

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL



**“CONSECUENCIAS ECONÓMICAS PARA CHILE ANTE EL DESCUBRIMIENTO  
DE UN PRODUCTO SUSTITUTO AL COBRE”**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
CIENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AL TÍTULO DE  
INGENIERO COMERCIAL

Profesora Guía Sra. Luz Arévalo González

Tricia Rojas Pavez

Viña del Mar, Chile  
2012

## ***Agradecimientos***

*Durante el desarrollo de esta investigación siempre estuvo presente el apoyo de algunas personas, que sin duda, sin sus recomendaciones, correcciones y opiniones esto no se habría concretado.*

*A mi profesora guía Luz Arévalo, que con su gran disposición, carisma, conocimientos y consejos me dio la confianza para seguir avanzando. Al profesor Raúl Alvear, gracias por todo el apoyo y paciencia depositada en mí.*

*Otra persona muy importante en el desarrollo de esto, debido al aporte de conocimientos, recomendaciones, y su gran voluntad es mi compañero Aníbal Alarcón.*

*Finalmente a toda mi familia y amigos, gracias a ustedes soy lo que soy en este momento.*

## **Dedicatoria**

*Mi primera investigación realizada para ser una profesional se lo dedico a todas las personas que estuvieron presentes directa e indirectamente en el desarrollo.*

*A mis padres que gracias a ustedes he logrado todo lo que tengo y lo que soy. Sin su apoyo, paciencia y contención, esto no habría sido posible. Anita todo lo que he hecho lo he realizado por ti, tú eres mi gran motor en esta vida. Roberto soy el fiel retrato de tu persona, gracias por tu comprensión y tolerancia.*

*A mi gran asesora personal no remunerada Claudia Rojas, la gran culpable de todas mis decisiones personales y profesionales, estaré infinitamente agradecida de ti porque eres la única que cree en mí a ojos cerrados.*

*A mi hermano que pese a la distancia que nos separa siempre estás en mi corazón. A mis sobrinos, a Leonardo Castro que con nuestras conversaciones y debates sobre economía, has logrado aportar en gran medida en este documento.*

*A mis amigos y finalmente a Nikolle Zamora que con tanta calma me escuchabas hablar del tema, sin comprender una cosa.*

## ÍNDICE

RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1. Exposición general del problema .....	3
1.1. Fundamentación teórica .....	4
1.1.1. Macroeconomía .....	4
1.1.2. Producto Interno Bruto (P.I.B.).....	6
1.1.3. Balanza Comercial.....	12
1.1.4. Inversión .....	13
1.1.5. Consumo .....	13
1.1.6. El cobre.....	14
1.2. Estado del Arte .....	19
1.3. Objetivos generales y específicos .....	20
1.3.1. Objetivo General .....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Interrogantes fundamentales .....	20
1.5. Métodos.....	21

1.6. Resultados esperados.....	21
CAPÍTULO II: LA DEMANDA DE COBRE .....	22
2. Consumo de cobre.....	22
2.1. Consumo de cobre por industria .....	23
2.1.1. La industria eléctrica .....	24
2.1.2. La industria de electrónica y comunicación .....	25
2.1.3. Industria de la construcción .....	25
2.1.4. Industria del transporte .....	26
2.1.5. Industria de maquinarias.....	28
2.1.6. Consumo general.....	28
2.2. Sustitución.....	32
2.2.1. Causas de sustitución de cobre .....	32
2.2.2. Productos sustitutos.....	34
CAPÍTULO III: EL MODELO .....	35
3. Características generales .....	35
3.1. Modelos.....	35
3.1.1. Producto interno bruto .....	35
3.1.2. Consumo .....	37
3.1.3. Inversión .....	37

3.1.4.	Exportaciones .....	38
3.1.5.	Tipo de cambio nominal.....	39
3.2.	Pruebas de especificación.....	40
3.2.1.	Producto interno bruto .....	40
3.2.2.	Consumo .....	45
3.2.3.	Inversión .....	48
3.2.4.	Exportaciones .....	50
3.2.5.	Tipo de cambio nominal.....	55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		57
4.	Condiciones generales .....	57
4.1.	Consumo .....	58
4.2.	Inversión.....	59
4.3.	Tipo de cambio nominal .....	60
4.4.	Exportaciones.....	60
4.5.	Producto interno bruto .....	61
CONCLUSIONES .....		63
BIBLIOGRAFÍA .....		66
Anexo 1 .....		68
Anexo 2.....		69

Anexo 3.....	70
Anexo 4.....	72
Anexo 5.....	74
Anexo 7.....	76
Anexo 8.....	77
Anexo 9.....	78
Anexo 10.....	79
Anexo 11.....	80
Anexo 12.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Resultados de los parámetros, modelo PIB. ....	40
Tabla II: Estadísticos, modelo PIB. ....	41
Tabla III: Hipótesis. ....	42
Tabla IV: Prueba de hipótesis, modelo PIB. ....	43
Tabla V: Intervalo de confianza, modelo PIB. ....	44
Tabla VI: Resultados de los parámetros, modelo consumo. ....	45
Tabla VII: Estadísticos, modelo consumo. ....	45
Tabla VIII: Hipótesis. ....	46
Tabla IX: Prueba de hipótesis, modelo consumo. ....	46
Tabla X: Intervalo de confianza, modelo consumo. ....	47
Tabla XI: Resultados de los parámetros, modelo inversión. ....	48
Tabla XII: Estadísticos, modelo inversión. ....	48
Tabla XIII: Prueba de hipótesis, modelo inversión. ....	49
Tabla XIV: Intervalo de confianza, modelo inversión. ....	49
Tabla XV: Resultados de los parámetros, modelo exportaciones. ....	50
Tabla XVI: Estadísticos, modelo exportaciones. ....	50
Tabla XVII: Prueba de hipótesis, modelo exportaciones. ....	53
Tabla XVIII: Intervalo de confianza, modelo exportaciones. ....	54
Tabla XIX: Resultados de los parámetros, modelo tipo de cambio nominal. ....	55
Tabla XX: Estadísticos, modelo tipo de cambio nominal. ....	55
Tabla XXI: Prueba de hipótesis, modelo tipo de cambio nominal. ....	55
Tabla XXII: Intervalo de confianza, modelo tipo de cambio nominal. ....	56

## **RESUMEN**

No existen dudas acerca de que el cobre es el mineral más cotizado en el mundo y que dentro de Chile es la industria que más ingresos tributarios aporta. Situación que se tiende a comparar con el salitre en su momento. Es por esta razón que la posibilidad de que se descubra un producto sustituto al cobre genera reacciones de temor acerca de sus consecuencias económicas en el país. El presente trabajo demuestra la situación actual respecto de los productos sustitutos al cobre y que consecuencias económicas tendría en variables como el consumo, inversión, exportaciones y el PIB, medidas a través de modelos econométricos.

## **ABSTRACT**

There is no doubt that the copper is the mineral most quoted in the world and within Chile is the industry that more tax revenue contributes. Situation that lends to compare with the saltpeter in its time. It is for this reason that the possibility to discover a substitute product to copper generates reactions of fear about their economic consequences in the country. This work demonstrate the current situation with respect to the product substitute to copper and the economic consequences would have on such variables as the consumption, investment, exports and GDP, measures through econometric models.

## INTRODUCCIÓN

Al finalizar la guerra del Pacífico, Chile adjudicó a su territorio Tarapacá y Antofagasta, ambos con abundante riqueza salitrera. El salitre en dicho periodo no tenía un uso tan diversificado, más bien se utilizaba principalmente como fertilizante y material para producir explosivos. Sin embargo, la adjudicación de ese territorio fue un gran incentivo para que capitalistas ingleses y alemanes llegaran a instalar sus oficinas a Chile para comenzar la explotación del salitre. Es así como Chile empezó a experimentar un gran crecimiento y desarrollo económico. Sin embargo, dicho crecimiento se vio estancado debido a dos sucesos, el término de la guerra y el descubrimiento del salitre sintético, cuya consecuencia principal fue la caída de la demanda por el salitre natural, dejando a las mineras con grandes stock sin ser vendidos.

Es así como surge la inquietud por saber si la situación anterior se podría repetir ahora pero con el cobre, el mineral más cotizado de Chile. Bien sabemos lo cotizado que es el cobre en todo el mundo y el alto precio que ha alcanzado, pero poco sabemos sobre la existencia de un potencial sustituto perfecto. Cabe mencionar que actualmente si existen productos sustitutos, pero ninguno con el alcance del cobre.

Esta investigación dentro de sus objetivos considera investigar sobre la existencia de algún sustituto del cobre que acapare el total de un mercado, o bien todos, y estimar consecuencias económicas, principalmente en el consumo, inversión y

exportaciones, para así determinar si el producto interno bruto aumentaría o disminuiría.

En el primer capítulo se encuentran las definiciones de todas las variables económicas que componen los modelos de estimación, así como también una introducción a lo que significa el cobre en la economía del país. El segundo capítulo denominado "*La demanda*" describe quienes son los principales productores y consumidores de cobre en el mundo. Además de una descripción más profunda acerca de los usos del cobre, los sustitutos actuales y el posible sustituto del mercado eléctrico, el grafeno. El tercer capítulo "*El modelo*" se dedica única y exclusivamente a describir cada uno de los modelos econométricos desarrollados para estimar consecuencias económicas, todos con una variable en común que es el precio del cobre. El cuarto capítulo "*Resultados*" es la aplicación de los modelos, bajo el supuesto siguiente: el grafeno sustituyó el cobre, y esta situación llevó a que el precio del cobre baje un 40%.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1. Exposición general del problema**

En la actualidad es muy común ver noticias sobre el mineral más cotizado de Chile, el cobre. Dichas noticias siempre están relacionadas con el constante aumento de precio, las oportunidades de explorar nuevos mercados, los inversores extranjeros que se encuentran estudiando la posibilidad de incorporarse al mercado nacional, además de los nuevos usos que se han descubierto. Sin embargo, las noticias recién mencionadas han ido opacando problemas latentes dentro del sector cuprífero.

Dentro de esos problemas, se encuentra lo que sucedió en Chile durante la primera guerra mundial, Alemania logró producir el salitre sintético más económico y que cumplía la misma función, poder generar los explosivos. Fue así como, poco a poco, los empresarios chilenos fueron acumulando grandes stocks del famoso oro blanco hasta que, finalmente se vieron obligados a cerrar las empresas, generando grandes pérdidas económicas para el país.

Es así como surge la inquietud por saber si el alto precio del metal puede incentivar la búsqueda para generar un producto sustituto de éste, que le reste mercado actual, impida el acceso a nuevos y que disminuya el precio del cobre.

## **1.1. Fundamentación teórica**

### **1.1.1. Macroeconomía**

Esta investigación tiene como objetivo estimar las consecuencias económicas en determinadas variables, ante el descubrimiento de un sustituto del cobre, por esta razón es necesario especificar y definir cada una de éstas. El tema se ha acotado a cinco variables, la primera es el Producto Interno Bruto (PIB) que ha sido escogido debido a que la minería del cobre es una de las actividades económicas que aporta más ingresos al P.I.B dentro de la actividad minera. La segunda con las exportaciones realizadas por el país, por ende, incluye las de la minería del cobre, además de la inversión, el consumo y el tipo de cambio nominal. Cada una de estas variables explicará los cambios experimentados en el Producto Interno Bruto, debido a la existencia de un sustituto del cobre.

Las variables escogidas son objeto de estudio de la macroeconomía, cuya definición es la siguiente: “La Macroeconomía estudia el crecimiento y las fluctuaciones de la economía de un país desde una perspectiva amplia, esto es una perspectiva que no se complica en demasiados detalles sobre un sector o negocio en particular” (Larraín, 2002)<sup>1</sup>. Bajo esta definición se puede deducir que la macroeconomía aborda los temas económicos desde lo más amplio, evitando analizar cada unidad económica individualmente y asumiendo que el comportamiento de cada una es igual al de la otra, es decir, se tratan como un

---

<sup>1</sup> Larraín y Sachs. Macroeconomía en la economía global. 2ª ed. Argentina: Pearson Prentice Hall, 2002. P. 3.

solo mercado. No obstante, esa forma amplia de abordar los temas debe ser coherente con el comportamiento de todos los actores de economía, por ejemplo: las familias y las empresas.

Según Dornbusch, Fischer y Startz la macroeconomía se puede resumir en tres modelos, cada uno aplicable en un marco temporal. El primer modelo es *El crecimiento en el muy largo plazo*, cuya preocupación es el crecimiento de un país y la capacidad productiva de la economía, que está determinada por factores como tecnología y capital.

El segundo modelo es *La economía con capacidad de producción fija*, basado en el largo plazo, donde la oferta agregada es vertical (producción fija) y el nivel de precios puede adoptar cualquier valor. En el largo plazo “la producción está determinada solamente por la oferta agregada, mientras que los precios están determinados por la oferta y la demanda agregadas” (Dornbusch; Fischer; Startz, 2009)<sup>2</sup>.

Finalmente el tercer modelo es *El corto plazo*, donde a diferencia del largo plazo aquí la producción está determinada por la demanda agregada y los precios son fijos, ya que la oferta agregada es horizontal.

La macroeconomía no sólo se ocupa de las variables que analizaremos más adelante, sino también se ocupa de materias como el desempleo, la inflación, el nivel general de producción y los saldos en la cuenta corriente.

---

<sup>2</sup> Dornbusch, Fischer y Startz. *Macroeconomía*. 10ª ed. México: Mc Graw Hill, 2009. P. 3.

### 1.1.2. Producto Interno Bruto (P.I.B.)

El Producto Interno Bruto es una medida de producción de una economía en un determinado periodo. En general el P.I.B. crece en la medida que pasa el tiempo, y esto se debe principalmente a que, con el tiempo la dotación de recursos disponibles se va alterando, o más bien aumentando. Dichos recursos toman forma de capital y mano de obra. Otra causa del crecimiento del P.I.B. se debe a los aumentos de productividad, es decir, el aumento de eficiencia en los factores de producción, por ejemplo: el conocimiento y la experiencia<sup>3</sup>.

La definición de Producto Interno Bruto según el autor de un libro de macroeconomía es la siguiente: “es un indicador estadístico que intenta medir el valor total de los bienes y servicios finales producidos dentro de los límites geográficos de una economía en un periodo dado de tiempo”<sup>4</sup>. En otras palabras, el P.I.B. es la suma de toda la producción corriente de bienes y servicios finales en un periodo de tiempo. Cabe aclarar que, cuando se habla de producción corriente no se consideran las reventas de los bienes que han sido producidos anteriormente.

Un concepto estrechamente relacionado con el P.I.B. es el Producto Nacional Bruto, cuya definición es “la suma del P.I.B. y el ingreso neto recibido desde el resto del mundo por los residentes de un país”<sup>5</sup>. Las variaciones de corto plazo en el P.N.B. son denominadas *ciclos económicos*, donde el peak y la sima son los

---

<sup>3</sup> Dornbusch, Fischer y Startz, Op. Cit. P. 3.

<sup>4</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. P. 2.

<sup>5</sup> Ibid.

puntos máximos de expansión y de baja. Un ciclo económico completo es de una sima a otra, es decir desde un punto bajo a otro. Una recesión es la caída de un peak a la sima y una expansión es el alza desde la sima hasta un peak.

Al momento de calcular el P.I.B. se contabilizan sólo los bienes finales y no así los intermedios. Esto se debe principalmente a que los bienes intermedios constituyen la materia prima o insumos para la producción de los productos finales, por lo tanto, el valor de los bienes finales tiene incorporado el valor de los insumos que se utilizaron en su fabricación.

Generalmente cuando se está valorizando la producción que se incluye dentro del P.I.B. se hace a precios de mercado, no obstante hay excepciones a la regla como por ejemplo: "... es el caso de muchos servicios de gobierno, como los ejércitos, la policía, el sistema judicial y el aparato regulador del Estado. Aquí, a falta de un mejor indicador de su valor, la solución consiste en usar el costo de producir dichos servicios, es decir, lo que el gobierno gastó en ellos... El caso del trabajo de las dueñas de casa en su propio hogar o el producto de las huertas familiares que se consume directamente en la familia." (Larraín, 2002)<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. p. 2.

### 1.1.2.1. El flujo circular del ingreso

En una economía cerrada, las compras realizadas por los usuarios de un producto constituyen los ingresos de la empresa que vende dicho producto. Estos ingresos son distribuidos en salarios, pago de insumos y los ingresos del capital. De lo anterior, se deduce la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{“Total de compras por parte de clientes nacionales} &= \text{ingreso total de las empresas} \\ &= \text{compras inter empresas} + \text{salarios} + \text{los ingresos del capital”}^7 \end{aligned}$$

Si se mira con más detalle la fórmula se nombran dos tipos de compras: las compras de los clientes (usuarios del producto) y las compras inter empresa (una empresa compra los insumos a otra para poder producir sus productos), si se considera sólo las compras de los clientes obtenemos la demanda final que es igual al valor agregado de las empresas e igual al ingreso del capital y del trabajo. Estas tres igualdades conforman el *flujo circular del ingreso*: las familias demandan productos de las empresas, así como también las mismas familias otorgan insumos a las empresas (trabajo y capital). Mientras que las empresas venden los productos a las familias y pagan los salarios necesarios para cubrir los insumos que las familias les otorgan, ver anexo N°1.

