



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL**

**CARACTERIZACIÓN DE PATRONES DE CONSUMO DE COBRE POR SECTOR DE  
USO FINAL PARA ECONOMÍAS DE CHINA Y ESTADOS UNIDOS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

MAXIMILIANO DONOSO MORA

PROFESOR GUÍA:  
RODRIGO ARAVENA GONZÁLEZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
WILLIAM BAEZA LÓPEZ  
ERCOS VALDIVIESO CONTRERAS

SANTIAGO DE CHILE  
ENERO 2010

RESUMEN DE LA MEMORIA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
POR: MAXIMILIANO DONOSO MORA  
FECHA: 21/01/2010

PROF. GUIA: SR. RODRIGO ARAVENA GONZÁLEZ

## **CARACTERIZACIÓN DE PATRONES DE CONSUMO DE COBRE POR SECTOR DE USO FINAL PARA ECONOMÍAS DE CHINA Y ESTADOS UNIDOS**

El presente estudio caracteriza el consumo de cobre total de China y Estados Unidos mediante el tratamiento de modelos lineales propuestos por Vial y Valdés (1991). Se estudian las ecuaciones de consumo de cobre total y las ecuaciones por sector. Las variables explicativas usadas para determinar el consumo de cobre son la actividad económica, producción de bienes finales los precios del cobre, aluminio, plásticos y combustibles fósiles.

El cálculo de las elasticidades de las variables explicativas, más un análisis del contexto de la industria del cobre, permiten generar una caracterización de los países en estudio. En los modelos propuestos se comprobó la existencia de cambios estructurales en el consumo y se verificó la significancia de las elasticidades en el largo plazo.

Los resultados demuestran que Estados Unidos tiene una tendencia a disminuir su consumo de cobre en los sectores eléctrico, maquinaria industrial y transporte. Esto valida que la disminución en la intensidad de uso estaría siendo provocada por cambios estructurales. Por otra parte, China muestra una ausencia de tendencias negativas, lo que no evidencia una disminución en la intensidad de uso en todos sus sectores.

El precio del cobre tiene gran relación con el consumo, mostrando significancia estadística. Mientras que el aluminio, como sustituto, muestra una débil relación. Los precios de los plásticos y combustibles presentan relaciones distintas en cada sector, aumentando o contrayendo el consumo.

Finalmente se obtiene un *poll* de bienes finales con los cuales es posible generar escenarios de consumo utilizando las elasticidades calculadas. En particular edificios construidos; producción eléctrica; motores de combustión interna; vehículos comerciales y de pasajeros y bienes de consumo doméstico, son bienes *drivers* del consumo.

*A mis padres Miryam y Andrés;  
a mis hermanos Constanza, Javiera y Andrés.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta memoria no podría haber sido realizada sin el patrocinio de la Corporación Nacional del Cobre de Chile, en particular la Gerencia Corporativa de Planificación Comercial y Subsidiaria.

Mis agradecimientos también para Conrado Venegas, gerente corporativo de Planificación Comercial y Subsidiarias; y a Cristian Sandoval, ingeniero analista y tutor de esta tesis.

Por último al agradecer al profesor guía Rodrigo Aravena y al profesor co-guía William Baeza.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN.....	10
Motivación y fundamentos.....	10
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Hipótesis.....	13
Metodología.....	14
CAPÍTULO 2 : ANÁLISIS CONTEXTO ECONÓMICO MUNDIAL Y DEL MERCADO DEL COBRE.....	17
Panorama Macroeconómico Mundial.....	17
Panorama Económico en China.....	18
Panorama Económico en Estados Unidos.....	22
El Cobre en la Economía Mundial.....	25
Usos y Propiedades del Cobre.....	31
Mercado de Cobre en China.....	40
Mercado de Cobre en Estados Unidos.....	42
CAPÍTULO 3 : MODELO DEL CONSUMO DE COBRE.....	45
Modelo Consumo Total.....	45
Modelo por Sectores.....	46
Resultados Esperados.....	46
CAPÍTULO 4 : RESULTADOS DEL MODELO.....	47
Resultados para China.....	48
Modelo Consumo Total de China.....	49
Modelo por Sectores para China.....	51
Resultados para Estados Unidos.....	60
Modelo Consumo Total de EE.UU.....	61
Modelo por Sectores para EE.UU.....	63
CAPÍTULO 5 : CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES DE CONSUMO DE COBRE DE LAS ECONOMÍAS EN ESTUDIO.....	76
China.....	76
Estados Unidos.....	81
Visión China y Estados Unidos.....	89
CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS.....	96

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Elasticidades Largo Plazo .....	11
Tabla 2.1: Información general de las proyecciones de crecimiento del World Economic Outlook (Variación porcentual).....	17
Tabla 2.2: Principales Hitos de las Reformas Chinas.....	20
Tabla 2.3: Principales Hitos de las Reformas Chinas (Continuación) .....	21
Tabla 2.4: Consumo de Cobre Refinado por Región 2000-2008, kt .....	25
Tabla 2.5: Principales productores de cobre de mina año 2006 .....	27
Tabla 2.6: Principales productores de cobre refinado año 2006.....	27
Tabla 2.7: Tipos de Productos de Cobre.....	33
Tabla 2.8: Principales Ventajas y Desventajas de la Utilización de Cobre.....	35
Tabla 2.9: Productos de Cobre y Principales Sustitutos.....	37
Tabla 2.10: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final .....	38
Tabla 2.11: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final (continuación) .....	39
Tabla 2.12: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final (continuación) .....	39
Tabla 2.13: Participación de los Sectores en PIB de Estados Unidos 2000-2006.....	43
Tabla 4.1: Definición de los Sectores China .....	47
Tabla 4.2: Definición de los Sectores EE.UU. ....	47
Tabla 4.3: Análisis Estacionariedad Variables China .....	48
Tabla 4.4: Análisis Estacionariedad Variables China (continuación) .....	49
Tabla 4.5: Resultados Modelo Consumo Total China.....	49
Tabla 4.6: Índice de Actividad Económica Utilizada por Sector .....	51
Tabla 4.7: Análisis Estacionariedad Producción Industrial por Sector China.....	51
Tabla 4.8: Resultados Modelos por Sector China .....	52
Tabla 4.9: Resultados Modelos por Sector China (continuación).....	53
Tabla 4.10: Test de Causalidad de Granger para Consumo Cu en Transporte y Precio de Combustibles en China.....	57
Tabla 4.11: Estacionariedad de los Residuos China.....	58
Tabla 4.12: Comparaciones de Calidad del Ajuste de los Modelos China.....	58
Tabla 4.13: Intervalo de las Elasticidades Bienes Finales China .....	59
Tabla 4.14: Valores Elasticidades para Modelos Seleccionados China .....	60
Tabla 4.15: Análisis Estacionariedad Variables EE.UU. ....	60
Tabla 4.16: Análisis Estacionariedad Variables EE.UU. (continuación).....	61
Tabla 4.17: Modelo Estados Unidos Consumo Total.....	62
Tabla 4.18: Test de Quiebre de Chow .....	63
Tabla 4.19: Coeficientes de Correlación entre Consumo de Cobre del Sector y Producción Industrial.....	64
Tabla 4.20: Valor y Porcentaje que Representa cada Índice sobre la Producción Industrial.....	64
Tabla 4.21: Test Dickey-Fuller para Actividad Económica Desagregada .....	65
Tabla 4.22: Modelos por Sector para Estados Unidos .....	66
Tabla 4.23: Modelos por Sector para Estados Unidos (continuación).....	67
Tabla 4.24: Test de Causalidad de Granger entre Consumo de Cu en Transporte y Precio de Combustible.....	71
Tabla 4.25: Test de Causalidad de Granger entre Consumo de Cu en Bienes de Consumo Generales y Precio del Plástico .....	72
Tabla 4.26: Estacionariedad de los Residuos EE.UU.....	72

Tabla 4.27: Comparaciones de Calidad del Ajuste de los Modelos EE.UU. ....	73
Tabla 4.28: Intervalos de Elasticidades de Bienes Finales EE.UU. ....	74
Tabla 4.29: Elasticidades de Bienes Finales en Modelo Seleccionados en EE.UU. ....	75
Tabla 5.1: Crecimiento de Consumo de Cobre por Sector, Estados Unidos .....	88

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Participación en el PIB Mundial de las Mayores Economías 1700-2003 .....	19
Gráfico 2.2: PIB y PIB per cápita de China en dólares internacionales 1995-2008.....	21
Gráfico 2.3: Crecimiento PIB de las Mayores Economías 2003-2008 .....	23
Gráfico 2.4: PIB y PIB per cápita de Estados Unidos en dólares internacionales 1995-2008 .....	24
Gráfico 2.5: Porcentaje Valor Agregado al PIB por Sector 1970-2006 .....	24
Gráfico 2.6: Promedio Anual del Precio Real del Cobre London Metal Exchange 1950-2008....	26
Gráfico 2.7: Consumo Mundial de Cobre Refinado 2000-2007, kt .....	28
Gráfico 2.8: Exportadores e Importadores Líderes en Consumo de Cobre refinado 2006. ....	28
Gráfico 2.9: Consumo de Cobre Refinado Estados Unidos, China y Unión Europea 1980-2005 .....	29
Gráfico 2.10: Consumo de Cobre Refinado per Cápita y PIB per cápita 2007 .....	29
Gráfico 2.11: Dispersión de Consumo y PIB per cápita Mundial 1980-2007.....	30
Gráfico 2.12: Dispersión de Consumo y PIB per Cápita Economías Desarrolladas 1980-2007 .....	30
Gráfico 2.13: Precio Relativo en Cobre y Aluminio 1950-2008.....	38
Gráfico 2.14: Dispersión de Consumo de Cobre Refinado y PIB per cápita de China .....	40
Gráfico 2.15: Consumo de Cobre Refinado y PIB de China 1980 -2007 .....	40
Gráfico 2.16: Precios y Consumo de Cobre Refinado en China 1980 -2007.....	41
Gráfico 2.17: Participación del Consumo Semielaborados de Cobre por Sector de Uso Final 2006, China.....	41
Gráfico 2.18: Dispersión de Consumo de Cobre y PIB per Cápita EE.UU. 1980-2007 .....	42
Gráfico 2.19: Consumo Cobre Refinado y PIB de EE.UU. 1980 -2007 .....	42
Gráfico 2.20: Precio y Consumo de Cobre Refinado en EE.UU. 1980 -2007 .....	43
Gráfico 2.21: Consumo Productos de Cobre en EE.UU. por Sector de Uso Final 2001-2008 .....	43
Gráfico 2.22: Participación del Consumo de Semielaborados por Sector año 2007, EE.UU. ....	44
Gráfico 4.1: Ajuste Modelo Agregado China.....	50
Gráfico 4.2: Residuos Modelo Agregado China .....	50
Gráfico 4.3: Ajuste Construcción China.....	55
Gráfico 4.4: Residuos Construcción China .....	55
Gráfico 4.5: Ajuste Infraestructura China .....	55
Gráfico 4.6: Residuos Infraestructura China .....	55
Gráfico 4.7: Ajuste Maquinaria China .....	56
Gráfico 4.8: Residuos Maquinaria China .....	56
Gráfico 4.9: Ajuste Transporte China.....	56
Gráfico 4.10: Residuos Transporte China .....	56
Gráfico 4.11: Ajuste Bienes Generales China .....	56
Gráfico 4.12: Ajuste Bienes Generales China.....	56
Gráfico 4.13: Ajuste Modelo Agregado .....	63
Gráfico 4.14: Residuos Modelo Agregado .....	63
Gráfico 4.15: Ajuste Construcción .....	69
Gráfico 4.16: Residuos Construcción.....	69
Gráfico 4.17: Ajuste Eléctrico .....	70
Gráfico 4.18: Residuos Eléctrico.....	70
Gráfico 4.19: Ajuste Maquinaria.....	70
Gráfico 4.20: Residuos Maquinaria.....	70
Gráfico 4.21: Ajuste Transporte .....	70
Gráfico 4.22: Residuos Transporte.....	70
Gráfico 4.23: Ajuste Bienes Generales.....	70

