TIRUSA, WTI, TCRUSA)$

$COT_ORO = f (IPAPI, IPCPI, PROD_ORO, TIRUSA, WTI, TCRUSA)$

$COT_ZINC = f (IPAPI, IPCPI, PROD_ZINC, TIRUSA, WTI, TCRUSA)$

MODELO ESTADÍSTICO

$COT_COBRE = \alpha_0 + \alpha_1 IPAPI + \alpha_2 IPCPI + \alpha_3 PROD_COBRE + \alpha_4 TIRUSA +$
 $\alpha_5 WTI + \alpha_6 TCRUSA$

$COT_ORO = \gamma_0 + \gamma_1 IPAPI + \gamma_2 IPCPI + \gamma_3 PROD_ORO + \gamma_4 TIRUSA + \gamma_5 WTI$
 $+ \gamma_6 TCRUSA$

$COT_ZINC = \beta_0 + \beta_1 IPAPI + \beta_2 IPCPI + \beta_3 PROD_ZINC + \beta_4 TIRUSA + \beta_5 WTI$
 $+ \beta_6 TCRUSA$

3.5.2. Especificación del modelo econométrico

A partir del modelo matemático para poder contrastar las hipótesis y determinar la influencia que tiene las variables bajo estudio sobre la variable

endógena, se estructura un sistema de ecuaciones simultáneas de la siguiente manera:

$$COT_COBRE = \alpha_0 + \alpha_1 IPAPI + \alpha_2 IPCPI + \alpha_3 PROD_COBRE + \alpha_4 TIRUSA + \alpha_5 WTI + \alpha_6 TCRUSA + \mu t$$

$$COT_ORO = \gamma_0 + \gamma_1 IPAPI + \gamma_2 IPCPI + \gamma_3 PROD_ORO + \gamma_4 TIRUSA + \gamma_5 WTI + \gamma_6 TCRUSA + \mu t$$

$$COT_ZINC = \beta_0 + \beta_1 IPAPI + \beta_2 IPCPI + \beta_3 PROD_ZINC + \beta_4 TIRUSA + \beta_5 WTI + \beta_6 TCRUSA + \mu t$$

Donde:

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$	}	Son los parámetros a estimar
$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$		
$\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$		
$\mu t =$ Término de error estocástico		

El objetivo del presente modelo econométrico es cuantificar las interrelaciones entre las variables contempladas en el modelo. Se utilizó la técnica de estimación de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). De acuerdo a Gujarati (2010) “el análisis de regresión múltiple es el análisis de regresión condicional sobre los valores fijos de las variables explicativas, obteniéndose un valor promedio de Y o la respuesta media de Y a los valores dados de las regresoras X”. En el análisis de regresión múltiple según Stock & Watson (2012) “el coeficiente de uno de los regresores es el efecto de un cambio en ese regresor, manteniendo constantes el resto de los regresores”. En una regresión múltiple los estimadores MCO de los coeficientes pueden

presentar el sesgo de variable omitida; “el análisis de regresión múltiple proporciona una manera de mitigar el problema del sesgo de variable omitida mediante la inclusión de regresores adicionales”. El modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), permite especificar adecuadamente en el modelo econométrico la relación entre dos o más variables a través de una función lineal; es decir que la relación entre la variable endógena y las variables exógenas pueden ser adecuadamente definidas por una ecuación lineal. (Stock & Watson, 2012), (Gujarati, 2010), (Trujillo, 2010).

3.6. Aspectos Éticos

Al tratarse de un proyecto que implica el estudio de los determinantes macroeconómicos que influyen en los precios de los commodities minero metálicos del Perú se desarrolló sin sesgos políticos ni orientaciones de ningún tipo, argumentando con el uso de la teoría y siempre acreditando la autoría de los documentos que se consultan como referencia para las afirmaciones que el investigador presenta en este trabajo.

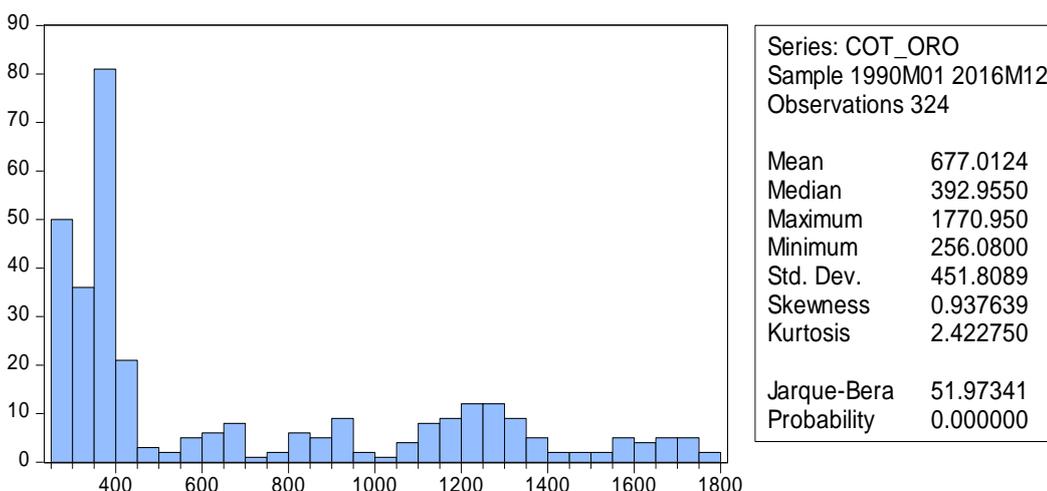
CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados de las estimaciones estadísticas

En esta sección se presentan los resultados de las estimaciones estadísticas de las series consideradas en el modelo.

Cotización del Oro:

Figura 10: Estimación estadística de la cotización del Oro

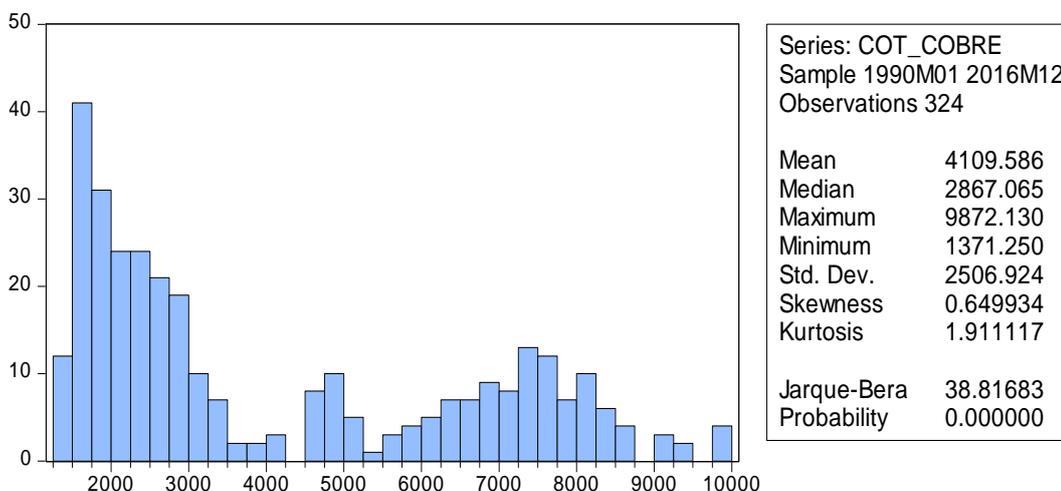


Fuente: Eviews 7

Como era de esperarse (dada la alta volatilidad de este commodity) la serie no presenta estándares de “normalidad” ($J-B > \chi^2$), sin embargo al resultar la desviación estándar ($\sigma=451.8089$) inferior a la media ($\bar{x} = 677.0124$) la presencia de esta característica de no normalidad, no es tan contundente estadísticamente hablando, por lo que la evolución temporal de la serie bajo análisis en un primer tramo (las 500 primeras observaciones) resulta ser más sesgada que las ultimas 1300 observaciones, al final de la muestra la cotización del oro registra una secuencia mucho más suavizada y/o parsimoniosa

Cotización del Cobre:

Figura 11: Estimación estadística de la cotización del Cobre



Fuente: Eviews 7

Así como la cotización del oro, la cotización del cobre no presenta estándares de “normalidad” ($J-B > \chi^2$), la desviación estándar ($\sigma=2506.924$) inferior a la media ($\bar{x} =4109.586$) la presencia de esta característica de no normalidad, no resulta contundente estadísticamente hablando. En comparación con la evolución del precio del oro, la presencia de características de erraticidad en la evolución temporal de la serie es mucho más significativa, dada la alta demanda industrial de este mineral por parte de las principales economías del globo

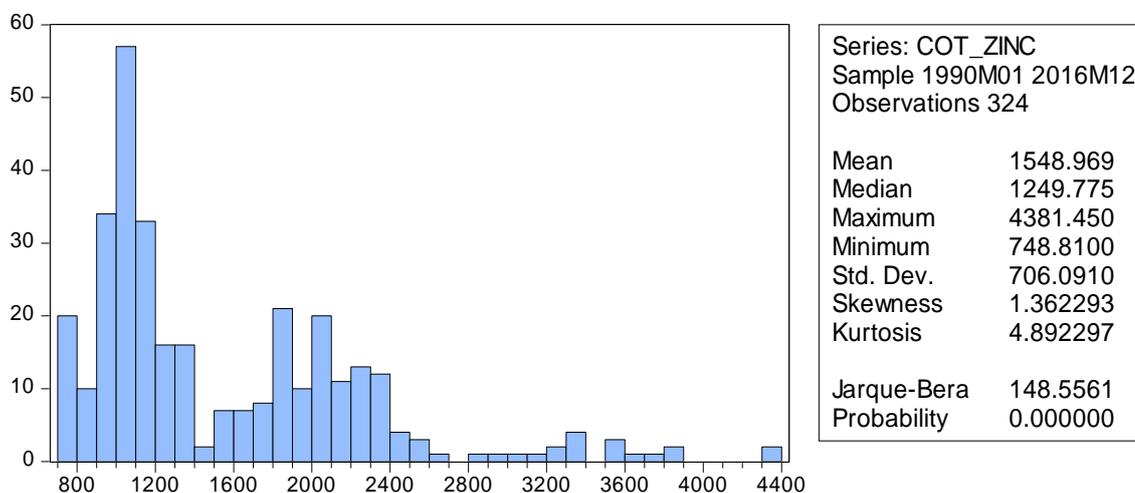
Cotización del Zinc:

El precio del zinc no presenta estándares de “normalidad” ($J-B > \chi^2$), la desviación estándar ($\sigma=706.0910$) inferior a la media ($\bar{x} = 1548.969$) la presencia de esta característica de no normalidad, no resulta contundente estadísticamente hablando.

Similar al comportamiento del precio del oro, la presencia de características de erraticidad en la evolución temporal de la serie es mucho más significativa durante la

mitad de su proceso generador de datos (PGD) para terminar con una más “suavizada” evolución.

Figura 12: Estimación estadística de la cotización del zinc



Fuente: Eviews 7

Dado que el uso de los modelos tiene carácter “explicativo”, no será necesario el análisis sugerido por Engle y Granger (1990) relacionado a la condición de estacionariedad y orden de integración para cada una de las variables involucradas en la modelación. Este tipo de tratamiento estadístico se realiza cuando el objetivo del modelo es inferir sobre las condiciones de equilibrio de largo plazo o también llamada Cointegración de las series.

Análisis estadístico de las series exógenas que intervienen en los modelos

Lo más relevante es que todas las series no presentan características de normalidad, dado que sus valores Jarque-Bera (J-B) resultan ser mayores que el valor de la distribución χ^2 con 2 grados de libertad que al 95% de confianza es igual a 3.84: $J-B > \chi^2$. Era un resultado esperado, dado que las series están expuestas a una serie de volatilidades que se generan exógenamente (en otros mercados). Ver Anexo 5.

4.2. Análisis de raíz unitaria y de cointegración

4.2.1. Análisis de raíz unitaria.

Las pruebas de raíz unitaria de acuerdo a Trujillo (2010) “tienen como finalidad contrastar la hipótesis de que una serie estadística sigue un comportamiento estacionario⁶ en media y varianza a lo largo de su trayectoria temporal de estimación o análisis”. El contraste que se plantea es:

H_0 = La serie no es estacionaria (Presenta raíz unitaria).

H_1 = La serie es estacionaria (No presenta raíz unitaria).

Para el análisis de raíz unitaria se utilizó el contraste de Dickey-Füller Aumentado (ADF Test) a los logaritmos de las series consideradas en el modelo y los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Análisis de raíz unitaria de las series

ADF TEST				
Variables	A Niveles	Resultado	1 ^{ra} Diferencia	Resultado
LCOT_ORO	-1.736813	No estacionaria	-15.55110	Estacionaria
LCOT_ZINC	-2.619180	No estacionaria	-12.94875	Estacionaria
LCOT_COBRE	-1.695721	No estacionaria	-16.23289	Estacionaria
LPROD_ORO	-2.066451	No estacionaria	-19.08729	Estacionaria
LTCRUSA	-2.079305	No estacionaria	-18.17418	Estacionaria
LWTI	-2.669683	No estacionaria	-14.92395	Estacionaria
LIPCPIG8	-3.014000	No estacionaria	-17.23239	Estacionaria
LPROD_ZINC	-3.029214	No estacionaria	-17.72723	Estacionaria
LIPAPIG8	-5.329549	Estacionaria		
LPROD_COBRE	-3.749625	Estacionaria al 95%		
TIRUSA	-3.719863	Estacionaria al 95%		

Fuente: Eviews

⁶ **La estacionariedad** es una condición estadística de una variable aleatoria, que consiste en que la variable no deambule en torno a un valor predeterminado en el tiempo. Estadísticamente hablando, una variable estacionaria es aquella que se comporta con una media y una varianza constante en el tiempo.

Los resultados de la prueba ADF (Dickey-Füller Aumentado) se compararon con los valores críticos de Mackinnon que son: al 99% -3.986815; al 95% -3.423842 y al 90% -3.134914.

Los resultados estadísticos de la prueba a niveles y primera diferencia en tendencia e intercepto fueron superiores a los valores críticos de Mackinnon, por lo que se rechaza la existencia de raíz unitaria. Rechazar la hipótesis nula implica la existencia de continuidad en las distribuciones y propiedades estadísticas de las series bajo análisis, independencia en la parte aleatoria de la serie lo que se conoce como “White noise” o “Ruido Blanco”⁷ y que cualquier shock tiene un efecto transitorio sobre la variable, por lo que es **susceptible de predicción**.

4.2.2. Análisis de cointegración

De acuerdo a Stock & Watson (2012) “dos o más series que tienen una tendencia estocástica común se dice que están cointegradas”. Asimismo en términos económicos según Gujarati (2010) “dos o más variables están cointegradas si existe una relación de largo plazo o de equilibrio entre las variables”, es decir, que existe alguna fuerza que hace que las variables tiendan a un equilibrio o a un estado estacionario en el largo plazo. La importancia de modelo que cointegra según Trujillo (2010) “es que el vector de cointegración describe la relación de largo plazo de las variables, por cuanto un residuo estacionario nos asegura que las variables no pueden diferir sistemáticamente

⁷ Un “**ruido blanco**” se caracteriza porque es estacionario en media y varianza, asimismo, los errores no están autocorrelacionados.

entre sí en el largo plazo”. Un test de cointegración se considera como una preprueba para evitar las situaciones de regresiones espurias. El contraste que se plantea es el siguiente:

H_0 = No existe un vector de cointegración (Existencia de una raíz unitaria en los residuos).

H_1 = Existe un vector de cointegración⁸ (No existe una raíz unitaria en los residuos).

Para el análisis de cointegración se utilizó la prueba de Hipótesis de Cointegración de Johansen & Joselius y los resultados se muestran en las tablas 2, 3 y 4.

Test de cointegración commodity oro

Tabla 2: Test de cointegración commodity oro

Date: 10/18/18 Time: 19:25
 Sample (adjusted): 1990M06 2016M12
 Included observations: 319 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
 Series: LCOT_ORO LPROD_ORO LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA LTCRUSA
 LWTI
 Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.143282	171.2149	150.5585	0.0020
At most 1 *	0.124125	121.8827	117.7082	0.0265
At most 2	0.102899	79.60495	88.80380	0.1917
At most 3	0.062053	44.96574	63.87610	0.6486
At most 4	0.047256	24.53010	42.91525	0.8126
At most 5	0.015972	9.087528	25.87211	0.9579
At most 6	0.012310	3.951343	12.51798	0.7491

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fuente: Eviews

⁸ **Cointegración** significa que, a pesar de no ser estacionarias en un nivel individual, una combinación lineal de dos o más series de tiempo puede ser estacionaria.

Test de cointegración commodity cobre

Tabla 3: Test de cointegración commodity cobre

Sample (adjusted): 1990M06 2016M12
 Included observations: 319 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
 Series: LCOT_COBRE LPROD_COBRE LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA
 LTCRUSA LWTI
 Lags interval (in first differences): 1 to 4
 Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.154850	163.5280	150.5585	0.0075
At most 1	0.118215	109.8592	117.7082	0.1412
At most 2	0.093547	69.72678	88.80380	0.5177
At most 3	0.059336	38.39587	63.87610	0.8954
At most 4	0.033066	18.88274	42.91525	0.9772
At most 5	0.017537	8.156410	25.87211	0.9797
At most 6	0.007845	2.512379	12.51798	0.9287

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fuente: Eviews

Test de cointegración commodity zinc

Tabla 4: Test de cointegración commodity zinc

Sample (adjusted): 1990M06 2016M12
 Included observations: 319 after adjustments
 Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
 Series: LCOT_ZINC LPROD_ZINC LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA
 LTCRUSA LWTI
 Lags interval (in first differences): 1 to 4
 Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.156596	162.6456	150.5585	0.0086
At most 1	0.114274	108.3168	117.7082	0.1687
At most 2	0.079527	69.60695	88.80380	0.5224
At most 3	0.063231	43.17216	63.87610	0.7288
At most 4	0.040952	22.33560	42.91525	0.9014
At most 5	0.019724	8.996931	25.87211	0.9605
At most 6	0.008248	2.642107	12.51798	0.9161

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

Fuente: Eviews

La conclusión sobre las posibles relaciones de cointegración contrastados al 5% de su valor crítico, en las ecuaciones de commodity oro, commodity cobre y commodity zinc; ofrecen resultados semejantes, donde existe entre ellas un vector de cointegración que determina su comportamiento temporal de largo plazo; por lo que la prueba ha rechazado la hipótesis nula (H_0) de no cointegración entre las variables.