---

<sup>7</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. p. 2.

### **1.1.2.2. Producto Nacional Bruto (P.N.B.)**

El P.N.B. en una economía cerrada es igual al P.I.B. Sin embargo en las economías abiertas estas dos variables se diferencian por dos razones, la primera es porque, parte del producto interno pertenece a extranjeros, por lo tanto, se resta. Y la segunda se debe a que, parte del producto externo se debe sumar al producto nacional ya que pertenece a los habitantes de la nación. Por lo recién mencionado, el flujo circular del ingreso se debe modificar para poder incorporar los ingresos que provienen del extranjero y restar los ingresos que pertenecen a otros países. El nuevo flujo “muestra que una parte de la demanda de las familias se satisface mediante importaciones, en tanto que una parte de las venta de las empresas se exporta. Al mismo tiempo, parte del ingreso de las empresas sale al exterior como pago a factores de producción externos, mientras que las familias residentes reciben parte de su ingreso desde otros países”<sup>8</sup>. Ver Anexo N°2.

### **1.1.2.3. Medición del P.I.B.**

Los métodos para medir el P.I.B expuestos en esta investigación, fueron obtenidos el libro de Macroeconomía de Felipe Larraín y Jeffrey Sachs. Por esta razón, expondremos sólo tres formas de medir el P.I.B. que se describirán a continuación:

---

<sup>8</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. p. 2.

a) *Método del gasto*

Éste método consiste en sumar todas las demandas por bienes y servicios en determinado periodo, obteniendo la siguiente fórmula:

$$P.I.B. = C + I + G + NX$$

La fórmula sostiene que el P.I.B. es igual al Consumo de las familias (C), más la inversión (I), más el consumo del gobierno (G), más las exportaciones netas (NX).

b) *Método del valor agregado*

“En términos generales, el valor agregado es el valor de mercado del producto en cada etapa de su producción, menos el valor de mercado de los insumos utilizados para obtener dicho producto” (Larraín, 2002)<sup>9</sup>. Este método calcula el P.I.B. por actividad económica, vale decir, suma el valor agregado de cada sector.

Cabe mencionar que otro autor sostiene que el método del valor agregado es la suma del valor agregado en cada etapa de la producción de un bien, de tal forma de evitar la doble contabilidad en el P.I.B. principalmente cuando se ingresan los bienes intermedios.

c) *Método del ingreso*

Consiste en la suma del ingreso de los factores de producción que son: trabajo y capital. Para calcular el ingreso existen distintas formas, como por ejemplo: *El ingreso doméstico*, que es prácticamente igual al P.I.B., debido a que considera la

---

<sup>9</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. p. 2.

suma del ingreso de trabajo e ingreso de capital; otra forma de calcular el ingreso es *el ingreso laboral*, que considera la compensación de los empleados asalariados.

#### **1.1.2.4. Variable nominal y real**

Al momento de desarrollar estudios macroeconómicos se tiende a comparar una variable del año actual, con la misma pero, de años anteriores. Esta diferencia de periodos hace necesario el origen de las variables nominales y las variables reales. Las primeras son aquellas variables que han sido calculadas a precios de mercado, mientras que las segundas son aquellas que se han calculado con algún procedimiento que permite controlar las variaciones de los precios. Las variables reales son las más adecuadas para comparar, por ejemplo: el P.I.B. del año 1980 con el P.I.B. del año 2010.

El P.I.B. nominal “mide el valor de mercado de la producción de bienes y servicios finales de un país a precios de mercado corrientes”<sup>10</sup>. Mientras que el P.I.B. real “mide los cambios de la producción física de la economía entre periodos distintos valuando todos los bienes producidos en los dos periodos a los mismos precios o en unidades monetarias constantes”<sup>11</sup>. La unidad monetaria constante, se aplica al momento de calcular el P.I.B. pero en lugar de hacerlo a precios de mercado corrientes, lo hace a precios de un año base. La importancia del P.I.B. real radica

---

<sup>10</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. P. 2.

<sup>11</sup> Dornbusch, Fischer y Startz, Op. Cit. p. 3.

en que mide realmente el aumento de la disponibilidad de bienes y servicios en la economía, evitando que el crecimiento se base en aumentos de precios.

$$\boxed{\text{P.I.B. Nominal} = \text{Nivel de precios (P)} * \text{P.I.B. Real (Q)}}$$

Una forma de medir el P.I.B. Real es calcular cada componente del P.I.B. pero con precios del año base. Los componentes son el Consumo, la Inversión, el Gasto del Gobierno y las Exportaciones Netas.

### **1.1.3. Balanza Comercial**

La Balanza Comercial “es la diferencia entre el valor de los bienes que un país exporta e importa a valor FOB. Las cifras de balanza comercial representan importaciones y exportaciones efectivas” (Banco Central)<sup>12</sup>.

La definición de Balanza Comercial arroja tres términos que a continuación se definen: el primero corresponde a las exportaciones “son las ventas de bienes de los residentes a los no residentes de Chile”<sup>13</sup>. El segundo, son las importaciones, es decir, “Son las compras de bienes de residentes a los no residentes de Chile”<sup>14</sup>. Y finalmente se encuentra el valor FOB que se define como “el valor que tienen los productos al ser embarcados en el puerto de salida, excluyendo seguro y flete”<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> Glosario. Banco Central de Chile. [en línea]  
<<http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/indicadores-coyuntura/glosario.htm>> [Consultado:  
14 de junio de 2011]

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Ibid.

La balanza comercial se conoce como la diferencia entre las exportaciones y las importaciones de un país. Por lo tanto, cuando un país tiene más exportaciones que importaciones, la balanza comercial se encuentra en superávit. Mientras que, si hay más importaciones que exportaciones, la balanza comercial obtiene un déficit.

#### **1.1.4. Inversión**

La inversión “es la aplicación de recursos financieros destinados a incrementar los activos fijos o financieros de una entidad. Ejemplo: maquinaria, equipo, obras públicas, bonos, títulos, valores, entre otros. Comprende la formación bruta de capital fijo y la variación de existencias de bienes generados en el interior de una economía. Adquisición de valores o bienes de diversa índole para obtener beneficios por la tenencia de los mismos que en ningún caso comprende gastos o consumos, que sean, por naturaleza, opuestos a la inversión”<sup>16</sup>.

#### **1.1.5. Consumo**

De la diferencia entre el ingreso total y los impuestos, se obtiene el ingreso disponible, cuya definición es la siguiente “el ingreso que la familia gana en un cierto período y que queda disponible para ser consumido o ahorrado”<sup>17</sup>. En otras palabras parte del ingreso disponible es lo que se destina a consumo y/o ahorro.

---

<sup>16</sup> Glosario. Ministerio de hacienda. [en línea] <<http://www.minhda.cl/glosario/inversion.html>> [Consultado: 18 de septiembre de 2011]

<sup>17</sup> Larraín y Sachs, Op. Cit. P. 2.

### 1.1.6. El cobre

El cobre es el principal objeto de estudio la investigación. El cobre es un elemento metálico que se obtiene de las entrañas de la tierra. Es un recurso natural que tiene gran presencia en nuestro país y altamente cotizado en el mercado nacional e internacional.

El descubrimiento del cobre se remonta hacia el 6.000 A.C. No obstante, recién en 1831 se logró dimensionar la gran importancia que tiene este mineral para el desarrollo industrial. De ahí en adelante los descubrimientos que se hacen en relación a este mineral no se detienen.

Existe una serie de compuestos que contiene el cobre y se clasifican en 2 grupos: *Los minerales sulfurados y los minerales oxidados*. “Estos dos tipos de mineral requieren de procesos productivos diferentes, pero en ambos casos el punto de partida es el mismo: la extracción del material desde las minas a rajo abierto o subterráneas...” (Corporación Nacional del Cobre, 2010)<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Zona del cobre. CODELCO. [en línea] <[http://www.codelco.com/cu\\_zonacobre/fr\\_zona.html](http://www.codelco.com/cu_zonacobre/fr_zona.html)> [Consultado: 14 de junio de 2011]

#### **1.1.6.1. Propiedades del cobre**

CODELCO ha enumerado una serie de propiedades que lo convierten en un elemento único y de un alcance que hasta ahora no se ha logrado superar. Dentro de esas propiedades se encuentran:

- Conductividad eléctrica
- Conductividad térmica
- Adecuado para proceso de maquinado
- Resistencia a la corrosión
- Gran capacidad de aleación metálica
- Capacidad de deformación en caliente y frío
- Mantiene sus propiedades indefinidamente en el reciclaje
- Básico para la vida vegetal y animal
- Propiedades bactericidas
- Colores ideales para decoración y el arte
- Existencia metálica en estado natural

#### **1.1.6.2. Usos del cobre**

Todas las propiedades mencionadas dan paso a los diversos usos que tiene el metal rojizo. Los usos se han diversificado con el tiempo y, producto de investigaciones se han atribuido otras propiedades que permiten ampliar aún más

las áreas en que se desarrolla. Pro Cobre<sup>19</sup> ha publicado una serie de archivos, todos relacionados con los usos del cobre en distintas áreas:

- ***Transporte***

El cobre influye en el transporte, principalmente en la construcción de los vehículos, recordemos que un automóvil tiene entre 15 y 28 kilos de cobre, y esa cantidad puede seguir aumentando dependiendo del modelo, las comodidades y los lujos que contenga.

Dentro de los autos inteligentes, marca presencia en los cables y en los sistemas eléctricos. Contribuye a mejorar el desempeño del motor y mejora la función de los equipos modernos. En el caso de los vehículos híbridos se mezcla un motor eléctrico con uno a combustión. Los motores eléctricos pueden contener 12 kilos o más de cobre.

- ***Tecnologías de comunicación***

Se refiere principalmente al uso de computadores con acceso a internet, fax, controles ambientales, de iluminación, entre muchos otros. El uso de todos estos elementos requiere de *sistemas de cableados* (fabricados a partir de cobre) que hacen eficiente su aplicación y otorgan los beneficios siguientes: acceso a internet de forma rápida y flexible; múltiples computadores, impresoras y otros hardware

---

<sup>19</sup> Principales usos del Cobre. Pro Cobre [en línea]  
<[http://www.procobre.org/procobre/acerca\\_del\\_cobre/principales\\_usos.html](http://www.procobre.org/procobre/acerca_del_cobre/principales_usos.html)> [Consultado: 10 de junio de 2011]

conectados en una misma red; capacidad profesional de comunicación; control ambiental y gestión de la energía; entre otros.

- ***Electrónica***

La electrónica se aplica en el uso de los notebook y estos contienen al menos 1,5 kilos de cobre, que debido a éste, posee dentro de sus propiedades la conductividad eléctrica que se refleja en la fabricación de chips que procesan los computadores modernos. El cobre también marca presencia en los sistemas de ventilación, pantalla y lógicamente en todo el cableado eléctrico.

- ***Energía***

En el área de la energía el cobre juega un rol fundamental, ya que este está presente, no sólo en la energía tradicional y conocida por todos (eléctrica), sino también se encuentra en la energía eólica, energía solar y en las centrales solares.

- ***Otros usos***

Existen bastantes más áreas donde el cobre participa, entre estas se encuentran la salud, el cuerpo humano, belleza, motores eléctricos, medio ambiente, entre otras.

### **1.1.6.3. Situación actual de la minería del cobre en Chile**

La institucionalidad de la minería en Chile se basa en la política económica, políticas públicas y en el marco institucional. Donde la política económica es “de libre mercado y abierta al mundo, estimula la iniciativa privada...”<sup>20</sup>. En el caso de las políticas públicas, el D.L. 600 busca fomentar la inversión, independiente si proviene de extranjeros o chilenos, establece los deberes y derechos que tienen los inversionistas y entrega estabilidad en el desarrollo de la inversión. Finalmente se encuentra “el Marco Institucional y jurídico de la Constitución Política, la Ley Orgánica de Concesiones Mineras (1982) y el Código de Minería de (1983)”<sup>21</sup>.

“En Chile, la minería del cobre se encuentra compartida entre empresas privadas y empresas del Estado. CODELCO Chile, la Corporación del cobre, es una empresa estatal autónoma, la más grande del país en la minería del cobre y la principal productora de cobre del mundo” (Ministerio de Minería)<sup>22</sup>

Es así como, debido a la Minería del cobre, Chile se ha posicionado como uno de los principales países productores del mineral rojizo, siete de sus mineras se encuentran dentro de los Top 20 a nivel mundial, donde cuatro de ellas ocupan los primeros lugares.

---

<sup>20</sup> Situación actual y perspectivas para la minería en Chile. CESCO, abril 2011. [Consultado: 16 de junio de 2011]

<sup>21</sup> Ibid

<sup>22</sup> La minería metálica. Ministerio de Minería. [en línea]  
<<http://www.minmineria.gob.cl/574/w3-propertyvalue-1983.html>> [Consultado: 16 de junio de 2011]

Dentro de los principales países que consumen cobre se encuentran, China, Unión Europea, Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Federación Rusa, India, entre otros<sup>23</sup>.

## **1.2. Estado del Arte**

No es novedad que el campo de la minería, particularmente la minería del cobre, está bastante explotado. Existen algunos organismos como CESCO, COCHILCO y ProCobre que se encargan de publicar periódicamente investigaciones relacionadas con el tema y que informan la situación pasada, el presente y las expectativas sobre el futuro.

Algunos de los archivos publicados por CESCO durante el año 2011, son los siguientes: “Minería como plataforma para el desarrollo” y “Comentarios sobre el mercado del cobre como industria minera en América Latina”. Ambos elaborados por Juan Carlos Guajardo, director ejecutivo de CESCO. Por su parte, Cochilco publicó en octubre del año 2010 una investigación realizada por Patricio Pérez que se denominó “Análisis histórico y proyección de los costos de producción en la minería del cobre en Chile (periodo 1995-2015)”. Finalmente, otras de las investigaciones publicadas en la comisión nacional del cobre durante el año 2010 es “India: crecimiento económico y consumo de cobre”. Las cuatro investigaciones mencionadas anteriormente sirven para comprender el contexto económico y competitivo, en el que se encuentra inserto el cobre.

---

<sup>23</sup> Informe Tendencias Mercado del Cobre 2011-2012. Gobierno de Chile. [Consultado: 16 de junio de 2011]

### **1.3. Objetivos generales y específicos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar las consecuencias económicas a nivel nacional ante el eventual descubrimiento de un producto sustituto del cobre, que logre cubrir todo o parte del mercado que ya posee.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Enumerar cada una de las características y funciones que cumple el cobre y su potencial sustituto para poder establecer una comparación entre los elementos.
- Utilizar un modelo econométrico que permita estimar las consecuencias económicas para el país a nivel del Producto Interno Bruto (PIB).

### **1.4. Interrogantes fundamentales**

- ¿Cuáles son las características que hacen del cobre un recurso único?
- ¿Existe algún elemento que cumpla con las características que posee el cobre?
- ¿Cuáles son las consecuencias económicas nacionales si se descubre un producto sustituto?
- ¿De qué forma afectaría a nuestro Producto Interno Bruto?

## **1.5. Métodos**

Para poder estimar las consecuencias económicas en el país, debido al producto sustituto, se utilizan dos métodos que complementan la investigación, el primero es el método analítico, ya que este permite estudiar los hechos a partir de sus elementos de origen, determinando la importancia de la relación entre ellos. El segundo método es de investigación cuantitativa, que estudia las propiedades y fenómenos cuantitativos. Además, este método incluye la aplicación de un modelo econométrico.

Econometría es “la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos al análisis de datos económicos, con el propósito de dar un contenido empírico a las teorías económicas y verificarlas o refutarlas” (G. S. Maddala, 1996)<sup>24</sup>. El modelo que se utilice permite entender cómo funciona la economía, predecir valores futuros de las variables que se utilizarán y simular con éstas, distintas situaciones.

## **1.6. Resultados esperados**

Una vez aplicado el modelo y desarrollado el análisis pertinente se esperan obtener resultados concretos que puedan determinar las consecuencias que conlleva el descubrimiento de un producto sustituto del cobre para Chile, y así, poder determinar y cuantificar cada uno de los efectos sobre las variables, basándose en el modelo econométrico.