Gráfico 4.24: Residuos Bienes Generales .....	70
Gráfico 5.1: Dispersión Consumo per cápita de Cobre y PIB per cápita 1980-2008, China .....	76
Gráfico 5.2: Intensidad de Uso para los Sectores de Consumo de China 1995-2008 .....	77
Gráfico 5.3: Intensidad de Uso de Cobre China 1980-2008 (2002=1).....	77
Gráfico 5.4: Producción Industrial Construcción y Edificios Construido en China, 1995-2008 ..	78
Gráfico 5.5: Consumo Cu Maquinaria Industrial y Producción de Motores de Combustión Interna 1995-2008, China .....	79
Gráfico 5.6: Producción Industrial Transporte y Producción de Autos China, 1995-2008.....	80
Gráfico 5.7: Consumo Cu Bienes de Consumos Generales y Producción de Bienes Relevantes, 1995-2008, China .....	80
Gráfico 5.8: Intensidad de Uso Estados Unidos, Sector Eléctrico, Maquinaria Industrial y Transporte 1972-2008 (año 2002=1).....	81
Gráfico 5.9: Intensidad de Uso Estados Unidos, Construcción y Bienes de Consumo 1972-2008 (año 2002=1) .....	82
Gráfico 5.10: Distribución Matriz Energética Estados Unidos 2007 .....	83
Gráfico 5.11: Consumo Cu Maquinaria Industrial y Producción Motores de Combustión Interna 1972-2008, EE.UU. ....	83
Gráfico 5.12: Motores de Combustión Interna y Producción Industrial Maquinaria.....	84
Gráfico 5.13: Consumo Cu Construcción y Precio Real Cobre, 1972-2008, EE.UU. ....	85
Gráfico 5.14: Consumo Cu Construcción; Casas Nuevas en Construcción y Completadas 1972- 2008, EE.UU. ....	85
Gráfico 5.15: Producción Industrial Equipos Eléctricos Excluyendo Electrodomésticos y Producción Industrial en EE.UU. 1972-2008.....	86
Gráfico 5.16: Dispersión Consumo de Cu Sector Maquinaria Industrial y Porcentaje de la Industria en el PIB 1970-2008, EE.UU. ....	86
Gráfico 5.17: Kilogramos de Cobre en Partes de Automóvil.....	87

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1: Test CUSUM para Modelo Agregado China .....	50
Cuadro 4.2: CUSUM y CUSUM Cuadrado para Modelos por Sector China .....	54
Cuadro 4.3: CUSUM y CUSUM Cuadrado para Modelos por Sector China (continuación).....	55
Cuadro 4.4: Test CUSUM para Cobre Refinado.....	62
Cuadro 4.5: CUSUM y CUSUM Cuadrado Para Modelos Seleccionados (Construcción y Eléctrico) .....	68
Cuadro 4.6: CUSUM y CUSUM Cuadrado Para Modelos Seleccionados (Construcción y Eléctrico) (continuación).....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Resumen Diagrama de Consumo de Cobre .....	34
Figura 5.1: Utilización de Cobre en Vehículos de Pasajeros .....	78

# CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN

## ***Motivación y fundamentos***

El presente trabajo de tesis abarca el estudio de una importante industria y mercado para Chile: el cobre. El análisis se centra en las dos potencias en consumo de cobre refinado, como lo son Estados Unidos y China, que suman en conjunto cerca del 39% del consumo mundial<sup>1</sup>. La importancia de estas dos economías indica que es necesario entender cómo es el comportamiento histórico del consumo de cobre y cuáles son las características que lo rigen.

El estudio se enmarca en el trabajo que realiza la Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco), específicamente la Gerencia Corporativa de Planificación Comercial y Subsidiarias dependiente de la Vicepresidencia de Comercialización de la compañía. La gerencia es la encargada de elaborar las proyecciones de consumo, producción, *stocks* y balance que alimentan el modelo de precio con el cual se evalúan los proyectos y los presupuestos anuales de la corporación.

Un estudio como este propone dos aportes en el área investigativa: primero una actualización de las relaciones encontradas entre el consumo y las variables que lo describen; y en segundo lugar, un nuevo análisis que incluya la producción de bienes finales y su impacto en el consumo de cobre.

La literatura que trata el consumo de cobre abarca desde modelos mundiales de consumo hasta modelos desagregados muy específicos. Las principales organizaciones ligadas al mercado del cobre generan estudios e investigaciones, proyectando escenarios y generando información de utilidad para los distintos agentes de la industria. Es el caso de la Comisión Chilena de Cobre (COCHILCO), que presenta una serie de informes en el que se proyectan precios, producción y consumo. Por otro lado, Codelco-Chile también está ligado a consultoras internacionales de amplio prestigio, que entregan información de producción, consumo, inventarios y precios del mercado del cobre y otros *commodities*.

Sin embargo, la información actual de la que se dispone no llega a analizar el actual consumo de cobre a nivel sectorial y desagregado. No existe una cuantificación del impacto que la producción en cada sector tiene sobre el consumo, como tampoco la relación que éste tiene con la producción de bienes finales.

La razón de la falta de una cuantificación puede estar dada principalmente por dos factores: la mayor accesibilidad que hay a datos macroeconómicos y, por lo tanto, una tendencia a tratar datos agregados; y la dificultad al manejar datos desagregados por sector, que impide cubrir en un ciento por ciento todas las variables de la desagregación. Esta última razón agrega dos problemas extras, por un lado la menor representatividad del sector y, por otro, la mayor volatilidad de los datos desagregados.

Una forma común para cuantificar los cambios en el consumo de cobre es utilizar una serie de variables que explican el consumo y calcular sus elasticidades. Esto último significa cuantificar el valor porcentual de ese cambio cuando una de las variables explicativas aumenta o disminuye.

---

<sup>1</sup> World Metal Statistics, agosto 2009

Dentro de los estudios que tratan el consumo de cobre encontramos a Vial (1989), donde se presentan una serie de elasticidades a corto y largo plazo del precio del cobre sobre demanda por cobre refinado. En el análisis, el autor compara el valor de las elasticidades para varios estudios realizados<sup>2</sup>. Las elasticidades de la actividad económica calculadas en estos estudios -con series entre 1956 y 1985- se toman valores desde 0,10 a 0,77 sobre el consumo de cobre refinado. Mientras que las elasticidades del precio del cobre van de 0 a 0,77. Como se aprecia, es posible relacionar el consumo de cobre, con variables explicativas tales como la actividad económica, precios del cobre, precio de sustitutos, etc.; siendo posible cuantificar esa relación.

Al comparar estudios que analizan la economía de Estados Unidos de forma desagregada por sector (Vial y Valdés, 1991 y Ulloa, 2002), se aprecian diferencias en las elasticidades precio de la demanda.

Tabla 1.1 muestra estas diferencias, donde en (Ulloa, 2002) incluso se muestra que las elasticidades del cobre tienen el signo incorrecto.

**Tabla 1.1: Elasticidades Largo Plazo**

		Construcción	Eléctrico	Maquinaria	Transporte	Bienes Generales
Vial y Valdés 1991	Producto	1,092	1,0083	1,0843	1,2117	0,7433
	Cobre	-0,843	-0,112	-0,42	-1,05	-0,491
	Sustituto	1,102	0,055	1,603	0,647	0,63
	Energía	-0,389	-0,632	-1,586	-1,202	-0,667
Ulloa 2002	Ingreso	3,35	3,15	4,43	4,59	4,43
	Cobre	-0,15	0,09	0,43	0,11	0,43
	Aluminio	0,14	0,14	-0,23	-0,47	-0,23

Nota: Vial y Valdés (1991) usan índice de actividad económica para el sector, mientras que Ulloa (2002) utiliza Producto Interno Bruto para todos los sectores.

Los autores intentan dilucidar el problema de relacionar el consumo de cobre con variables explicativas, cuantificando las elasticidades –ya sea de la producción, ingreso del país o vector de precios- para así lograr entender cómo es que la economía reacciona frente a factores que explican ese consumo.

Un análisis como este podría entregar valiosa información si se actualiza con la data de los últimos años. Por otro lado, al desagregar el consumo de cobre en distintos sectores, se permite una comprensión de cómo cada sector reacciona frente a los variables explicativas del consumo. Y por último, agregar un análisis similar a China entregaría una cuantificación que no ha sido realizada anteriormente.

A raíz de los antecedentes, surge la necesidad de utilizar herramientas que permitan cuantificar -mejorando la calidad de la información- y generar escenarios de distinta índole para cada país, que permitan responder una serie de preguntas acerca del consumo: ¿Qué impacto tiene la actividad productiva frente al consumo de cobre? ¿Cuál ha sido el comportamiento histórico de cada sector frente a los precios? ¿Cuál es el real impacto de los sustitutos en el consumo de cobre de cada sector? ¿Cuál es la relación de la producción de bienes finales con el consumo de cobre

<sup>2</sup> Wagenhals (1984), Tan (1978), Amano (1987), Ghosh *et al.*(1987) y Vial (1988).

del sector? ¿Cuál es el impacto relativo de los bienes finales? Dado un cambio en la producción de bienes finales ¿Cuánto cambia el consumo de cobre?