Habiéndose demostrado que existe una relación de largo plazo entre las variables consideradas se podrá utilizar el modelo vectorial de corrección de errores (VEC) para analizar las funciones de **impulso-respuesta** y para hacer **pronósticos**.

4.2.3. Análisis del test de causalidad de Granger

El test de causalidad de Granger es una prueba estadística útil para "evaluar" si un par de series encuentran cierta "causalidad estadística". Esta "causalidad estadística" se conoce como: "causalidad en el sentido de Granger".

La Causalidad en el sentido de Granger, implica la existencia significativa (estadísticamente hablando) de una relación causal (causa-efecto); pero de ninguna manera de una relación "causal" en sentido económico; es decir: no podemos concluir la relación causal entre un par de variables para tipificarla como "dependiente" o "independiente". Recalcamos, que la prueba es válida solo para "inferir" la existencia significativa de una relación causal en el sentido de Granger. No hay fundamentos teóricos macroeconómicos para diferenciar las series como endógenas o exógenas (Sims, 1980).

El test de Granger, se aplica a la "variable" NO a la "serie transformada". La serie transformada es un "híbrido" construido por el investigador a fin de lograr un resultado econométrico que lo lleve a no rechazar la hipótesis nula.

La hipótesis nula planteada es:

X no causa a Y

Si se logra "rechazar" la Hipótesis Nula a cierto nivel de confianza (95%), entonces tenemos suficiente evidencia estadística para concluir que la variable considerada como exógena, es verdaderamente explicativa por lo que la "causalidad en el sentido de Granger" es validada (Stock & Watson, 2012), (Gujarati, 2010), (Trujillo, 2010).

A continuación se muestran los resultados del test de causalidad en el sentido de Granger para cada commodity:

Test de causalidad de Granger commodity cobre

Tabla 5: Test de causalidad commodity cobre

Modelo 2: Variable Endógena COT_COBRE (logaritmos)		Test de Granger Valor F-Test 95%	Valor F Crítico F(6,317) 95%	Hipótesis Nula
Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de cobre	2.94657	2.127219	Rechazar
	IPAPIG8	0.03892		Aceptar
	IPCPIG8	1.06678		Aceptar
	TIRUSA	1.58002		Aceptar
	TCRUSA	0.29919		Aceptar
	WTI (USA)	1.25118		Aceptar

Elaboración: propia

Test de causalidad de Granger commodity oro

Tabla 6: Test de causalidad commodity oro

Modelo 2: Variable Endógena COT_ORO (logaritmos)		Test de Granger Valor F-Test 95%	Valor F Crítico F(6,317) 95%	Hipótesis Nula
Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de oro	11.9772	2.127219	Rechazar
	IPAPIG8	2.16409		Rechazar
	IPCPIG8	2.70749		Rechazar
	TIRUSA	1.67588		Aceptar
	TCRUSA	0.61078		Aceptar
	WTI (USA)	6.67732		Rechazar

Elaboración: propia

Test de causalidad de Granger commodity zinc

Tabla 7: Test de causalidad commodity zinc

Modelo 2: Variable Endógena COT_ZINC (logaritmos)		Test de Granger Valor F-Test 95%	Valor F Crítico F(6,317) 95%	Hipótesis Nula
Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de zinc	0.03402	2.127219	Aceptar
	IPAPIG8	0.38627		Aceptar
	IPCPIG8	2.65947		Rechazar
	TIRUSA	1.76372		Aceptar
	TCRUSA	0.88885		Aceptar
	WTI (USA)	0.51791		Aceptar

Elaboración: propia

Las tablas 5, 6 y 7 muestran los resultados de las pruebas de causalidad de Granger (con un rezago) en los tres modelos de commodities cobre, oro y zinc. Los principales resultados se resumen a continuación. La producción de cobre muestra un vínculo de causalidad en el sentido de Granger al nivel de 5% de significancia con la cotización del cobre. La producción de oro, el índice de producción agregada de los países industrializados, índice de precios al consumidor de los países industrializados y precio internacional del petróleo están vinculados en el sentido de Granger con la cotización del oro al nivel de 5% de significancia. El índice de precios al consumidor de los países

industrializados muestra la causalidad en el sentido de Granger al nivel del 5% de significancia con la cotización del Zinc.

4.3. Resultados de las estimaciones econométricas de cada commodity

Habiéndose rechazado la existencia de raíz unitaria y demostrado que existe una relación de largo plazo entre las variables con el análisis de cointegración y el análisis de causalidad en el sentido de Granger; por lo tanto la no existencia de relaciones espurias⁹; se presenta a continuación los resultados de las estimaciones econométricas.

4.3.1. Análisis de correlación

El objetivo principal del análisis de correlación según Gujarati (2010) “es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables...En el análisis de correlación se tratan dos variables cualesquiera en forma simétrica”. La correlación de acuerdo a Stock & Watson (2012) “es una medida alternativa de la dependencia entre X e Y que resuelve el problema de las unidades de la covarianza. En concreto, la correlación entre X e Y es la covarianza entre X e Y dividida por sus desviaciones típicas”. La matriz de correlación muestra el grado de asociación lineal de cada una de las variables con otra variable. La correlación siempre toma valores entre -1 y 1, es decir, $-1 < \text{corr}(X, Y) < 1$. Una correlación positiva indica que la proyección de la regresión lineal tiende a crecer conjuntamente con la otra variable. Sin embargo, una correlación negativa indica que la proyección de la regresión lineal tiende a decrecer conjuntamente con la otra variable.

⁹ Una relación es "espuria" cuando hay un alto ajuste econométrico (R^2 muy cercano a la unidad) pero los fundamentos económicos del modelo son pobres (exogeneidad débil), lo contrario es "exogeneidad fuerte".

Tabla 8: Matriz de correlaciones de las variables involucradas¹⁰

	COT_ZINC	COT_ORO	COT_COBRE
COT_ZINC	1.000000	0.579891	0.820248
COT_ORO	0.579891	1.000000	0.865522
COT_COBRE	0.820248	0.865522	1.000000
PROD_ZINC	0.508889	0.844214	0.695501
PROD_ORO	0.467118	0.416315	0.581350
PROD_COBRE	0.561229	0.912105	0.785967
IPAPIG8	0.395277	0.428422	0.478578
IPCPIG8	0.616109	0.871328	0.783890
TIRUSA	-0.270624	-0.707729	-0.565018
TCRUSA	-0.239489	-0.451174	-0.321330
WTI	0.677458	0.819052	0.926834

Fuente: Eviews 9

Se aprecia una alta correlación entre la cotización de los commodities minero metálicos considerados en el modelo y las variables exógenas como: el índice de producción agregada de los países industrializados, el índice de precios al consumidor de los países industrializados y el precio internacional del petróleo. Se concluye que la cotización de los commodities de exportación responde a variables externas, antes que a variables del tipo “oferta”.

4.3.2. Estimación paramétrica commodity oro

En la estimación paramétrica para el commodity oro se observa un ajuste en la calibración del orden del 90% así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, índice de precios al consumidor de los países industrializados, producción mundial de oro, tasa de interés real de los Estados Unidos de América, e índice de producción agregada de los países industrializados tal como se observa en la tabla 9 adjunta.

¹⁰ Matriz completa ver anexo 4

Tabla 9: Estimación commodity oro

Dependent Variable: COT_ORO
 Method: Least Squares
 Date: 06/14/17 Time: 17:35
 Sample: 1990M01 2016M12
 Included observations: 324

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	44.78875	235.4427	0.190232	0.8492
PROD_ORO	-3.98E-05	3.28E-06	-12.11907	0.0000
IPAPIG8	-7.902148	0.983439	-8.035222	0.0000
IPCPIG8	15.28708	1.229009	12.43854	0.0000
TCRUSA	41.49773	122.2277	0.339512	0.7344
TIRUSA	-80.29308	8.504844	-9.440864	0.0000
WTI	8.490401	0.586029	14.48802	0.0000
R-squared	0.903536	Mean dependent var	677.0124	
Adjusted R-squared	0.901710	S.D. dependent var	451.8089	
S.E. of regression	141.6479	Akaike info criterion	12.76593	
Sum squared resid	6360327.	Schwarz criterion	12.84762	
Log likelihood	-2061.081	Hannan-Quinn criter.	12.79854	
F-statistic	494.8640	Durbin-Watson stat	0.188467	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Eviews 9

El resumen de las estimaciones se observa en la Tabla 10 adjunta:

Tabla 10: Resumen estimación commodity oro

Variable Exógena	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
PROD_ORO	-12.119070	Significativo
IPAPIG8	-8.035222	Significativo
IPCPIG8	12.438540	Significativo
TCRUSA	0.339512	No significativo
TIRUSA	-9.440864	Significativo
WTI	14.488020	Significativo

Elaboración: propia

El tipo de cambio real de los Estados Unidos de América resultó no significativo al 95%, probablemente debido a problemas de colinealidad en la matriz de información $X'X$. Al restimar el modelo retirando como instrumento

el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 11: Estimación commodity oro modificado

Dependent Variable: COT_ORO

Method: Least Squares

Sample: 1990M01 2016M12

Included observations: 324

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	113.6809	119.2432	0.953353	0.3411
PROD_ORO	-4.00E-05	3.23E-06	-12.39068	0.0000
IPAPIG8	-8.117021	0.751683	-10.79846	0.0000
IPCPG8	15.04334	0.996153	15.10144	0.0000
TIRUSA	-80.14773	8.482239	-9.448889	0.0000
WTI	8.597016	0.494102	17.39927	0.0000
R-squared	0.903500	Mean dependent var		677.0124
Adjusted R-squared	0.901983	S.D. dependent var		451.8089
S.E. of regression	141.4507	Akaike info criterion		12.76012
Sum squared resid	6362639.	Schwarz criterion		12.83014
Log likelihood	-2061.140	Hannan-Quinn criter.		12.78807
F-statistic	595.4704	Durbin-Watson stat		0.190939
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Eviews 9

Observamos que los coeficientes estimados de esta nueva especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%. Igualmente, la significancia global es mayor que en la versión anterior, y el ajuste econométrico es mayor en la versión que excluye al tipo de cambio real de los Estados Unidos de América, tal como se aprecia en la tabla 12 adjunta:

Tabla 12: Significancia global commodity oro inicial y modificado

	Modelo que incluye al TCR de USA	Modelo que excluye al TCR de USA
F-Fischer	494.864	595.4704
$F_{k-1, n-k} 95\%$	k= 7 ; 2.10	k=6 ; 2.21
R ² Ajustado	90.17%	90.20%

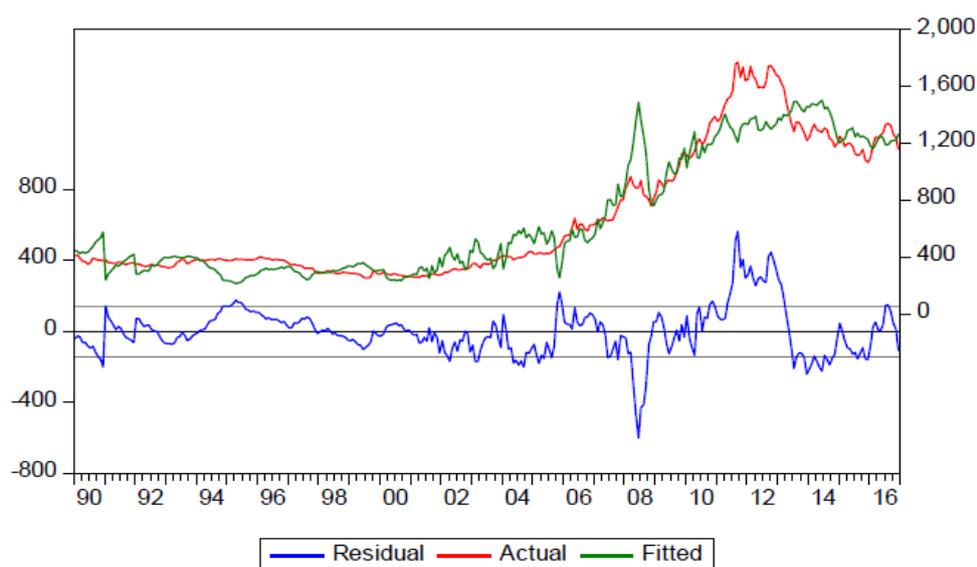
Elaboración: propia

Las variables que resultaron ser más significativas (en orden de significancia) son: el precio internacional del petróleo, el índice de precios al consumidor de los países industrializados, la producción mundial del oro, el índice de producción agregada de los países industrializados y la tasa de interés real de los Estados Unidos de América. Cabe resaltar como factor determinante de la cotización internacional del oro, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de transformación del mineral extraído.

El intercepto de la ecuación estimada para la cotización del oro indica que, si mantenemos constante las variables consideradas como exógenas, la cotización para este commodity sería de US\$ 113.6809. El efecto sobre la cotización ante una variación unitaria de la producción mundial de oro es inversamente proporcional e igual a -0.00004 unidades. Similar efecto sobre la cotización del oro causa una variación unitaria del índice de producción agregada de los países industrializados, por cada variación unitaria del Índice de producción agregada de los países industrializados, la cotización del oro disminuirá 8.117021 unidades. Muy por el contrario, por cada variación unitaria del índice de precios al consumidor de los países industrializados, la cotización del oro aumenta 15.04334 unidades. El efecto sobre la cotización del oro ante una variación unitaria del tipo de cambio real de los Estados Unidos de América es negativo y ascendente a 80.14773. Finalmente, ante una variación unitaria en el precio internacional del petróleo la cotización del oro experimenta un incremento de 8.597016 unidades.

A continuación, se presenta la evolución temporal de la serie histórica (Actual), la serie estimada por mínimos cuadrados ordinarios (Fitted) y el error en la estimación (residual) que se obtiene como diferencia entre las series estimada e histórica:

Figura 13: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity oro



Fuente: Eviews 9

La brecha entre las series estimada e histórica es concordante con un R^2 del orden del 90.35%. Casi a finales del periodo de estudio, la volatilidad de este commodity se hace más marcada en la estimación paramétrica, hecho estilizado y muy correlacionado con la volatilidad de los mercados internacionales debido a factores de ruido político y de especulación que se observaron en el periodo de estudio ante la inminente caída del precio del dólar estadounidense en los mercados internacionales debido a la fuerte recesión económica por la que atravesaba los Estados Unidos de América, lo que conllevó a que los agentes e inversionistas institucionales busquen al oro como refugio financiero. Los periodos en que la trayectoria temporal de los residuos

se salen fuera de las bandas de confianza diseñadas al $\pm 95\%$ de confianza, indican la existencia de otros factores no especificados en el modelo, que estarían determinando la trayectoria temporal de la cotización internacional del oro en el periodo de estudio evaluado.

4.3.3. Estimación paramétrica commodity Cobre

En la estimación paramétrica para el commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 89.5% así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, índice de precios al consumidor de los países industrializados, producción mundial de cobre, tasa de interés real de los Estados Unidos de América, tipo de cambio real de los Estados Unidos de América e índice de producción agregada de los países industrializados, tal como se observa en la Tabla 13 ajunta:

Tabla 13: estimación commodity cobre

Dependent Variable: COT_COBRE
 Method: Least Squares
 Sample: 1990M01 2016M12
 Included observations: 324

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-11020.71	1304.805	-8.446252	0.0000
PROD_COBRE	-0.005862	0.002803	-2.091209	0.0373
IPAPIG8	16.72615	6.032672	2.772594	0.0059
IPCPIG8	78.44839	8.428754	9.307234	0.0000
TIRUSA	136.1988	51.34862	2.652434	0.0084
TCRUSA	4696.551	718.6569	6.535178	0.0000
WTI	60.13320	3.359153	17.90130	0.0000
R-squared	0.895061	Mean dependent var	4109.586	
Adjusted R-squared	0.893075	S.D. dependent var	2506.924	
S.E. of regression	819.7487	Akaike info criterion	16.27724	
Sum squared resid	2.13E+08	Schwarz criterion	16.35892	
Log likelihood	-2629.913	Hannan-Quinn criter.	16.30984	
F-statistic	450.6350	Durbin-Watson stat	0.176976	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Eviews 9

Tabla 14: Resumen estimación commodity cobre

Variable Exógena	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
PROD_COBRE	-2.091209	Significativo
IPAPIG8	2.772594	Significativo
IPCPIG8	9.307234	Significativo
TCRUSA	6.535178	Significativo
TIRUSA	2.652434	Significativo
WTI	17.90130	Significativo

Elaboración propia

Observamos que los coeficientes estimados de esta especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%. Igualmente, la significancia global, y el ajuste econométrico también resulto ser significativo, tal como se aprecia en la tabla 14.

Tabla 15: Significancia global commodity cobre

	Significancia Global
F-Fischer	450.6350
$F_{k-1, n-k}$ 95%	$k= 7 ; 2.10$
R^2 Ajustado	89.30%

Elaboración propia

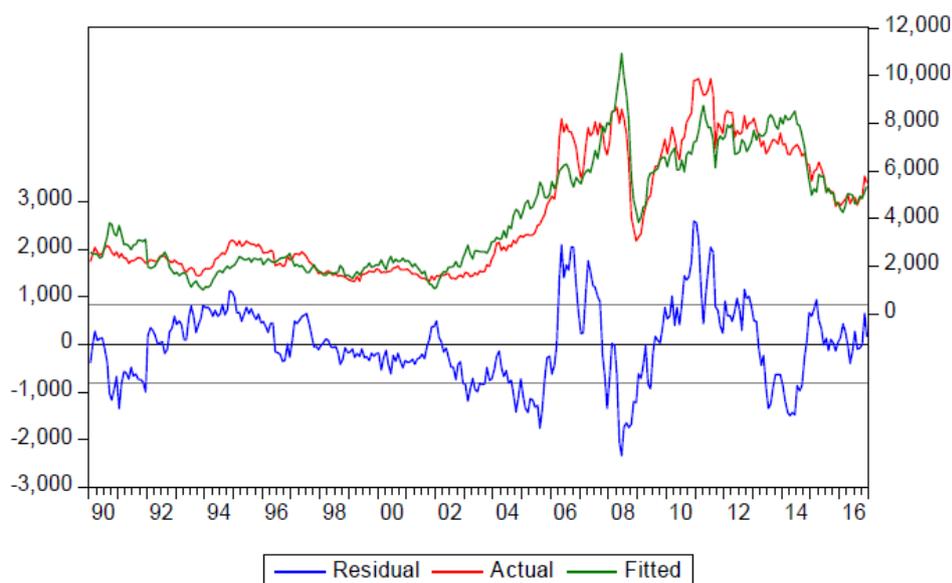
Todas las variables resultaron ser significativas (en orden de significancia) son: el precio internacional del petróleo, el índice de precios al consumidor de los países industrializados, el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América, el índice de producción agregada de los países industrializados, la tasa de interés real de los Estados Unidos de América y la producción mundial del cobre. Cabe la pena resaltar como factor determinante de la cotización internacional del cobre, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de transformación del mineral extraído en commodity.