---

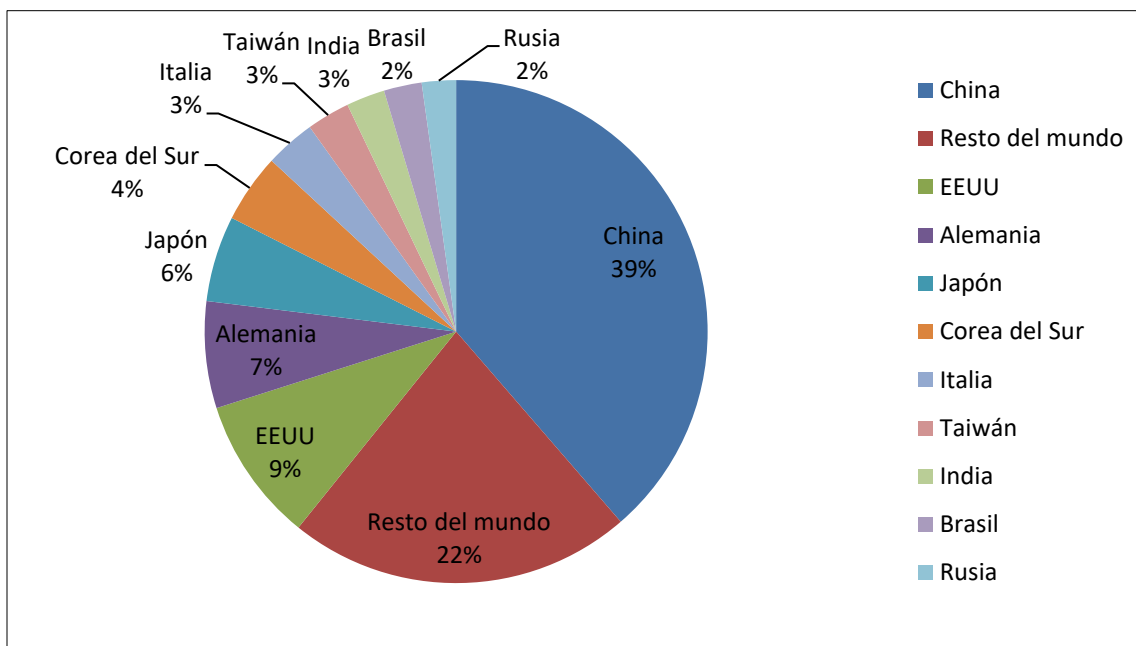
<sup>24</sup> G.S. Maddala. Introducción a la Econometría. 2ª ed. México: Prentice-Hall, 1996. P. 1.

## CAPÍTULO II: LA DEMANDA DE COBRE

### 2. Consumo de cobre

El gráfico muestra que China es el principal consumidor de cobre, captando el 39%, lo que corresponde a 7.419.000 toneladas de cobre fino. Le sigue Estados Unidos con un 9%, correspondiente a 1.785.000 toneladas. Alemania consumió durante el año 2010 1.317.000 toneladas (7%), Japón 1.060.000 toneladas (6%), Corea del Sur 850.000 toneladas, Italia 619.000, Taiwán 532.000, India 477.000, Brasil 468.000, Rusia 421.000 y finalmente el resto del mundo que acapara 4.251.000 toneladas de cobre fino, es decir el 22% del consumo mundial.

Figura i: consumo mundial de cobre refinado 2010.



Fuente: Anuario 2010, Cochilco<sup>25</sup>.

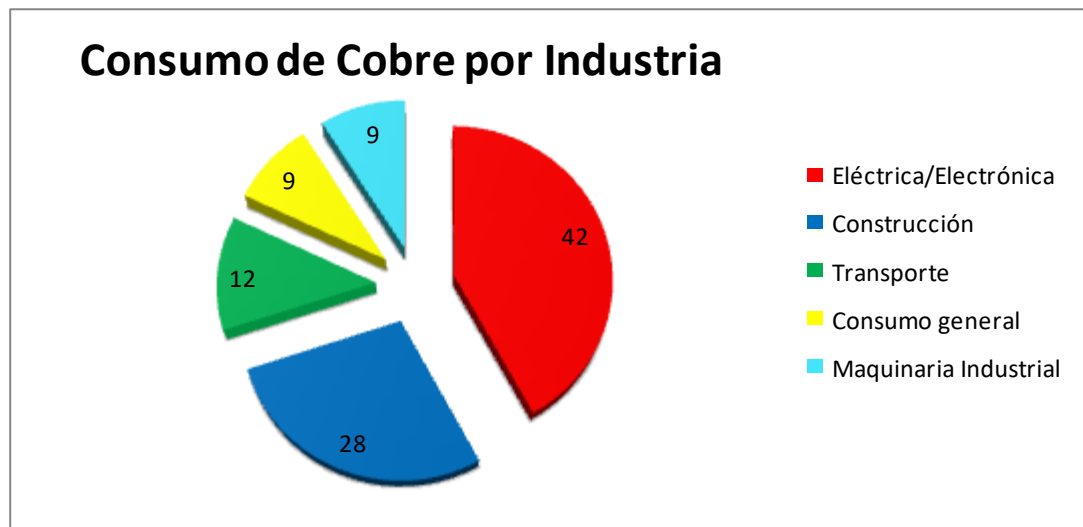
<sup>25</sup> Anuario de estadísticas de cobre y otros minerales 1991-2010. Cochilco [En línea] <<http://www.cochilco.cl/productos/descarga/anuarios/anuario2010.pdf>> [Consultado: 17 de enero de 2012].

## 2.1. Consumo de cobre por industria

Como se mencionó en el capítulo anterior, el cobre tiene propiedades que lo hacen único y a la vez le permiten no sólo abarcar una industria, por ejemplo: electrónica, sino también construcción, transporte, energía, salud, entre otros.

London Metal Exchange es el mercado más importante de metales no ferrosos en el mundo, ubicado en la ciudad de Londres. En su sitio web hay disponible una gran cantidad de información relacionado con el cobre, su producción y el consumo. El siguiente gráfico nos muestra el consumo industrial del cobre:

Figura ii: consumo de cobre por industria.



Fuente: London Metal Exchange<sup>26</sup>.

Se posiciona en primer lugar a la industria electrónica con un 42%, seguido por la industria de la construcción con un 28%, transporte 12%, consumo general 9% y finalmente maquinaria industrial un 9%. Basados en el gráfico que indica los

<sup>26</sup> London Metal Standard [en línea] <<http://www.lme.com>> [Consultado: 23 de octubre de 2011]

porcentajes de consumo de cobre por industria, identificaremos para qué se utiliza particularmente en cada industria.

### **2.1.1. La industria eléctrica**

El cobre por propiedades como: alta conductividad eléctrica, baja resistencia eléctrica, conductividad termal, coeficiente de expansión, resistencia a la corrosión, fuerza tensora, módulo elástico, fuerza fatiga, calor específico, densidad y punto de derretimiento.

La gran mayoría de los metales sirven como conductores, sin embargo, son cuatro los mejores, la plata, el oro, el cobre y el aluminio. Sin embargo, los dos primeros, debido a su alto precio, son muy poco utilizados, siendo el cobre y el aluminio los más consumidos. Los principales usos que le dan al cobre dentro de esta industria son los siguientes: cables de energía con aislamiento térmico o sin aislamiento térmico, para aplicaciones de alta tensión, media y baja, conductor para el cableado de edificios comerciales y residenciales, bobinas, cables bajo tierra, electrodos, enchufes, rejillas, líneas aéreas de redes urbanas y suburbanas, instalaciones interiores de fuerza motriz y alumbrado, control de circuitos eléctricos, barras, cable, conmutadores, transformadores, transistores, fusibles, sensores.

### **2.1.2. La industria de electrónica y comunicación**

El cobre juega un rol fundamental en tecnologías de información y en comunicaciones. El cobre es utilizado en líneas telefónicas, fax, tecnologías ADSL (Línea de abonado digital asimétrica) y HDSL (Línea de abonado digital de alta velocidad binaria), ambas permiten la transmisión de datos a mayor velocidad. Además es utilizado en redes domésticas, telefonía móvil y notebooks.

### **2.1.3. Industria de la construcción**

El cobre y sus aleaciones, como por ejemplo: el latón<sup>27</sup>, bronce<sup>28</sup> y la plata alemana<sup>29</sup>, son utilizados en gasfitería, grifos, válvulas y accesorios. Son elegidos principalmente por su belleza y atractivo en decoraciones de fachadas, cubiertas, puertas y ventanas<sup>30</sup>.

Por otra parte el cobre presenta grandes ventajas frente a otros materiales como por ejemplo los tubos plásticos, más conocidos como tubos de PVC. Si ambos son utilizados en la fabricación de cañerías de agua potable, en un principio presentan las mismas ventajas: ligeros, duraderos y económicos. Sin embargo, el cobre presenta una serie de propiedades que lo hacen especial frente al otro material: no se quema, no se funde y no libera gases ni humos nocivos o tóxicos que puedan causar daño a la salud. “Copper tubes also help protect water systems from potentially lethal bacteria such as legionella” (International Copper Study Group,

---

<sup>27</sup> El Latón es una aleación entre cobre, cinc y otros metales en menor cantidad.

<sup>28</sup> El bronce es aleación de cobre y estaño.

<sup>29</sup> La plata alemana es aleación de cobre, níquel y cinc.

<sup>30</sup> A world of copper. International Copper Study Group [en línea]

<[http://www.icsg.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=278&Itemid=61](http://www.icsg.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=278&Itemid=61)>  
[Consultado: 31 de octubre de 2011]

2010). Lo anterior ratifica que el cobre es mejor opción ante las tuberías de PVC, ya que el primero ayuda a proteger los sistemas de agua potable ante bacterias letales.

El cobre se utiliza en cerraduras de puertas y barandas, con el objetivo de prevenir la transmisión de enfermedades, microbios y contaminación cruzada. Como objeto de decoración, los techos de cobre, no solo son atractivos, sino también resistentes a la corrosión y duraderos en el tiempo. Finalmente, otro uso dentro de la construcción de hogares, edificios públicos y comerciales es su función como canalizador de agua lluvia.

#### **2.1.4. Industria del transporte**

Como fue mencionado en el capítulo anterior el cobre es utilizado en la industria del transporte, principalmente en la construcción de vehículos, ya que cada uno tiene en promedio 20 kilos del metal, dicha cantidad puede aumentar dependiendo del modelo. En cuanto a los automóviles eléctricos/híbridos los kilos de cobre y sus aleaciones aumentan debido a sus propiedades de conductividad térmica superior, fuerza, resistencia a la corrosión y el reciclaje, bordeando los 25 kilos.

Tanto automóviles como camiones utilizan cobre “en sus componentes eléctricos, seguidos de los dispositivos de transferencia térmica, como radiadores, refrigeradores del aceite y en los rodamientos con funda de bronce. Además innumerables accesorios, mecanismos de cierre y tornillos de latón. Y actualmente tiene gran presencia en los vehículos eléctricos e híbridos” (European Copper

Institute)<sup>31</sup>. Los avances tecnológicos van asociados al uso de cobre y esta regla no es excepción en la industria del transporte, en la medida que se fabrican vehículos inteligentes aumenta el consumo de este elemento, para sistemas que entregan información en tiempo real sobre tráficos en redes de carreteras, alarmas anti robo y, en general, una serie de dispositivos que ayudan a aminorar las consecuencias de un accidente, en caso que ocurra.

En otros medios de transporte se encuentran los ferrocarriles, trenes de alta velocidad, locomotoras, aviones y barcos. El consumo de cobre en trenes de alta velocidad es de 10 toneladas por kilómetro de ruta. Mientras que una locomotora incorpora más de 8 toneladas. En cuanto a barcos el consumo de cobre no es directo, sino a través de sus aleaciones como el bronce para fabricar propulsores. Finalmente del peso total de un avión, el 2% lo representa el cobre<sup>32</sup>.

Otro punto importante en el transporte y estrechamente relacionado con la salud, tiene que ver con el uso de cobre en el transporte público. Gracias a su capacidad antimicrobiana, en Santiago de Chile, particularmente en la estación de trenes subterráneos Santiago Bueras, se aplicó cobre en más de 350 metros de barandas, con el objetivo de reducir los contagios por contaminación de contacto o más conocida como contaminación cruzada, proteger de gérmenes, bacterias y hongos. Cabe mencionar que esto dio paso al nuevo uso de este elemento, que

---

<sup>31</sup>El cobre en el transporte. European Copper Institute [en línea]  
<<http://www.eurocopper.org/cobre/cobre-y-vehiculos.html>> [Consultado: 01 de noviembre de 2011]

<sup>32</sup> Ibid

además cuenta con su debida certificación otorgada por el ICA (International Copper Association)<sup>33</sup>.

#### **2.1.5. Industria de maquinarias**

Debido a su durabilidad, las aleaciones de cobre son ideales para productos como engranajes y cojinetes. El cobre tiene capacidad de soportar ambientes extremos, lo que lo convierte en el elemento de preferencia al momento de fabricar equipos de intercambio de calor, recipientes a presión y tanques.

#### **2.1.6. Consumo general**

La gran diferencia entre el cobre y otros elementos metálicos es la utilidad de éste. Cada una de las propiedades que posee el cobre, le dan un sinnúmero de usos que abarcan distintos mercados. Es por esta razón que, todos los expertos en metalurgia se demuestran escépticos ante la posibilidad que se descubra algún elemento que pueda sustituir al cobre en todas las dimensiones que éste abarca.

Dentro de esta categoría no se puede omitir el uso de cobre dentro de la producción de monedas, ya que éstas pueden durar hasta 50 veces más que otras. En Estados Unidos, un centavo y cinco céntimos contienen un 2,5% y el 75% de cobre, respectivamente, mientras que otras monedas de este mismo país

---

<sup>33</sup> Noticias. Pro Cobre [en línea] <<http://www.procobre.org/es/noticias/cobre-antimicrobiano-protege-la-salud-de-personas-que-utilizan-transporte-subterraneo/>> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

contienen cobre puro en su centro. La Unión Europea no se queda atrás, a partir del año 2002 comenzó a fabricar con monedas a base de cobre<sup>34</sup>.

Respecto al consumo general, el cobre tiene presencia en distintos mercados como son: salud, belleza, energía, acuicultura, entre otros.

En salud el cobre juega un rol fundamental, partiendo de la premisa que el cuerpo necesita cobre para su funcionamiento. Considerando que es un nutriente esencial que transporta proteínas en el torrente sanguíneo; el cerebro y el sistema nervioso dependen del cobre en la creación de neurotransmisores; dentro del corazón y los vasos sanguíneos ayuda a mantener la presión arterial y permite el funcionamiento y tonificación de los músculos; es un factor importante en el desarrollo de los huesos, la piel y en el sistema inmunológico<sup>35</sup>.

Dentro del mismo ítem, salud, el cobre actualmente se está aplicando en superficies de hospitales, especialmente en salas UCI, debido a su propiedad antimicrobiana. Es así como en varios países, dentro de ellos Estados Unidos, Chile y Francia ya han instalado en sus hospitales superficies de cobre que permiten disminuir infecciones intrahospitalarias. “Barandas de camas, carros, llaves, pasamanos, manillas de puertas y placas de contacto hechas de cobre y aleaciones de este metal se han instalado en unidades de cuidados intensivos y de pediatría. Las superficies de contacto ha demostrado ser capaces de eliminar

---

<sup>34</sup> A world of copper. International Copper Study Group [en línea] <[http://www.icsg.org/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=278&Itemid=61](http://www.icsg.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=278&Itemid=61)> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

<sup>35</sup> Aplicaciones. Procobre [en línea] <[www.procobre.org/procobre/pdf/01\\_salud\\_02.pdf](http://www.procobre.org/procobre/pdf/01_salud_02.pdf)> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

en forma continua (24/7) bacterias, virus y hongos – incluyendo MRSA, C. difficile y la influenza tipo gripe A -, en entornos hospitalarios” (Pro Cobre, 2011)<sup>36</sup>.

El cobre en belleza también tiene protagonismo, debido a que permite conservar la juventud, elasticidad de la piel y evita la aparición de estrías. Relacionado a la belleza se encuentra el mundo de la moda, donde el cobre también tiene presencia. Actualmente se han desarrollado calcetines, ropa interior, plantillas e incluso poleras con fibras de cobre que no solo protegen a los usuarios de hongos, mal olor y bacterias, sino también mejoran la piel dañada por dichos microorganismos. “Los calcetines con fibra de cobre son cicatrizantes de rápido efecto para las heridas en general, convirtiéndose en la opción más segura para las personas que padecen de diabetes. También eliminan los diferentes tipos de hongos, ácaros y el mal olor. Las características que posee el cobre es que es poco soluble, antibacteriano, no pierde su propiedad en el tiempo, por lo tanto, se autosanitiza de forma permanente” (EMOL, 2011)<sup>37</sup>.