### **Objetivo General**

Realizar un análisis por sector de uso final de la actividad económica y bienes finales que permita caracterizar los patrones y generar escenarios de consumo de cobre en China y Estados Unidos.

### **Objetivos Específicos**

Analizar los principales hitos del contexto económico mundial, en particular para la industria del cobre.

Estudiar propiedades y usos en los diversos sectores de uso final para el cobre y sus sustitutos.

Plantear un modelo del consumo de cobre que permita calcular elasticidades.

Establecer aquellos bienes finales considerados *drivers* del consumo de cobre por sector y con los cuales es posible generar escenarios de consumo.

Realizar una comparación cuantitativa entre los patrones de consumo de cobre de las economías.

## Hipótesis

En el trabajo “Patrones de consumo de cobre: determinantes del consumo de cobre por sectores” (Vial y Valdés, 1991) se sugiere que los resultados al utilizar un modelo desagregado por sector de consumo de cobre son más confiables que al utilizar modelos de consumo agregados de consumo total.

Se plantea entonces que los modelos agregados pueden inducir a sesgos no despreciables en los resultados finales. A esto se le suma la hipótesis de intensidad de uso (Malembaum, 1975), que indica que a medida que las economías crecen, existe un punto inicial donde el consumo de cobre aumenta para luego estabilizarse y finalmente disminuir. Según lo anterior, economías más pobres tienen un bajo uso de metales, pero a medida que éstas entran en un crecimiento progresivo se hace más intenso este consumo, cobrando importancia sectores manufactureros e infraestructura.

Finalmente, en una última etapa, el consumo de metales disminuye por el crecimiento de sectores menos intensivos, como es el de servicios. Sin embargo, en Vogely *et. al* (1977) se plantea que la disminución en intensidad de uso puede estar explicada por relaciones de sustitución y tecnología entre materia primas, más que por fenómenos de tendencias estructurales. Si bien está claro que ese comportamiento efectivamente se produce, no es evidente cuál es la razón por la cual estaría ocurriendo, por lo que un análisis cuantitativo podría dar luces de la causa de este efecto.

Además, al tratar datos desagregados se evita un problema de sobre estimación del consumo de cobre (Álvarez y Muñoz, 2000). Para justificar lo anterior (Vial y Valdés, 1989) realizan una comparación utilizando tres indicadores: coeficiente de correlación entre las predicciones y las realizaciones de la variable; raíz del error cuadrático medio y error absoluto promedio. En los tres índices, el modelo desagregado supera a la información agregada (ver *Anexo A: Comparación Modelos Agregado y Desagregado*, Vial y Valdés, 1989).

Por otro lado, modelos agregados como los que se plantean en ABARE (1990):

$$\log(Cu_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(PIB_t) + \beta_2 \cdot t + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

Donde  $Cu_t$  es el consumo de cobre total y  $PIB$  es el Producto Interno Bruto, no permitirían tener un escenario detallado para lo que ocurre en una economía, puesto que el consumo de cada sector se comporta forma independiente.

Se concluye entonces que un nivel de desagregación permite proponer escenarios que no se pueden plantear a un nivel agregado. No obstante, es posible comparar si la hipótesis de intensidad de uso es efectivamente cierta para el consumo en su totalidad o para ciertos sectores del país y su origen estructural o debido a sustitución. Por último, aparte de actualizar el modelo propuesto por Vial y Valdés (1991), es posible añadir al modelo los bienes de uso final y cuantificar la relación entre éstos y el consumo de cobre.

## Metodología

Un modelo teórico (Ulloa, 2002) para el consumo de cobre puede escribirse como sigue:

$$Cu_t = \left( \frac{Cu}{Y} \cdot \frac{Y}{PIB} \cdot PIB \right)_t \quad (1.2)$$

Donde  $Cu_t$  es el consumo de cobre,  $Y$  es la producción del sector manufacturero y  $PIB$  es el Producto Interno Bruto. El primer componente de la ecuación es la participación de cobre en la producción del total del sector y el segundo componente es la participación del sector en el total de la producción. Luego la ecuación (1.2) puede escribir como:

$$Cu_t = \left( \frac{Cu \cdot PCu}{Y \cdot Py} \cdot \frac{1}{PCu} \cdot \frac{Y \cdot Py}{PIB} \cdot PIB \right)_t \quad (1.3)$$

Donde  $PCu$  es el precio del cobre y  $Py$  un índice de precios industriales. El primer componente es la participación del consumo en el gasto total de la producción, el segundo componente es el inverso del precio del cobre y el tercero es la participación del valor de la producción manufacturera en el valor de la producción total. Si se introduce un sector de materiales ( $M$ ) compuesto por complementarios y sustitutos del cobre la ecuación (1.2) se puede escribir como sigue:

$$Cu_t = \left( \frac{PCu \cdot Cu}{Pm \cdot M} \cdot \frac{Pm \cdot M}{Pu \cdot Y} \cdot \frac{1}{PCu} \cdot \frac{Py \cdot Y}{PIB} \cdot PIB \right)_t \quad (1.4)$$

Donde  $Pm$  es un índice de precios de materiales y  $M$  es el consumo de materiales incluyendo el cobre. El primer término representa la participación del cobre en el gasto total de materiales e introduce el factor de sustitución entre ellos. El segundo término corresponde a la sustitución entre bienes intensivos en materiales y todos los bienes. El último término introduce la composición del PIB.

Se postula (Ulloa, 2002) que la ecuación anterior puede ser escrita siguiendo la teoría del consumidor, donde el primer término depende de los precios de los materiales sustitutos y complementarios y el segundo y tercer término dependen del precio de los otros insumos usados en la producción y de un factor tecnológico o cambio en las preferencia de la economía. Dado lo anterior, se puede definir la siguiente relación:

$$Cu_t = f(PCu, Pm, Pi, T(t), G) \quad (1.5)$$

Donde  $Pi$  es el precio de otros insumos no materiales,  $T$  un factor de cambio tecnológico y  $G$  una variable que mide el ingreso.

En particular, Vidal y Valdés (1991) presentan un modelo que puede ser usado para trabajar de forma agregada o desagregada:

$$Cu_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot Q_t + \sum_{k=0}^n \beta_{1,k} \cdot PCu_{t-k} + \sum_{k=0}^m \beta_{2,k} \cdot PSus_{t-k} + \sum_{k=0}^p \beta_{3,k} \cdot PE_{t-k} + \varepsilon_t \quad (1.6)$$

Donde  $Q_t$  es un índice de actividad del sector respectivo,  $PCu_t$  es el precio del cobre,  $PSus_t$  es el precio de los sustitutos y  $PE_t$  es el precio de la energía. Todas las variables están expresadas en logaritmos y los precios son reales.

Se procederá entonces utilizar la ecuación (1.6) para analizar las economías. Para Estados Unidos se tienen los datos anuales entre 1970 y 2008 del consumo de cobre total, dividido en cinco sectores de la industria (construcción, eléctrico, maquinaria industrial, transporte y bienes de consumo generales), publicados por la *Copper Development Association* (CDA). Además, se cuenta con la producción industrial agregada y desagregada según la clasificación *North American Industry Classification System* (NAICS) -publicada por la Reserva Federal de Estados Unidos (FED)- además de la producción de bienes finales publicados por el US Census Bureau y otras entidades gubernamentales.

Para China se cuenta con los datos anuales entre 1995 y 2008 del consumo de cobre total dividido en seis sectores: construcción, infraestructura, maquinaria industrial, bienes generales, transporte y otros. Se utilizó la producción industrial publicada por el Banco Mundial y se generaron los índices desagregados a partir de la composición de cada sector en el PIB. La producción de bienes finales es la publicada en el *Statistical Yearbook* por la *National Bureau of Statistics of China*. En el *Anexo B: Variables y Tratamiento Utilizado en el Estudio* se resumen todas las variables utilizadas, fuentes, unidades y tiempo.

Para comprobar los supuestos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se utilizarán los siguientes tests: Durbin-Watson y Breusch-Godfrey, para autocorrelación; Jarque-Bera, para normalidad en los residuos; ARCH, para el supuesto de heterocedasticidad y CUSUM y CUSUM Cuadrado para testear estabilidad en los parámetros a lo largo del horizonte de la muestra. Además, se utilizará el test de Wald para comprobar si las elasticidades a largo plazo son estadísticamente significativas.

Además de comprobar los supuestos para MCO se utiliza el criterio AIC y Schwarz para seleccionar los modelos complementando la bondad de ajuste ( $R^2$  y  $R^2$  ajustado). El criterio de AIC y Schwarz permiten comparar modelos con más o menos variables -por ejemplo con más o menos rezagos en alguna de las variables- siendo el segundo de estos criterios el que más penaliza por la pérdida de grados de libertad. Además se espera que los valores para las elasticidades no contradigan la teoría económica, por lo tanto los modelos seleccionados no deben mostrar oposición a la lógica en las elasticidades a largo plazo.

Dado que se trabaja con series de tiempo, es probable que las variables sean no estacionarias. Al computar modelos con series que crecen en el tiempo, se pueden encontrar altos valores de la bondad de ajuste sin que las variables estén necesariamente correlacionadas. Lo anterior se conoce como relación espuria. En el caso de que lo anterior suceda, se utilizará el método de Engle y Granger (1989) para comprobar que efectivamente variables no estacionarias  $I(1)$  están relacionadas en el tiempo y sus errores son variables  $I(0)$  lo que significaría evidencia de cointegración entre las variables. Este método supone que solo existe un vector de cointegración y que si las series tienen el mismo orden de integración, por ejemplo  $I(1)$ , puede existir alguna combinación lineal específica entre las variables que sea estacionaria, o sea  $I(0)$ . Para demostrar esto último, Engle y Granger proponen especificar y estimar la función de largo plazo -para este estudio en particular los modelos por sectores- y contrastar si los residuos tienen raíz unitaria. Esto último supone que si es posible encontrar ausencia de raíz unitaria en los residuos, entonces

es posible trabajar con los datos en nivel sin necesidad de utilizar diferencia para eliminar no estacionariedad pues se comprueba que la no existencia de relación espuria.

Johansen (1988) propone utilizar directamente vectores autorregresivos. Sin embargo, este análisis ha quedado fuera de este estudio pues supone dos barreras: el precio como posible variable endógena y la gran cantidad de datos necesarios que se requiere para utilizar este método.

Para manejar la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad se utilizó el método de HAC para covarianzas consistentes propuesto por Newey y West (1987). Se utiliza una matriz modificada de covarianzas estimadas para generar coeficientes consistentes a la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad. La metodología sugiere además utilizar un análisis de causalidad de Granger, que permite efectuar pruebas acerca de la causalidad de cierta variable sobre otra. Esto es fundamental para comprobar que efectivamente una variable explica el comportamiento de la segunda y no al revés. Las regresiones se computarán con el método de MCO.