El intercepto de la ecuación estimada para la cotización del cobre indica que si mantenemos constante las variables consideradas como exógenas, la cotización para este commodity sería de US\$ -11020.71. El efecto sobre la cotización ante una variación unitaria de la producción mundial del cobre es inversamente proporcional e igual a -0.005862 unidades. El efecto sobre la cotización del cobre causada por una variación unitaria del índice de producción agregada de los países industrializados, por cada variación unitaria es de 16.762615 unidades.

Muy por el contrario por cada variación unitaria del índice de precios al consumidor de los países industrializados, la cotización del cobre aumenta 78.44839 unidades. El efecto sobre la cotización del cobre ante una variación unitaria del tipo de cambio real de los Estados Unidos de América es positivo y ascendente a 4696.551. Finalmente, ante una variación unitaria en el precio internacional del petróleo la cotización del cobre experimenta un incremento de 60.13320 unidades.

A continuación, se presenta la evolución temporal de la serie histórica (Actual), la serie estimada por mínimos cuadrados ordinarios (Fitted) y el error en la estimación (residual) que se obtiene como diferencia entre las series estimada e histórica:

Figura 14: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity cobre



Fuente: Eviews 9

La brecha entre las series estimada e histórica es concordante con un R^2 del orden del 89.50%. A diferencia de la trayectoria temporal para la estimación del oro, se observa una mayor estabilidad durante el periodo de análisis. Los periodos en que la trayectoria temporal de los residuos se salen fuera de las bandas de confianza diseñadas al $\pm 95\%$ de confianza, indican la existencia de otros factores no especificados en el modelo, que estarían determinando la trayectoria temporal de la cotización internacional del cobre en el periodo de estudio evaluado.

4.3.4. Estimación paramétrica Commodity Zinc

Se observa un ajuste en la calibración del orden del 65.12% así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, índice de precios al consumidor de los países industrializados, tasa de interés real de los Estados Unidos de América, tipo de cambio real de los Estados Unidos de América e índice de producción agregada de los países

industrializados, tal como se observa en la Tabla 13 y en el resumen tabla 14 adjuntas:

Tabla 16: Estimación commodity zinc

Dependent Variable: COT_ZINC

Method: Least Squares

Date: 06/20/17 Time: 09:39

Sample: 1990M01 2016M12

Included observations: 324

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6022.715	685.8134	-8.781858	0.0000
IPAPIG8	19.04504	3.190898	5.968552	0.0000
IPCPIG8	37.74774	3.850684	9.802868	0.0000
PROD_ZINC	-0.001037	0.001116	-0.929185	0.3535
TCRUSA	1872.171	378.9022	4.941040	0.0000
TIRUSA	263.6692	25.90233	10.17936	0.0000
WTI	8.472457	1.654711	5.120203	0.0000
R-squared	0.651237	Mean dependent var	1548.969	
Adjusted R-squared	0.644636	S.D. dependent var	706.0910	
S.E. of regression	420.9180	Akaike info criterion	14.94412	
Sum squared resid	56163503	Schwarz criterion	15.02580	
Log likelihood	-2413.948	Hannan-Quinn criter.	14.97672	
F-statistic	98.65446	Durbin-Watson stat	0.119682	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Eviews 9

Tabla 17: resumen estimación commodity zinc

Variable Exógena	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.1 (1.645)
PROD_ZINC	-0.929185	No significativo
IPAPIG8	5.968552	Significativo
IPCPIG8	9.802868	Significativo
TCRUSA	4.941040	Significativo
TIRUSA	10.17936	Significativo
WTI	5.120203	Significativo

Elaboración propia

Observamos que los coeficientes estimados de esta especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%, con excepción de la producción mundial del zinc, por lo que la cotización de este commodity (al 95% de

confianza) no responde de manera significativa a la producción. Igualmente, la significancia global, y el ajuste econométrico también resulto ser significativo, tal como se aprecia en la tabla 18 adjunta:

Tabla 18: Significancia global estimación commodity zinc

	Significancia Global
F-Fischer	98.65446
$F_{k-1, n-k}$ 95%	$k= 7 ; 2.10$
R^2 Ajustado	64.46 %

Elaboración propia

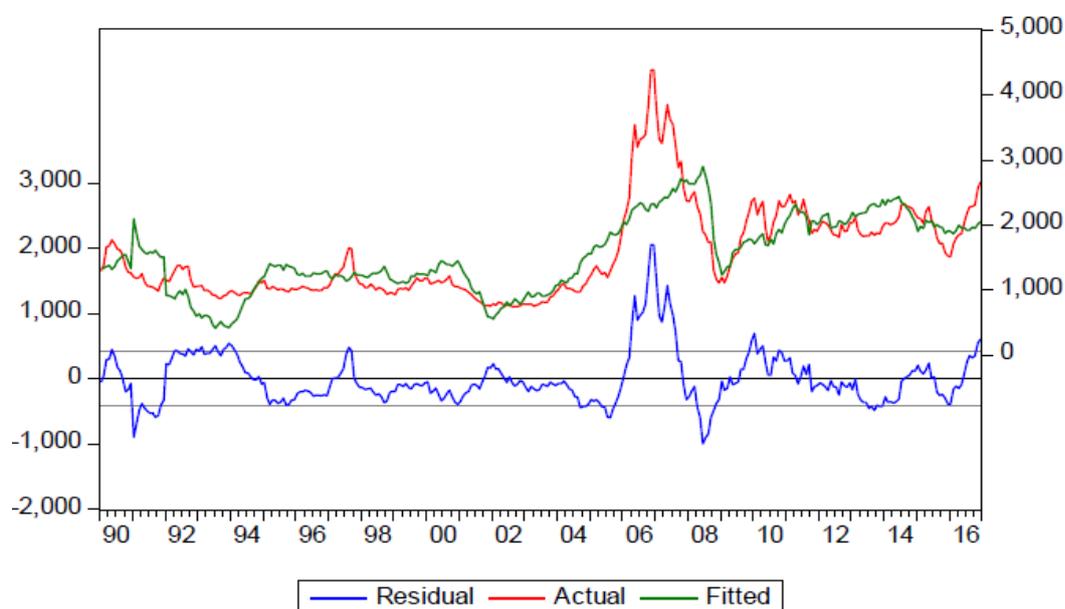
Las variables exógenas que resultaron ser significativas (en orden de significancia) son: la tasa de interés real de los Estados Unidos de América, el índice de precios al consumidor de los países industrializados, el índice de producción agregada de los países industrializados, el precio internacional del petróleo, y el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América. Cabe la pena resaltar como factor determinante de la cotización internacional del zinc, la tasa de interés real de los Estados Unidos de América.

El intercepto de la ecuación estimada para la cotización del zinc indica que si mantenemos constante las variables consideradas como exógenas, la cotización para este commodity seria de US\$ -6022.715 El efecto sobre la cotización ante una variación unitaria de la producción mundial del zinc es inversamente proporcional e igual a -0.001037 unidades. El efecto sobre la cotización del zinc causada por una variación unitaria del índice de producción agregada de los países industrializados, por cada variación unitaria es de 19.04504 unidades. Muy por el contrario por cada variación unitaria del índice

de precios al consumidor de los países industrializados, la cotización del zinc aumenta 37.74774 unidades. El efecto sobre la cotización del zinc ante una variación unitaria del tipo de cambio real de los Estados Unidos de América es positivo y ascendente a 1872.171. Finalmente, ante una variación unitaria en el precio internacional del petróleo la cotización del zinc experimenta un incremento de 8.472457 unidades.

A continuación, se presenta la evolución temporal de la serie histórica (Actual), la serie estimada por mínimos cuadrados ordinarios (Fitted) y el error en la estimación (residual) que se obtiene como diferencia entre las series estimada e histórica:

Figura 15: Evolución temporal Actual, Fitted y Residual commodity zinc



Fuente: Eviews 9

La brecha entre las series estimada e histórica es concordante con un R2 del orden del 65.12%. En la trayectoria temporal estadística de la serie estimada,

se observa una mayor estabilidad durante el periodo de análisis. Los periodos en que la trayectoria temporal de los residuos se salen fuera de las bandas de confianza diseñadas al $\pm 95\%$ de confianza, indican la existencia de otros factores no especificados en el modelo, que estarían determinando la trayectoria temporal de la cotización internacional del zinc en el periodo de estudio evaluado.

4.3.5. Estimación paramétrica utilizando primeras diferencias

Para la estimación paramétrica en primeras diferencias de los logaritmos de las series, se utilizó la metodología utilizada por Borensztein y Reinhart (1994), quienes además se basaron en las estimaciones realizadas por Dornbush (1985 y 1984). Estimaron una ecuación utilizando la técnica de los mínimos cuadrados ordinarios con datos trimestrales de 1971: I a 1992: III para el índice del FMI de todos los productos básicos.

En las estimaciones econométricas para evitar problemas de no estacionariedad evitaron utilizar niveles y los instrumentos se trataron mediante el uso de diferencias de cuatro trimestres (en lugar de las primeras diferencias) de todas las variables. Los resultados de las estimaciones paramétricas de cada commodity en primeras diferencias se muestran a continuación:

Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity cobre

En la estimación paramétrica en primeras diferencias para el commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 32.51%; así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, producción mundial del cobre y tipo de cambio real de los Estados Unidos de América; tal como se aprecia en la tabla 19.

Tabla 19: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity cobre

Dependent Variable: D1LCOT_COBRE

Method: Least Squares

Date: 12/04/18 Time: 06:25

Sample (adjusted): 1990M02 2016M12

Included observations: 323 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005097	0.003651	1.395926	0.1637
D1LPROD_COBRE	-0.269032	0.031228	-8.615220	0.0000
D1LIPAPIG8	-0.012658	0.071690	-0.176559	0.8600
D1LIPCPIG8	0.001385	0.005067	0.273268	0.7848
D1LTCRUSA	0.438841	0.118200	3.712712	0.0002
D1TIRUSA	0.052255	0.034798	1.501681	0.1342
D1LWTI	0.332582	0.040615	8.188608	0.0000
R-squared	0.325094	Mean dependent var	0.002853	
Adjusted R-squared	0.312279	S.D. dependent var	0.075048	
S.E. of regression	0.062237	Akaike info criterion	-2.694305	
Sum squared resid	1.224003	Schwarz criterion	-2.612436	
Log likelihood	442.1303	Hannan-Quinn criter.	-2.661624	
F-statistic	25.36884	Durbin-Watson stat	1.897041	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Eviews

Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity zinc

En la estimación paramétrica en primeras diferencias del commodity zinc se observa un ajuste en la calibración del orden del 8.21%; así como una alta significancia individual para las series: tasa de interés real de los Estados

Unidos de América, tipo de cambio real de los Estados Unidos de América y producción mundial del zinc (Tabla 20).

Tabla 20: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity zinc

Dependent Variable: D1LCOT_ZINC

Method: Least Squares

Date: 12/04/18 Time: 06:30

Sample (adjusted): 1990M02 2016M12

Included observations: 323 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004154	0.003562	1.166148	0.2444
D1LPROD_ZINC	0.038320	0.023076	1.660642	0.0978
D1LIPAPIG8	0.000439	0.069935	0.006278	0.9950
D1LIPCPIG8	0.003554	0.004944	0.718782	0.4728
D1LTCRUSA	0.257355	0.115717	2.224013	0.0269
D1TIRUSA	0.106508	0.033953	3.136886	0.0019
D1LWTI	0.055382	0.039405	1.405482	0.1609
R-squared	0.082061	Mean dependent var	0.002237	
Adjusted R-squared	0.064632	S.D. dependent var	0.062782	
S.E. of regression	0.060720	Akaike info criterion	-2.743670	
Sum squared resid	1.165047	Schwarz criterion	-2.661801	
Log likelihood	450.1027	Hannan-Quinn criter.	-2.710989	
F-statistic	4.708234	Durbin-Watson stat	1.465623	
Prob(F-statistic)	0.000131			

Fuente: Eviews

Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity oro

En la estimación paramétrica en primeras diferencias del commodity oro se observa un ajuste en la calibración del orden del 5.52%; así como una alta significancia individual para la serie tipo de cambio real de los Estados Unidos de América (Tabla 21).

Tabla 21: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity oro

Dependent Variable: D1LCOT_ORO
 Method: Least Squares
 Date: 12/04/18 Time: 06:34
 Sample (adjusted): 1990M02 2016M12
 Included observations: 323 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003882	0.002065	1.880172	0.0610
D1LPROD_ORO	-0.001162	0.033379	-0.034807	0.9723
D1LIPAPIG8	0.022099	0.040582	0.544537	0.5865
D1LIPCPIG8	-0.000735	0.002867	-0.256393	0.7978
D1LTCRUSA	0.253634	0.066925	3.789835	0.0002
D1TIRUSA	0.004326	0.019638	0.220257	0.8258
D1LWTI	0.023549	0.024130	0.975941	0.3298
R-squared	0.055233	Mean dependent var		0.003212
Adjusted R-squared	0.037294	S.D. dependent var		0.035871
S.E. of regression	0.035196	Akaike info criterion		-3.834332
Sum squared resid	0.391449	Schwarz criterion		-3.752464
Log likelihood	626.2447	Hannan-Quinn criter.		-3.801651
F-statistic	3.078977	Durbin-Watson stat		1.772230
Prob(F-statistic)	0.006067			

Fuente: Eviews

Las estimaciones paramétricas tienen concordancia con los resultados obtenidos por Dornbusch (1985 y 1986), donde el precio de los productos básicos es excesivamente sensible a las variaciones en el tipo de cambio real. De igual manera en las estimaciones realizadas por Borensztein y Reinhart (1994), quienes incluyeron una proyección instrumental para el tipo de cambio real; no se eliminó la significancia del tipo de cambio real en la determinación de la cotización de los commodities.

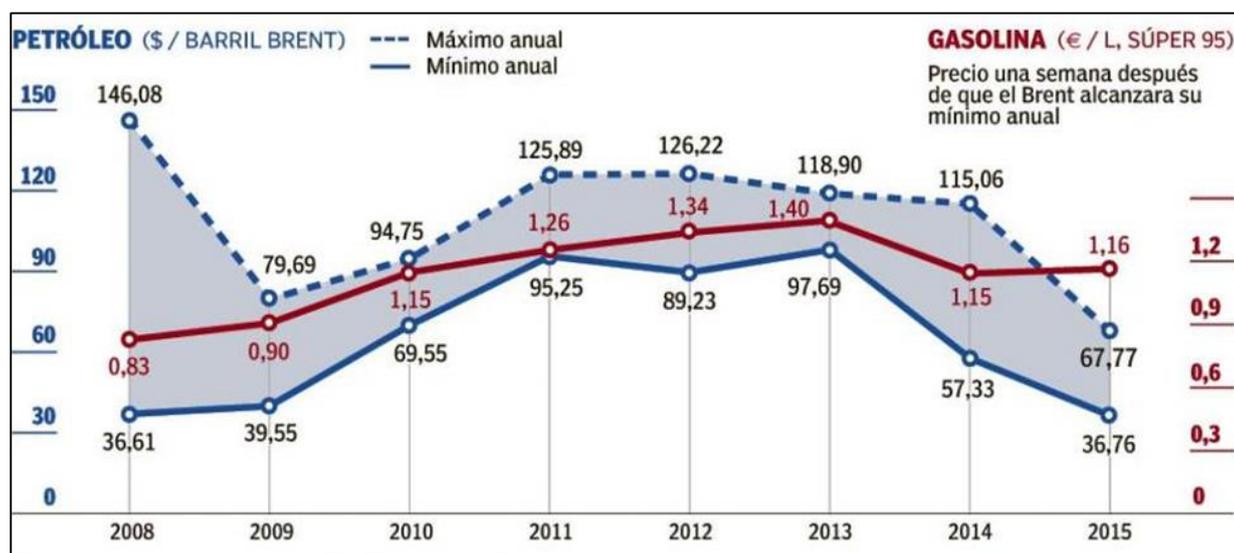
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión de resultados

Se observa que, para los dos primeros metales evaluados, la cotización internacional del petróleo (WTI) es el principal factor que determina el comportamiento del precio, tanto para el oro como para el cobre. Sin embargo, para la cotización del zinc, la tasa de interés real de USA resulto ser el factor más relevante en la cotización del precio de este commodity.

La demanda de petróleo en los procesos de manufactura del oro y del cobre, impulsan al alza a la cotización de estos dos commodities, a pesar de la inminente “desaceleración” en el precio de este importante insumo, tal como se muestra en la figura 16 adjunta:

Figura 16: Evolución del precio del petróleo y la gasolina 2008 – 2015



Fuente: Bloomberg/Boletín petrolero de la comisión europea.

Lo que se puede inferir es que dada la inelasticidad en el precio del petróleo y su principal derivado la gasolina y dado que no solo el uso del petróleo es un elemento fundamental en la producción del oro y el cobre, sino también el uso de gasolina que

por efecto multiplicador indirecto traslada el costo de fabricación hacia el precio (cotización) dado el uso intensivo de maquinaria y equipo para los demás procesos productivos que no requieren petróleo sino: gasolina. Si bien es cierto en la muestra evaluada la cotización internacional del petróleo (WTI) ha experimentado una alta volatilidad con cimas (expansiones) y fondos (depresiones) que le ha causado una desaceleración, el precio de la gasolina ha mantenido una tendencia lineal y creciente, esto generado por su alto y permanente consumo más aun al no contar con sustitutos perfectos que puedan reemplazar el grado de utilización que actualmente registra la industria transformadora de minerales metálicos (el oro, el cobre y el zinc) están contenidos dentro de este universo.

Otro aspecto relevante es la notoria importancia que presenta el Índice de Precios al Consumidor (IPCPI) sobre el Índice de Producción Agregada (IPAPI), de los países industrializados. Lo que demuestra la presión que ejerce el consumo (efecto demanda) sobre el efecto causado por la producción (efecto oferta) en la cotización de los tres commodities evaluados; esta presión del consumo se traslada a precios vía producción, lo que redundará en una presión al alza en las cotizaciones de estos minerales.