Por otra parte se encuentra la eficiencia energética, donde la aplicación de cobre es muy importante. “Por sus características de conductibilidad eléctrica y térmica, resistencia mecánica, flexibilidad, resistencia a la corrosión y relación costo-beneficio, el cobre es el metal más utilizado en equipamientos de sistemas eléctricos. El cobre es utilizado en generadores, transformadores, hilos y

---

<sup>36</sup> Noticias. Pro Cobre [en línea] <<http://www.procobre.org/es/noticias/primer-hospital-en-francia-en-instalar-superficies-de-cobre-para-combatir-infecciones-intrahospitalarias/>> [Consultado: 13 de noviembre de 2011].

<sup>37</sup> Lanza al mercado calcetines elaborados con fibra de cobre. EMOL [en línea] <<http://www.emol.com/noticias/economia/2011/03/25/472071/lanza-al-mercado-calcetines-elaborados-con-fibra-de-cobre.html>> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

terminales conductores, astas, placas, terminales y conectores de tierra, motores y equipos eléctricos, entre otras aplicaciones” (Pro Cobre, 2011)<sup>38</sup>.

La energía eléctrica sustentable es uno de los objetivos que buscan la gran mayoría de las naciones, con el fin de generar energía de forma armónica con el medio ambiente y reducir los gases de efecto invernadero. Un ejemplo de este tipo de energía es la eólica, donde el cobre está presente en todos los componentes de su proceso. Cabe mencionar que la energía eólica tiene un crecimiento del 25% anual en la última década. Dentro de los principales usuarios de esta energía, se encuentra el continente Europeo que contribuye un 74% de la producción de energía eólica<sup>39</sup>.

Las constantes investigaciones que buscan potenciar el uso de cobre, encontraron la relación entre el mineral y la acuicultura marina. Una vez más las propiedades antimicrobianas, fungicidas<sup>40</sup> y alguicidas<sup>41</sup> son las que convierten al cobre en un elemento de preferencia dentro del mercado. En el segundo semestre del año 2009 se cosecharon 60.000 truchas salmonídeas, en mallas de cobre. Las propiedades y características positivas del metal “ofrecen mejores resultados en torno a la formación de bacterias o adherencia de algas y moluscos, fenómeno denominado en la jerga industrial como fouling” (Corporación Nacional del Cobre,

---

<sup>38</sup> Aplicaciones / Energía. Pro Cobre [en línea]  
<<http://www.procobre.org/es/cobre/aplicaciones/energia/energia-eolica/>> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

<sup>39</sup> Energía eólica: la alternativa energética con mayor crecimiento en el mundo. Pro Cobre [en línea] <<http://www.procobre.org/es/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=183>> [Consultado: 13 de noviembre de 2011]

<sup>40</sup> Que destruye hongos.

<sup>41</sup> Que elimina algas o impide su desarrollo.

2010). La implementación de jaulas de cobre ofrece las siguientes ventajas: reducir a cero la existencia de fouling, gracias a la oxigenación; mejora la salud de los peces, reduciendo los índices de estrés y bajando la tasa de mortalidad; mayor resistencia a olas y corrientes marinas; impide la entrada de depredadores y evita fugas; vida útil de cuatro a cinco años y reciclables; y mejora la productividad<sup>42</sup>.

## 2.2. Sustitución

La sustitución toma tres formas: *La directa* cuando el producto es sustituido por otro material, por ejemplo: cobre reemplazado por fibra óptica. *Sustitución Indirecta*, cuando el producto es sustituido o consumido en menor porcentaje por razones técnicas o económicas, por ejemplo: el cobre es reemplazado por bronce (aleación de cobre). Y finalmente cuando *el precio* del cobre no es accesible para los consumidores.

### 2.2.1. Causas de sustitución de cobre

La sustitución de cobre depende de algunos factores, como los siguientes:

- *Factores tecnológicos*, los productos sustitutos que actualmente tiene el cobre, comienzan a rendir más que en el pasado debido a que la tecnología los hace más eficientes. Y no sólo el mejor rendimiento de un producto puede sustituirlo, sino también el descubrimiento de un nuevo elemento o material que tenga propiedades del metal. Este es el caso de un producto potencialmente sustituto, llamado **grafeno**, cuyas propiedades como

---

<sup>42</sup> Innovación. Codelco [en línea]  
<[http://www.codelco.com/prontus\\_codelco/site/artic/20110318/pags/20110318202015.html](http://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20110318/pags/20110318202015.html)>  
[Consultado: 13 de noviembre de 2011]

conductividad eléctrica y térmica, elasticidad, flexibilidad, dureza y resistencia, lo hacen incluso mejor que el cobre en el ámbito eléctrico y electrónico. Y recordemos que dicho mercado abarca el 42% del consumo de cobre, lo que se traducirá en una caída de las exportaciones y por ende en el precio. El único obstáculo que presenta hasta ahora es que “aún no se ha logrado generar el método para producir grandes cantidades de grafeno (que puede generarse a partir del grafito, o bien, de la quema de carbón en una “parrillada”), pero podría ser tan solo cuestión de tiempo”<sup>43</sup>. Actualmente hay físicos e ingenieros que se encuentran investigando la forma de extraer grafeno en grandes cantidades.

- *Factores de costo*, también conocido como efecto de los bienes inferiores. Precios más bajos de productos sustitutos, o bien constantes alzas en el precio de cobre. Situación que ocurrió en el año 2007, donde hubo una sustitución de 94 mil toneladas para tuberías de cobre, 84 mil para cables telefónicos y 52 mil toneladas para productos arquitectónicos, siempre por productos de menos valor.
- *Factores cambios en regulación*, a través del marketing generar nuevos gustos o preferencias en los consumidores.

---

<sup>43</sup> Suárez, Leonardo. ¿Sustituirá el grafeno al cobre? [En línea]. Minería Chilena, 354: 131-137, diciembre, 2010. <[http://www.mch.cl/revistas/index\\_neo\\_digital.php?id=1541](http://www.mch.cl/revistas/index_neo_digital.php?id=1541)> [Consultado: 15 de noviembre de 2011].

## 2.2.2. Productos sustitutos

Figura iii: productos sustitutos de cobre.

Fibra óptica en telecomunicación	<ul style="list-style-type: none"><li>- El cable de fibra óptica tiene mejor rendimiento</li><li>- Ocupa menos espacio y más fácil de instalar</li><li>- Preferido por la industria</li><li>- También fuerte crecimiento de redes inalámbricas</li><li>- Substitución</li></ul>
Tubo Comercial	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alto precio de cobre ayuda I&amp;D en el mercado calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración</li><li>- Aluminio un competidor importante</li></ul>
Cañería y barras	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alto precio de cobre ayuda entrada al mercado</li><li>- Alternativas competitivas en plástico, acero inoxidable, etc.</li></ul>
Tira eléctrica/electrónica	<ul style="list-style-type: none"><li>- Miniaturización, aunque el cobre es preferido por tener mejor conductividad</li></ul>
Alambre para automóviles	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desarrollo de alternativas con aluminio</li><li>- Poca sustitución por el momento como resultado de falta de fiabilidad</li></ul>
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cables de energía</li><li>- Equipamiento eléctrico</li><li>- Radiadores de automóviles</li><li>- Tubo de refrigeración y enfriamiento</li></ul>
Titanio y acero	<ul style="list-style-type: none"><li>- Intercambiadores de calor</li></ul>

Fuente: "Mega-tendencias en la demanda futura del cobre", CRU, 2010<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Presentaciones. Cochilco [En línea]  
<[http://www.cochilco.cl/sala\\_prensa/list\\_presentaciones.asp?page=1&anio=2010](http://www.cochilco.cl/sala_prensa/list_presentaciones.asp?page=1&anio=2010)> [Consultado: 11 de diciembre de 2011]

## CAPÍTULO III: EL MODELO

### 3. Características generales

Para estimar las consecuencias económicas se debe crear un modelo que permita la interacción de variables que influyen en el comportamiento del producto interno bruto. Este modelo se sustentará en otros sub modelos, cuya función es explicar las reacciones experimentadas en la variable principal ante una baja en el precio del cobre, debido a la aparición de un producto sustituto de igual o mejores características. Respecto de los modelos, es necesario mencionar, que todos son aditivos.

El precio de cobre (PCU) será la variable que se repetirá en todos los modelos, ya que ésta sufrirá directamente las consecuencias de la existencia de un producto sustituto. Por ende, el PCU será tratado bajo las mismas condiciones en todos los modelos.

#### 3.1. Modelos

##### 3.1.1. Producto interno bruto

Este modelo tiene frecuencia trimestral, entre el segundo trimestre del año 1998 y el tercer trimestre del año 2011, lo que implica una muestra de 54 datos. Además, las series han sido transformadas a variaciones porcentuales respecto del trimestre anterior. El modelo es el siguiente:

$$PIB = \beta_1 + \beta_2 * C + \beta_3 * I + \beta_4 * X + \beta_5 * M$$

Donde, el *consumo privado (C)* corresponde a las series empalmadas, obtenidas desde el Banco Central, con base 2003 y medida en millones de pesos. Por su parte la *Formación bruta de capital fijo (I)* también es parte de las series empalmadas con base 2003 y medida en millones de pesos. La misma situación se repite en las *Exportaciones (X)* y en las *Importaciones (M)*. Otro punto importante, válido para todas las variables anteriores, es que han sido medidas en millones de pesos a precios constantes.

Cabe mencionar que todas las series han sido sometidas a un test de estacionalidad, lo que implica que, aquellas variables que sí presentan estacionalidad, serán reemplazadas por la muestra desestacionalizada arrojada por la herramienta del Banco Central<sup>45</sup>. Las variables que sí presentaron estacionalidad fueron las siguientes: producto interno bruto, consumo privado y las exportaciones. Las series originales y porcentuales se encuentran en el anexo 3 y 4.

---

<sup>45</sup> AX12

### 3.1.2. Consumo

Este modelo tiene frecuencia trimestral, entre el primer trimestre del año 2005 y el tercer trimestre del año 2011, lo que implica una muestra de 27 datos. Las series originales han sido tratadas de la misma forma que el modelo anterior, vale decir, han sido pasadas a variaciones porcentuales respecto al trimestre anterior. Estas condiciones serán válidas para el resto de los modelos. Finalmente la función de consumo es la siguiente:

$$C = \beta_1 + \beta_2 * PIB + \beta_3 * PCU$$

Donde el *Consumo privado (C)* se encuentra con base 2003, a precio constante, medido en millones de pesos y desestacionalizado. En las mismas condiciones se encuentra el *producto interno bruto (PIB)* del periodo anterior, es decir, tratado como una variable autorregresiva. Finalmente el *precio de cobre (PCU)* ha sido transformado a pesos por libra y no posee estacionalidad. Las series originales y porcentuales se encuentran en los anexos 5 y 6.

### 3.1.3. Inversión

Al igual que el anterior, el modelo inversión está en frecuencia trimestral, entre el primer trimestre del año 2005 y el tercer trimestre del año 2011, lo que implica una muestra de 27 datos. Finalmente la función de consumo es la siguiente:

$$I = \beta_1 + \beta_2 * PCU + \beta_3 * RI$$

La *inversión (I)* corresponde a la formación bruta de capital fijo a precios constantes, con base 2003, medido en millones de pesos y no tiene presencia de

estacionalidad. La *razón de inversión (RI)* corresponde a división entre la formación bruta de capital y producto interno bruto. Las series, tanto original como porcentual, están en el anexo 7 y 8.

#### **3.1.4. Exportaciones**

La frecuencia del modelo exportaciones es trimestral, también cuenta con 27 datos como muestra. El periodo tomado para realizar el modelo es entre el primer trimestre del año 2005 y el tercer trimestre del año 2011.

$$X = \beta_1 + \beta_2 * PIB + \beta_3 * PIBChina + \beta_4 * TCN + \beta_5 * IPM + \beta_6 * IPC$$

Las *exportaciones (X)* y el *producto interno bruto (PIB)* fueron obtenidos a precios constantes, medidos en millones de pesos, con base 2003. Además, ambos poseen presencia de estacionalidad. Al igual que en el modelo de consumo, el PIB fue tratado como una variable autorregresiva, vale decir, el producto interno bruto del periodo anterior. Por otra parte, se obtuvo la tasa de crecimiento trimestral (%) del *producto interno bruto de china (PIBChina)*. El *tipo de cambio nominal (TCN)* escogido está en pesos por el dólar observado de Estados Unidos. El *índice de producción minera (IPM)* es un indicador que muestra la evolución de la producción minera en Chile. Y, finalmente se encuentra el *índice de precios al consumidor (IPC)*. Las series originales y porcentuales están en el anexo 9 y 10.

La gran diferencia entre este modelo y los anteriores, es que no tiene una relación directa con el precio del cobre. Es por esta razón que se agregó un modelo denominado *tipo de cambio nominal* que se muestra a continuación:

### 3.1.5. Tipo de cambio nominal

Antes de explicar la finalidad de este modelo, cabe mencionar la razón de por qué se utilizó el tipo de cambio nominal, en lugar del tipo de cambio real. Teniendo presente que, el tipo de cambio real, como se muestra en la siguiente fórmula, incluye la razón de precios, la cual para esta investigación no tiene mayor relevancia, por ende se da prioridad sólo al tipo de cambio nominal.

$$TCR = TCN \times \frac{P^*}{P}$$

Lo anterior, debido a la realización de pruebas de modelos, en donde se relacionó directamente el tipo de cambio real con el precio del cobre y, los resultados no fueron los esperados en términos estadísticos.

Este modelo tiene la finalidad de explicar que sucede si el precio del cobre baja, debido al descubrimiento de un sustituto. Para ello se estableció una relación directa entre el tipo de cambio nominal y el precio del mineral.

Como todos los modelos anteriores, este cuenta con 27 datos de muestra. La frecuencia es trimestral entre el año 2005 y 2011. Las condiciones del *tipo de cambio nominal (TCN)* y el *precio de cobre (PCU)* ya han sido descritas anteriormente. Lo único que cabe mencionar que ninguna de las dos tiene presencia estacional.

$$TCN = \beta_1 + \beta_2 * PCU$$

Las series originales y variaciones porcentuales se pueden encontrar en los anexos 11 y 12.

### 3.2. Pruebas de especificación

La aplicación de los modelos arrojó una serie de resultados, que han sido sometidos a pruebas estadísticas que verifican si los parámetros son los mejores estimadores para las variables dependientes. Algunas de esas pruebas medirán la correlación, homocedasticidad, multicolinealidad, así como también se aplicarán pruebas de hipótesis para verificar si existe relación entre la variable independiente y la dependiente. Finalmente, se aplicará el intervalo de confianza para dar un rango dentro del cual se encontrará el resultado final de la estimación. A continuación se presentan los resultados:

#### 3.2.1. Producto interno bruto

Tabla I: Resultados de los parámetros, modelo PIB.

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>STD. ERROR</b>	<b>T- STATISTIC</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
$\beta_1$	-0,053128	0,142254	-0,373469	0,7104
$\beta_2$	0,533408	0,080629	6,615620	0,0000
$\beta_3$	0,043772	0,015189	2,881770	0,0059
$\beta_4$	0,113261	0,040014	2,830499	0,0067
$\beta_5$	0,027736	0,021697	1,278319	0,2072

Fuente: elaboración propia.

$$PIB = -0,05 + 0,53 * C + 0,04 * I + 0,11 * X + 0,03 * M$$

Tabla II: Estadísticos, modelo PIB.

N	R-CUADRADO	R-CUADRADO AJUSTADO	DURBIN WATSON	TEST WHITE
54	0,696675	0,671913	2,398195	2,489003

Fuente: elaboración propia.

La primera prueba a la que se sometió cada uno de los modelos fue *La prueba de Durbin-Watson*, útil para detectar correlación serial<sup>46</sup>. En el caso del PIB la hipótesis nula ( $H_0$ : No correlación negativa) tuvo como regla de decisión *No tomar decisión*. Es por esta razón que, para detectar la correlación dentro del modelo PIB, se tuvo que aplicar el Correlograma, cuyo resultado depende de dos cosas: que las barras se encuentren dentro de las bandas de confianza y que las probabilidades sean mayores a 0,05, siempre considerando un 95% de confianza, vale decir, la probabilidad debe ser mayor al nivel de significancia.

Figura iv: Correlograma

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.217	-0.217	2.6906	0.101
		2	-0.109	-0.164	3.3836	0.184
		3	0.000	-0.068	3.3836	0.336
		4	-0.023	-0.062	3.4157	0.491
		5	0.092	0.069	3.9366	0.559
		6	0.187	0.237	6.1421	0.407
		7	0.007	0.162	6.1449	0.523
		8	-0.072	0.046	6.4836	0.593
		9	0.211	0.277	9.4686	0.395
		10	-0.178	-0.065	11.642	0.310
		11	0.016	-0.050	11.660	0.390
		12	0.086	-0.031	12.193	0.430
		13	-0.063	-0.131	12.489	0.488
		14	0.161	0.082	14.445	0.417
		15	-0.123	-0.168	15.616	0.408

Fuente: elaboración propia.