## CAPÍTULO 2 : ANÁLISIS CONTEXTO ECONÓMICO MUNDIAL Y DEL MERCADO DEL COBRE

### *Panorama Macroeconómico Mundial*

Durante el último trimestre de 2008 y durante todo el año 2009, la economía mundial se ha visto fuertemente afectada por una recesión, que no se había visto desde el término de la Segunda Guerra Mundial. Luego de que los países tocaran fondo durante fines de 2008, la economía parece repuntar durante el 2009, siendo mejor la perspectiva para el 2010.

Según el Fondo Monetario Internacional, durante el segundo semestre de 2009 se ha visto un repunte de la economía. Sin embargo, la recesión mundial no ha acabado y, según se indica, la recuperación será lenta. Se estima que el crecimiento en el periodo 2009-2010 será de medio punto, debido a una fuerte contracción durante el año 2009, calculada en un 1,4% y un aumento del 2,5% durante el año 2010<sup>3</sup>.

Se espera una mejoría en Estados Unidos, incluso en los sectores más afectados como vivienda y el mercado del trabajo. Existe una mejoría en las perspectivas siendo esto un signo de confianza en el país del norte.

**Tabla 2.1: Información general de las proyecciones de crecimiento del World Economic Outlook (Variación porcentual)**

Año tras año	Proyecciones				Diferencia de proyecciones	
	2007	2008	2009	2010	WEO abril 2009	2010
La producción mundial	5,1	3,1	-1,4	2,5	-0,1	0,6
Las economías avanzadas	2,7	0,8	-3,8	0,6	0	0,6
Estados Unidos	2	1,1	-2,6	0,8	0,2	0,8
Emergentes y las economías en desarrollo	8,3	6	1,5	4,7	-0,1	0,7

Fuente: FMI

En la Zona Euro aún se prevé un aumento del desempleo que afectará a la actividad económica. El repunte de la economía aún se ha visto lento y no se refleja en los índices de actividad. Se espera que la recuperación sea más lenta que en otros lugares.

Para lo países emergentes se prevé un ambiente más positivo. El crecimiento se ha revisado al alza, mostrando que las perspectivas para estas economías son positivas. Se espera un crecimiento del 5,5 % para 2009 y de un 7,0 % para el 2010.

<sup>3</sup> WEO Updated , junio 2009.

Por otro lado, la inflación se ha mantenido controlada. En los países desarrollados fue negativa durante el mes de mayo. Se prevé que la inflación se mantenga controlada por el exceso de capacidad que aún existe en la economía.

El riesgo también se ha inclinado a la baja. Algunas economías emergentes siguen estando en una situación de vulnerabilidad y esto eventualmente podría ser traspasado a las economías avanzadas. La aplicación de políticas económicas ha reducido el riesgo, pues sigue siendo prioridad la recuperación del sistema financiero.

## ***Panorama Económico en China***

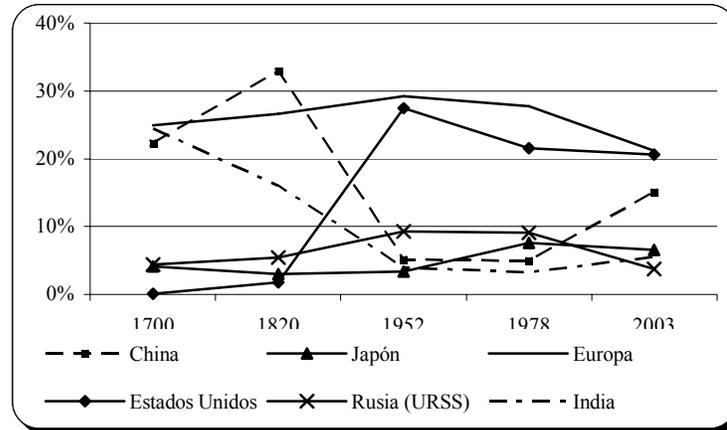
Para comprender el marco económico de la China Moderna, hay que remontarse siglos y entender los inicios del Imperio y posterior nación más duradera de la historia. El Imperio Chino en sus inicios tuvo una economía centrada básicamente en la agricultura, específicamente en el cultivo de trigo.

En el Siglo VIII el 75% de la población vivía en la zona norte. A fines del Siglo XIII esto había cambiado drásticamente, ya que el 75% de la población ahora habitaba en las zona sur, bajo el río Yangtse. Un aumento en la productividad de las tierras, menores costos de transporte y mayor producción granjera -junto con el desarrollo del cultivo del arroz y el algodón- permitieron aumentar notablemente la calidad de vida en la población. Hasta aquí, el crecimiento económico de China fue fundamentalmente intensivo (aumento de la producción interna y mano de obra).

Durante el Siglo XIII y el Siglo XVIII, China tuvo la capacidad de mantener el nivel de vida de la población a pesar de que ésta aumentó en cuatro veces su tamaño. Para lograr este fuerte desarrollo, China tuvo que recurrir a un crecimiento extensivo más un proceso de adaptación tecnológica en la agricultura, que sustentara el incremento demográfico.

Sin embargo, China se autoimpuso una especie de aislamiento geográfico. Esto sumado al nacimiento y proliferación del capitalismo, cambió el foco económico mundial hacia Europa. Los avances científicos y de la industria permitieron al viejo continente tomar el liderazgo económico y de desarrollo mundial. La economía China pasó de ser un tercio de la economía mundial, a ser una veinteava parte (ver Gráfico 2.1). El ingreso per cápita cayó duramente, pasando de un 90% a menor del 25% del promedio mundial. Los desordenes internos y rebeliones afectaron a más de la mitad de las provincias chinas. Esto además derivó en la entrada de colonizadores franceses, japoneses e ingleses. A mediados del Siglo XIX, Rusia se sumó y tomó poder sobre territorios chinos. Finalmente, el régimen imperial colapsó en 1919, siendo incapaz de agrupar a la nación en busca de una liberación.

**Gráfico 2.1: Participación en el PIB Mundial de las Mayores Economías 1700-2003**



Fuente: Madison, 2007

En 1949, se funda la República Popular que trajo un nuevo sistema de gobierno, cambios en la estructura social y un marcado mejoramiento en el desempeño económico. Luego de establecer el orden interno, reactivar el patriotismo y movilizar la defensa de la nación, China obtuvo ayuda de Rusia para la toma de territorios perdidos. A partir de la Segunda Guerra Mundial, China –al igual que Europa y algunos países asiáticos- tiene un acelerado crecimiento. Entre 1958 y 1978, el PIB se incrementa en un 300% y el PIB per cápita aumenta en un 80%<sup>4</sup>.

Las reformas políticas y económicas que se comienzan a imponer luego de 1978, traen a China un increíble crecimiento en las próximas tres décadas (ver Tabla 2.2 y Tabla 2.3).

Se terminó con el cultivo colectivo de tierras para pasar a un mejor y más eficiente cultivo descentralizado llevado por cada familia. Las pequeñas y medianas industrias fueron liberadas del control estatal, lo que permitió una expansión en la producción industrial en áreas urbanas, financiadas principalmente por ahorros privados.

China hizo un esfuerzo por integrarse a la economía mundial mediante el abandono de política centralizadas del comercio. Entre 1980 y 1997, el yuan se devaluó en cinco veces contra el dólar estadounidense.

Según Madison (2007), el volumen de exportaciones aumentaron en 15% por año entre 1978 y 2006 y la participación sobre las exportaciones mundiales crecieron del 0,8% al 8%, durante el mismo periodo. Además, desde 1978, China pasó de una economía con nula inversión extranjera a tener 3,5 billones de dólares en 1990 y a 60 billones de dólares en 2005. Como consecuencia de esta exitosa reforma, China aumentó su ingreso per cápita 6,6% por año, desde 1978 a 2003, mucho más rápido que cualquier otra nación asiática y mucho mejor que el 1,8% de Europa Occidental. El PIB per cápita aumentó de un 22% a un 74% del promedio mundial y la participación en el PIB mundial aumentó de un 5% a un 15%.

Después de que el gobierno controlara la economía por sector, las materias primas, trabajo (mano de obra), los precios y la inversión, China pasa a un sistema donde el gobierno tiene un control mucho menor. Se acaban los presupuestos a las empresas estatales y se cambia por un sistema de subsidios. El sistema de impuestos es administrado por gobiernos locales. Se dan

<sup>4</sup> Madison 2007, OECD

incentivos, flexibilizando los impuestos lo que hace que las ganancias estatales disminuyan de un 17% del PIB en 2005, comparado con el 31% en 1978.

**Tabla 2.2: Principales Hitos de las Reformas Chinas**

Capital y tasas de inversión	Aumento de la tasa de inversión. China tuvo sobre <i>stock</i> de materias primas para evitar el riesgo de precios. Aunque el volumen de inventarios ha disminuido de un 5,75% del PIB, entre 1978 y 2000, a un 1,55% promedio, entre 2000 y 2003, está lejos del 0,45% de EEUU, entre 1978 y 2003.
Calidad en la mano de obra	Aumento en la formación de capital humano en la primaria y secundaria principalmente. Pasó de menos de 1 millón de ingresos a la educación superior en 1978 a 16 millones en 2005.
Productividad total de los factores	Después de 1978, la tasa de crecimiento de mano de obra disminuye, como también la tasa de crecimiento de la educación y el ingreso de capital se mantiene. No obstante, el crecimiento de la economía aumenta aceleradamente. Asimismo, crecen mucho más rápido la productividad de la mano de obra, la productividad del capital y la PTF (2,95%).
Cambio Estructural	Caída de la agricultura de un 60% de PIB a un 16% entre 1952 y 2003. También hay una caída del empleo del 83% al 51%. La industria se vuelve el sector más dinámico con una participación en el PIB del 8% al 52%.