Tabla 22: Matriz de correlación de las variables exógenas

	COT_ORO	COT_COBRE	COT_ZINC	IPAPIG8	IPCPIG8
COT_ORO	1.000000	0.865522	0.579891	0.428422	0.871328
COT_COBRE	0.865522	1.000000	0.820248	0.478578	0.783890
COT_ZINC	0.579891	0.820248	1.000000	0.395277	0.616109
IPAPIG8	0.428422	0.478578	0.395277	1.000000	0.641080
IPCPIG8	0.871328	0.783890	0.616109	0.641080	1.000000

Fuente: Eviews 9

El diagnóstico de esta evidencia, puede observarse en la Tabla de Correlaciones (tabla 22) adjunta donde se demuestra que las cotizaciones para los tres commodities

seleccionados presentan una correlación positiva con el Índice de Precios al consumidor y el Índice de Producción Agregada, de los Países Industrializados.

Se observa que la correlación existente entre la cotización del oro y el Índice de Precios al Consumidor ($ryx1 = 0.871328$) es mayor que la correlación existente entre la cotización del oro y el Índice de Producción Agregada ($ryx2 = 0.428422$). La misma tendencia se aprecia para los demás commodities, demostrando que el efecto precio es mayor que el efecto producción en la determinación de la cotización de los commodities evaluados.

La variable Tipo de Cambio Real de los Estados Unidos (TCRUSA) resultó ser una serie que afecta significativamente la cotización del Cobre y del Zinc, pero no a la cotización del Oro, lo que demuestra que el precio del oro responde más a variables internacionales que a variables de su propio mercado, por otro lado la demanda mundial del Oro está dirigida hacia los Bancos Centrales Europeos (para fortalecer el precio del Euro frente al Dólar de Estados Unidos de América), lo que justifica la poca significancia estadística de TCRUSA sobre la cotización del Oro. La incorporación de una nueva serie tal como la Tipo de Cambio Real del Euro en la especificación dinámica de los modelos evaluados en esta investigación, podría ser parte de un estudio más profundo sobre el tema.

En las estimaciones paramétricas realizadas en primeras diferencias siguiendo el modelo de Borensztein y Reinhart (1994), la variable significativa para los tres commodities evaluados en el modelo econométrico resultó ser el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América. Estos resultados tienen concordancia con los

resultados obtenidos por Dornbush (1985 y 1984) donde el precio de los commodities es excesivamente sensible al tipo de cambio real de los Estados Unidos de América; asimismo en las estimaciones realizadas por Borensztein y Reinhart, quienes incluyeron una proyección instrumental para el tipo de cambio real; no se eliminó la importancia del tipo de cambio real en la determinación de la cotización de los commodities.

El modelo de oferta y demanda permite explicar y determinar el precio de los commodities minero metálicos tanto en el corto como en el largo plazo, según Tilton (1985), Tilton (1992), Ulloa A. (2002a), Ulloa A. (1992b), Naqvi (2013) y Halland, Lokanc, Nair & Padmanabhan (2016) existen consideraciones específicas en uno u otro caso, como se muestra a continuación:

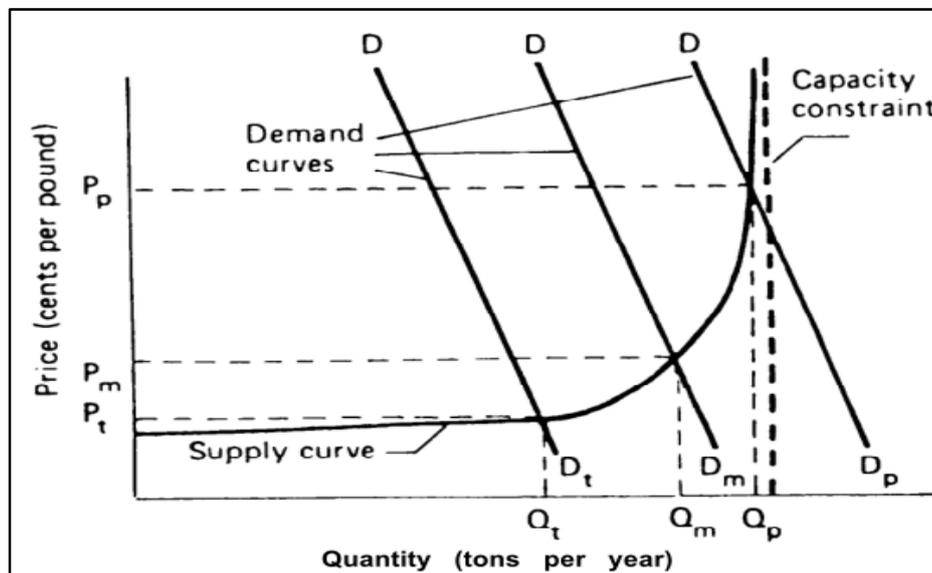
Corto plazo

En el corto plazo podemos observar lo siguiente:

1. La Figura 17 ilustra conceptualmente la curva de oferta de un commodity minero metálico en el corto plazo. De hecho, si en el mercado existen muchos productores, de forma que la producción de ninguno de ellos tiene un efecto significativo sobre el precio del producto en cuestión, entonces la curva de oferta vendrá dada por la curva de costos marginales.
2. Como lo muestra la figura 17, la curva de oferta en el corto plazo es relativamente plana para gran parte de la producción (en la práctica presenta, sin embargo, una pequeña pendiente positiva); pero, debido a la restricción que impone la capacidad –que es la principal característica de la oferta de corto plazo– la pendiente de la

curva se hace muy pronunciada en el tramo donde la demanda se intersecta con la oferta.

Figura 17: Determinantes del precio a Corto plazo



Fuente: Tilton 1992 p. 61

En la Figura 17 se consideran tres curvas de demanda dependiendo de si el mercado se encuentra en recesión (D_t), boom (D_p), o una situación intermedia (D_m). Como se desprende de esta figura, como resultado de la baja respuesta de la oferta en el tramo relevante para la determinación del precio, el precio del commodity puede variar considerablemente dependiendo de si la demanda es una u otra. Esto implica que en el corto plazo el precio será inestable o volátil, lo que bien se sabe causa problemas no sólo a los productores, sino que también a los consumidores y gobiernos cuyas economías dependen importantemente de sus recursos minerales.

- Debido a que en el corto plazo la oferta de los commodities minero metálicos es inflexible, la Figura N° 17 permite afirmar que la principal responsable de la determinación del precio de los commodities minerales en el corto plazo es la

demanda. Tanto la demanda como la oferta no son observables en la práctica. Afortunadamente, en aquellos productos minerales transados en bolsa es posible observar la variación de la demanda y oferta a través del cambio en los inventarios. De esta forma, en el corto plazo el aumento de la demanda se advierte indirectamente a través de una disminución en los inventarios; mientras que lo contrario ocurre con la oferta. De aquí, es esperable (y de hecho así ocurre) que exista una relación inversa entre los inventarios y el precio de los commodities minerales. Aun así, el cambio en los inventarios sólo es capaz de explicar parte (aunque importante) de la variación en el precio, existiendo otros factores “estructurales” responsables del resto, particularmente referidos a la velocidad de ajuste de las condiciones de equilibrio.

4. En el corto plazo, la especulación financiera (cuya PROXY resulta ser el Índice de Precios al Consumidor) también juega un rol sustancial en la formación del precio para aquellos productos transados en bolsa.

5. Si bien se reconoce la existencia de la especulación en el mercado, para los economistas de minerales ésta no tiene ningún efecto sobre la determinación del precio, incluso en el corto plazo. Sin embargo, esta posición ortodoxa no permite explicar la burbuja especulativa que afectó al precio de la plata en 1979 cuando los hermanos Hunt arrinconaron el mercado, ni la menos afortunada (y espectacular) intervención de Yasuo Hamanaka en 1996 en el mercado del cobre. Aun así, parece insostenible atribuir a la especulación financiera la mayor parte del aumento en el precio de los commodities minerales en el último quinquenio, toda vez que la mayoría de los productos minerales no transados en bolsa

experimentaron incrementos de precios incluso más espectaculares que aquellos donde la especulación financiera sí existe (por ejemplo, el molibdeno, que no se transa en bolsa, incrementó su valor casi siete veces en términos nominales).

Largo plazo

En el largo plazo podemos observar lo siguiente:

1. La importancia del precio de largo plazo radica en que es una de las variables centrales sobre las que se basa la estrategia competitiva de las empresas mineras, así como los planes de las minas controladas por las mismas. Claves, entonces, son los factores que determinan la curva de oferta de largo plazo. Entre éstos se encuentran la disponibilidad del mineral, el cambio tecnológico, los costos asociados a la mano de obra e insumos, así como cualquier otra tendencia en la inversión y los costos de producción.

2. En el largo plazo la economía de minerales asume que toda restricción de capacidad puede ser eliminada. Esto permite incorporar una noción de curva de oferta. En ésta se asume la existencia de una gran cantidad de depósitos de costos altos pero similares, referidos como depósitos marginales, lo que permite anticipar una curva de oferta más bien plana para un amplio rango de demanda (esto último cuenta, además, con el apoyo de la geología, al menos parcialmente). La horizontalidad de la curva de oferta hace posible el pronóstico del precio de largo plazo puesto que para un amplio rango de curvas de demanda el precio será prácticamente igual al costo de los depósitos marginales. El precio así obtenido se conoce en economía de minerales como el precio de incentivo, puesto que sobre éste existe un incentivo económico a la entrada de nueva producción y, bajo él, al

cierre de operaciones. Por otro lado, la determinación del precio de largo plazo utilizando la metodología antes descrita se conoce como técnica del precio de incentivo y ha sido usada para pronosticar dichos precios en economía de minerales por casi tres décadas.

3. La técnica del precio de incentivo no está exenta de críticas. Tal vez la principal se refiere al hecho de que esta teoría descansa en un largo plazo que es independiente de las acciones que se tomen en el corto plazo. El largo plazo no debe ser entendido como un estado independiente del corto plazo, sino que más bien como el estado futuro al cual se llega concatenando periodos de corto plazo. De esta forma, mientras que la técnica del precio de incentivo responsabiliza a la oferta como principal conductor del precio de largo plazo.
4. Si bien la técnica del precio de incentivo funciona en la práctica, esto no se debe a que descansa sobre bases teóricas sólidas, sino que más bien al hecho de que gran parte de los actores de la industria minera se guían por la misma, con lo cual se termina convirtiendo en una “profecía autocumplida”.
5. Hoy existen teorías económicas (entre las cuales la teoría de juegos y la econometría se vislumbra como las más prometedoras) que permitirían no sólo mejorar la estimación del precio de largo plazo, sino que incorporar explícitamente consideraciones estratégicas en dicho precio, tales como el timing de la inversión. Sin embargo, todavía se requiere de desarrollo para incorporar las características específicas de las industrias de minerales.

5.2. Conclusiones

- ✓ En el análisis de correlación entre la oferta mundial de los commodities oro, cobre y zinc y sus respectivas cotizaciones; la correlación más significativa se observa en el cobre: 78.59%, sustentada dada su mayor demanda mundial.
- ✓ En el análisis de correlación entre el índice de producción agregada de los países industrializados y las cotizaciones de los commodities oro, cobre y zinc; la correlación más significativa se observa entre la cotización del commodity cobre y el IPAPIG8: 47.86%; explicada por la inminente demanda por este mineral para los procesos de manufactura en el resto del mundo.
- ✓ En el análisis de correlación entre el índice de precio al consumidor de los países industrializados y las cotizaciones de los commodities oro, cobre y zinc; se observa una alta correlación entre la inflación mundial (PROXY IPCPIG8): 87.13%; explicada fundamentalmente por el fuerte sesgo de los Bancos Centrales en adquirir este mineral con el objetivo de preservar su estabilidad monetaria. Asimismo se ha visto a menudo como un activo de refugio a largo plazo de la riqueza.
- ✓ En el análisis de correlación entre el tipo de cambio real de USA y las cotizaciones de los commodities oro, cobre y zinc; se observa mayor correlación entre TCRUSA y el precio del commodity oro.
- ✓ En la estimación paramétrica del commodity oro existe un ajuste en la calibración del orden del 90% así como una alta significancia individual para las series. Las variables que resultaron ser más significativas (en orden de significancia) son: el

precio internacional del petróleo, el índice de precios al consumidor de los países industrializados, la producción mundial del oro, el índice de producción agregada de los países industrializados y la tasa de interés real de los Estados Unidos de América.

- ✓ En la estimación paramétrica del commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 89.5% así como una alta significancia individual para las series. Todas las variables resultaron ser significativas. Cabe resaltar como factor determinante de la cotización internacional del cobre, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de transformación y transporte del mineral extraído.
- ✓ En la estimación paramétrica del commodity zinc se observa un ajuste en la calibración del orden del 65.12% así como una alta significancia individual para las series. La tasa de interés real de los Estados Unidos de América es el factor determinante de la cotización internacional del zinc. Asimismo se observa que los coeficientes estimados de esta especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%, con excepción de la producción mundial del zinc.
- ✓ Asimismo la tasa de interés real de USA es un factor determinante en la cotización de los tres commodities evaluados cobre, oro y zinc; siendo ésta más significativa en la cotización del zinc.
- ✓ Finalmente al realizar las estimaciones econométricas en primeras diferencias siguiendo el modelo de Borensztein y Reinhart se concluye que la cotización internacional del petróleo, producción mundial del cobre y tipo de cambio real de los Estados Unidos de América son variables significativas en la determinación

del precio del commodity cobre; la tasa de interés real de los Estados Unidos de América, el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América y producción mundial del zinc son variables significativas en la determinación del precio del commodity zinc y la variable tipo de cambio real de los Estados Unidos de América es la variable significativa en la determinación del precio del commodity oro.

5.3. Recomendaciones

El Perú es uno de los principales países mineros y uno de los mayores productores de metales en el mundo. El crecimiento económico observado en los últimos años ha venido impulsado por el buen desempeño de la minería y por el incremento de los precios internacionales de los commodities minero metálicos. Las recomendaciones de política para el sector minería metálica son complejas y requiere de una amplia colección de datos geológicos, metalúrgicos y relacionados con la minería; por lo tanto se recomienda:

- ✓ Monitorear las variables que determinan las cotizaciones de los commodities minero metálicos como el tipo de cambio real de USA; que resulto ser uno de los principales determinantes de los precios de los tres commodities minero metálicos (oro, cobre y zinc).
- ✓ Promover las inversiones locales e internacionales en la exploración, el desarrollo y la producción en minería metálica para lo cual las autoridades competentes deben poner a disposición datos geológicos (indicadores del tamaño y la calidad de los posibles yacimientos) y estableciendo un clima de inversión favorable; que permita

mejoras en la sociedad en general como la reducción de los niveles de pobreza en el país.

- ✓ Establecer un sistema de concesiones mineras donde debe incorporarse tres exigencias: a) la protección de la biodiversidad y el medio ambiente, b) respeto de derechos de las comunidades campesinas y los pueblos indígenas y, c) la participación de los gobiernos descentralizados y la planificación del territorio.

- ✓ Promover la máxima transparencia de la información -con fácil acceso, oportuna y permanente-sobre: las concesiones mineras entregadas en el territorio nacional, incluyendo ubicación, tamaño, dueño, estado de gestión, y otra información relevante.

- ✓ Por otro lado, se recomienda profundizar la investigación con estimaciones más sofisticadas y simulaciones econométricas para cada commodity; incorporando en el modelo más variables como otros commodities minero metálicos no incorporados en el modelo; así como variables exógenas como el tipo de cambio y la tasa de interés de la zona euro, el índice de precios al consumidor y el índice de producción agregada de países como China e India entre otros.

Referencias bibliográficas

- Acosta, F. A. (2009). *Impacto de las variables macroeconómicas en el ciclo de precios de commodities minerales*. Santiago de Chile: universidad de Chile.
- Barreto, R. (2016). *Análisis del mercado de commodities en argentina, Brasil, Chile y Colombia y su relacion con el crecimiento económico 2008T2-2016T1*. Bogotá: Fundación Universitaria los Libertadores.
- BCRP. (2016). *Memoria 2016*. Lima: BCRP.
- BCRP. (2011). *Glosario de Términos Económicos*. Lima.
- Borenstein, E., & Reinhart, C. (1994). The macroeconomic determinants of commodity prices. *Papers Vol. 41 No. 2 Junio*. IMF Staff.
- Cárdenas, J. (2016). *Superciclos de commodities: Cadenas de Markov para explicar cambio de régimen y su importancia predictiva*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Casas, C., & Málaga, A. (2016). *Modelo de equilibrio parcial del sector minero para una economía pequeña y abierta como la peruana*. Lima: Centro de Investigacion Universidad del Pacifico.
- Chu , K., & Morrison, T. (1984). The 1981- 82 Recession and Non-Oil Primary Commodity Prices. *Staff Papers. IMF. Vol. 31 Marzo*, 93-140.
- Clavijo , P., & Ros, J. (2015). La ley de Thirlwall una lectura crítica. *Investigación económica Vol. LXXIV Núm. 292 abril-junio*, 11-40.
- Contreras, A. A., & Gutiérrez, B. R. (2016). *Efectos de los ciclos de los precios de metales: Estimacion de un modelo de equilibrio general con Time to Build para la economia peruana 2001-2015*. Lima: Universidad del Pacifico.
- Cruz, T. (2015). *El impacto del indice y volatilidad del precio de los commodities en los ingresos fiscales en el Perú 2000-2015*. Trujillo: Universidad nacional de Trujillo.
- De la Cuba, M., & Ormeño, A. (2003). La volatilidad del sector primario exportador: Una aproximación al caso peruano. *BCRP: Estudios Economicos N° 9*, 149-172.
- Dornbusch, R. (1985). Policy and Performance Links Between LDC Debtors and Industrial Nations. *Brookings Papers on Economic Activity, Vol. N° 2*, 303-368.
- Fornero, J., & Kirchner, M. (2014). Learning About Commodity Cycles and Saving-Investment Dynamics in a Commodity-Exporting Economy. *Working paper of the Central Bank of Chile N° 727. Mayo*. Santiago.
- Gilbert, C. L. (1989). The Impact of Exchange Rates and Developing Country Debt on Commodity Prices. *The Economic Journal. Vol. 99, No. 397. Setiembre*, 773-784.
- Guerrero, R. (1990). *Estudio de la metalurgia del cobre en la cultura Vicus*. Piura: Universidad de Piura.