<sup>46</sup> Damodar N. Gujarati. Econometría. 3ª ed. Colombia: Mc Graw Hill 1997. P. 412.

La imagen anterior nos permite deducir que *no existe autocorrelación positiva o negativa*.

El siguiente test es el de White, el cual permite identificar si estamos en presencia de homocedasticidad o heterocedasticidad, cuyo último caso no es recomendable, ya que las estimaciones podrían ser erróneas. En el caso del primer modelo (PIB), el test de White arrojó un R-squared observado igual a 2,489003. Este número debe ser menor que el número obtenido en la tabla de distribución Chi cuadrado. Para este caso con un 95% de confianza *No rechazo  $H_0$*  ( $H_0$ : ausencia de heterocedasticidad). Por lo tanto, estamos en presencia de Homocedasticidad.

La prueba de hipótesis se aplicó a cada uno de los betas estimados, para identificar cuáles serán los verdaderos estimadores dentro del modelo. A continuación se muestra como ejemplo la hipótesis nula y alterna válida para el estimador del consumo ( $\beta_2$ ):

Tabla III: Hipótesis.

$H_0: \beta_2 = 0$	<b>La hipótesis nula establece que manteniendo constante la (I), las (X) y las (M), El (C) no tiene influencia lineal sobre el PIB</b>
$H_1: \beta_2 \neq 0$	La hipótesis alterna establece que manteniendo constante la (I), las (X) y las (M), el (C) si tiene influencia lineal sobre el PIB

Fuente: elaboración propia.

Para el resto de las variables independientes del modelo producto interno bruto, no se describirán las hipótesis, puesto que la tabla anterior sirve de referencia. Los resultados de todas las variables son las siguientes:

Tabla IV: Prueba de hipótesis, modelo PIB.

	<b>TALCULADO</b>	<b>TCRÍTICO (0,05)</b>	<b>REGLA DE DECISIÓN</b>	<b>DECISIÓN</b>
$\beta_2$	6,6156	2,009575	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_3$	2,8817	2,009575	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_4$	2,8304	2,009575	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_5$	1,2783	2,009575	No rechazo H0	No hay relación

Fuente: elaboración propia.

Como lo muestra la tabla anterior, la única variable independiente que no tiene influencia lineal sobre el PIB son las importaciones (M). Es por esta razón que no se desarrolló un modelo independiente. Sobre el resto de las variables consumo, inversión y exportaciones se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% y revisado con dos colas, que si tienen influencia lineal sobre el PIB, por lo tanto, serán buenos estimadores de la variable dependiente.

Con la prueba de hipótesis lista y los valores de los betas estimados podemos deducir con un 95% de confianza lo siguiente:

- Si mantenemos constante la inversión, las exportaciones y las importaciones, el consumo tiene influencia lineal sobre el PIB en un 0,53%.

- Si mantenemos constante el consumo, las exportaciones y las importaciones, la inversión tiene influencia lineal sobre el PIB en un 0,04%.
- Si mantenemos constante el consumo, la inversión y las importaciones, las exportaciones tienen una influencia lineal sobre el PIB en un 0,11%.

Finalmente se encuentra el intervalo de confianza que otorga un rango dentro del cual se encuentra el beta estimado. Para determinar el intervalo de confianza se debe usar la siguiente ecuación:

$$\hat{\beta}_2 - t \frac{\alpha}{2} * Se(\hat{\beta}_2) \leq \beta_2 \leq \hat{\beta}_2 + t \frac{\alpha}{2} * Se(\hat{\beta}_2)$$

Los resultados de la aplicación de intervalo de confianza a cada beta se resumen en la siguiente tabla:

Tabla V: Intervalo de confianza, modelo PIB.

	<b>LÍMITE INFERIOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
$\beta_2$	0,3714	0,5334	0,6954
$\beta_3$	0,0134	0,0437	0,0740
$\beta_4$	0,0328	0,1132	0,1936
$\beta_5$	-0,0159	0,0277	0,0713

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Consumo

Tabla VI: Resultados de los parámetros, modelo consumo.

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>STD. ERROR</b>	<b>T- STATISTIC</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
$\beta_1$	1,005409	0,241175	4,168790	0,0003
$\beta_2$	0,613394	0,156852	3,910664	0,0007
$\beta_3$	0,004581	0,011880	0,385648	0,7032

Fuente: elaboración propia.

$$C = 1,01 + 0,61 * PIB + 0,004 * PCU$$

Tabla VII: Estadísticos, modelo consumo.

<b>N</b>	<b>R- CUADRADO</b>	<b>R-CUADRADO AJUSTADO</b>	<b>DURBIN WATSON</b>	<b>TEST WHITE</b>
<b>27</b>	0,441550	0,395012	2,419161	0,263901

Fuente: elaboración propia.

El estadístico Durbin y Watson es igual 2,419161, el cual se encuentra acompañado de un  $d_L$  (inferior) y un  $d_U$  (superior). Estos tres fueron sometidos a la prueba de hipótesis para verificar si el modelo consumo presenta autocorrelación. Cabe mencionar que la hipótesis nula sostiene lo siguiente:  $H_0$ : No autocorrelación positiva o Negativa. El resultado de esta prueba es *No rechazo  $H_0$* , por lo tanto, no existe autocorrelación entre las variables independientes.

Por su parte el test es el de White da un R-squared observado igual a 0,263901, menor que 5,99 (tabla Chi cuadrado)<sup>47</sup>. Por lo tanto, con un 95% de confianza *No rechazo H<sub>0</sub>*. Lo que significa que estamos en presencia de *Homocedasticidad*.

Para desarrollar la prueba de hipótesis nos guiaremos por la hipótesis que se explica más adelante, enfocada en  $\beta_2$  que se encuentra multiplicando al PIB. Para el caso de  $\beta_3$  se hace la misma hipótesis aplicando los cambios pertinentes:

Tabla VIII: Hipótesis.

$H_0: \beta_2 = 0$	<b>La hipótesis nula establece que manteniendo constante el (PCU), el (PIB) no tiene influencia lineal sobre el consumo</b>
$H_1: \beta_2 \neq 0$	La hipótesis alterna establece que manteniendo constante el (PCU), el (PIB) si tiene influencia lineal sobre el consumo

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la prueba de hipótesis para  $\beta_2$  y  $\beta_3$  del modelo consumo, son los siguientes:

Tabla IX: Prueba de hipótesis, modelo consumo.

	<b>TCALCULADO</b>	<b>TCRÍTICO (0,05)</b>	<b>REGLA DE DECISIÓN</b>	<b>DECISIÓN</b>
$\beta_2$	3,9106	2,063898547	Rechazo H <sub>0</sub>	Hay relación
$\beta_3$	0,3856	2,063898547	No rechazo H <sub>0</sub>	No hay relación

Fuente: elaboración propia.

<sup>47</sup> Número obtenido en la tabla de distribución Chi-Cuadrado, con un nivel de significancia igual a 0,05 y grados de libertad.

Los resultados son claros  $\beta_2$  no rechaza  $H_0$  lo que permite deducir que si se mantiene el precio de cobre constante, el producto interno bruto si tiene influencia lineal sobre el consumo. Mientras que para  $\beta_3$  la situación totalmente contraria, puesto que si se mantiene constante el producto interno bruto, el precio de cobre no tiene influencia lineal sobre el consumo.

La conclusión anterior tiene bastante lógica, sobre todo en el corto plazo, puesto que un alza o baja en el precio de cobre no determinará el consumo privado, es decir, el consumo de las familias del país. Pese a esta situación, el modelo seguirá intacto y las estimaciones se harán de igual forma, siempre teniendo en vista lo recién mencionado.

Finalmente los resultados del intervalo de confianza para cada beta estimado se muestran a continuación:

Tabla X: Intervalo de confianza, modelo consumo.

	<b>LÍMITE INFERIOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
$\beta_2$	0,2897	0,6133	0,9369
$\beta_3$	-0,2390	0,0045	0,2480

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Inversión

Tabla XI: Resultados de los parámetros, modelo inversión.

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>STD. ERROR</b>	<b>T-STATISTIC</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
$\beta_1$	0,653933	0,280749	2,329245	0,0286
$\beta_2$	0,028177	0,014240	1,978729	0,0594
$\beta_3$	1,095348	0,051307	21,34880	0,0000

Fuente: elaboración propia.

$$I = 0,65 + 0,03 * PCU + 1,09 * RI$$

Tabla XII: Estadísticos, modelo inversión.

<b>N</b>	<b>R-CUADRADO</b>	<b>R-CUADRADO AJUSTADO</b>	<b>DURBIN WATSON</b>	<b>TEST WHITE</b>
<b>27</b>	0,950044	0,945881	2,333909	1,456071

Fuente: elaboración propia.

En el modelo de inversión el estadístico Durbin y Watson es igual 2,333909. La prueba de hipótesis basada en  $H_0$ : No autocorrelación positiva o negativa, tiene como resultado *No rechazar  $H_0$* , por lo tanto no existe autocorrelación entre las variables independientes.

El test de White da un R-squared observado igual a 1,456071, el cual es menor que el valor encontrado en la tabla (5,99). Por lo tanto, con un 95% de confianza *No rechazo  $H_0$* . Lo que significa que estamos en presencia de *Homocedasticidad*.

Los resultados de la prueba de hipótesis se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XIII: Prueba de hipótesis, modelo inversión.

	<b>TALCULADO</b>	<b>TCRÍTICO (0,05)</b>	<b>REGLA DE DECISIÓN</b>	<b>DECISIÓN</b>
$\beta_2$	1,9787	1,710882	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_3$	21,3488	2,063899	Rechazo H0	Hay relación

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior lo primero que se puede deducir es que ambas variables escogidas tienen influencia lineal sobre la variable explicada:

- Si se mantiene constante la razón de inversión, el precio de cobre tiene influencia lineal sobre la inversión. Además si el precio de cobre aumenta en un 1% la inversión aumenta en un 0,028%.
- Si se mantiene constante el precio de cobre, la razón de inversión tiene influencia lineal sobre la inversión (formación bruta de capital fijo). Consecuente con esto, si la razón de inversión aumenta en un 1% la formación bruta de capital fijo (I) aumenta en un 1,09%.

Finalmente se muestran los resultados arrojados por el intervalo de confianza de cada estimador:

Tabla XIV: Intervalo de confianza, modelo inversión.

	<b>LÍMITE INFERIOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
$\beta_2$	0,003805475	0,0281	0,052394525
$\beta_3$	0,989422005	1,0953	1,201177995

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. Exportaciones

Tabla XV: Resultados de los parámetros, modelo exportaciones.

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>STD. ERROR</b>	<b>T-STATISTIC</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
$\beta_1$	-0,760274	0,641008	-1,186060	0,2488
$\beta_2$	1,170062	0,328634	3,560381	0,0018
$\beta_3$	0,067508	0,033716	2,002245	0,0583
$\beta_4$	0,225436	0,084319	2,673623	0,0142
$\beta_5$	0,151186	0,085708	1,763964	0,0923
$\beta_6$	0,584172	0,450905	1,295555	0,2092

Fuente: elaboración propia.

$$X = -0,76 + 1,17 * PIB + 0,07 * PIBChina + 0,22 * TCN + 0,15 * IPM + 0,58 * IPC$$

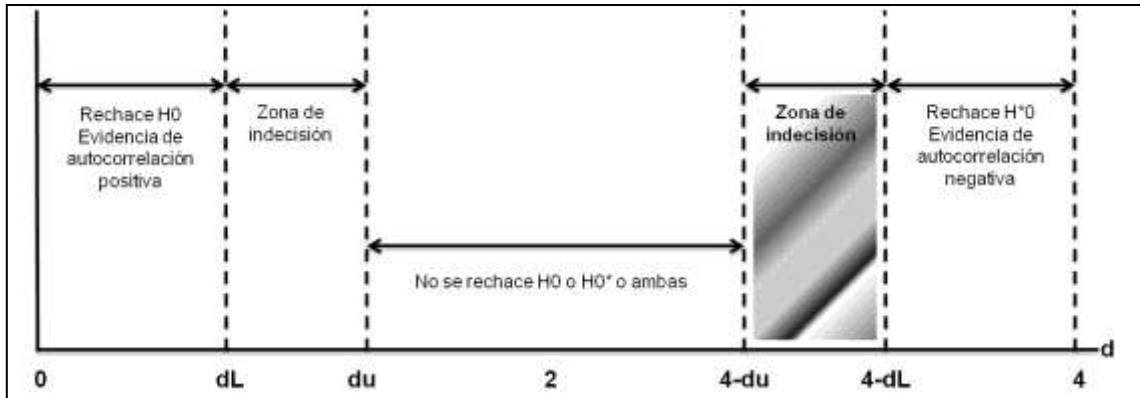
Tabla XVI: Estadísticos, modelo exportaciones.

<b>N</b>	<b>R-CUADRADO</b>	<b>R-CUADRADO AJUSTADO</b>	<b>DURBIN WATSON</b>	<b>TEST WHITE</b>
<b>27</b>	0,458384	0,329427	2,268292	5,129983

Fuente: elaboración propia.

En el caso del modelo de exportaciones, al momento de aplicar el test de durbin-watson los resultados no fueron concluyentes, debido a que el estadístico d (2,268292) quedó ubicado en la zona de indecisión, entre  $4-d_u$  y  $4-d_L$ , la que corresponde al área marcada con color degradado de la siguiente imagen:

Figura v: Regla de decisión test de durvin y Watson.

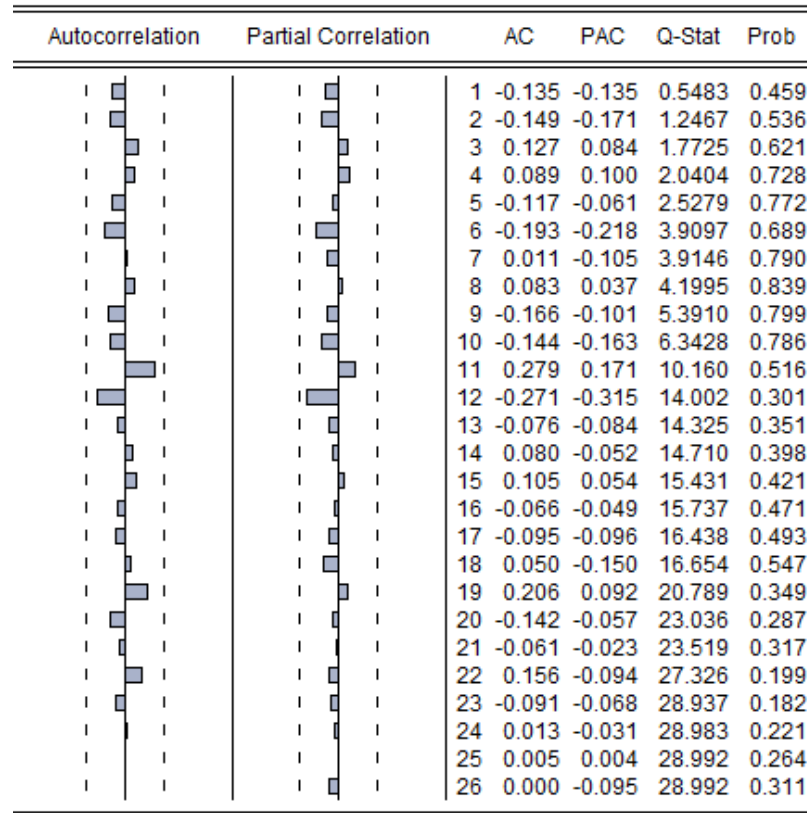


Fuente: Damodar Gujarati, Econometría<sup>48</sup>.

Por causa de encontrarnos en la zona de indecisión, debemos probar con otro test, llamado correlograma, ideal para series con muestra pequeña. El modelo exportaciones no tiene autocorrelación ni positiva o negativa, ya que las barras se encuentran dentro de las bandas de confianza y las probabilidades son mayores a 0,05:

<sup>48</sup> Damodar N. Gujarati. Econometría. 3ª ed. Colombia: Mc Graw Hill 1997. P. 414.

Figura vi: Correlograma.



Fuente: elaboración propia.

El test de White demostró que el modelo exportaciones no tiene presencia de Heterocedasticidad, ya que nuestro R-squared observado (5,1299) es bastante menor que 11,1 (número obtenido en tabla Chi-cuadrado). Mientras que los resultados de la prueba de hipótesis se resumen a continuación:

Tabla XVII: Prueba de hipótesis, modelo exportaciones.