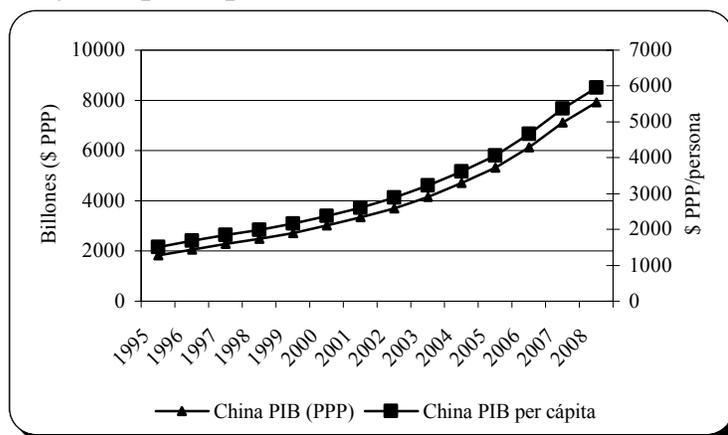
Fuente: Madison 2007

**Tabla 2.3: Principales Hitos de las Reformas Chinas (Continuación)**

Agricultura	Debido a la reforma agraria se pasa de granjas estados a descolectivización de la agricultura. Esta última sigue siendo menos eficiente que en países desarrollados.
Política industrial y desempeño	Bajo costo de mano de obra: entre 1996 y 1978, el tamaño de las empresas no estatales cayó de 175 personas a 14.
Servicios	Privatización de los servicios: en 1996, el 93% de los <i>retails</i> eran privados. Aumento del consumo.
Transformación de las relaciones con el mundo	China concentraba sus relaciones económicas con Rusia y otros países comunistas. El comercio exterior dejó de ser monopolizado por el Estado. Devaluación del yuan en cinco veces, lo que permitió a los bienes chinos ser competitivos en el mercado. Aumentando las exportaciones. Luego de 1979, China logra un acuerdo con EE.UU., aboliendo el embargo impuesto. China se une al Fondo Monetario Internacional y al Banco Mundial en 1980; al Asia Development Bank en 1986 y la Organización Mundial de Comercio (OMC) a fines del 2001. Todo esto produjo un fuerte cambio en el rol de la política fiscal y monetaria.
Creación de áreas libres de impuesto SEZ ( <i>Special Enterprices Zones</i> )	Hong Kong, Shangai, Shenzhen, Zhuhai, Shantau y Xiamen. Shangai pasó a ser SEZ en 1988. Las SEZ aumentan la inversión y la transferencia tecnológica. El volumen de exportaciones chinas creció 28 veces entre 1978 y 2003, mientras que en 1952 y 1978 sólo se habían duplicado.

Fuente: Madison 2007

**Gráfico 2.2: PIB y PIB per cápita de China en dólares internacionales 1995-2008**



Fuente: IMF

China tiene un crecimiento sorprendente desde 1995 (ver Gráfico 2.2), triplicando su Producto Interno Bruto. En este contexto, China se convierte en una de las economías principales que comandan el crecimiento económico y la utilización de materias primas. Esto trae consecutivos aumentos en los precios de metales y *commodities* en general.

Actualmente, y dada la crisis económica mundial, China es el principal factor que ha mantenido los precios de las mercancías al alza. Esto fundamentalmente por sus metas de crecimiento del 8%, durante el año 2009. El World Economic Outlook de octubre de 2009 proyecta un

crecimiento del 8,5% para China, durante el 2009 y de un 9% durante el 2010, lo que refleja que la economía china se ha mantenido dinámica y en gran expansión incluso durante el período de crisis.

## ***Panorama Económico en Estados Unidos***

Estados Unidos representa cerca de una tercera parte del PIB mundial. Sigue aún siendo la principal economía planetaria y ha logrado mantener la fuerza de su moneda: el dólar.

Existen diversos trabajos en donde se puede estudiar la historia reciente de la economía estadounidense. En este estudio, se analizarán los últimos acontecimientos en materia económica.

A fines de la década de los ochenta y principios de los noventa, Estados Unidos presenta una expansión en su economía sumamente duradera, no vista anteriormente en su historia. Luego de una gran expansión sustentada en una fuerte inversión, a fines de la década de los noventa, Estados Unidos se encuentra con una sobre capacidad y con un alto nivel de inventarios. Esto produce un fuerte corte de producción durante fines de la década. Esto sumado a los atentados ocurridos en Nueva York en 2001 -y la consiguiente crisis bursátil- se produce una recesión que tiene una duración cercana a los ocho meses<sup>5</sup>.

Impactó la rápida recuperación con que el país logra superar la primera crisis del milenio. La política fiscal lleva a bajas históricas en las tasas de interés con el fin de buscar la reactivación del consumo. Además, un aumento de la liquidez monetaria permite mantener estable el consumo a pesar de la frágil situación financiera en la que se encuentra el país. Esta estabilización y posterior aumento del consumo es un signo claro de mejora, y llega a las diferentes industrias, incluyendo a la de bienes raíces.

El aumento en la demanda de viviendas influye en que el ahorro familiar se encuentre apenas en un 1% en el año 2004, frente a un 7% histórico, factor que será fundamental para la evolución económica y eventual crisis *subprime*. El precio de las viviendas vio un incremento de un 85% entre enero de 2000 y diciembre de 2007, según el índice *S&P/Case-Schiller*<sup>6</sup>.

El incremento de los créditos hipotecarios está relacionado en gran parte con el aumento de los instrumentos derivados. Esto genera un cambio en el funcionamiento financiero de Estados Unidos. En el segundo trimestre de 2008, los contratos de derivados llegan a los 182 mil millones de dólares, lo que equivale a 12 veces el PIB.

Este escenario de sobre valoración provoca una burbuja, que comienza a gestar la crisis durante el año 2007, cuando se ve un considerable aumento de los créditos *subprime*, o sea aquellos créditos a personas que presentan un alto riesgo de no devolución de los montos prestados o que no son parte del sistema, por tener un elevado riesgo crediticio.

La sobre valoración de estos créditos y la ineficiencia del sistema para informar los riesgos, provocan que el grado de riesgo al que el sistema está expuesto no fuera de conocimiento en los mercados. Debido a ello, las valoradoras de riesgo son incapaces de cuantificar el riesgo real,

---

<sup>5</sup> US National Bureau Economic Research.

<sup>6</sup> Manuelito, Correia y Jiménez 2009

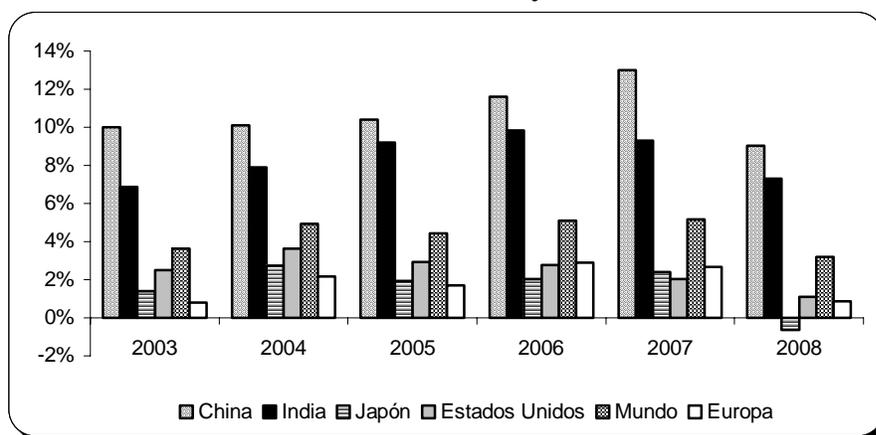
generando que los precios no contuviesen toda la información. Además, se suma a esto el sistema de incentivos de las altas gerencias, que estima de forma errónea la cantidad de riesgo contenido en cada título.

Este panorama económicamente ineficiente lleva al estallido de la burbuja financiera, cuando las personas no logran pagar sus créditos hipotecarios y los bancos de inversión no son capaces de liquidar los bienes al precio evaluado, por la caída de los precios de los bienes raíces. La crisis impacta primero a Estados Unidos, pero se traspasa a todo el mundo durante el cuarto trimestre de 2008, debido a la gran cantidad de bancos de inversión y aseguradoras que habían invertido en créditos de alto riesgo.

La crisis ha impactado fuertemente en la economía de Estados Unidos, el gobierno ha tenido que intervenir y dar salvataje no sólo al sector financiero, sino también a otras industrias que atraviesan por momentos críticos y cuyas caídas podrían provocar el derrumbamiento de sectores completos.

Según el World Economic Outlook, Estados Unidos verá una contracción de un 2,7% en su economía durante el 2009 y proyecta que durante el 2010, saldrá de la crisis alcanzando un crecimiento del 1,5%.

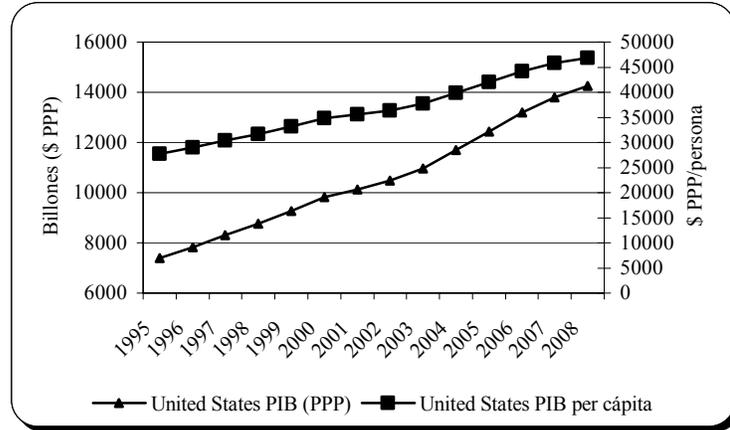
**Gráfico 2.3: Crecimiento PIB de las Mayores Economías 2003-2008**



Fuente: IMF

Estados Unidos disminuye su crecimiento en el periodo 2004-2008 y crece bajo el promedio mundial que es dominado por China e India (Gráfico 2.3). A pesar de esto, el PIB per cápita aumenta notablemente sobrepasando la barrera de los 40.000 dólares per cápita, elevando considerablemente la calidad de vida y el consumo de la población (ver Gráfico 2.4).

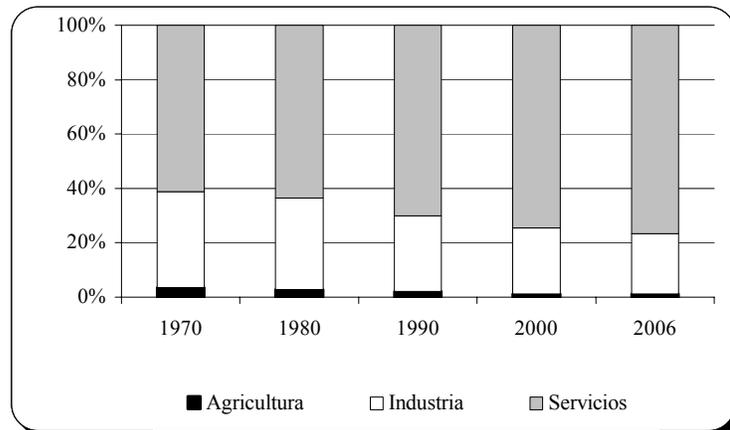
**Gráfico 2.4: PIB y PIB per cápita de Estados Unidos en dólares internacionales 1995-2008**



Fuente: IMF

La economía norteamericana se ha vuelto mucho más enfocada a los servicios con una disminución importante del sector industria en el aporte al PIB. Esto explicará fuertemente el descenso en el consumo de materias primas de la economía estadounidense en los últimos años (ver Gráfico 2.5).