- Gujarati, D. N. (2010). *Econometria*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL/Interamerica Editores S.A.
- Halland, H., Lokanc, M., Nair, A., & Padmanabhan, S. (2016). *El sector de las industrias extractivas: Aspectos esenciales para economistas, profesionales de las finanzas públicas y responsables de políticas*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Harrod, R. F. (1933). *International Economics*. London: Nisbet & Co.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. .
- Hill, C. (2011). *Negocios Internacionales. Competencia en el mercado global*. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana editores S.A.
- Kaldor, N. (1975). Economic Growth and the Verdoorn Law - A Comment on Mr Rowthorn's Article. *The Economic Journal*. Vol. 85, No. 340. December., 891-896.
- Kravis, I. B. (1956). Availability and Other Influences on the Commodity Composition of Trade. *Journal of Political Economy* Vol. 64, N° 2. April, 143-155.
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2012). *Economía Internacional teoría y política*. Madrid: Pearson Edición, S.A.
- Lombardi, M., Osbat, C., & Schnatz, B. (2010). *Global Commodity Cycles and Linkages a Favar Approach*. Frankfurt: European Central Bank.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* Vol. 22, N° 1, July, 3-42.
- Macroconsult. (2012). *Impacto Económico de la Minería en el Perú*. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía.
- Mankiw, N. G. (2012). *Principios de Economía*. Mexico: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Medina, J. P., & Soto, C. (2007). The Chilean Business Cycles Through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model. *Working Papers. Central Bank of Chile* N° 457.
- MINEM. (2017). *Anuario Minero 2016, Ministerio de Energia y Minas*. Lima: MINEM, Abril.
- Mochon, F. (2009). *Economía Teoría y política*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana.
- Naqvi, K. (2013). The Metals Markets. En S. Gibner, *Commodity Investing and Trading* (págs. 133-164). United Kingdom: Berforts Group Ltd.
- Parkin, M. (2009). *Economía* (Octava ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Reicher, C., & Utlaut, J. (2011). *The Effect of Inflation on Real Commodity Prices*. Kiel: Kiel Institute for the World Economy.
- Reinhart, C., & Wickham, P. (1994). Commodity Prices: Cyclical Weakness or Secular Decline? *Paper vol.41, No 2, Junio*, p. 175-213. IMF Staff.

- Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5. Octubre, 1002-1037.
- Sala-i-Martin, X. (2001). Fifth Annual Conference of the Central Bank of Chile, The Challenges of Economic Growth. *15 years of New Growth Economics: What Have We Learnt?* Santiago, Chile.
- Salvatore, D. (1999). *Economía Internacional*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Schaper, M. (2007). Los desafíos del desarrollo sostenible en las economías abiertas en América Latina y el Caribe. *Pensamiento iberoamericano*, 199-213.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, Vol. 48, No. 1, 1-48.
- Sinnott, E., Nash, J., & De La Torre, A. (2010). Natural resources in Latin America and the Caribbean: beyond booms and busts? Washington DC.: The World Bank.
- Stock, J., & Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Survey, U.S. Geological. (2017). *Mineral Commodity Summaries*. Virginia: U.S. Geological survey 202 p.
- Thirlwall, A. (1979). The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences. *Banca nazionale de Laboro Quarterly Review*, 45-53.
- Tilton, J. (1985). The Metals. En W. Voyely, *Economics of the mineral industries : a series of articles by specialists* (4th ed., págs. 384-415). New York: American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
- Tilton, J. (1992). Economics of the Minerals Industries. En H. Hartman, *Mining Engineering Handbook vol. 1* (2nd ed., págs. 47-67). Littleton: Colorado Society for Mining, Metallurgy and Exploration INC.
- Torres Avendaño, G. I. (2005). El Acuerdo de Basilea: Estado del Arte del SARC en Colombia. *AD-minister N° 6 Enero - Junio. Universidad EAFIT*, 114-134.
- Trujillo Calagua, G. (2010). *Econometría con Eviews*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- U.S. Geological Survey . (2017). *Mineral Commodity Summaries 2017*. Virginia: U.S. Geological Survey.
- Ulloa, A. (2002 a). Análisis econométrico del consumo mundial del cobre y perspectivas futuras. En P. Meller, *Dilemas y Debates en torno al Cobre* (págs. 101-172). Santiago, Chile: Dolmen CIEPLAN.
- Ulloa, A. (2002 b). Tendencia y Volatilidad del Precio del Cobre. En P. Meller, *Dilemas y Debates en torno al Cobre* (págs. 291-337). Chile: Dolmen CIEPLAN.
- Yague Aguilar, P. (2014). *Estudio de los commodities: El caso de los cereales*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

Abreviaturas

BCRP: Banco Central de Reserva del Perú.

COT_COBRE: Cotización commodity cobre.

COT_ORO: Cotización commodity oro.

COT_ZINC: Cotización commodity zinc.

FOB: (Free on Board) Libre a bordo.

IMF: International Monetary Fund.

IPAPI: Índice de Producción Agregada de los Países Industrializados.

IPCPI: Índice de Precios al Consumidor de los Países Industrializados.

LME: London Metal Exchange.

MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

MINEM: Ministerio de Energía y Minas.

NYMEX: New York Mercantile Exchange.

OTC: (Over the Counter) Mercado extrabursátil / mercado paralelo no organizado.

PBI: Producto Bruto Interno.

TCRUSA: Tipo de Cambio Real de Estados Unidos de América.

TIRUSA: Tasa de Interés Real de Estados Unidos de América

WTI: (West Texas Intermediate) precio del barril de petróleo.

Definiciones conceptuales

Cobre

El cobre es quizás uno de los primeros metales que fue usado por el hombre; 6,000 a.C. ya se conocía el arte de fundirlo y trabajarlo para la confección de instrumentos y artículos domésticos. Su nombre deriva del término latín "ciprium" por Cyprus (Chipre), isla de donde fue obtenido por los romanos, denominándosele "Cuprum".

Es un metal de color rojizo, de superficie brillante, lustrosa, dúctil, maleable, flexible, buena resistencia a la corrosión, buen conductor de calor, su propiedad física más importante es su alta conductividad eléctrica.

Pertenece al grupo de los metales nobles junto con el oro y la plata, elementos que se caracterizan por su escasa reactividad por lo que es corriente encontrarlos libres en la naturaleza. En la naturaleza el cobre se encuentra en dos formas: en estado nativo (al igual que el oro y la plata), y en forma de compuestos, que es lo más frecuente, especialmente formando óxidos y sulfuros.

El cobre forma aleaciones con la mayoría de los metales; estas aleaciones se caracterizan por su resistencia mecánica moderada unida a una elevada ductilidad, en el vasto campo de las aleaciones de cobre encontramos materiales que cumplen muy variados requisitos respecto a las propiedades mecánicas a las que hay que añadir las características propias del cobre como elevada conductibilidad térmica y eléctrica, buena resistencia a la corrosión y al desgaste, entre otros (Guerrero, 1990).

Se utiliza en industrias cíclicas como la construcción y se considera un indicador adelantado del crecimiento. Sus principales usos son para el cableado eléctrico, telecomunicaciones, componentes electrónicos, tuberías; asimismo es usado en los sistemas de aire acondicionado y en los sistemas de procesado de comida. Se trata del tercer metal básico más utilizado, por detrás del hierro y el aluminio. Los principales mercados de cotización del cobre son el LME, el NYMEX y el Shanghai Futures Exchange (SFE). Los mayores consumidores de cobre en el mundo son Estados Unidos y China.

Commodities

Un commodity se define como todo bien que tiene valor o utilidad y muy bajo nivel de diferenciación o especialización. Un commodity es un producto o bien por el que existe una demanda en el mercado y se comercian sin diferenciación cualitativa en operaciones de compra y venta, es un término que generalmente se refiere a bienes físicos que constituyen componentes básicos de productos más complejos.

Un commodity es un producto de atributos no diferenciados, donde el factor precio es la clave determinante de compra. Su significado tradicional se circunscribe primordialmente a materias primas (Torres Avendaño, 2005).

Tipos de commodities:

Metales industriales.- También conocidos como metales no ferrosos, este grupo lo compone el aluminio, el cobre, el plomo, el níquel, el estaño y el zinc. Pero en esta lista encontramos un gran ausente: el acero¹¹. El acero es el metal más importante en

¹¹ Acero = Fe + C (mezcla de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 2,14 % en masa de su composición).

la economía mundial, sin embargo, debido a la gran variedad de tipos del mismo no se negocian en los mercados de commodities. Los seis metales industriales son negociados en diversos mercados a nivel global. No obstante, los principales contratos de referencia se negocian en el London Metal Exchange (LME).

Metales preciosos.- Los metales preciosos son los que tienen mayor valor económico porque no son abundantes, es decir, son escasos en la naturaleza. Algunos metales preciosos como el iridio excepcionalmente alcanzan las 8 toneladas de producción anual ya que se encuentra en menos de una billonésima parte de la corteza terrestre. Los metales considerados preciosos además del iridio tenemos: el oro, la plata, el paladio, el platino, el rutenio o el rodio. Los commodities oro y plata ocupan el primer y segundo lugar en el ranking de metales preciosos con mayor volumen de transacciones, según el New York Mercantile Exchange la que recoge el mayor volumen de estos futuros y opciones.

Softs.- Los commodities que son cultivados y crecen en la naturaleza se denominan softs. De acuerdo a esta especificación tenemos a los commodities tropicales como el café, el cacao o el azúcar, asimismo, tenemos los granos como el maíz, el trigo o la soja. No obstante, dada la importancia adquirida en los últimos años, existe un consenso para englobar bajo esta denominación solo productos tropicales, formándose otro grupo específico para los granos.

Carnes y derivados.- La carne de ganado porcino es la más consumida a nivel mundial. También en este mercado encontramos carne de ganado bovino, de aves, así como huevos, leche, manteca y derivados.

Energéticos.- La importancia de los commodities energéticos a nivel mundial se debe al predominio del petróleo crudo en la economía a nivel mundial. De acuerdo a Yague Aguilar (2014) “el petróleo es el commodity más negociado globalmente, tanto en el mercado de futuros como en el spot. Además del petróleo y sus derivados, en este grupo se encuentran el gas natural, etanol, electricidad, carbón, uranio, entre otros”.

Mercados de commodities

Los commodities minero metálicos se transan en dos tipos de mercados. El mercado spot y futuros. Los contratos de referencia del mundo están listados en la London Metal Exchange (LME). Sin embargo, otros contactos clave incluyen al Comex Copper y Shanghai Futures Exchange (SHFE) para los contratos de cobre. Participan activamente los agentes comerciales (compañías mineras, usuarios industriales, comerciantes físicos, consumidores finales), bancos, corredores, fondos de cobertura e inversores institucionales. Los metales preciosos que se comercializan activamente son oro (que se negocia más activamente y tiene el mayor número de participantes), plata, platino y paladio. Todos estos tienen OTC líquido y mercados de intercambio. A diferencia de otros commodities, también tienen un mercado mayorista de comercio físico muy grande, del cual Londres es generalmente considerado como el centro global, aunque existe una amplia gama de importantes mercados locales en todo el mundo (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 b), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

Correlación

Es un estadístico que mide el grado de asociación lineal entre dos variables aleatorias teniendo en cuenta las unidades en que éstas se miden. Su valor se expresa en

porcentaje y oscila entre: $-1 < r_{xy} < 1$. Un r_{xy} más cerca a la unidad indica una fuerte correlación entre ambas variables. (Trujillo, 2010)

Estacionariedad

Es una condición estadística de una variable aleatoria, que consiste en que la variable no deambule en torno a un valor predeterminado en el tiempo, es decir, debe girar en torno a una media, sin presentar una conducta errática o atípica. Estadísticamente de acuerdo a Trujillo (2010) “una variable estacionaria es aquella que se comporta con una media y una varianza constante en el tiempo, es decir que el proceso estocástico subyacente que lo generó es invariante con respecto al tiempo, es decir, estacionario” (p. 91). Si el proceso estocástico es estable en el tiempo, entonces se puede modelar el proceso a través de una ecuación con coeficientes estables que pueden ser estimados a través de datos pasados.

Índice de Precios al Consumidor (IPC)

El Índice de Precios al Consumidor (IPC) de acuerdo a Parkin (2010) “es una medida del promedio de precios que pagan los consumidores urbanos por una canasta fija de bienes y servicios de consumo”. Tradicionalmente el IPC se ha calculado aplicando un Índice de Laspeyres convencional. El IPC considera únicamente los precios de los bienes y servicios de consumo final que adquieren las familias. Por consiguiente no considera los precios de los bienes de capital ni los bienes intermedios.

Modelo Económico

Un modelo económico es la representación formal y abstracta de la realidad mediante el uso de variables endógenas (dependientes) y exógenas (independientes), que intentan describir un determinado fenómeno económico variables (Trujillo, 2010).

Oro

El oro es un elemento químico metálico (Au) cuyo número atómico es 79, según el DRAE (2014) “de color amarillo brillante, el más dúctil y maleable, muy buen conductor del calor y electricidad, escaso en la corteza terrestre, encontrándose nativo y muy disperso, utilizado en joyería, monedas y en odontología aleado con platino o paladio”. Se extrajo por primera vez hace aproximadamente 4 000 años y fue utilizado para acuñar moneda por primera vez el año 640 a. C, en la región que hoy es Turquía. La mayor parte de la demanda de oro está relacionado con la joyería. Generalmente se acostumbra realizar aleaciones de oro otros metales como la plata o el cobre, debido a que, en el uso diario el oro puro no es tan resistente. El oro por tener propiedades físicas y químicas como la conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión tiene aplicaciones en las diferentes industrias como la electrónica, química, aplicaciones médicas o fotografía. No obstante, la cotización elevada del oro limita un mayor desarrollo en las industrias. El principal mercado de cotización del commodity oro es el New York Mercantile Exchange (NYMEX). El oro es el más líquido de los metales preciosos y su cotización es en USD por onza.

Producción minería e hidrocarburos

De acuerdo al BCRP (2011) “el PBI minero es la suma del valor de producción minera e hidrocarburos”. El PBI minero se calcula con la información de los volúmenes de producción de los metales cobre, oro, zinc, plata, plomo, cadmio, hierro, estaño y

molibdeno. Así como la información de los volúmenes de producción de los hidrocarburos: petróleo crudo y gas natural.

Ruido blanco (White noise)

Este concepto está ligado a los residuos de la regresión. Los residuos de un modelo se dice que son “ruido blanco” si son una secuencia distribuida idéntica e independientemente con media cero y varianza constante. También se le conoce como proceso puramente aleatorio (Trujillo, 2010).

Tasa de interés real

Según Mankiw (2009) “la tasa de interés ajustada por la inflación se llama tasa de interés real, es decir, la tasa de interés real es la diferencia entre la tasa de interés nominal y la tasa de inflación”. La relación entre la tasa de interés real, la tasa de interés nominal y la inflación es:

Tasa de interés real = Tasa de interés nominal – Tasa de inflación.

La tasa de interés real de acuerdo a Parkin (2009) “es el costo de oportunidad de los fondos prestables, independientemente de su fuente. La tasa de interés real también es el costo de oportunidad de usar las utilidades retenidas”.

La fórmula exacta es:

$$\text{Tasa de interés real} = \left(\frac{\text{Tasa de interés nominal} - \text{tasa de inflación}}{1 + \text{Tasa de inflación}} \right) \times 100$$

La tasa de interés nominal nos dice qué tan rápido aumenta con el tiempo la cantidad de dinero, mientras que la tasa de interés real nos dice qué tan rápido aumenta con el tiempo el poder de compra.

Tipo de cambio real

El tipo de cambio real de acuerdo a Parkin (2009) “es el precio relativo de los bienes y servicios producidos en el país extranjero expresado en términos de los bienes y servicios producidos en el país local”. El tipo de cambio real según Mankiw (2009) “es el tipo al que una persona puede cambiar los bienes y servicios de un país por los bienes y servicios de otro”. La fórmula para calcular el tipo de cambio real es:

$$\text{Tipo de cambio real} = \frac{\text{Tipo de cambio Nominal}}{\left(\frac{\text{Índice de precios nacional}}{\text{Índice de precios extranjero}} \right)}$$

Por lo tanto, el tipo de cambio real depende del tipo de cambio nominal y de los precios de los bienes en los dos países medidos en las monedas locales.

Variables

Las variables económicas de acuerdo a su dependencia o independencia respecto de otras variables se clasifican en:

Variable endógena.- Variable que es explicada por un conjunto de variables que suponen su estructura. También se le denomina variable dependiente.

Variable exógena.- Aquellas que explican el comportamiento de un fenómeno económico. También se les conoce como variables independientes (Trujillo, 2010).

Zinc

El zinc es un elemento químico metálico (Zn) cuyo número atómico es 30, de acuerdo al DRAE (2014) “es de color blanco, brillante y blando, abundante en la corteza terrestre en forma de sulfuro, carbonato o silicato, utilizado en la fabricación de pilas eléctricas, formación de aleaciones (latón), y en la galvanización del hierro y acero”. Aproximadamente el 55% de la producción mundial se utiliza para galvanizar y evitar la corrosión de los metales como el hierro y acero. Asimismo se utiliza en las industrias automovilística, eléctrica y química. Es el cuarto metal industrial más utilizado. Los países con mayor demanda por zinc son China, Estados Unidos de América y Japón.