	<b>TCALCULADO</b>	<b>TCRÍTICO (0,05)</b>	<b>REGLA DE DECISIÓN</b>	<b>DECISIÓN</b>
$\beta_2$	3,563	2,079613837	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_3$	2,0022	1,720742871	Rechazo H0	<i>Hay relación*</i>
$\beta_4$	2,6736	2,079613837	Rechazo H0	Hay relación
$\beta_5$	1,7639	1,720742871	Rechazo H0	<i>Hay relación*</i>
$\beta_6$	1,2955	2,079613837	No rechazo H0	No hay relación

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se puede concluir:

- Si mantenemos constante el PIB de China, el TCN, el IPM y el IPC, entonces el producto interno bruto (nacional) si tiene influencia lineal sobre las exportaciones. Recordemos, además, que si el PIB aumenta en un 1%, las exportaciones se verán aumentadas en un 1,17%. Por otra parte cabe mencionar que el PIB se puede medir de dos formas, como ingreso o producción. Por lo tanto, si lo vemos como producción, un aumento en la producción implica aumento en las exportaciones.
- Si mantenemos constante el PIB (nacional), el TCN, IPM y el IPC, el PIB de China si tiene influencia lineal sobre las exportaciones. La lógica es, si China tiene más ingresos, entonces importará más. Si se fijan en la tabla, el resultado de China se encuentra con asterisco, la razón es ésta variable pasó la prueba de hipótesis con un 95% de confianza, pero con una cola dentro de la tabla de distribución t.

- Si las variables PIB, PIBChina, IPM e IPC, se mantienen constantes implica que el tipo de cambio nominal (TCN) si tiene influencia lineal sobre las exportaciones de Chile. Esta es una de las variables más importantes para establecer la relación entre las exportaciones y el precio de cobre, es decir, será el conector.
- Con el índice de producción de la minería, se repite la situación dada con la variable PIBChina, es decir, el IPM pasó la prueba de hipótesis, pero con una cola.
- El IPC es la única variable que no rechazó la hipótesis, es decir no tiene influencia lineal sobre las exportaciones. Sin embargo, esta variable fue incluida dentro del modelo exportaciones, debido a que aumenta el r-squared. No existe otra finalidad, ya que para cumplir con el objetivo de la tesis, esta variable no es importante.

Los resultados de los intervalos de confianza son los siguientes:

Tabla XVIII: Intervalo de confianza, modelo exportaciones.

	<b>LÍMITE INFERIOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
$\beta_2$	0,4866389	1,17	1,853361
$\beta_3$	0,009511	0,0675	0,125489
$\beta_4$	0,0500886	0,2254	0,400711
$\beta_5$	0,0036323	0,1511	0,298568
$\beta_6$	-0,3535979	0,5841	1,521798

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5. Tipo de cambio nominal

Tabla XIX: Resultados de los parámetros, modelo tipo de cambio nominal.

	<b>COEFICIENTE</b>	<b>STD. ERROR</b>	<b>T- STATISTIC</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
$\beta_1$	-0,773492	0,096677	-8,000809	0,0000
$\beta_2$	-0,521309	0,083525	-6,241322	0,0000

Fuente: elaboración propia.

$$TCN = -0,77 - 0,52 * PCU$$

Tabla XX: Estadísticos, modelo tipo de cambio nominal.

<b>N</b>	<b>R- CUADRADO</b>	<b>R-CUADRADO AJUSTADO</b>	<b>DURBIN WATSON</b>	<b>TEST WHITE</b>
<b>27</b>	0,609095	0,593458	2,084617	3,735851

Fuente: elaboración propia.

El último modelo tipo de cambio nominal, en el test de durbin-watson no rechazó  $H_0$ . Recordemos que  $H_0$  es la hipótesis nula que dice: no autocorrelación positiva o negativa. No fue necesario aplicar correlograma como en el caso anterior.

En relación con el test de White 3,735851 es inferior al número obtenido en la tabla Chi-cuadrado (3,84), lo que significa que no existe heterocedasticidad.

La prueba de hipótesis y su regla de decisión se resume en la siguiente tabla:

Tabla XXI: Prueba de hipótesis, modelo tipo de cambio nominal.

	<b>T CALCULADO</b>	<b>T CRÍTICO (0,05)</b>	<b>RD</b>	<b>DECISIÓN</b>
$\beta_2$	-6,2413	2,059538536	Rechazo $H_0$	Hay relación

Fuente: elaboración propia.

La prueba de hipótesis deja en evidencia la relación que existe entre el precio de cobre y el tipo de cambio. Dicho en otras palabras, el precio de cobre si tiene influencia lineal sobre el tipo de cambio.

Este modelo es bastante pequeño, pero cumple con su principal función, la cual es demostrar qué pasa en las exportaciones si el precio de cobre sufre una baja, producto del sustituto. Lo anteriormente dicho se aplica con la siguiente lógica, si disminuye en un 1% el precio de cobre, el tipo de cambio aumenta en un 0,52%. Y si éste tipo de cambio aumenta, las exportaciones experimentarán los cambios que en el próximo capítulo se expondrán.

Finalmente el intervalo de confianza del precio de cobre:

Tabla XXII: Intervalo de confianza, modelo tipo de cambio nominal.

	<b>LÍMITE INFERIOR</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>
$\beta_2$	-0,693312658	-0,5213	-0,349287342

Fuente: elaboración propia.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4. Condiciones generales

Con las pruebas de especificación aprobadas, los modelos ya se encuentran en condiciones de dar resultados. Como el objetivo de esta tesis es determinar cuáles serían las consecuencias en el producto interno bruto, ante el descubrimiento de un producto sustituto al cobre. En relación con el producto sustituto al cobre, cabe mencionar que el cobre es un mineral de un amplio alcance, por lo tanto, muy difícil sería encontrar un sustituto de tal magnitud que cubra todos los mercados y necesidades que el cobre satisface. Una vez obtenidos y analizados los resultados, se deja en evidencia lo difícil que resultaría el hecho de repetir el escenario ocurrido en el siglo pasado con el salitre. Finalmente, el producto en que nos enfocaremos es el grafeno, cuyas características lo hacen un excelente conductor eléctrico, y, por lo tanto, la industria que abarcaría es sólo la electrónica, lo que permite comprender que el precio de cobre no llegará a \$0, sino más bien, experimentará una baja de un 40% pasando de US\$/lib 3,8615 a US\$/lb 2,3169<sup>49</sup>, lo que en pesos se traduce en \$1.112,5753.

---

<sup>49</sup> El precio aplicado al 40%, es el registrado el día 26 de febrero del año 2012.

#### 4.1. Consumo

$$C = 1,01 + 0,61 * PIB + 0,004 * PCU$$

Como muestra la función de consumo, si el producto interno bruto se mantiene constante y el precio del cobre aumenta un 1%, el consumo aumenta un 0,004581%. De tal manera que si el precio baja un 1%, el consumo baja en la misma cantidad que aparece en la función. Ahora bien, si el precio de cobre experimenta una baja en el 40%, entonces veremos que el consumo también baja, pero ahora en un 0,18324%.

Por su parte en la función del producto interno bruto, descrita en el capítulo anterior, se establece que si se mantienen constantes la inversión, exportaciones e importaciones, un aumento en un 1% experimentado en el consumo, hará que el producto interno bruto aumente un 0,533408%.

Por lo tanto, si el consumo ahora experimentó una baja de un 0,18324%, el producto interno bajará un 0,09774%. Esto refleja lo que se mencionó en el capítulo anterior, el precio de cobre no es un determinante del consumo, vale decir, si aumenta el precio del mineral, una persona no va a consumir más, puesto que su ingreso disponible para consumo sigue siendo el mismo. Por otra parte se debe mencionar que el precio del cobre es considerado un ingreso cíclico y cuando éste es positivo, en un lugar de gastar se ahorra y cuando es negativo se considera un desahorro, esta es la razón principal por la cual el precio del cobre no determina el consumo de las personas.

## 4.2. Inversión

$$I = 0,65 + 0,03 * PCU + 1,09 * RI$$

Si el precio del cobre aumenta un 1%, la inversión aumenta un 0,028177%. Mientras que si el precio del cobre baja un 40%, en la inversión también habrá una baja, pero ahora de un 1,12708%.

Por su parte en la función del producto interno bruto, si mantenemos constantes el consumo, exportaciones e importaciones, el aumento de la inversión en un 1%, hace que el PIB aumente un 0,043772%. Ahora en el caso de que el precio del cobre baje un 40% hace que la inversión disminuya en un 1,12708%, y ésta baja hace que el producto interno bruto experimente una caída de 0,04933%.

El precio del cobre sí está relacionado con la inversión, y esta relación tiene mayor dimensión en comparación con el consumo. Si el precio del cobre es más alto va a incentivar al inversionista a invertir en el país y particularmente en la minería del cobre. Sin embargo, la inversión tiene otros determinantes como los son el producto interno bruto (incluido en la razón de inversión), el ingreso extranjero, la tasa de interés nacional e internacional, entre otras.

### 4.3. Tipo de cambio nominal

$$TCN = -0,77 - 0,52 * PCU$$

En el caso de este modelo se establece una relación entre el TCN y el precio del cobre. La idea es determinar es que el tipo de cambio nominal sea el conector entre el precio del cobre y las exportaciones. Es por esta razón que al analizar los resultados empezamos con tipo de cambio nominal y posteriormente recurrimos a las exportaciones.

Lo primero que debemos saber es que si aumenta el precio del cobre en un 1%, el tipo de cambio nominal baja un 0,521309, es decir, tiene una relación inversa. Por lo tanto, si el precio del cobre baja en un 40%, el tipo de cambio nominal aumentará en 20,85236%, lo que traducido en pesos es igual a \$576,24. Por su parte el aumento en el tipo de cambio nominal, implica un aumento en las exportaciones, disminución en las importaciones y finalmente un mejoramiento en la balanza comercial.

### 4.4. Exportaciones

$$X = -0,76 + 1,17 * PIB + 0,07 * PIBChina + 0,22 * TCN + 0,15 * IPM + 0,58 * IPC$$

La función de exportaciones establece una relación directa entre el tipo de cambio nominal y las exportaciones, y esto se refleja de la siguiente manera, si mantenemos constantes, el PIB, el PIB de China, el índice de producción de la minería y el índice de precios al consumidor, un aumento de un 1% en el tipo de cambio nominal, hace que las exportaciones aumenten un 0,225436%. Además la

relación exportaciones producto interno bruto, establece que si las exportaciones aumentan un 1% el producto interno bruto aumentará 0,151186%.

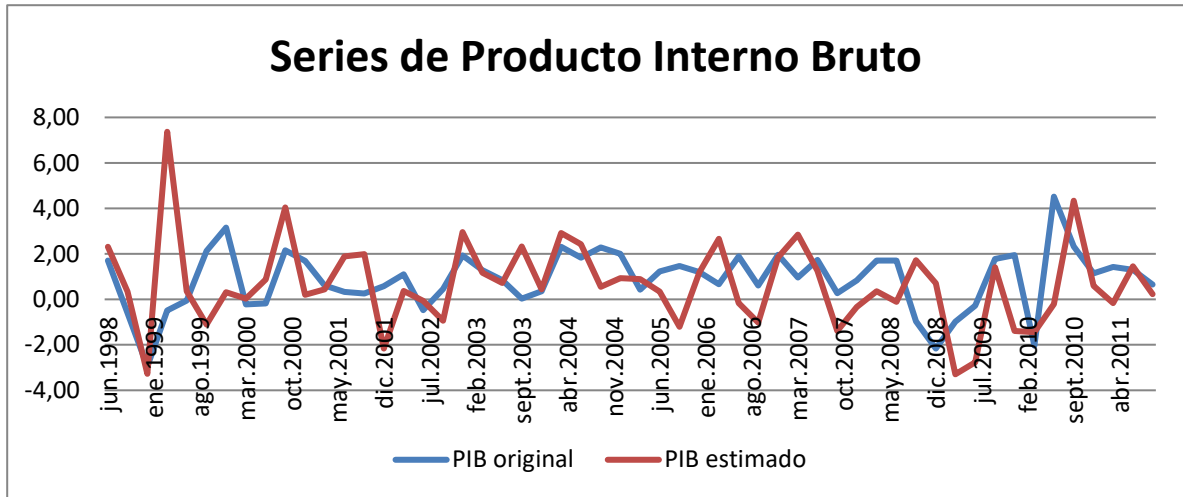
Ahora bien, si hacemos la relación entre precio del cobre, tipo de cambio nominal, exportaciones y producto interno bruto, tenemos lo siguiente: si el precio del cobre baja un 40%, el tipo de cambio nominal aumenta un 20,85236%. Y como demuestra este modelo y la economía en general las exportaciones están en función del tipo de cambio y cualquier cambio que éste experimente será reflejado en la balanza comercial. Es por esta razón que la variación notada en el tipo de cambio tiene como consecuencia un aumento en las exportaciones en un 4,70087%. Finalmente este aumento en las exportaciones hace que el producto interno bruto aumente un 0,710706%.

#### **4.5. Producto interno bruto**

$$PIB = -0,05 + 0,53 * C + 0,04 * I + 0,11 * X + 0,03 * M$$

Finalmente y, con toda la información disposición podemos ver que los cambios en el producto interno bruto no serían en grandes dimensiones, siempre y cuando aplicamos el modelo de forma estática, es decir, la reacción experimentada por una variable independiente y las otras manteniéndolas constantes. Sin embargo, si aplicamos todos esas variaciones de forma simultánea, pero manteniendo constante las importaciones, puesto que a éstas últimas no se les hizo un modelo aparte. Entonces obtenemos resultados que gráficamente quedan así:

Figura vii: Series producto interno bruto



Fuente: elaboración propia.

El gráfico anterior hace diferencia entre las variaciones del producto interno bruto real y el producto interno bruto estimado con las reacciones en las variables explicativas ante una baja en el precio del cobre. En un inicio ambas series comienzan en baja hasta llegar al punto mínimo. De ahí en adelante ambos comportamientos se diferencian. La serie original es bastante más estable, mientras que la segunda es más cíclica.

## CONCLUSIONES

El tema de esta investigación fue inspirado en la situación vivida en Chile cuando se descubrió el salitre sintético, producto sustituto de nuestro mineral estrella entre los periodos 1883 y 1920, el salitre. En muy pocas palabras, ese sustituto logró posicionarse en el mercado total, haciendo que las mineras de Chile quedaran con grandes stock de salitre que nunca más se venderían. Además, en esa época la economía estaba en pleno auge, gracias a este mismo mineral. Es por esta razón que cuando se habla del fuerte crecimiento del cobre en la minería y economía chilena, muchas personas se preguntan qué pasaría si se descubre un producto sustituto al cobre.

En primer lugar, sustitutos al cobre si existen, los cuales han restado mercado, pero ninguno ha logrado reemplazarlo totalmente. El alcance del cobre es ilimitado, abarca una serie de mercados que, por muchas investigaciones que se hagan, será difícil lograr tener todas sus propiedades y además, que su extracción sea de gran escala.

La investigación no se enfocó en los productos sustitutos ya instalados en el mercado, sino más bien, en un producto que está en investigación y que podría ser un real peligro en el mercado de electricidad y electrónica. Debido a esto, en las estimaciones económicas, el precio del cobre no se llevó a \$0 sino se rebajó en un 40%. Llevar el precio del cobre a cero pesos sería algo casi imposible,

debido a que por muy buen conductor que fuera el grafeno y su extracción fuese masiva, éste no podría aplicarse en áreas como salud, transporte y otras. Establecido lo anterior, ya se está en condiciones de concluir la parte económica de esta investigación.

Respecto de las estimaciones podemos ver en primer lugar que el precio del cobre no tiene una influencia lineal sobre el consumo, por ende, cualquier baja en su precio no afectará el consumo de los chilenos, al menos en el corto plazo.

Las exportaciones si se ven muy influidas frente a un alza o baja del precio del cobre, sin embargo, su relación no es directa, ya que el gran conector entre estas dos variables es el tipo de cambio nominal. Si disminuye el precio del cobre, el tipo de cambio se ve aumentado y esto es el principal incentivo para que los empresarios nacionales exporten aún más. Mientras más exporte un país, más crece su producto interno bruto, *ceteris paribus*.

En síntesis, una baja en el precio del cobre hace que el consumo e inversión experimenten una disminución y, por ende, que el producto interno bruto sufra las mismas consecuencias. Mientras que las exportaciones y el tipo de cambio nominal lo harían crecer. Sin embargo, este crecimiento se irá concretando en el tiempo, puesto que antes que el tipo de cambio incentive al empresario a seguir exportando, se dará un proceso en el cual las empresas mineras dedicadas a extraer cobre dejarán de exportar en las dimensiones que hasta ahora lo han

hecho. Recordemos que el grafeno se usaría en electricidad o electrónica. Mientras que el resto de los consumidores seguirán comprando lo mismo o más.

Para finalizar, no se puede olvidar la labor importante que cumplen muchas instituciones, tanto nacionales como extranjeras, que se encargan de promover el uso del cobre, a través del desarrollo de investigaciones y difusión de material. Así como también de revelar el impacto que tiene el cobre en los países que se extrae. Gracias a esas instituciones el cobre no pasará de moda y sus usos seguirán diversificándose.