**Gráfico 2.5: Porcentaje Valor Agregado al PIB por Sector 1970-2006**



Fuente: Banco Mundial

En este escenario, la evolución de la economía de Estados Unidos será primordial para analizar el consumo de materias primas. La evolución de la industria, su comportamiento en la crisis y su actividad económica serán factores primordiales para caracterizar los patrones de consumo de cobre ante los precios y la producción de bienes finales.

## ***El Cobre en la Economía Mundial***

El cobre tiene una larga historia de utilización. Sus primeros usos se sitúan cerca del 7 mil A.C., cuando se utilizó el metal para el desarrollo de utensilios y ornamentación. El descubrimiento de la aleación con estaño (bronce) produjo un gran avance tecnológico al obtenerse un material más fuerte y de mayor duración. Posteriormente a ese descubrimiento se produjo un gran decaimiento en su utilización debido a la entrada del hierro como metal, aún así la utilización de éste nunca desapareció.

El cobre finalmente retoma un sitio importante en la economía con el descubrimiento de la conducción eléctrica. El desarrollo de generadores eléctricos y su empleo en la distribución de electricidad aumentaron fuertemente la demanda del metal. Hoy el cobre es uno de los principales metales no ferrosos y ha generado una industria de proporción mundial en torno a su explotación, producción y consumo.

El desarrollo de la industria del cobre ha ido a la par con la modernización de la sociedad, su economía y su producción durante toda su historia. La demanda históricamente se ha concentrado en los países desarrollados y por lo tanto ha sido determinada mayoritariamente por los ciclos económicos que estos países han presentado a lo largo de su historia.

El crecimiento anual del consumo del metal rojo en el mundo bajó a 2,8% en los años setenta y a 1,8% en los años ochenta<sup>7</sup>. Sin embargo, a partir de los años 70 se vio equilibrado este dinamismo con nuevas naciones consumidoras como Corea del Sur y China, que cobraron mayor importancia dada su industrialización. Ya durante los noventa el crecimiento del consumo retomó niveles de mayor actividad cercanos a los 3 puntos porcentuales, debido en gran parte al consumo de China, que finalmente se acelera durante la última década. Por otro lado las economías desarrolladas, luego de la crisis asiática y del 11 de septiembre de 2001, ven una contracción en su consumo, con una caída de un 9% en la Zona Euro, 35% en Estados Unidos y 12% en Japón, entre 2000 y 2008.

**Tabla 2.4: Consumo de Cobre Refinado por Región 2000-2008, kt**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Alemania	1307,1	1119,6	1066,7	1009,6	1100,2	1114,6	1397,6	1391,8	1398,1
Francia	574,2	537,7	561,2	551,3	535,8	472,2	460,5	336,5	379,1
Corea del Sur	862,2	848,5	936,3	900,5	939,5	868,5	827,9	857,6	852,1
Japón	1349,2	1144,7	1163,9	1202,3	1278,6	1228,9	1282,3	1251,9	1184,4
Estados Unidos	3025,5	2619,0	2364,1	2290,0	2410,0	2256,8	2096,0	2123,0	1955,0
China	1928,1	2307,3	2736,9	3083,7	3363,9	3656,1	3613,8	4863,4	5133,6
India	101,7	95,0	95,0	94,8	120,0	94,8	125,5	144,3	144,0
África	131,6	142,0	148,3	142,0	162,8	194,8	224,2	233,1	194,6
Asia	6025,1	6168,6	6959,4	7313,2	8034,9	8249,5	8338,6	9757,7	9948,9
Europa	4371,8	4089,1	3947,0	3834,4	4068,7	3820,4	4205,8	3980,5	3949,2
Norte América	3761,5	3321,1	3021,1	2900,2	3101,0	2948,5	2745,5	2673,6	2469,9
Sudamérica	527,2	540,8	406,5	493,6	533,5	549,1	562,5	543,5	592,3
<b>Total Mundial</b>	<b>15191,9</b>	<b>14685,6</b>	<b>15051,4</b>	<b>15317,0</b>	<b>16664,4</b>	<b>16638,8</b>	<b>16974,4</b>	<b>18081,8</b>	<b>18067,9</b>

Fuente: WMS

<sup>7</sup> Moussa, N. 1999.

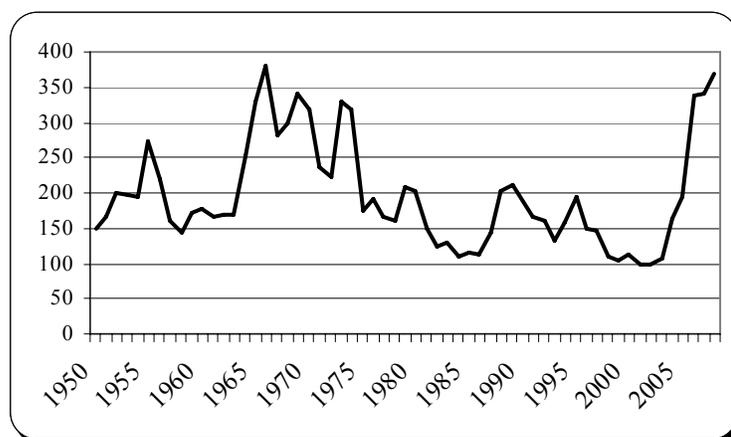
Actualmente, el cobre es explotado en una gran cantidad de países dentro de los cuales destacan: Chile, Estados Unidos, Perú, China y Australia. Por otro lado, existen países como Japón que, sin ser grandes explotadores de mina, producen cobre refinado en sus distintos tipos, importando principalmente concentrados y cobre no refinado.

El cobre se inserta en el mercado de los *commodities* o materias primas básicas, que se transan en bolsas de productos o mercados futuros. Estas bolsas están creadas para que no existan distorsiones que afecten la oferta y demanda de los productos y haya un comercio justo entre oferentes y ofertantes. Así es como los productos de cobre se encuentran ampliamente normados y especificados para una calidad y producto uniforme.

Existen tres principales bolsas donde se transan los productos de cobre: London Metal Exchange (LME), New York Mercantil Exchange (NYMEX/COMEX) y Shanghai Future Exchange (SHFE). Cada una de estas bolsas tiene características distintas y los precios se fijan de acuerdo a los reglamentos de cada una. Para este estudio, los precios nominales y reales del cobre refinado estarán en base a la LME.

El precio del cobre es un fuerte factor en la producción y consumo de este. Los precios se mantuvieron relativamente bajos a inicios de este milenio, situación que se revirtió a partir de 2004, cuando el precio alcanza un valor superior a los 350 centavos por libra. En el último trimestre de 2008, el valor de cobre cae fuertemente por la recesión mundial, alcanzando uno de los niveles más bajos.

**Gráfico 2.6: Promedio Anual del Precio Real del Cobre London Metal Exchange 1950-2008**



Fuente: LME

**Tabla 2.5: Principales productores de cobre de mina año 2006**

País	mill. ton/año	%
<b>Chile</b>	<b>5.360,80</b>	<b>35,6</b>
Estados Unidos	1.221,80	8,1
Perú	1.049,10	7
China	889	5,9
Australia	858,8	5,7
Indonesia	816,2	5,4
Rusia	675	4,5
Canadá	607	4
Zambia	509,4	3,4
Polonia	497,2	3,3
Otros	2.575,2	17,1
<b>Total</b>	<b>15.059,50</b>	<b>100%</b>

Fuente: ICSG

El consumo de cobre refinado ha aumentado fuertemente en los últimos años, principalmente por el crecimiento de economías emergentes altamente intensivas en uso de cobre como China e India.

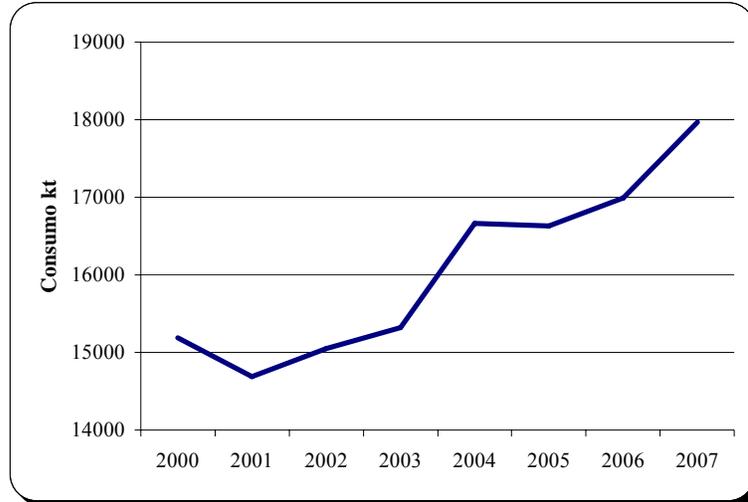
China superó el año 2002 a Estados Unidos en la participación mundial del consumo de cobre refinado, alcanzando un 18% y ha continuado su crecimiento hasta alcanzar cerca del 30% del consumo de cobre refinado mundial.