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	Metodología
	Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Dependiente o endógena	
Determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú. Una aproximación empírica 1990 - 2016	¿Cuáles son los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016?	Definir y analizar los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016	El precio de los principales commodities minero metálicos del Perú oro, cobre y zinc se explica de manera significativa por la producción mundial, y los precios pasados de estos minerales, así como por el índice de producción agregada de los países industrializados. en el periodo 1990 – 2016	Precio de los commodities (cotización oro, cobre y zinc)	Uso de información secundaria obtenida del BCRP, LME, FMI Aplicación de Métodos Econométricos con software Eviews.
	Problemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Independientes o exógenas	
	¿Es la producción mundial de los principales commodities minero metálicos una variable que determina la cotización de estos metales, en el período 1990-2016?	Analizar la relación existente entre la producción mundial de los principales commodities minero metálicos (oro, cobre y zinc) y los precios de estos, en el periodo 1990 – 2016.	La producción mundial de los principales commodities minero metálicos (cobre, oro y zinc) determina de manera significativa la cotización de los mismos en el periodo 1990 – 2016	Producción mundial del oro, cobre y zinc (PROD_ORO, PROD_COBRE Y PROD_ZINC)	
	¿Es el índice de producción agregada de los países industrializados una variable que determina el precio de los commodities minero metálicos del Perú en el período 1990 – 2016?	Analizar la importancia del índice de producción agregada de los países industrializados como determinante del precio de los commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.	El índice de producción agregada de los países industrializados resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos de exportación. en el periodo 1990 – 2016	Índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPI)	
	¿Es índice de precios al consumidor mundial una variable que determina el precio de los commodities minero metálicos del Perú en el período 1990 – 2016?	Conocer la relación existente entre el índice de precios al consumidor mundial y el precio de los commodities mineros metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.	El índice de precios al consumidor mundial resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.	Índice de precios al consumidor de los países desarrollados (IPCPI)	
	¿Cuál es el grado de importancia del tipo de cambio real de los EEUU en la determinación del precio de los principales commodities minero metálicos del Perú en el periodo 1990- 2016?	Establecer el grado de importancia que presenta el tipo de cambio real de los EEUU, en la determinación de la cotización de los principales commodities minero metálicos en el periodo 1990 – 2016	El tipo de cambio real de los EE.UU. determina de manera significativa el precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.	Tipo de cambio real de USA (TCRUSA)	

	¿Es la tasa de interés real de USA una variable determinante de los precios de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo d 1990 - 2016?	Conocer la relación existente entre la tasa de interés Real USA y la cotización de los commodities minero metálicos en el periodo de 1990 - 2016	La tasa de interés real de USA determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016	Tasa de interés real de USA (TIRUSA)	
	¿Cuál es la relación entre el precio internacional del petróleo y los precios de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo 1990 - 2016?	Conocer la relación existente entre el precio internacional del petróleo y la cotización de los commodities minero metálicos en el periodo de 1990 - 2016	El precio internacional del petróleo determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016	Precio internacional del petróleo (WTI)	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones (aspecto sub variables)	Definición operacional	Indicadores	Escala de Medición
Dependiente (Endógena)					
Precios de los Commodities	Es la cotización internacional de los commodities mineros metálicos de exportación: Oro, Cobre y Zinc; que se tranzan en las principales bolsas internacionales.	Precio mundial del cobre	Cotización internacional del cobre, que se tranzan en los principales mercados de commodities.	cUS\$/libras	Razón
		Precio mundial del oro	Cotización internacional del oro, que se tranzan en los principales mercados de commodities	US\$/onza troy	Razón
		Precio mundial del Zinc	Cotización internacional del zinc, que se tranzan en los principales mercados de commodities	cUS\$/libras	Razón
Variable	Definición conceptual		Definición operacional	indicadores	Escala de medición
Independientes (Exógenas)					
Índice de Producción Agregada de los Países Industrializados	Son los índices de producción de USA, Japón, Canadá y la Eurozona, el cual también considera las principales actividades industriales en dichos países		Variación porcentual	Porcentaje (%)	Razón
Índice de Precios al Consumidor de los países Industrializados	Es un índice económico que valora los precios de una determinada cantidad de bienes y servicios que se consideran representativos de los hogares.		Variación porcentual	Porcentaje (%)	Razón
Producción Mundial de Oro, Cobre y Zinc	Es la producción (oferta mundial) de estos tres commodities de exportación.		Producción de oro en gramos finos, cobre y zinc en Toneladas Métricas Finas	gf, TMF	Razón
Tipo de Cambio Real de USA	Es el precio relativo de los bienes entre diferentes países. Se define usualmente como la relación entre el poder de compra de una divisa en relación a otra divisa.		Precio	US\$/Euro	Razón
Precio Internacional del petróleo	Es la cotización de barril de petróleo en el mercado estadounidense.		precio	US\$/Barril	Razón
Tasa de Interés Real de los Estados Unidos	Es la rentabilidad nominal o tasa de interés de un activo descontando la pérdida del valor del dinero a causa de la inflación.		precio	Porcentaje (%)	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Series utilizadas en el modelo econométrico

Periodos	Cot ORO \$/onz	Cot COBRE \$ /Tn	Cot ZINC \$/ Tn	PROD ORO	PROD ZINC	PROD COBRE	IPAPI	IPCPI	TIRUSA	TCRUSA	WTI \$ / barrel
1990M01	410.11	2191.36	1294.00	8643212.04	83529.22	39112.21	32.00050	84.064900	6.454902	0.9478431	22.69
1990M02	416.81	2511.02	1394.00	8725939.51	72423.22	35057.36	32.32545	84.367193	6.437500	0.9381250	21.55
1990M03	393.06	2797.62	1666.00	9051621.04	68215.11	33447.24	32.48785	85.134886	6.438569	0.9381804	20.34
1990M04	374.24	2577.16	1686.00	8711998.44	72822.32	34883.23	32.44880	85.814961	6.408068	0.9455392	18.50
1990M05	369.05	2469.14	1775.00	8729258.24	79954.28	37558.39	32.50340	85.588884	6.336174	0.9385747	17.47
1990M06	352.33	2546.30	1715.00	8441043.97	69379.31	33280.99	32.61430	85.716721	6.381832	0.9518861	17.05
1990M07	362.53	2762.35	1637.00	8873338.68	64275.62	31583.78	32.57715	85.550493	6.245211	0.9997701	20.57
1990M08	394.73	2865.96	1615.00	10081937.48	78817.31	37807.79	32.67640	85.866563	6.177812	1.0000000	27.45
1990M09	389.32	2791.01	1537.00	11812789.54	105218.31	48292.50	32.72295	85.517394	6.188679	0.9928302	39.53
1990M10	380.74	2585.98	1353.00	10664626.04	93245.47	43219.89	32.47250	85.306060	6.079460	1.0254873	35.31
1990M11	381.73	2449.29	1278.00	9494412.86	81046.73	38189.03	32.09385	85.338081	5.841436	1.0254301	29.08
1990M12	376.95	2608.02	1265.00	9344672.63	70639.17	34159.88	31.88060	85.744739	5.447094	1.0186289	28.48
1991M01	383.64	2365.52	1206.00	8183158.22	64424.60	31450.81	76.73975	86.385121	5.129918	1.0342984	21.90
1991M02	363.83	2528.66	1188.00	7624884.05	46608.66	24332.09	76.02450	86.252580	4.636499	0.9982938	19.28
1991M03	363.34	2345.68	1199.00	7704362.59	56699.94	28163.80	75.50410	86.817364	4.540059	0.8990356	19.63
1991M04	358.38	2334.66	1254.00	8027025.90	62847.53	30566.14	75.22315	87.128990	4.374537	0.8871947	20.99
1991M05	356.95	2131.83	1127.74	7752793.76	65384.75	31365.78	75.43190	87.449897	4.262537	0.8705015	21.16
1991M06	366.72	2226.63	1067.45	7563020.73	57418.34	28370.92	76.57440	87.769549	4.338235	0.8349265	20.56
1991M07	367.69	2226.63	1063.41	7741266.21	59982.29	29408.94	75.80065	87.780353	4.273128	0.8644640	21.70
1991M08	356.31	2299.38	1047.74	7742807.41	55294.44	27522.95	75.77575	87.890824	4.143485	0.8605417	22.28
1991M09	348.74	2369.93	1025.60	7649750.35	49474.97	25212.49	76.15885	87.842116	3.978102	0.8962774	22.25
1991M10	358.69	2345.68	991.65	7785548.92	52546.74	26505.75	76.20060	87.800526	3.797376	0.8922741	23.29
1991M11	360.17	2261.90	1100.65	7756507.74	58842.48	28923.00	76.71370	88.108690	3.490566	0.9107402	21.48

1991M12	361.73	2131.83	1185.08	7587055.94	64721.20	31125.21	76.28065	88.093411	3.205499	0.9673661	19.15
1992M01	354.45	2164.90	1157.66	7452582.71	59980.45	29207.75	76.39580	76.925886	2.913955	0.9172090	18.93
1992M02	353.91	2270.72	1135.48	7359696.35	53021.01	26537.71	76.86905	77.262540	2.929293	0.9007937	18.69
1992M03	344.34	2239.86	1217.77	7633872.21	59711.74	29091.46	76.65100	77.927736	2.861251	0.8936736	19.49
1992M04	338.62	2202.38	1304.95	8032765.54	68939.12	32685.92	76.78730	78.259793	2.675753	0.8934720	20.88
1992M05	337.24	2228.84	1377.74	8396582.74	74600.45	34961.65	76.69510	78.251747	2.734431	0.9151754	22.13
1992M06	340.81	2414.02	1385.41	8385182.45	66075.81	31782.15	76.25660	78.027292	2.683797	0.9598144	21.84
1992M07	352.72	2475.75	1320.41	8289463.32	61099.35	29967.51	75.94455	78.078617	2.313167	0.9841993	21.83
1992M08	343.06	2414.02	1363.40	8283703.34	64247.12	31071.29	75.83255	78.207324	2.343750	1.0234375	21.46
1992M09	345.43	2288.36	1367.12	8363226.00	71654.28	33917.00	75.41340	78.052904	2.282069	0.9822821	21.83
1992M10	344.38	2224.43	1158.36	7686451.51	59786.91	29117.44	75.75550	78.004647	2.187721	0.8983063	20.68
1992M11	335.02	2151.68	1052.24	7270009.96	53944.54	26635.65	75.50135	78.277622	2.174525	0.8664321	19.91
1992M12	334.82	2266.31	1061.48	7223188.20	48013.73	24384.44	74.77935	78.347765	2.052003	0.8465917	19.49
1993M01	329.01	2171.52	1067.57	7334522.20	53844.20	26566.23	75.17160	78.694241	2.114846	0.8480392	20.27
1993M02	329.31	2096.56	1073.63	7391845.40	58412.97	28314.18	74.96570	78.572898	2.117400	0.8232006	20.53
1993M03	330.08	2109.79	996.76	7201755.42	53238.97	26276.19	74.78255	78.448054	2.142359	0.8422889	20.44
1993M04	342.15	1845.24	1006.00	7297693.95	68371.18	32138.88	74.62915	78.397932	2.058414	0.8574409	20.54
1993M05	367.18	1752.65	979.26	7275998.58	73737.77	34394.55	74.42295	78.370987	2.080444	0.8488904	20.04
1993M06	371.89	1891.53	928.23	6983862.40	62021.82	29902.66	74.28765	78.195937	2.106722	0.7949411	18.82
1993M07	392.19	1937.83	930.07	6945002.05	60850.98	29650.69	74.18535	78.385880	2.117647	0.7567474	17.94
1993M08	378.84	1887.13	886.83	6827749.28	59504.49	28952.73	74.69925	78.198070	2.092541	0.7859116	18.24
1993M09	355.28	1638.01	875.73	6765043.98	68385.84	32039.74	75.01205	78.620566	2.131034	0.8012414	18.72
1993M10	364.18	1609.35	918.57	6627115.41	69457.55	32499.13	75.26950	78.954579	2.053571	0.7781593	16.97
1993M11	373.83	1638.01	929.39	6440569.03	66383.86	31374.40	75.36445	79.124293	2.068493	0.7674658	15.36
1993M12	383.30	1829.81	975.53	6406192.52	58585.43	28533.27	75.59420	79.406377	2.023240	0.7607656	14.19
1994M01	386.88	1915.78	998.60	6645861.57	58797.66	28742.25	75.82380	79.718326	2.084757	0.7662338	15.24
1994M02	381.91	1902.56	969.75	6435747.74	55305.72	27291.32	76.43085	79.390648	2.215406	0.7724608	14.50

1994M03	384.13	1909.17	937.61	6416425.37	54109.04	26843.90	76.74155	79.488067	2.270564	0.7829368	14.78
1994M04	377.27	2012.79	924.34	6695809.31	52387.23	26220.56	77.72125	79.529005	2.418478	0.7934103	16.92
1994M05	381.43	2292.77	956.71	7012950.60	44755.07	23508.75	77.86200	79.732737	2.718644	0.7937627	18.30
1994M06	385.64	2361.11	966.00	7226720.73	45148.64	23778.24	78.29055	79.777909	2.873563	0.8148749	19.37
1994M07	385.49	2451.50	962.64	7367432.87	42795.32	22938.19	78.44765	79.549226	2.870620	0.8144205	20.30
1994M08	380.36	2568.34	946.91	6872554.00	29281.01	17610.98	78.75055	79.840290	3.000000	0.8100000	17.60
1994M09	391.58	2500.00	993.55	7157590.91	38648.68	21372.41	79.08085	79.919516	3.168118	0.8254521	18.36
1994M10	389.77	2731.48	1059.55	7270742.90	30715.55	18427.38	79.89145	80.013808	3.186078	0.8486613	18.16
1994M11	384.39	3022.49	1150.27	7440374.98	21088.29	14836.94	80.41895	80.191076	3.531375	0.8113485	18.06
1994M12	379.29	3093.03	1112.75	7281633.62	14135.51	12095.05	81.19090	80.536966	3.630913	0.8173884	17.77
1995M01	378.55	3037.92	1154.81	7490162.64	20738.27	14665.99	81.00710	80.895210	3.674419	0.8235216	18.48
1995M02	376.64	2868.17	1030.68	7197714.30	21451.17	14767.36	81.06235	81.093127	3.923128	0.8424785	18.52
1995M03	382.12	3075.40	1021.70	7309180.92	13406.58	15640.13	81.01420	80.777839	3.955026	0.8808862	19.18
1995M04	391.03	2848.32	1059.14	7629003.60	30438.46	24417.89	81.20700	80.466065	3.985507	0.8729249	20.36
1995M05	385.22	2918.87	1036.62	7310821.07	21477.50	19713.24	81.41195	80.805466	3.951348	0.8579882	18.88
1995M06	387.56	3059.96	1007.77	7014042.21	9940.15	13838.51	81.34035	80.960411	3.937008	0.8740814	17.38
1995M07	386.23	2980.60	1028.06	7093481.95	15256.56	16518.72	81.19510	81.351261	3.833552	0.8784404	17.62
1995M08	383.67	2927.69	1015.48	7095095.94	17301.22	17499.22	81.56055	82.236422	3.754088	0.8336167	17.89
1995M09	383.06	2932.10	988.03	6971918.13	14598.39	16072.67	82.06080	82.959304	3.788374	0.8472240	17.54
1995M10	383.14	2837.30	980.43	6975437.93	18986.36	18259.69	81.42240	83.047777	3.752443	0.8477524	17.67
1995M11	385.31	2916.67	1033.19	7205339.67	19976.30	18914.82	81.61550	83.267475	3.773585	0.8298634	18.27
1995M12	387.44	2779.98	1017.16	7382080.53	28826.77	23431.17	82.31585	83.356831	3.638726	0.8302144	19.54
1996M01	399.45	2550.71	1019.69	7160307.92	37503.46	27813.28	81.41735	83.829694	3.594053	0.7976729	17.76
1996M02	404.76	2572.75	1035.83	7517367.02	42429.05	30514.41	81.90740	83.998615	3.367742	0.8097419	19.59
1996M03	396.21	2572.75	1063.25	7835374.39	47047.83	32866.71	81.91695	84.214567	3.414791	0.8075241	21.43
1996M04	392.85	2671.96	1043.95	7697057.61	39597.34	29033.38	81.85815	84.437421	3.344010	0.7859705	20.95
1996M05	391.93	2610.23	1036.55	7485939.68	39224.44	28732.82	82.59750	84.335360	3.350384	0.7923274	19.77

1996M06	385.27	2023.81	1009.40	7574995.33	67274.32	42659.99	82.97175	84.519011	3.363114	0.7933631	20.92
1996M07	383.47	2072.31	1000.52	7471740.87	63116.05	40510.21	82.45400	84.431690	3.439490	0.8131847	20.46
1996M08	387.35	2127.43	1007.95	7795145.62	65660.49	41985.26	83.23290	84.297770	3.320611	0.8097964	22.25
1996M09	383.14	2006.17	998.98	8066871.36	74839.06	46629.42	83.49985	84.570127	3.360812	0.7928979	24.20
1996M10	381.07	2039.24	1002.72	7913107.70	70964.68	44599.96	83.21945	84.853728	3.312263	0.7991150	23.25
1996M11	377.85	2431.66	1044.31	8066822.32	55264.72	36821.00	83.96105	84.920867	3.345936	0.7901701	23.70
1996M12	369.00	2266.31	1036.55	8359077.33	66514.40	42446.83	84.11535	85.158826	3.324953	0.7880578	25.90
1997M01	355.11	2334.66	1086.14	8126768.52	60016.81	38938.41	84.21275	85.579283	3.293601	0.7400251	24.15
1997M02	346.58	2506.61	1178.16	7682288.22	46935.45	32138.68	85.00225	86.140896	3.249843	0.7180964	20.30
1997M03	351.81	2524.25	1254.34	7893342.07	51386.76	34562.41	85.78585	86.181370	3.372966	0.7297247	20.35
1997M04	344.47	2480.16	1240.02	7800381.71	51231.69	34337.83	86.26045	86.436311	3.445904	0.7038774	20.20
1997M05	343.84	2614.64	1310.13	8089338.98	50656.84	34211.71	86.10475	86.028810	3.439650	0.7135710	21.00
1997M06	340.76	2506.61	1354.98	7989700.71	55194.37	36408.23	87.06265	85.615311	3.470662	0.7033084	19.82
1997M07	324.10	2398.59	1517.02	8346679.09	68131.51	42883.57	87.67320	85.722766	3.441397	0.6691397	20.19
1997M08	324.01	2184.74	1650.63	8572931.44	84794.94	51360.78	88.16700	86.060334	3.445274	0.6764925	19.66
1997M09	322.82	2109.79	1638.29	8774341.40	90899.17	54477.30	88.39890	86.425594	3.436725	0.6899504	21.13
1997M10	324.87	1999.56	1276.67	7935645.72	75455.20	46238.37	89.45885	86.424458	3.405573	0.7077399	21.10
1997M11	306.04	1854.06	1171.15	7282225.78	68927.29	42378.39	89.63740	86.799966	3.413729	0.6944960	19.13
1997M12	288.74	1695.33	1101.26	6797988.10	66456.32	40657.76	90.17270	87.159143	3.399258	0.6792954	17.65
1998M01	289.10	1735.01	1096.25	6717411.96	63305.10	39051.09	90.59190	87.122944	3.432099	0.6660494	17.21
1998M02	297.49	1671.08	1043.20	6350063.50	60386.77	37509.22	90.84100	86.914233	3.401235	0.6718519	15.44
1998M03	295.94	1748.24	1046.75	6400615.71	57413.49	36031.62	90.82600	87.118476	3.388889	0.6646914	15.75
1998M04	308.29	1820.99	1096.18	6545135.95	58178.16	36667.15	91.12700	87.411630	3.360049	0.6794081	15.56
1998M05	299.10	1697.53	1060.37	6360989.33	59821.03	37261.68	91.56130	87.763444	3.376384	0.6782903	15.21
1998M06	292.32	1618.17	1007.60	6059027.88	57432.44	35814.54	91.02790	88.215711	3.415233	0.6727273	14.30
1998M07	292.87	1686.51	1043.50	6140637.64	56266.64	35295.85	91.32105	88.154415	3.394608	0.6798407	14.27
1998M08	284.11	1589.51	1029.05	5907286.17	56481.43	35171.08	91.61705	88.475831	3.396573	0.6916769	13.29