## BIBLIOGRAFÍA

**Banco Central.** Banco Central de Chile. [En línea] [Citado el: 14 de Junio de 2011.] <http://www.bcentral.cl>.

**Corporación Nacional del Cobre. 2010.** CODELCO. [En línea] 2010. [Citado el: 14 de Junio de 2011.] [www.codelco.com](http://www.codelco.com).

—. CODELCO. [En línea] [Citado el: 14 de Junio de 2011.] [www.codelco.com](http://www.codelco.com).

**Dornbusch; Fischer; Startz. 2009.** *Macroeconomía, décima edición*. s.l. : Mc Graw Hill, 2009. págs. 1-17.

**EMOL. 2011.** Emol. [En línea] 25 de Marzo de 2011. [Citado el: 13 de Noviembre de 2011.] <http://www.emol.com/noticias/economia/2011/03/25/472071/lanzan-al-mercado-calzetines-elaborados-con-fibra-de-cobre.html>.

**European Copper Institute.** European Copper Institute. [En línea] [Citado el: 1 de Noviembre de 2011.] <http://www.eurocopper.org/cobre/cobre-y-vehiculos.html>.

**G. S. Maddala. 1996.** *Introducción a la econometría. Segunda edición*. México : s.n., 1996.

**International Copper Study Group. 2010.** International Copper Study Group. /ICSG. [En línea] 2010. [Citado el: 31 de Octubre de 2011.] [http://www.icsg.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=22&Itemid=26](http://www.icsg.org/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=26).

**Larraín, Sachs. 2002.** *Macroeconomía en la economía global*. s.l. : Pearson Prentice Hall, 2002.

**Ministerio de Minería.** Ministerio de Minería. [En línea] [Citado el: 16 de junio de 2011.] <http://www.minmineria.gob.cl>.

**Pro Cobre. 2011.** Pro Cobre. [En línea] 3 de Marzo de 2011. [Citado el: 31 de Octubre de 2011.] [http://www.procobre.org/procobre/noticias/0311\\_01.html](http://www.procobre.org/procobre/noticias/0311_01.html).

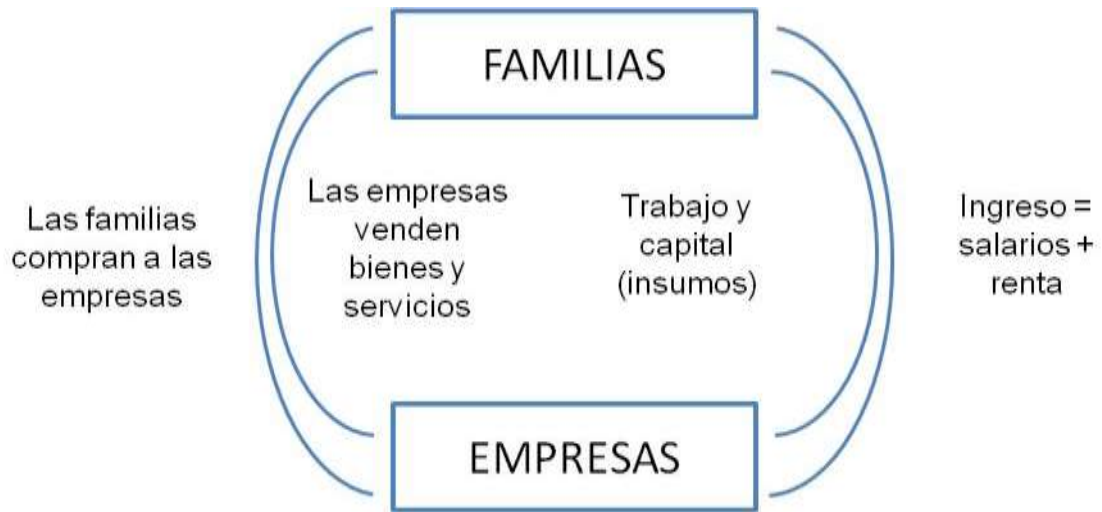
—. **2011.** Pro Cobre. [En línea] 2011. [Citado el: 13 de Noviembre de 2011.] <http://www.procobre.org/es/noticias/primer-hospital-en-francia-en-instalar-superficies-de-cobre-para-combatir-infecciones-intrahospitalarias/>.

**Servicio de Impuestos Internos.** SII online. [En línea] [Citado el: 15 de junio de 2011.] [www.sii.cl](http://www.sii.cl).

*Situación actual y perspectivas para la minería en Chile.* **CESCO. 2011.** Santiago : s.n., 2011.

## Anexo 1

Flujo circular del ingreso en una economía cerrada

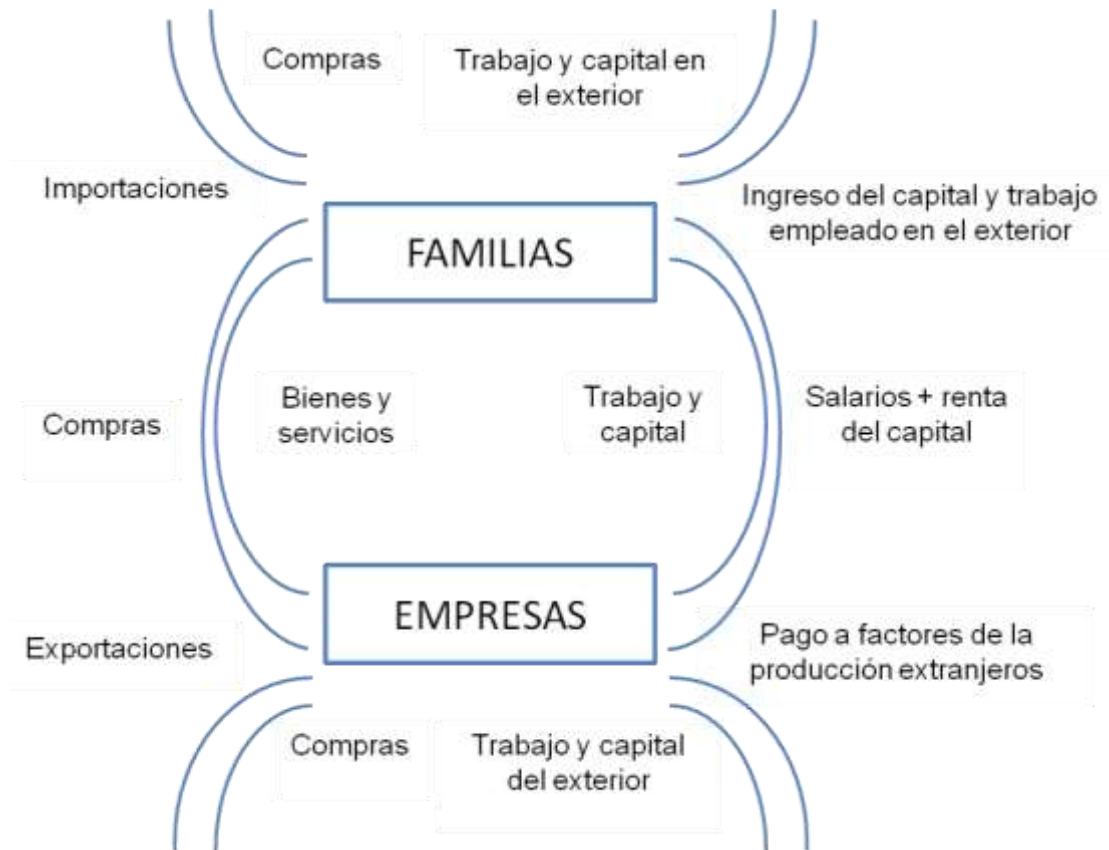


**Fuente:** Larraín y Sachs. Macroeconomía en la economía global. 2ª ed. Argentina:

Pearson Prentice Hall, 2002.

## Anexo 2

Flujo Circular del ingreso considerando factores de producción propiedad de extranjeros



**Fuente:** Larraín y Sachs. Macroeconomía en la economía global. 2ª ed. Argentina: Pearson Prentice Hall, 2002.

### Anexo 3

Modelo producto interno bruto, serie original

	<b>PIB</b>	<b>C</b>	<b>I</b>	<b>X</b>	<b>M</b>
<b>mar.1998</b>	11.211.754	7.093.998	2.677.051	3.548.058	3.591.427
<b>jun.1998</b>	11.402.647	7.240.617	2.763.644	3.681.580	3.654.010
<b>sep.1998</b>	11.333.749	7.123.660	2.530.444	3.669.239	3.737.883
<b>dic.1998</b>	10.999.083	7.005.688	2.371.835	3.496.248	3.275.861
<b>mar.1999</b>	10.945.549	6.901.922	2.145.498	3.837.098	3.130.032
<b>jun.1999</b>	10.939.300	6.853.663	2.055.651	3.842.328	3.174.909
<b>sep.1999</b>	11.172.563	7.111.250	1.997.640	3.790.984	3.323.081
<b>dic.1999</b>	11.524.335	7.327.901	2.257.935	3.862.854	3.272.223
<b>mar.2000</b>	11.498.938	7.276.456	2.223.164	3.852.332	3.426.453
<b>jun.2000</b>	11.478.114	7.272.747	2.214.134	3.893.403	3.603.551
<b>sep.2000</b>	11.725.083	7.382.502	2.238.634	4.128.363	3.618.833
<b>dic.2000</b>	11.923.451	7.451.297	2.529.644	4.189.129	3.548.406
<b>mar.2001</b>	11.995.305	7.466.059	2.497.141	4.203.012	3.821.531
<b>jun.2001</b>	12.033.867	7.544.047	2.363.269	4.311.719	3.732.864
<b>sep.2001</b>	12.064.705	7.518.724	2.303.652	4.426.760	3.710.036
<b>dic.2001</b>	12.134.087	7.599.134	2.439.704	4.328.948	3.512.786
<b>mar.2002</b>	12.267.725	7.632.058	2.433.916	4.351.027	3.619.794
<b>jun.2002</b>	12.209.408	7.613.258	2.391.704	4.332.585	3.844.277
<b>sep.2002</b>	12.264.398	7.717.690	2.363.952	4.279.809	3.924.985
<b>dic.2002</b>	12.501.299	7.771.769	2.562.456	4.499.012	3.720.864
<b>mar.2003</b>	12.662.395	7.870.126	2.495.453	4.568.234	3.883.742
<b>jun.2003</b>	12.770.459	7.949.713	2.650.391	4.631.892	4.153.440
<b>sep.2003</b>	12.774.415	8.052.379	2.444.604	4.768.816	4.186.254
<b>dic.2003</b>	12.820.089	8.210.824	2.716.553	4.844.267	4.357.523
<b>mar.2004</b>	13.117.120	8.412.187	2.531.563	5.035.666	4.460.739
<b>jun.2004</b>	13.357.114	8.527.455	2.770.411	5.242.001	4.720.750
<b>sep.2004</b>	13.662.646	8.681.551	2.801.039	5.285.154	5.145.953
<b>dic.2004</b>	13.935.993	8.880.658	3.235.559	5.425.353	5.306.304
<b>mar.2005</b>	13.994.312	8.983.556	3.177.178	5.496.972	5.352.940
<b>jun.2005</b>	14.166.187	9.158.915	3.523.745	5.572.707	5.633.642
<b>sep.2005</b>	14.374.562	9.382.773	3.482.725	5.484.314	5.942.078
<b>dic.2005</b>	14.547.159	9.519.666	3.860.916	5.627.869	6.077.215
<b>mar.2006</b>	14.642.856	9.705.437	3.435.266	5.814.266	6.096.236

<b>jun.2006</b>	14.918.789	9.850.893	3.566.778	5.828.163	6.198.813
<b>sep.2006</b>	15.009.236	9.956.318	3.574.303	5.749.568	6.438.234
<b>dic.2006</b>	15.303.241	10.152.798	3.797.748	5.934.595	6.713.648
<b>mar.2007</b>	15.449.707	10.454.407	3.734.882	6.194.048	6.725.286
<b>jun.2007</b>	15.716.793	10.544.904	4.005.285	6.332.183	7.123.951
<b>sep.2007</b>	15.759.064	10.594.471	3.829.735	6.190.023	7.345.889
<b>dic.2007</b>	15.890.255	10.788.015	4.417.740	6.227.076	7.944.293
<b>mar.2008</b>	16.161.319	11.044.424	4.247.724	6.276.532	7.602.825
<b>jun.2008</b>	16.436.836	11.163.069	4.949.043	6.329.787	8.302.575
<b>sep.2008</b>	16.276.760	11.102.101	4.997.868	6.471.966	8.802.574
<b>dic.2008</b>	15.923.532	10.950.743	4.891.676	6.539.453	8.096.767
<b>mar.2009</b>	15.767.087	10.897.860	3.860.934	6.192.107	6.481.517
<b>jun.2009</b>	15.723.325	10.945.220	3.944.820	5.961.479	6.687.626
<b>sep.2009</b>	16.002.904	11.214.618	3.980.017	6.093.800	7.081.707
<b>dic.2009</b>	16.314.235	11.538.963	4.260.876	6.010.796	7.762.343
<b>mar.2010</b>	15.982.076	11.738.626	4.138.860	5.895.772	7.757.324
<b>jun.2010</b>	16.703.751	12.122.664	5.096.297	5.966.000	9.050.651
<b>sep.2010</b>	17.091.082	12.611.486	4.718.460	6.319.940	9.690.177
<b>dic.2010</b>	17.287.601	12.828.101	5.107.817	6.426.378	9.782.771
<b>mar.2011</b>	17.534.760	13.311.228	4.983.729	6.448.021	9.406.089
<b>jun.2011</b>	17.761.954	13.281.391	5.639.934	6.617.822	10.310.148
<b>sep.2011</b>	17.877.268	13.623.379	5.735.772	6.657.223	11.027.137

**Fuente:** Base de datos, Cuentas nacionales, Series empalmadas. Banco Central.

## Anexo 4

Modelo producto interno bruto, Variaciones porcentuales.

	<b>PIB</b>	<b>C</b>	<b>I</b>	<b>X</b>	<b>M</b>
<b>jun.1998</b>	1,703	2,067	3,235	3,763	1,743
<b>sep.1998</b>	-0,604	-1,615	-8,438	-0,335	2,295
<b>dic.1998</b>	-2,953	-1,656	-6,268	-4,715	-12,361
<b>mar.1999</b>	-0,487	-1,481	-9,543	9,749	-4,452
<b>jun.1999</b>	-0,057	-0,699	-4,188	0,136	1,434
<b>sep.1999</b>	2,132	3,758	-2,822	-1,336	4,667
<b>dic.1999</b>	3,149	3,047	13,030	1,896	-1,530
<b>mar.2000</b>	-0,220	-0,702	-1,540	-0,272	4,713
<b>jun.2000</b>	-0,181	-0,051	-0,406	1,066	5,169
<b>sep.2000</b>	2,152	1,509	1,107	6,035	0,424
<b>dic.2000</b>	1,692	0,932	12,999	1,472	-1,946
<b>mar.2001</b>	0,603	0,198	-1,285	0,331	7,697
<b>jun.2001</b>	0,321	1,045	-5,361	2,586	-2,320
<b>sep.2001</b>	0,256	-0,336	-2,523	2,668	-0,612
<b>dic.2001</b>	0,575	1,069	5,906	-2,210	-5,317
<b>mar.2002</b>	1,101	0,433	-0,237	0,510	3,046
<b>jun.2002</b>	-0,475	-0,246	-1,734	-0,424	6,202
<b>sep.2002</b>	0,450	1,372	-1,160	-1,218	2,099
<b>dic.2002</b>	1,932	0,701	8,397	5,122	-5,201
<b>mar.2003</b>	1,289	1,266	-2,615	1,539	4,377
<b>jun.2003</b>	0,853	1,011	6,209	1,393	6,944
<b>sep.2003</b>	0,031	1,291	-7,764	2,956	0,790
<b>dic.2003</b>	0,358	1,968	11,124	1,582	4,091
<b>mar.2004</b>	2,317	2,452	-6,810	3,951	2,369
<b>jun.2004</b>	1,830	1,370	9,435	4,097	5,829
<b>sep.2004</b>	2,287	1,807	1,106	0,823	9,007
<b>dic.2004</b>	2,001	2,293	15,513	2,653	3,116
<b>mar.2005</b>	0,418	1,159	-1,804	1,320	0,879
<b>jun.2005</b>	1,228	1,952	10,908	1,378	5,244
<b>sep.2005</b>	1,471	2,444	-1,164	-1,586	5,475
<b>dic.2005</b>	1,201	1,459	10,859	2,618	2,274
<b>mar.2006</b>	0,658	1,951	-11,025	3,312	0,313
<b>jun.2006</b>	1,884	1,499	3,828	0,239	1,683

<b>sep.2006</b>	0,606	1,070	0,211	-1,349	3,862
<b>dic.2006</b>	1,959	1,973	6,251	3,218	4,278
<b>mar.2007</b>	0,957	2,971	-1,655	4,372	0,173
<b>jun.2007</b>	1,729	0,866	7,240	2,230	5,928
<b>sep.2007</b>	0,269	0,470	-4,383	-2,245	3,115
<b>dic.2007</b>	0,832	1,827	15,354	0,599	8,146
<b>mar.2008</b>	1,706	2,377	-3,848	0,794	-4,298
<b>jun.2008</b>	1,705	1,074	16,510	0,848	9,204
<b>sep.2008</b>	-0,974	-0,546	0,987	2,246	6,022
<b>dic.2008</b>	-2,170	-1,363	-2,125	1,043	-8,018
<b>mar.2009</b>	-0,982	-0,483	-21,071	-5,312	-19,949
<b>jun.2009</b>	-0,278	0,435	2,173	-3,725	3,180
<b>sep.2009</b>	1,778	2,461	0,892	2,220	5,893
<b>dic.2009</b>	1,945	2,892	7,057	-1,362	9,611
<b>mar.2010</b>	-2,036	1,730	-2,864	-1,914	-0,065
<b>jun.2010</b>	4,516	3,272	23,133	1,191	16,672
<b>sep.2010</b>	2,319	4,032	-7,414	5,933	7,066
<b>dic.2010</b>	1,150	1,718	8,252	1,684	0,956
<b>mar.2011</b>	1,430	3,766	-2,429	0,337	-3,850
<b>jun.2011</b>	1,296	-0,224	13,167	2,633	9,611
<b>sep.2011</b>	0,649	2,575	1,699	0,595	6,954

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 5

Modelo Consumo, serie original.