**Tabla 2.6: Principales productores de cobre refinado año 2006**

País	mill. ton/año	%
<b>China</b>	<b>3.003,3</b>	<b>17,4</b>
Chile	2.811,3	16,3
Japón	1.532,1	8,9
Estados Unidos	1.250,3	7,2
Rusia	943,2	5,5
Alemania	662,3	3,8
India	624,6	3,6
Corea del Sur	575,5	3,3
Polonia	556,1	3,2
Perú	507,6	2,92
Otros	4.810,3	27,8
<b>Total</b>	<b>17.276,6</b>	<b>100%</b>

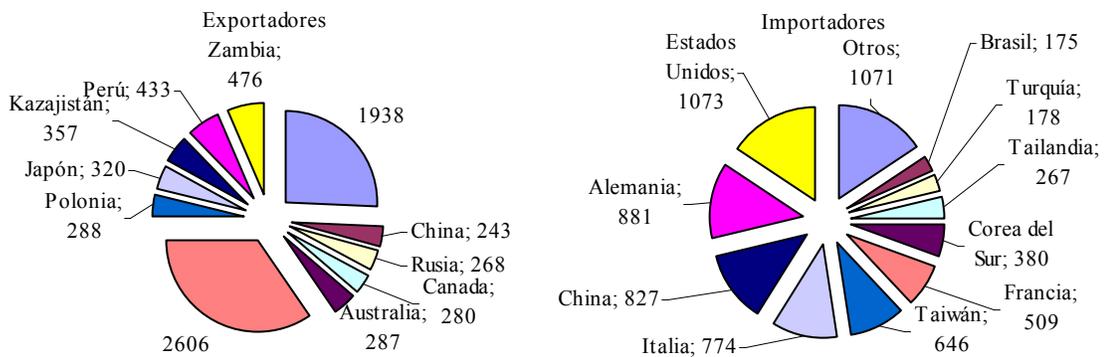
Fuente: ICSG

**Gráfico 2.7: Consumo Mundial de Cobre Refinado 2000-2007, kt**



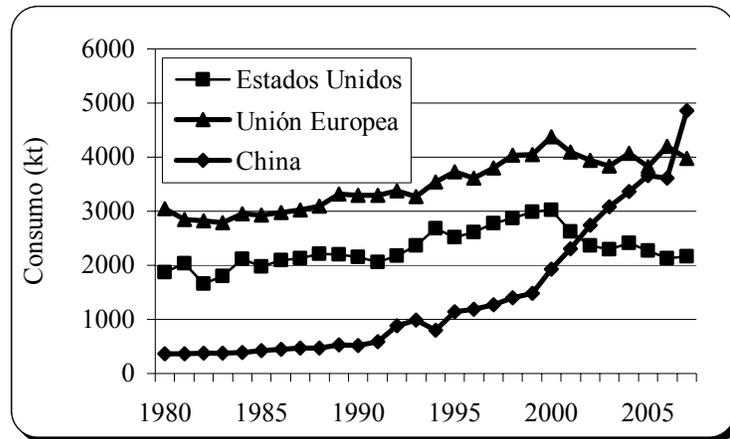
Fuente: WBMS

**Gráfico 2.8: Exportadores e Importadores Líderes en Consumo de Cobre refinado 2006.**



Fuente: ICSG

**Gráfico 2.9: Consumo de Cobre Refinado Estados Unidos, China y Unión Europea 1980-2005**

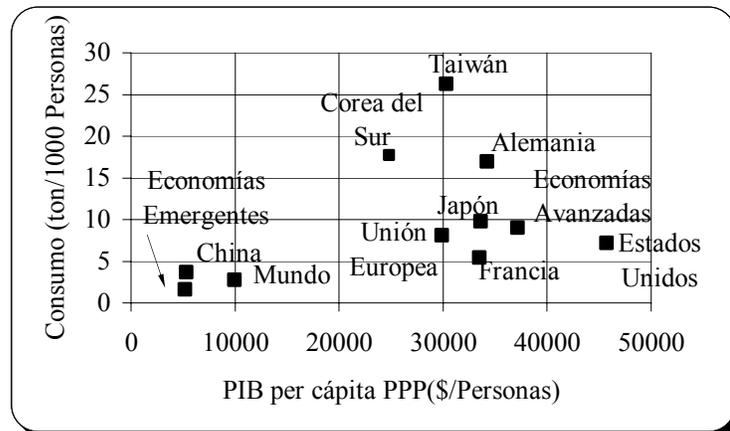


Fuente: WBMS

Actualmente, existe una gran diferencia entre las economías emergentes y las economías desarrolladas. Por un lado, las economías emergentes tienden a aumentar su consumo de cobre, mientras que por otro, las economías desarrolladas ven una disminución en este. Actualmente las economías avanzadas tienen un consumo de cerca de nueve toneladas anuales por cada mil habitantes, mientras que las economías emergentes apenas alcanzan a 1,5 toneladas por cada mil habitantes. Esta diferencia radica principalmente en que las economías emergentes son exportadoras de materias primas, mientras que las economías desarrolladas son consumidoras.

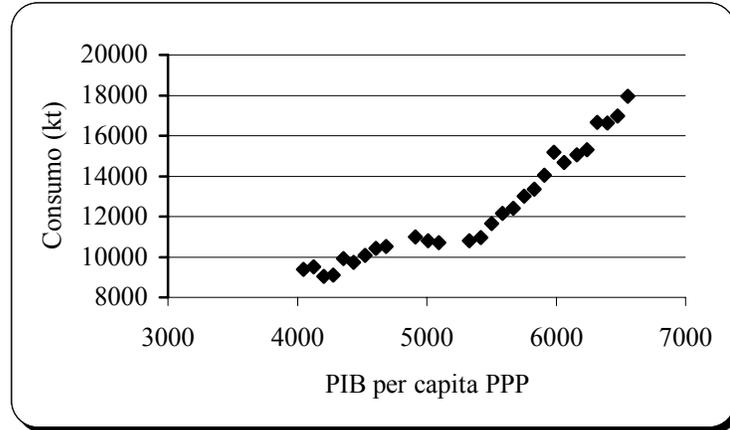
El consumo total mundial ha aumentado considerablemente a medida que la economía crece y aumenta el PIB per cápita. Este comportamiento también es seguido por las economías emergentes y se aprecia una fuerte relación lineal entre las dos variables.

**Gráfico 2.10: Consumo de Cobre Refinado per Cápita y PIB per cápita 2007**



Fuente: WBMS, IMF

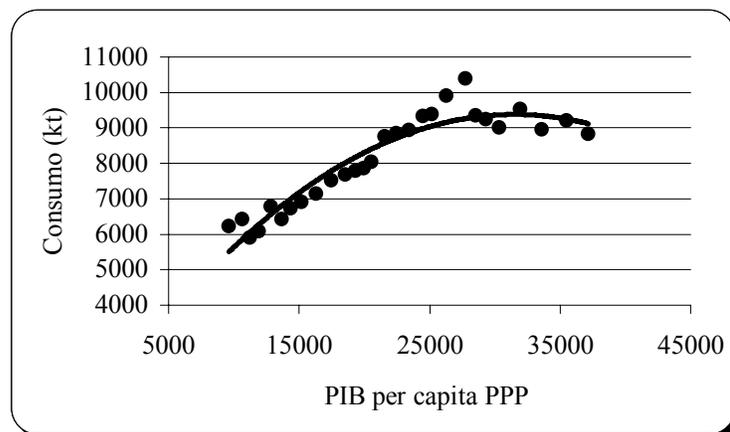
**Gráfico 2.11: Dispersión de Consumo y PIB per cápita Mundial 1980-2007**



Fuente: WBMS, IMF

Sin embargo, las economías desarrolladas tienen un comportamiento completamente distinto y es llamado curva de “U invertida”. En una primera etapa de crecimiento, la economía se hace más intensiva en uso de cobre, para luego estabilizarse y finalmente decaer (ver Gráfico 2.12).

**Gráfico 2.12: Dispersión de Consumo y PIB per Cápita Economías Desarrolladas 1980-2007**



Fuente: WBMS, IMF

En Heimlich (2008) se cita a Guzmán, Nishiyama y Tilton (2005), quienes usaron una curva cuadrática más una variable temporal para modelar esta situación, pero existe una mala extrapolación, pues se pueden obtener valores negativos para el consumo.

Por el contrario, para las economías emergentes se tendrá un consumo muy alineado al PIB y PIB per cápita, por lo que no aparece la forma de “U invertida”.

Actualmente, y dada la crisis mundial, se espera que el consumo de cobre refinado no tenga el crecimiento mundial observado durante los últimos años. Luego de una fuerte baja en el precio, a fines del 2008, y un aumento a mediados de 2009, se espera que la producción disminuya durante el 2009. Producto de esto, los precios han aumentado, por existir una diferencia entre la producción y demanda por el metal. BHP Billiton, operador de mina La Escondida y mayor

productor de cobre de mina del mundo, ya anunció que su producción disminuiría a cerca de 30% durante el 2009, en comparación con el año 2008<sup>8</sup>.

Comparando el período enero-abril de 2009 con el mismo tramo en 2008, existe una disminución del -11,9% de exportaciones de las empresas mineras en Chile<sup>9</sup>.

El panorama mundial del cobre pasa por un periodo de turbulencia con precios muy volátiles, pero se espera que esto se regule a medida que la recesión culmine. No obstante, debido a que la demanda y oferta de cobre tienden a estabilizarse de forma lenta, es probable observar turbulencias incluso pasada la crisis, al no ser capaces los mercados de volver al equilibrio de forma rápida.

## ***Usos y Propiedades del Cobre***

Actualmente, el cobre tiene variados usos en diversas industrias dentro de las cuales se destacan arquitectura, automotriz, electricidad, tubos y tuberías, gasolina, maquinaria industrial, marina y telecomunicaciones.

Dentro de los automotores, el cobre es utilizado principalmente para rectificadores, juntas, radiadores, líneas de aires, líneas de gasolina, líneas hidráulicas, refrigeradores de aceite, líneas de aceite, termostatos, conectores eléctricos, cajas de conexión, partes del motor, arnés de cableado, líneas de freno hidráulico, inyectores de combustible, calentadores, tanques de radiador, tubos de radiador, discos de embrague, ejes de transmisión, etc.

Las razones por las cuales se utiliza cobre en la industria automotora están la resistencia a la corrosión, soldabilidad, conductividad térmica, ajustes ante presión, ductilidad y conductividad eléctrica.

En plomería se utiliza para tubos, aspersores, juntas, aire acondicionado, accesorios de baño, coladores, accesorios de fontanería, grifos y equipos de vapor, etc. Las principales características que hacen del cobre un material para ser utilizado en plomerías es la soldabilidad, alta resistencia, resistencia a la corrosión, fuerza moderada, color, apariencia, ductilidad, ausencia de plomo, entre otros.

En hardware computacional es utilizado como resorte por su ductilidad, rigidez y fuerza. Además dada su apariencia es utilizado para insertar etiquetas y nombres.

En la industria general es utilizado para tubos coaxiales, latas, aplicaciones de soldadura, recipientes a presión, intercambio de calor, equipos de procesos químicos, metales revestidos, tubos, refrigeradores, chimeneas, líneas de agua, hojas de circuito, moldes de fundición, línea de gasolina de aviones, líneas de vapor, bandas de rotación, ánodos, hervidores de agua, conmutadores, hornos, electrodos, resortes, válvulas, alambre, cilindros de alimentación, condensadores, rotores, bombas, etc. Su utilización se debe principalmente a la resistencia a la corrosión, ductilidad, soldabilidad, conductividad eléctrica y térmica, fuerza moderada, entre otros.

---

<sup>8</sup> CRU Monitor, Copper raw material, mayo, 2009

<sup>9</sup> Cochilco, Boletín mensual, mayo 2009. Valor no incluye a Codelco-Chile.