1998M09	288.98	1615.96	999.64	6327683.71	60989.59	37666.26	91.63970	88.316831	3.370031	0.7214067	16.19
1998M10	295.93	1591.71	941.36	5950803.94	55808.05	34969.95	92.09535	87.591325	3.093350	0.7252593	14.48
1998M11	294.12	1545.41	965.95	5500239.06	51925.16	32810.49	91.77290	87.555306	2.943327	0.7069470	11.37
1998M12	291.68	1461.64	961.58	5601846.25	57096.50	35402.37	91.64465	87.635973	2.846715	0.7130779	12.14
1999M01	287.08	1413.14	931.75	5617557.02	58565.82	36067.46	92.55215	87.495249	2.811172	0.6901032	12.81
1999M02	287.33	1375.66	1017.60	5738826.89	64189.15	38972.39	92.19080	87.933724	2.890103	0.6693989	12.31
1999M03	285.96	1371.25	1028.80	6456571.51	74978.90	44676.06	92.31750	88.327600	2.918689	0.6535194	16.66
1999M04	282.62	1580.69	1018.18	6741492.44	68632.39	41595.99	92.78385	88.768740	2.857143	0.6371308	18.69
1999M05	276.44	1375.66	1039.92	6467011.41	74459.00	44301.39	93.07625	89.067566	2.855422	0.6278916	16.85
1999M06	261.31	1673.28	999.91	6698611.99	61533.21	37746.17	93.40210	89.020773	2.867470	0.6239157	19.33
1999M07	256.08	1671.08	1071.23	7030763.64	67769.63	40976.41	94.03845	89.137530	2.993401	0.6422915	20.52
1999M08	256.69	1712.96	1129.69	7431755.31	73044.12	43830.22	94.22585	88.825940	3.034111	0.6321963	22.15
1999M09	264.74	1803.35	1192.93	8001843.32	79147.36	47276.99	94.34770	88.634013	3.110846	0.6367104	24.54
1999M10	310.72	1770.28	1147.98	7677742.17	78457.41	47366.43	95.45640	88.819081	3.093397	0.6276621	21.79
1999M11	293.18	1763.67	1146.39	8083651.84	83282.79	49730.50	95.87935	88.810980	3.218527	0.5992280	24.87
1999M12	283.07	1880.51	1185.24	8268303.55	80558.53	48343.76	96.03885	88.848156	3.139810	0.5968602	25.76
2000M01	284.32	1860.67	1178.58	8562173.46	85703.59	51060.27	95.94320	89.002923	3.219138	0.5726521	27.65
2000M02	299.86	1735.01	1098.25	8918528.68	96118.80	56587.37	96.67880	89.670300	3.370588	0.5674706	30.57
2000M03	286.39	1763.67	1113.00	9199325.84	84990.71	50574.43	97.02035	89.708126	3.421053	0.5591813	26.86
2000M04	279.69	1741.62	1132.52	9009156.81	83508.47	49675.87	97.86590	89.584069	3.522528	0.5338209	25.71
2000M05	275.19	1787.92	1154.07	9632005.45	89624.83	52939.67	98.60695	89.963355	3.662383	0.5478388	29.03
2000M06	285.73	1798.94	1116.19	10197670.63	96397.01	56676.48	97.94280	90.277360	3.792102	0.5531940	32.44
2000M07	281.59	1920.19	1135.91	9346861.49	79651.25	47921.97	98.48120	90.510200	3.786914	0.5363636	27.50
2000M08	274.47	1951.06	1172.55	10398942.69	92278.86	54586.37	98.42070	90.478780	3.763752	0.5146497	33.09
2000M09	273.68	2017.20	1221.67	10126544.35	86685.11	51695.08	98.61590	90.666856	3.755760	0.5091590	30.87
2000M10	270.00	1867.28	1091.61	10096014.11	90020.31	53234.69	98.47660	90.869768	3.743531	0.4883841	32.70
2000M11	266.01	1854.06	1058.68	10151425.46	90279.45	53318.98	98.98845	91.053221	3.737084	0.5008037	33.61

2000M12	271.45	1867.28	1059.33	8955375.55	74435.72	44985.70	99.20825	91.597695	3.665521	0.5397480	26.72
2001M01	265.49	1871.69	1032.70	9907924.82	77448.10	46603.18	98.37710	92.023840	3.405467	0.5333144	28.62
2001M02	261.87	1785.71	1021.58	10123385.93	73911.06	37995.21	98.28680	92.266913	3.119318	0.5246591	27.35
2001M03	263.03	1671.08	1005.62	10522623.53	80219.61	44790.38	97.92280	92.829366	3.015332	0.4984668	26.37
2001M04	260.48	1688.71	970.14	10661109.21	80521.37	43199.70	97.35555	93.224349	2.721088	0.5034580	28.48
2001M05	272.36	1657.85	937.96	11296543.94	83829.83	45608.91	97.24380	93.518126	2.374506	0.4771010	28.39
2001M06	270.23	1554.23	896.93	11984702.24	82544.20	42623.55	96.90570	93.601516	2.234102	0.4783343	26.37
2001M07	267.53	1494.71	853.30	12022412.75	84376.40	72467.82	95.74300	93.619683	2.125141	0.4939121	26.70
2001M08	272.39	1494.71	830.03	13615183.42	86924.63	70243.35	96.80505	93.412089	2.057497	0.5143179	26.65
2001M09	283.42	1424.16	799.51	11501930.28	87006.54	78665.55	95.99620	93.322255	1.723751	0.5119034	23.44
2001M10	283.06	1371.25	761.74	13075940.77	90067.18	83347.15	95.14270	93.254625	1.402027	0.5066441	21.20
2001M11	276.16	1591.71	774.35	12686728.42	125338.44	63511.23	94.55775	93.160991	1.177465	0.5050704	19.46
2001M12	275.85	1439.59	757.97	11123623.97	104442.04	93299.33	94.83270	93.748260	1.025930	0.5021984	19.96
2002M01	281.51	1611.55	794.20	12990990.29	107739.52	72627.59	95.14240	94.388624	0.973551	0.4831176	19.71
2002M02	295.50	1574.07	773.47	11501740.76	97406.35	54196.71	95.25170	94.687858	0.977528	0.4879775	21.78
2002M03	294.06	1675.48	820.00	11974659.96	113809.70	71588.46	95.91475	94.935194	0.969188	0.4884034	26.21
2002M04	302.68	1615.96	807.58	11263804.99	98548.52	69408.13	96.21020	95.219993	0.976018	0.5020636	27.32
2002M05	314.49	1677.69	768.25	12283817.03	95385.11	67654.17	96.49990	95.061439	0.974930	0.5202786	25.37
2002M06	321.18	1690.92	769.42	13127722.13	94656.37	71769.21	97.09525	94.906571	0.974388	0.5522272	26.79
2002M07	313.29	1492.50	795.01	12117537.20	120157.83	60468.56	96.68320	94.749881	0.961111	0.5430556	27.02
2002M08	310.26	1514.55	748.81	14218084.63	104112.85	79669.35	96.94485	94.943636	0.963989	0.5440443	28.97
2002M09	319.14	1455.03	756.18	14265723.09	90058.66	73189.86	97.06375	95.181104	0.967920	0.5457965	30.59
2002M10	316.56	1574.07	755.09	15226016.08	108030.81	76155.70	96.59940	95.579899	0.965784	0.5467439	27.18
2002M11	319.07	1622.57	764.57	15068427.09	94671.06	71578.19	97.09425	95.574536	0.738292	0.5479890	26.87
2002M12	331.92	1536.60	794.26	13491395.29	108420.15	76246.93	96.21670	95.862618	0.682068	0.5776128	31.21
2003M01	356.86	1743.83	782.34	14193906.53	103960.05	75341.64	97.22920	96.029799	0.679080	0.5897590	33.51
2003M02	358.97	1708.55	785.67	12699796.80	98884.37	63342.27	97.42340	96.647395	0.686275	0.5881264	36.76

2003M03	340.55	1571.87	790.33	12163076.79	118043.44	70220.00	96.96970	96.852111	0.679717	0.5940185	31.14
2003M04	328.18	1598.32	756.75	12970305.76	109385.13	70243.52	96.78200	96.839724	0.687773	0.6104258	26.09
2003M05	355.68	1719.58	776.12	14232116.21	127541.79	67834.29	95.98965	96.750153	0.688901	0.6444505	29.56
2003M06	356.35	1649.03	790.66	15122017.63	115774.64	70674.16	96.06385	96.952685	0.666303	0.6286729	30.15
2003M07	351.02	1803.35	828.50	15568554.55	118446.13	64646.95	97.05570	97.049243	0.549809	0.6113772	30.56
2003M08	359.77	1770.28	815.20	15655551.50	109870.62	70356.71	96.46900	97.213631	0.558266	0.5951220	31.76
2003M09	378.95	1792.33	818.94	16909950.89	118370.74	66183.96	96.61815	97.145679	0.545651	0.6299298	29.19
2003M10	378.92	2065.70	900.10	15952626.90	112682.21	76856.56	97.82570	96.809729	0.546241	0.6265008	29.24
2003M11	389.91	1999.56	914.24	14190105.40	118835.12	71729.95	98.01685	96.890663	0.540541	0.6483243	30.33
2003M12	406.95	2299.38	976.76	12966620.89	121998.04	75175.07	98.18190	97.183771	0.528302	0.6785984	32.51
2004M01	413.79	2519.84	1015.89	17617226.32	113599.93	74029.85	98.22360	97.430966	0.536769	0.6692968	33.16
2004M02	404.88	2960.76	1085.79	16445806.88	94250.65	81671.46	98.86070	97.831688	0.540975	0.6689877	36.08
2004M03	406.67	2996.03	1101.80	13807557.01	103733.18	88863.24	98.48420	98.268559	0.534474	0.6582042	35.75
2004M04	403.26	2667.55	1028.91	14273155.96	104742.89	88389.41	98.98385	98.278404	0.533618	0.6393810	37.31
2004M05	383.78	2817.46	1030.98	13384884.98	117522.71	77341.05	99.53615	99.084025	0.531350	0.6475027	39.90
2004M06	392.37	2656.53	1018.86	12963897.09	85201.57	93564.69	99.12810	99.044174	0.545262	0.6451562	36.92
2004M07	398.09	2883.60	988.10	13253042.40	104912.23	79662.42	99.80160	99.195945	0.666314	0.6356425	43.72
2004M08	400.51	2824.07	976.80	13529644.71	113990.06	87285.18	99.03615	99.433131	0.755814	0.6441860	42.23
2004M09	405.28	3086.42	980.03	13848879.71	88142.85	91356.58	99.67825	99.558733	0.848261	0.6550053	49.56
2004M10	420.46	2969.58	1066.95	15850569.12	99668.37	84809.48	100.33505	99.865995	0.922432	0.6700734	51.78
2004M11	439.38	3181.22	1100.23	14591701.32	95689.53	86119.37	99.92705	99.853558	1.006781	0.6934272	49.16
2004M12	442.08	3278.22	1182.14	13657451.90	87551.75	102481.33	100.33515	100.058624	1.126761	0.7072509	43.36
2005M01	424.03	3225.31	1245.55	15535801.01	105472.23	80837.68	100.90850	100.028471	1.189979	0.6802714	48.25
2005M02	423.35	3306.88	1323.11	14857143.92	104888.49	76402.05	100.99775	100.620331	1.299376	0.6879938	51.75
2005M03	433.85	3328.92	1373.96	14190636.86	99853.25	85784.05	100.91415	101.122055	1.361989	0.6713102	55.31
2005M04	429.23	3291.45	1297.81	13993002.56	106957.20	79628.96	101.68710	101.445814	1.440372	0.6645844	49.20
2005M05	421.87	3317.90	1245.54	14220044.02	101354.04	83264.30	101.07070	101.453068	1.549587	0.6358471	52.08

2005M06	430.66	3425.93	1273.12	17106069.54	96183.44	75999.44	101.72185	101.599334	1.569437	0.6247806	56.63
2005M07	424.48	3721.34	1196.86	17147578.92	104148.80	82507.04	101.91390	102.122858	1.672653	0.6223704	60.71
2005M08	437.93	3769.84	1300.75	17277819.15	103365.92	86602.44	101.45755	102.333143	1.784804	0.6294748	68.63
2005M09	456.05	3972.66	1396.66	18161222.89	105233.30	83884.69	101.15315	102.896928	1.820926	0.6051308	66.21
2005M10	469.90	4179.89	1483.22	21825114.44	88277.13	93530.74	101.88475	103.174146	1.898543	0.6021095	59.80
2005M11	476.67	4574.51	1610.65	22604133.14	100177.58	82924.23	103.15070	103.220650	2.019182	0.5951035	57.33
2005M12	510.10	4766.31	1819.36	20903577.87	85759.53	98532.29	103.14365	103.404393	2.099950	0.5978294	61.06
2006M01	549.86	4929.45	2091.77	18608091.75	85040.32	87744.04	103.50440	103.470551	2.152534	0.6098846	67.86
2006M02	555.00	4819.22	2219.75	16735440.78	95755.16	72241.32	103.54195	103.935068	2.251755	0.5978937	61.37
2006M03	557.09	5485.01	2427.66	17621806.57	92960.07	95677.79	103.97610	104.128486	2.298448	0.6068603	66.25
2006M04	610.65	7354.50	3068.34	16703599.61	95280.43	89631.64	104.29760	104.590333	2.386647	0.6296462	71.80
2006M05	675.39	8192.24	3544.64	17797995.59	102806.19	81548.37	105.02655	104.677413	2.454049	0.6364630	71.42
2006M06	596.15	7632.28	3197.59	18330393.87	100295.41	82838.35	105.21100	105.016353	2.472745	0.6337463	73.94
2006M07	633.71	7958.55	3320.74	16974974.04	102256.36	87493.99	105.10285	105.447994	2.582553	0.6290784	74.56
2006M08	632.59	7647.71	3339.97	16333000.85	110756.40	85035.41	105.46785	105.773950	2.576055	0.6284102	70.38
2006M09	598.19	7625.66	3394.06	16464395.04	97806.02	85073.60	105.43030	105.633334	2.588757	0.6248521	62.90
2006M10	585.78	7354.50	3829.60	15988429.40	112418.13	92500.09	105.31485	105.551804	2.600297	0.6321446	58.72
2006M11	627.83	6990.74	4378.61	16284098.38	105072.54	92564.55	105.71950	105.564558	2.599010	0.6554950	62.97
2006M12	629.79	6291.89	4381.45	15426390.29	101347.34	96548.28	107.31145	106.022820	2.580010	0.6498769	60.85
2007M01	631.17	5694.44	3784.86	14426856.20	115434.17	83091.41	106.50855	106.255359	2.580652	0.6406897	58.17
2007M02	664.75	6025.13	3321.38	12567798.38	112947.79	82498.29	107.33600	106.701529	2.575578	0.6480566	61.78
2007M03	654.90	6929.01	3256.18	15191404.69	126123.34	100609.40	107.77505	106.932251	2.562254	0.6506956	65.94
2007M04	679.37	7808.64	3566.86	14415043.62	109158.14	94348.57	107.44875	107.480280	2.549732	0.6627360	65.78
2007M05	667.31	7480.16	3847.52	12915248.17	127882.08	98748.55	108.52180	107.977223	2.539237	0.6506735	64.02
2007M06	655.66	7614.64	3628.65	11577765.89	138651.98	94737.92	108.52370	108.345879	2.533368	0.6534159	70.47
2007M07	665.38	8055.56	3546.30	13181225.12	136301.17	99968.24	108.55745	108.433788	2.533682	0.6586128	78.20
2007M08	665.41	7519.84	3244.17	13238260.86	118587.45	109130.17	109.05830	108.064030	2.417332	0.6563392	73.98

2007M09	712.65	8004.85	2887.60	15022857.82	115616.45	104061.74	108.98145	108.195513	2.368771	0.6843541	81.64
2007M10	754.60	7645.50	2979.99	14374115.74	125636.30	113514.92	109.07975	108.630641	2.275443	0.6922415	94.16
2007M11	806.25	6959.88	2554.60	15696714.13	102053.13	99316.66	109.11450	108.835684	2.129638	0.6940057	88.60
2007M12	803.20	6679.89	2378.60	17520248.35	115961.87	110255.58	109.26280	109.293876	2.005250	0.6900140	95.95
2008M01	889.60	7250.88	2364.41	14434180.99	129746.29	85875.87	109.75345	109.179703	1.856966	0.7006514	91.67
2008M02	922.30	8492.06	2458.48	14737998.43	119663.63	100278.61	109.47700	109.667568	1.401120	0.7137719	101.78
2008M03	968.43	8518.52	2511.18	14275950.36	131546.92	105874.83	108.99935	109.797848	1.222780	0.7390090	101.54
2008M04	909.71	8672.84	2278.51	14348651.48	124908.29	103548.17	109.41035	110.539178	1.065709	0.7299642	113.70
2008M05	888.66	7998.24	2178.33	14677308.10	133939.38	107921.43	107.44705	111.466674	0.920040	0.7227426	127.35
2008M06	889.49	8589.07	1906.17	14386018.62	142228.56	103669.53	107.46080	112.517833	0.919697	0.7245370	139.96
2008M07	939.77	8192.24	1856.45	14377789.10	134588.29	109195.76	106.73125	113.055756	0.917741	0.7123224	124.17
2008M08	839.03	7559.52	1734.65	15662191.15	148953.94	108199.64	105.61225	113.091883	0.914537	0.6709955	115.55
2008M09	829.93	6366.84	1744.52	16012407.46	129123.40	104804.33	102.98445	112.785565	0.826948	0.6443802	100.70
2008M10	806.62	4065.26	1303.00	15693416.88	139010.68	106881.40	102.08085	111.496773	0.447015	0.5867877	68.10
2008M11	760.86	3578.04	1169.36	15957312.13	123154.70	116026.65	99.37860	110.308883	0.182967	0.5956754	55.21
2008M12	816.09	3075.40	1112.90	14927757.94	145355.76	116573.74	96.20915	109.601040	0.075687	0.6613118	44.60
2009M01	858.69	3223.10	1202.52	13858098.71	136751.48	106794.72	93.05290	109.555940	0.070777	0.6031623	41.73
2009M02	943.00	3364.20	1118.00	14042563.95	113834.25	97684.64	91.71700	110.244194	0.103430	0.5956136	44.15
2009M03	924.27	4054.23	1223.22	15643751.65	118852.03	104462.14	90.45060	110.873074	0.084708	0.6235911	49.64
2009M04	890.20	4526.01	1388.14	15556847.55	122543.25	103029.25	89.40290	111.218356	0.070519	0.6218355	50.35
2009M05	928.65	4843.47	1491.89	15618476.93	122492.16	108076.88	89.98790	111.298341	0.084498	0.6644384	66.31
2009M06	945.67	4977.95	1555.46	14640008.66	120823.87	106235.01	90.10625	111.861649	0.097770	0.6534755	69.82
2009M07	934.23	5767.20	1582.85	15687041.05	126629.00	100456.97	90.66045	111.616908	0.074514	0.6636364	69.26
2009M08	949.38	6190.48	1818.01	16666747.71	133328.57	107716.81	91.19980	112.022839	0.074265	0.6651350	69.97
2009M09	996.59	6192.68	1879.15	16331398.09	109083.99	106555.17	92.64540	111.740578	0.069489	0.6780289	70.46
2009M10	1043.16	6496.91	2070.84	15083865.75	136980.18	112624.23	92.47635	111.733140	0.055425	0.6797870	77.04
2009M11	1127.04	6940.04	2196.55	15338525.71	138486.57	109207.04	92.81655	111.931571	0.055240	0.6909139	77.19