	<b>C</b>	<b>PIB anterior</b>	<b>PCU</b>
<b>dic.2004</b>	8880657,97	13.662.646	715,46
<b>mar.2005</b>	8983555,75	13.935.993	755,92
<b>jun.2005</b>	9158915,48	13.994.312	784,13
<b>sep.2005</b>	9382773,41	14.166.187	868,95
<b>dic.2005</b>	9519666,16	14.374.562	995,25
<b>mar.2006</b>	9705436,70	14.547.159	1142,63
<b>jun.2006</b>	9850892,74	14.642.856	1667,88
<b>sep.2006</b>	9956318,42	14.918.789	1774,12
<b>dic.2006</b>	10152797,70	15.009.236	1635,24
<b>mar.2007</b>	10454407,03	15.303.241	1372,45
<b>jun.2007</b>	10544904,31	15.449.707	1767,66
<b>sep.2007</b>	10594471,26	15.716.793	1783,98
<b>dic.2007</b>	10788015,48	15.759.064	1662,61
<b>mar.2008</b>	11044423,85	15.890.255	1803,35
<b>jun.2008</b>	11163069,01	16.161.319	1952,77
<b>sep.2008</b>	11102100,71	16.436.836	1776,50
<b>dic.2008</b>	10950742,54	16.276.760	903,12
<b>mar.2009</b>	10897859,65	15.923.532	793,14
<b>jun.2009</b>	10945219,64	15.767.087	1078,54
<b>sep.2009</b>	11214618,09	15.723.325	1355,45
<b>dic.2009</b>	11538962,66	16.002.904	1537,84
<b>mar.2010</b>	11738626,16	16.314.235	1672,81
<b>jun.2010</b>	12122663,51	15.982.076	1625,55
<b>sep.2010</b>	12611485,52	16.703.751	1675,36
<b>dic.2010</b>	12828101,01	17.091.082	1997,64
<b>mar.2011</b>	13311228,10	17.287.601	2232,39
<b>jun.2011</b>	13281390,54	17.534.760	2116,97
<b>sep.2011</b>	13623379,36	17.761.954	2079,92

**Fuente:** Base de datos, Banco Central.

## Anexo 6

Modelo consumo, variaciones porcentuales.

	<b>C</b>	<b>PIB anterior</b>	<b>PCU</b>
<b>mar.2005</b>	1,16	2,00	5,65
<b>jun.2005</b>	1,95	0,42	3,73
<b>sep.2005</b>	2,44	1,23	10,82
<b>dic.2005</b>	1,46	1,47	14,53
<b>mar.2006</b>	1,95	1,20	14,81
<b>jun.2006</b>	1,50	0,66	45,97
<b>sep.2006</b>	1,07	1,88	6,37
<b>dic.2006</b>	1,97	0,61	-7,83
<b>mar.2007</b>	2,97	1,96	-16,07
<b>jun.2007</b>	0,87	0,96	28,80
<b>sep.2007</b>	0,47	1,73	0,92
<b>dic.2007</b>	1,83	0,27	-6,80
<b>mar.2008</b>	2,38	0,83	8,47
<b>jun.2008</b>	1,07	1,71	8,29
<b>sep.2008</b>	-0,55	1,70	-9,03
<b>dic.2008</b>	-1,36	-0,97	-49,16
<b>mar.2009</b>	-0,48	-2,17	-12,18
<b>jun.2009</b>	0,43	-0,98	35,98
<b>sep.2009</b>	2,46	-0,28	25,67
<b>dic.2009</b>	2,89	1,78	13,46
<b>mar.2010</b>	1,73	1,95	8,78
<b>jun.2010</b>	3,27	-2,04	-2,82
<b>sep.2010</b>	4,03	4,52	3,06
<b>dic.2010</b>	1,72	2,32	19,24
<b>mar.2011</b>	3,77	1,15	11,75
<b>jun.2011</b>	-0,22	1,43	-5,17
<b>sep.2011</b>	2,57	1,30	-1,75

**Fuente:** elaboración propia.

## Anexo 7

Modelo Inversión, serie original.

	I	PCU	RI
<b>dic.2004</b>	3.174.858,45	715,46	0,23
<b>mar.2005</b>	3.321.148,89	755,92	0,24
<b>jun.2005</b>	3.597.047,00	784,13	0,25
<b>sep.2005</b>	3.698.085,85	868,95	0,26
<b>dic.2005</b>	3.693.961,13	995,25	0,25
<b>mar.2006</b>	3.661.835,86	1.142,63	0,25
<b>jun.2006</b>	3.648.777,36	1.667,88	0,24
<b>sep.2006</b>	3.691.308,14	1.774,12	0,25
<b>dic.2006</b>	3.765.459,71	1.635,24	0,25
<b>mar.2007</b>	3.863.676,71	1.372,45	0,25
<b>jun.2007</b>	3.992.926,27	1.767,66	0,25
<b>sep.2007</b>	4.071.420,41	1.783,98	0,26
<b>dic.2007</b>	4.226.953,14	1.662,61	0,27
<b>mar.2008</b>	4.478.688,76	1.803,35	0,28
<b>jun.2008</b>	4.719.723,88	1.952,77	0,29
<b>sep.2008</b>	4.774.699,21	1.776,50	0,29
<b>dic.2008</b>	4.774.025,97	903,12	0,30
<b>mar.2009</b>	3.970.761,72	793,14	0,25
<b>jun.2009</b>	3.823.173,97	1.078,54	0,24
<b>sep.2009</b>	4.074.266,10	1.355,45	0,25
<b>dic.2009</b>	4.185.558,47	1.537,84	0,26
<b>mar.2010</b>	4.297.178,85	1.672,81	0,27
<b>jun.2010</b>	5.020.225,41	1.625,55	0,30
<b>sep.2010</b>	4.809.053,55	1.675,36	0,28
<b>dic.2010</b>	5.042.824,28	1.997,64	0,29
<b>mar.2011</b>	5.274.605,89	2.232,39	0,30
<b>jun.2011</b>	5.620.333,14	2.116,97	0,32
<b>sep.2011</b>	6.081.776,12	2.079,92	0,34

**Fuente:** Base de datos, Banco Central.

## Anexo 8

Modelo inversión, variaciones porcentuales.

	I	PCU	RI
mar.2005	4,608	5,655	4,172
jun.2005	8,307	3,733	6,993
sep.2005	2,809	10,817	1,319
dic.2005	-0,112	14,534	-1,297
mar.2006	-0,870	14,808	-1,518
jun.2006	-0,357	45,968	-2,200
sep.2006	1,166	6,370	0,556
dic.2006	2,009	-7,828	0,049
mar.2007	2,608	-16,071	1,636
jun.2007	3,345	28,796	1,589
sep.2007	1,966	0,923	1,692
dic.2007	3,820	-6,803	2,963
mar.2008	5,955	8,465	4,178
jun.2008	5,382	8,285	3,615
sep.2008	1,165	-9,027	2,160
dic.2008	-0,014	-49,163	2,204
mar.2009	-16,826	-12,178	-16,000
jun.2009	-3,717	35,984	-3,449
sep.2009	6,568	25,674	4,706
dic.2009	2,732	13,456	0,771
mar.2010	2,667	8,776	4,801
jun.2010	16,826	-2,825	11,779
sep.2010	-4,206	3,064	-6,377
dic.2010	4,861	19,237	3,669
mar.2011	4,596	11,751	3,122
jun.2011	6,555	-5,170	5,192
sep.2011	8,210	-1,750	7,512

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 9

Modelo Exportaciones, serie original.

	X	PIB anterior	PIBChina	TCN	IPM	IPC
<b>dic.2004</b>	5.425.353	13.662.646	9,50	593,17	102,24	82,35
<b>mar.2005</b>	5.496.972	13.935.993	11,20	578,27	107,99	82,44
<b>jun.2005</b>	5.572.707	13.994.312	10,10	581,41	106,06	83,33
<b>sep.2005</b>	5.484.314	14.166.187	9,80	552,93	110,78	84,59
<b>dic.2005</b>	5.627.869	14.374.562	9,90	526,43	113,89	85,48
<b>mar.2006</b>	5.814.266	14.547.159	12,40	526,37	111,10	85,79
<b>jun.2006</b>	5.828.163	14.642.856	11,50	526,82	109,12	86,51
<b>sep.2006</b>	5.749.568	14.918.789	10,60	539,27	105,66	87,54
<b>dic.2006</b>	5.934.595	15.009.236	10,40	528,69	113,96	87,40
<b>mar.2007</b>	6.194.048	15.303.241	14,00	540,36	112,65	88,10
<b>jun.2007</b>	6.332.183	15.449.707	12,60	526,93	114,43	88,99
<b>sep.2007</b>	6.190.023	15.716.793	11,50	520,13	107,86	91,74
<b>dic.2007</b>	6.227.076	15.759.064	11,20	502,64	111,73	93,73
<b>mar.2008</b>	6.276.532	15.890.255	11,30	464,29	108,04	95,15
<b>jun.2008</b>	6.329.787	16.161.319	10,10	469,67	115,33	96,89
<b>sep.2008</b>	6.471.966	16.436.836	9,00	515,92	112,68	100,30
<b>dic.2008</b>	6.539.453	16.276.760	6,80	639,05	107,75	101,79
<b>mar.2009</b>	6.192.107	15.923.532	6,20	607,10	107,52	100,50
<b>jun.2009</b>	5.961.479	15.767.087	7,90	567,38	109,86	99,90
<b>sep.2009</b>	6.093.800	15.723.325	9,10	545,38	115,40	99,70
<b>dic.2009</b>	6.010.796	16.002.904	10,70	518,63	105,59	99,90
<b>mar.2010</b>	5.895.772	16.314.235	11,90	519,00	111,09	100,24
<b>jun.2010</b>	5.966.000	15.982.076	10,30	530,12	104,26	101,10
<b>sep.2010</b>	6.319.940	16.703.751	9,60	511,90	112,00	101,91
<b>dic.2010</b>	6.426.378	17.091.082	9,80	480,32	103,67	102,37
<b>mar.2011</b>	6.448.021	17.287.601	9,70	481,63	108,19	103,17
<b>jun.2011</b>	6.617.822	17.534.760	9,50	469,43	103,70	104,44
<b>sep.2011</b>	6.657.223	17.761.954	9,10	471,07	104,10	105,12

**Fuente:** Base de datos, Banco Central.

## Anexo 10

Modelo Exportaciones, variaciones porcentuales.

	X	PIB anterior	PIBChina	TCN	IPM	IPC
mar.2005	1,32	2,00	17,89	-2,51	5,62	0,12
jun.2005	1,38	0,42	-9,82	0,54	-1,79	1,08
sep.2005	-1,59	1,23	-2,97	-4,90	4,45	1,51
dic.2005	2,62	1,47	1,02	-4,79	2,81	1,05
mar.2006	3,31	1,20	25,25	-0,01	-2,46	0,36
jun.2006	0,24	0,66	-7,26	0,08	-1,78	0,83
sep.2006	-1,35	1,88	-7,83	2,36	-3,17	1,20
dic.2006	3,22	0,61	-1,89	-1,96	7,86	-0,16
mar.2007	4,37	1,96	34,62	2,21	-1,15	0,80
jun.2007	2,23	0,96	-10,00	-2,49	1,58	1,01
sep.2007	-2,25	1,73	-8,73	-1,29	-5,74	3,09
dic.2007	0,60	0,27	-2,61	-3,36	3,59	2,17
mar.2008	0,79	0,83	0,89	-7,63	-3,30	1,52
jun.2008	0,85	1,71	-10,62	1,16	6,74	1,83
sep.2008	2,25	1,70	-10,89	9,85	-2,30	3,52
dic.2008	1,04	-0,97	-24,44	23,87	-4,38	1,49
mar.2009	-5,31	-2,17	-8,82	-5,00	-0,22	-1,27
jun.2009	-3,72	-0,98	27,42	-6,54	2,18	-0,60
sep.2009	2,22	-0,28	15,19	-3,88	5,04	-0,21
dic.2009	-1,36	1,78	17,58	-4,91	-8,50	0,20
mar.2010	-1,91	1,95	11,21	0,07	5,21	0,35
jun.2010	1,19	-2,04	-13,45	2,14	-6,15	0,85
sep.2010	5,93	4,52	-6,80	-3,44	7,42	0,81
dic.2010	1,68	2,32	2,08	-6,17	-7,43	0,44
mar.2011	0,34	1,15	-1,02	0,27	4,36	0,78
jun.2011	2,63	1,43	-2,06	-2,53	-4,15	1,23
sep.2011	0,60	1,30	-4,21	0,35	0,39	0,65

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 11

Modelo tipo de cambio nominal, serie original.

	TCN	PCU
<b>dic.2004</b>	593,17	715,45985
<b>mar.2005</b>	578,27	755,915883
<b>jun.2005</b>	581,41	784,133117
<b>sep.2005</b>	552,93	868,9548
<b>dic.2005</b>	526,43	995,252417
<b>mar.2006</b>	526,37	1142,62797
<b>jun.2006</b>	526,82	1667,87647
<b>sep.2006</b>	539,27	1774,11605
<b>dic.2006</b>	528,69	1635,23967
<b>mar.2007</b>	540,36	1372,44543
<b>jun.2007</b>	526,93	1767,65668
<b>sep.2007</b>	520,13	1783,97508
<b>dic.2007</b>	502,64	1662,60698
<b>mar.2008</b>	464,29	1803,35318
<b>jun.2008</b>	469,67	1952,76853
<b>sep.2008</b>	515,92	1776,49582
<b>dic.2008</b>	639,05	903,12145
<b>mar.2009</b>	607,10	793,142233
<b>jun.2009</b>	567,38	1078,54425
<b>sep.2009</b>	545,38	1355,4471
<b>dic.2009</b>	518,63	1537,83922
<b>mar.2010</b>	519,00	1672,80598
<b>jun.2010</b>	530,12	1625,55062
<b>sep.2010</b>	511,90	1675,35573
<b>dic.2010</b>	480,32	1997,64413
<b>mar.2011</b>	481,63	2232,39112
<b>jun.2011</b>	469,43	2116,97243
<b>sep.2011</b>	471,07	2079,91607

**Fuente:** Base de datos, Banco Central.

## Anexo 12

Modelo tipo de cambio nominal, variaciones porcentuales.

	TCN	PCU
mar.2005	-2,51	5,65
jun.2005	0,54	3,73
sep.2005	-4,90	10,82
dic.2005	-4,79	14,53
mar.2006	-0,01	14,81
jun.2006	0,08	45,97
sep.2006	2,36	6,37
dic.2006	-1,96	-7,83
mar.2007	2,21	-16,07
jun.2007	-2,49	28,80
sep.2007	-1,29	0,92
dic.2007	-3,36	-6,80
mar.2008	-7,63	8,47
jun.2008	1,16	8,29
sep.2008	9,85	-9,03
dic.2008	23,87	-49,16
mar.2009	-5,00	-12,18
jun.2009	-6,54	35,98
sep.2009	-3,88	25,67
dic.2009	-4,91	13,46
mar.2010	0,07	8,78
jun.2010	2,14	-2,82
sep.2010	-3,44	3,06
dic.2010	-6,17	19,24
mar.2011	0,27	11,75
jun.2011	-2,53	-5,17
sep.2011	0,35	-1,75

**Fuente:** Elaboración propia.