2009M12	1134.73	7336.86	2374.04	13935254.00	129318.07	111881.13	93.04475	112.168643	0.055211	0.6587623	79.39
2010M01	1117.96	6715.17	2414.69	15803035.53	124612.42	101826.05	94.30325	112.463643	0.050578	0.6374145	72.85
2010M02	1095.41	7204.59	2158.82	14809031.72	119076.10	93993.04	94.20675	112.716586	0.059830	0.6271142	79.72
2010M03	1113.34	7817.46	2277.29	13673096.08	115432.75	99231.46	95.35665	113.056428	0.073613	0.6216615	83.45
2010M04	1148.69	7356.70	2367.53	12353817.06	117780.17	101074.38	95.84920	113.612541	0.091995	0.6116751	86.07
2010M05	1205.43	6827.60	1969.82	13902561.88	130142.45	103414.74	97.52460	113.543676	0.092043	0.5663399	74.00
2010M06	1232.92	6472.66	1746.51	14380691.76	134836.47	108533.53	97.51640	113.432556	0.082873	0.5633543	75.59
2010M07	1192.97	7290.56	1847.03	12703329.10	133755.64	106465.11	97.62695	113.311126	0.082719	0.5996186	78.85
2010M08	1215.81	7409.61	2047.48	12428800.11	121782.29	102872.46	97.95460	113.359550	0.087187	0.5821781	71.93
2010M09	1270.98	8037.92	2150.94	12604434.20	120190.24	98182.07	98.53970	113.444425	0.087046	0.6245791	79.95
2010M10	1342.02	8227.51	2373.56	13050467.52	123868.63	111484.72	98.86810	113.676988	0.086744	0.6368845	81.45
2010M11	1369.89	8428.13	2283.30	13496500.84	127547.02	124787.37	99.20010	114.029100	0.086525	0.5911016	84.12
2010M12	1390.55	9786.16	2287.32	13957778.50	131334.64	139677.33	99.99795	114.692625	0.081643	0.6068344	91.38
2011M01	1356.40	9812.61	2375.81	13560291.31	81136.05	139618.22	99.86415	115.156738	0.076858	0.6187525	90.99
2011M02	1372.73	9872.13	2473.45	14214087.64	100578.32	141970.09	100.10555	115.751063	0.072105	0.6219975	97.10
2011M03	1424.00	9479.72	2341.48	14924460.27	143123.17	144096.11	100.52035	116.385425	0.062767	0.6351156	106.19
2011M04	1479.76	9182.10	2371.48	15683715.41	184792.71	174432.42	100.16685	117.100438	0.044624	0.6605293	113.39
2011M05	1512.60	9199.74	2159.60	14641898.27	150945.02	150554.46	100.51135	117.187350	0.040035	0.6403744	102.70
2011M06	1528.66	9417.99	2234.47	14166844.93	129584.94	135772.48	99.82865	117.079325	0.040035	0.6452675	95.30
2011M07	1572.21	9863.32	2397.75	14498159.89	125011.98	133996.89	100.75845	117.078813	0.031057	0.6387009	95.68
2011M08	1757.21	9230.60	2199.24	14156948.48	155368.70	157452.56	101.29780	117.153113	0.044227	0.6359407	88.81
2011M09	1770.95	6933.42	2075.22	13238390.12	238182.68	212725.13	100.42370	117.290863	0.035305	0.5907404	78.93
2011M10	1665.21	8000.44	1871.42	13899765.17	192406.37	180388.85	100.65480	117.415950	0.030871	0.6111577	93.19
2011M11	1738.11	7854.94	1935.32	14738804.03	231181.90	209197.66	100.64050	117.548438	0.035216	0.5917621	100.36
2011M12	1641.84	7566.14	1911.15	14349211.78	225746.07	203221.20	100.48695	117.711688	0.030807	0.5698367	98.83
2012M01	1652.21	8350.97	1989.23	14437017.79	192913.91	181262.70	100.58935	117.761513	0.035109	0.5739489	98.46
2012M02	1742.14	8531.75	2057.79	15441559.34	222112.37	204090.73	100.97890	118.391138	0.043787	0.5835088	107.08

2012M03	1673.77	8430.33	2035.93	14917763.06	205898.57	191130.63	100.57895	119.263750	0.056795	0.5829773	103.03
2012M04	1649.69	8450.18	2002.68	14970883.30	203790.56	189302.37	100.56980	119.485700	0.061059	0.5774448	104.89
2012M05	1591.19	7411.82	1928.01	13241502.36	197411.64	181625.19	101.00210	119.194188	0.069954	0.5403066	86.52
2012M06	1598.76	7694.00	1855.93	13054035.28	177070.48	167651.70	100.61590	119.036838	0.070020	0.5540336	85.04
2012M07	1589.90	7539.68	1847.75	13270392.64	189979.39	176534.43	100.95660	119.104075	0.070030	0.5385272	88.08
2012M08	1630.31	7614.64	1816.32	14016188.37	210462.74	192132.80	101.21945	119.589950	0.056560	0.5471972	96.47
2012M09	1744.81	8317.90	2009.85	14176800.63	194665.38	183831.65	100.27995	119.870150	0.060609	0.5566547	92.18
2012M10	1746.58	7775.57	1903.96	13570687.05	200879.91	187239.69	100.05730	120.197800	0.069068	0.5594526	86.23
2012M11	1721.64	8002.65	1912.40	13707775.32	192109.53	181003.17	99.98255	120.301025	0.069181	0.5614888	88.54
2012M12	1684.76	8026.90	2040.43	14037146.50	200788.51	186732.31	100.41910	120.700725	0.069183	0.5705836	91.83
2013M01	1671.85	8209.88	2031.41	14469169.22	203267.67	188728.75	100.13070	121.213913	0.060438	0.5862088	97.65
2013M02	1627.57	7775.57	2128.69	14017686.79	210123.14	192060.43	100.43905	122.239838	0.064376	0.5603313	92.03
2013M03	1593.09	7484.57	1929.15	14121308.19	219700.38	197937.53	100.96510	122.528838	0.060264	0.5518417	97.24
2013M04	1487.86	7028.22	1855.60	13448256.77	212230.44	190017.84	101.09125	122.572075	0.064695	0.5678956	93.22
2013M05	1414.03	7250.88	1831.01	13132796.09	185859.28	170320.05	101.00080	122.969088	0.047435	0.5605554	91.93
2013M06	1343.35	6723.99	1839.01	13329921.45	211871.99	186960.11	101.31105	122.795988	0.038734	0.5599143	96.36
2013M07	1285.52	6876.10	1837.62	13898764.10	216519.54	189786.71	100.57215	123.178050	0.038668	0.5715170	105.10
2013M08	1351.74	7109.79	1896.39	14365651.96	225386.81	197665.98	101.39640	123.266100	0.034298	0.5668620	107.98
2013M09	1348.60	7321.43	1846.88	13841192.89	198365.16	178538.34	101.74235	123.481913	0.034240	0.5789199	102.36
2013M10	1316.58	7264.11	1884.84	13312827.61	184177.77	167656.05	101.36435	123.439675	0.038495	0.5810119	96.29
2013M11	1275.86	7123.02	1866.42	12886227.45	174965.99	160088.90	102.28660	123.713163	0.034157	0.5802912	92.55
2013M12	1221.51	7588.18	1974.98	13339577.43	164007.82	152298.08	102.17565	124.288263	0.038323	0.5853172	98.17
2014M01	1244.27	7098.77	2036.93	13418297.76	193361.23	172806.60	101.88105	124.314125	0.029732	0.5728521	97.55
2014M02	1299.58	7140.65	2034.53	13985633.06	212121.73	187297.68	102.34595	124.584438	0.029709	0.5857712	102.88
2014M03	1336.08	6715.17	2007.90	13936869.56	233558.59	202455.87	102.49480	124.980125	0.033913	0.5837717	101.57
2014M04	1298.45	6679.89	2027.21	13745142.09	227219.03	197223.79	103.17045	125.279663	0.038056	0.5863549	100.07
2014M05	1288.74	6913.58	2058.98	14030388.61	224205.62	195384.78	102.97705	125.403713	0.038006	0.5756262	103.40

2014M06	1279.10	7028.22	2128.10	14306266.18	227619.80	197928.00	103.06115	125.602050	0.042191	0.5776825	106.07
2014M07	1310.59	7105.38	2310.62	13960767.76	220726.62	193498.50	103.40365	125.606950	0.037933	0.5643200	98.23
2014M08	1295.13	6911.38	2326.99	13912067.67	227922.25	198053.44	102.84945	125.859400	0.037949	0.5537542	97.86
2014M09	1236.55	6626.98	2294.59	13184618.96	215163.82	187352.94	103.48750	126.184413	0.037893	0.5318513	91.17
2014M10	1222.49	6748.24	2276.83	12261800.78	180844.70	162575.32	103.47205	126.316700	0.037871	0.5270333	80.53
2014M11	1175.33	6305.11	2253.23	10928870.46	159251.69	145309.08	103.99340	126.876438	0.037933	0.5248229	65.94
2014M12	1200.62	6256.61	2175.76	9881070.20	131141.96	125273.47	104.50910	127.221950	0.050748	0.5116635	53.45
2015M01	1250.75	5573.19	2113.05	9468432.02	154678.31	141617.74	104.14530	126.886975	0.046818	0.4804345	47.79
2015M02	1227.08	5987.65	2097.76	9559326.28	134979.94	127902.75	104.62880	127.603388	0.046726	0.4755857	49.84
2015M03	1178.63	6056.00	2028.73	9185836.01	115304.00	113116.86	104.60750	128.267425	0.046638	0.4549752	47.72
2015M04	1198.93	6362.43	2212.73	10423648.73	142591.88	133744.71	104.18660	128.364813	0.050805	0.4751966	59.62
2015M05	1198.63	6084.66	2281.80	10556105.57	161609.07	146879.22	104.11295	128.825088	0.050659	0.4638714	60.25
2015M06	1181.50	5782.63	2082.09	10214668.85	160098.35	144967.88	104.22995	129.152350	0.054755	0.4691205	59.48
2015M07	1128.31	5220.46	2000.68	8979395.12	145247.43	132260.07	104.78775	129.145763	0.054683	0.4621972	47.11
2015M08	1117.93	5154.32	1807.64	8895545.92	140480.11	128594.33	104.43915	129.217600	0.058897	0.4718073	49.20
2015M09	1124.77	5169.75	1720.23	8471304.93	125758.84	118112.78	104.45360	128.786325	0.058950	0.4706323	45.06
2015M10	1159.25	5099.21	1724.34	8686313.34	138243.12	127508.48	104.68245	128.943425	0.050431	0.4624941	46.60
2015M11	1086.44	4508.38	1583.31	7837614.09	133061.87	121468.95	104.09355	129.146675	0.050356	0.4433030	40.43
2015M12	1068.25	4686.95	1527.79	7458206.11	110552.63	105314.04	103.62260	129.128613	0.100823	0.4562239	37.13
2016M01	1097.91	4550.26	1520.36	7239345.08	112943.17	107197.07	105.27475	128.660513	0.142793	0.4551315	33.66
2016M02	1190.50	4691.36	1709.85	7616094.59	128936.64	120374.05	104.40700	128.622138	0.159861	0.4574119	32.74
2016M03	1245.14	4810.41	1801.69	8201344.36	146726.73	134278.70	103.41275	129.020663	0.151311	0.4783120	36.94
2016M04	1241.26	5024.25	1855.37	8992283.63	160408.46	144556.30	104.41925	129.085788	0.154883	0.4795513	45.98
2016M05	1260.95	4625.22	1869.03	9311100.51	190949.61	166091.85	103.74685	129.393925	0.154551	0.4649900	49.10
2016M06	1276.40	4839.07	2026.19	9467580.08	190178.70	166156.23	104.31110	129.403450	0.158395	0.4628877	48.27
2016M07	1336.65	4894.18	2183.25	9252966.30	189792.34	166827.60	104.16125	129.422975	0.162629	0.4659522	41.54
2016M08	1340.17	4563.49	2279.14	9631167.74	219496.62	187628.36	105.16710	129.425263	0.166458	0.4643343	44.68

2016M09	1326.61	4854.50	2292.31	9861289.26	211337.23	182138.39	104.57355	129.596288	0.165974	0.4664277	47.72
2016M10	1266.28	4850.09	2311.50	9663436.28	201546.02	174136.11	104.81850	129.972275	0.165383	0.4540174	46.83
2016M11	1238.35	5780.42	2566.20	10106989.83	173352.09	155200.56	105.49345	130.410600	0.169178	0.4368924	49.41
2016M12	1157.36	5507.05	2664.81	10378843.27	190644.86	165881.16	104.95875	131.383688	0.222193	0.4327002	53.75

Fuente: Data.imf.org, indexmundi, fred.stlouisfed.org, gold.org, stats.oecd.org; ecb.europa.eu, boj.org.jp.

Anexo 4: Matriz de correlación entre las series que intervienen en el modelo econométrico

	COT ZINC	COT ORO	COT COBRE	PROD ZINC	PROD ORO	PROD COBRE	IPAPIG8	IPCPIG8	TIRUSA	TCRUSA	WTI
COT_ZINC	1.000000	0.579891	0.820248	0.508889	0.467118	0.561229	0.395277	0.616109	-0.270624	-0.239489	0.677458
COT_ORO	0.579891	1.000000	0.865522	0.844214	0.416315	0.912105	0.428422	0.871328	-0.707729	-0.451174	0.819052
COT_COBRE	0.820248	0.865522	1.000000	0.695501	0.581350	0.785967	0.478578	0.783890	-0.565018	-0.32133	0.926834
PROD_ZINC	0.508889	0.844214	0.695501	1.000000	0.565453	0.964359	0.520788	0.878780	-0.73617	-0.613219	0.790673
PROD_ORO	0.467118	0.416315	0.581350	0.565453	1.000000	0.584643	0.507246	0.556178	-0.551264	-0.411359	0.710031
PROD_COBRE	0.561229	0.912105	0.785967	0.964359	0.584643	1.000000	0.579810	0.926760	-0.776756	-0.628915	0.837969
IPAPIG8	0.395277	0.428422	0.478578	0.520788	0.507246	0.579810	1.000000	0.641080	-0.709009	-0.794004	0.537190
IPCPIG8	0.616109	0.871328	0.783890	0.878780	0.556178	0.926760	0.641080	1.000000	-0.774874	-0.699704	0.788826
TIRUSA	-0.270624	-0.707729	-0.565018	-0.73617	-0.551264	-0.776756	-0.709009	-0.774874	1.000000	0.682500	-0.632581
TCRUSA	-0.239489	-0.451174	-0.32133	-0.613219	-0.411359	-0.628915	-0.794004	-0.699704	0.682500	1.000000	-0.390435
WTI	0.677458	0.819052	0.926834	0.790673	0.710031	0.837969	0.537190	0.788826	-0.632581	-0.390435	1.000000

Fuente: Eviews 9

Anexo 5: Resultados estadísticos de las series que intervienen en el modelo

	PROD ORO	PROD ZINC	PROD COBRE	IPAPIG8	IPCPIG8	TIRUSA	TCRUSA	WTI
Mean	11250724.7	105595.073	83278.89833	92.050679	100.231852	1.87984568	0.66851852	46.8962346
Median	11193714.5	99276.37	75258.355	97.040000	96.870000	2.050000	0.640000	32.720000
Maximum	22604133.1	238182.68	212725.13	109.750000	131.380000	6.450000	1.030000	139.960000
Minimum	5500239.06	9940.15	12095.05	31.880000	76.930000	0.030000	0.430000	11.370000
Std. Dev.	3607938.65	51856.0966	53534.1423	15.3725271	16.1518298	1.65225645	0.13955135	30.7164658
Skewness	0.26642528	0.69308801	0.740112785	-2.16613281	0.35899542	0.56985391	0.64539651	0.7762415
Kurtosis	2.06637583	2.91476459	2.483203655	8.80032315	1.83808319	2.66419527	2.76677385	2.30807669
Jarque-Bera	15.6003815	26.0381116	33.18497373	707.565698	25.1850803	19.0579328	23.2273042	39.0009778
Probability	0.00040966	2.22E-06	6.22E-08	0.000000000	3.40E-06	7.27E-05	9.04E-06	3.40E-09
Sum	3645234787	34212803.5	26982363.06	29824.42	32475.12	609.07	216.6	15194.38
Sum Sq. Dev.	4.2046E+15	8.6856E+11	9.25687E+11	76329.6127	84264.7591	881.774292	6.29028889	304750.91
Observations	324	324	324	324	324	324	324	324

Fuente: Eviews 9