En arquitectura, el cobre es usado para fachadas, impermeabilización, marcos, ornamentación, rejas, umbrales, puertas, paneles y esculturas. Su utilización se debe a su apariencia, color, resistencia, ductilidad y fuerza moderada.

En la industria eléctrica es usado para ánodos, barras, conductores, cable, contactos, bobinas, *switches*, conmutadores, tubos, tableros, terminales, electrodos, alambres, rejillas, lámparas *leads*, fusibles, sensores, *sockets*, transformadores y transistores. Principalmente, las propiedades que le permiten ser usado en el sector eléctrico son la conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión, la soldabilidad, fuerza moderada y conductividad térmica.

En marina se utiliza para líneas de gasolina, refrigeradores, hardware, aceleradores, ejes de hélice, ejes de transmisión, vástagos de válvulas, envoltura de protección, cisternas, tornillos, condensadores, tanques, cables submarinos, timones, etc. Sus propiedades son la resistencia a la corrosión del agua, sobre todo en ambientes marinos, fuerza moderada y alta resistencia.

Como se aprecia la gran cantidad de usos que tiene el cobre y sus diversas propiedades, lo hace un metal de alto consumo por parte de la industria.

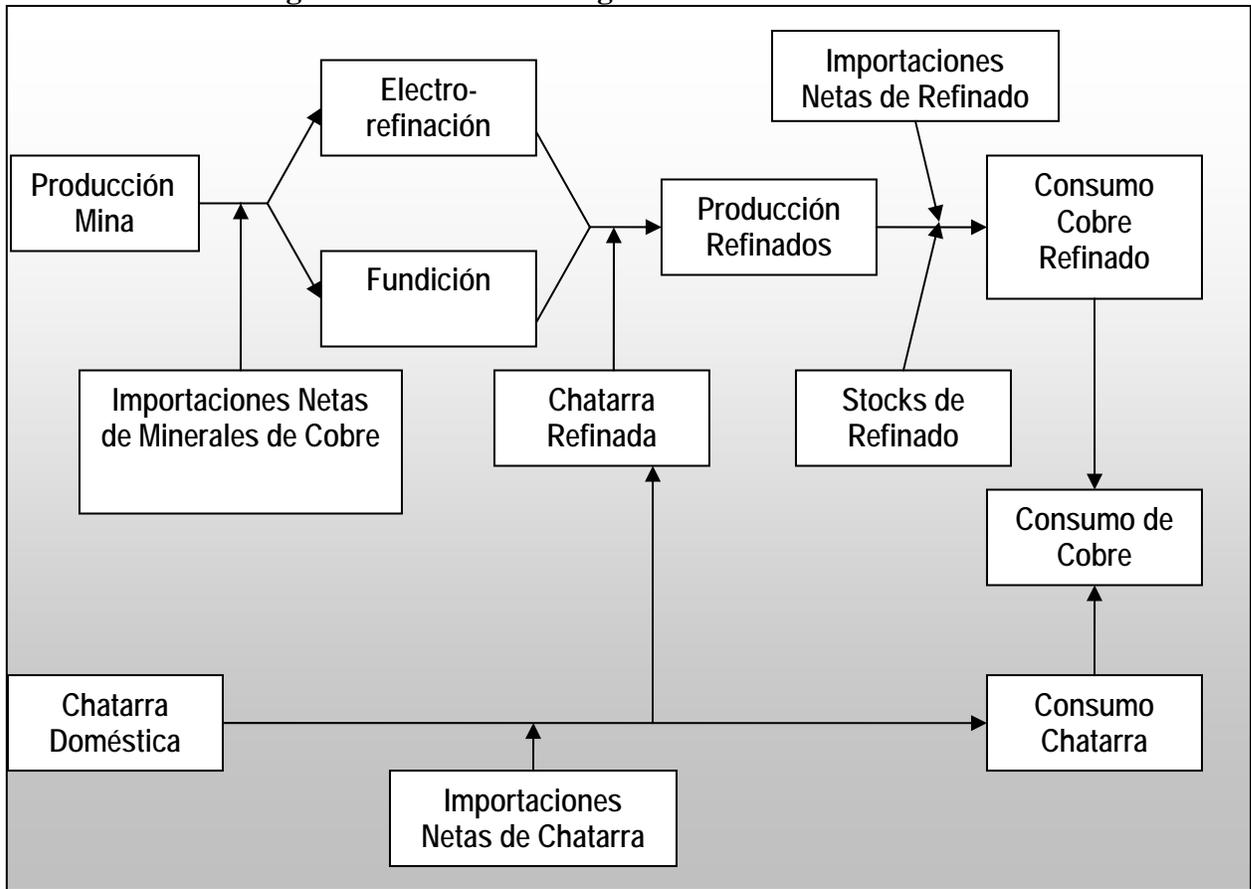
Existen clasificaciones para estandarizar los productos disponibles de cobre, desde concentrados con aproximadamente 60% de contenido, hasta los refinados con un 99,99% de cobre. Esto permite estandarizar y normar la producción y consumo (ver Tabla 2.7).

**Tabla 2.7: Tipos de Productos de Cobre**

Minerales y Concentrados		
Sulfuros		
Precipitados		
Blister & Ánodos		
Cobre Refinado	Cátodos	
	Alambrón	
	Palancas	
	Otros	
Lingotes	Aleaciones	
	Master Alloy	
Semi elaborados	Cobre	Barras y Perfiles
		Cable
		Platos, Láminas y Planchas
		Papel/Lámina
		Tubos
	Aleaciones	Barras y Perfiles
		Cable
		Platos, Láminas y Planchas
		Papel/Lámina
		Tubos
Chatarra	Cobre	
	Aleaciones	

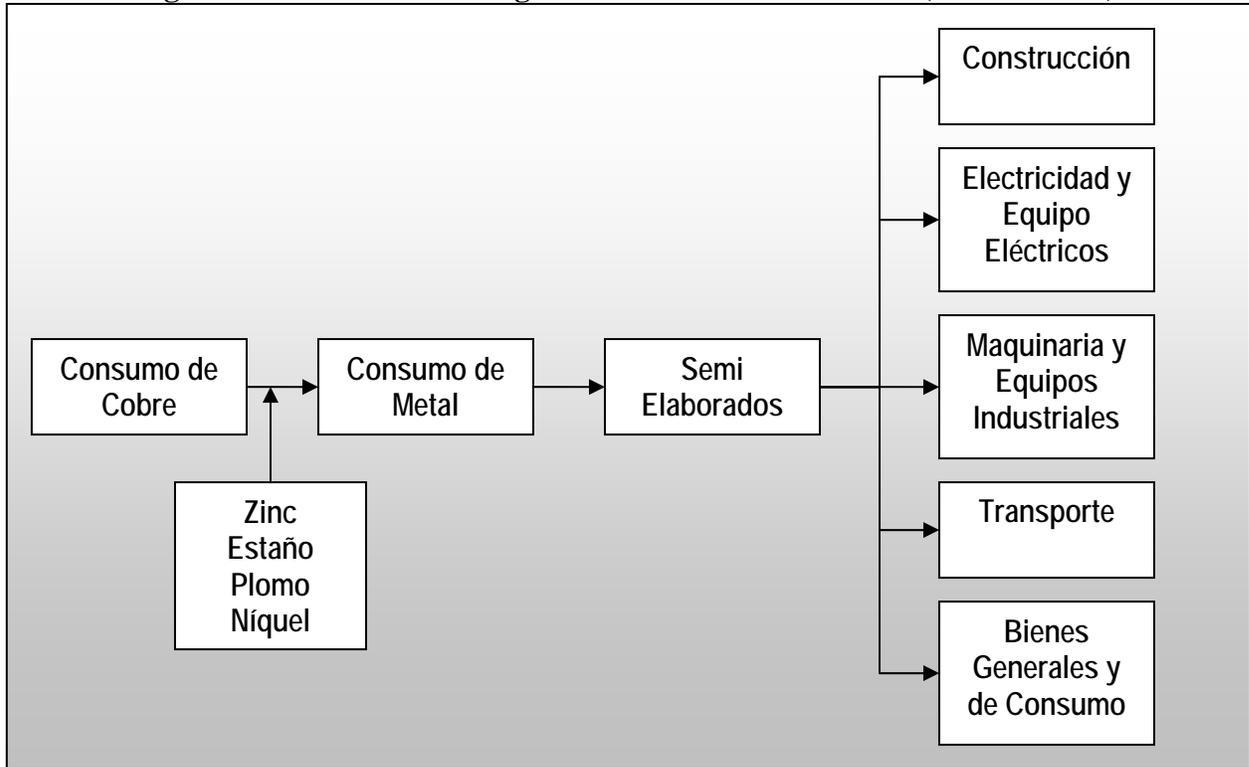
Fuente: ICSG

**Figura 2.1: Resumen Diagrama de Consumo de Cobre**



Fuente: CDA

**Figura 2.2: Resumen de Diagrama de Consumo de Cobre (continuación)**



Fuente: CDA

Por otro lado, existen diversos materiales que cumplen funciones similares a las del cobre y que, por lo tanto, son posibles sustitos del metal. Entre ellos encontramos al aluminio, plástico, zinc, titanio, plomo, fibra óptica, entre otros.

Dentro de las causas por sustitución se tiene el peso, instalación, costo, corrosión, capacidad conductiva eléctrica y calórica, transportación de datos, resistencia a temperaturas, maleabilidad, entre otros.

**Tabla 2.8: Principales Ventajas y Desventajas de la Utilización de Cobre**

Ventajas	Desventajas
Más liviano que el aluminio y otros metales.	Alto costo frente a plásticos y aluminio.
Facilidad de instalación y flexibilidad frente a otros metales.	Instalación más costosa que plásticos.
Alta conductividad.	Menor conductividad que algunos metales preciosos.
Resistencia a la corrosión interna	Excesiva flexibilidad que le impide ser usado en largas extensiones.
Menor costo que la plata, oro y otros metales.	Transporta datos a menor velocidad que fibra óptica.
Conductividad calórica.	
Ventajas decorativas por su color.	
Acción bactericida.	

Fuente: Cochilco

Existen tres formas de sustitución:

1. Sustitución directa: ocurre cuando el cobre es reemplazado por otro material similar como el aluminio, plásticos, acero, etc.
2. Sustitución indirecta: cuando los usuarios finales demandan materiales cuyas especificaciones técnicas o de costos hacen necesario utilizar un menor porcentaje de cobre (aleaciones).
3. Cuando precios muy altos impiden o limitan que el cobre pueda seguir ganando participación en los mercados para algún tipo de aplicación.

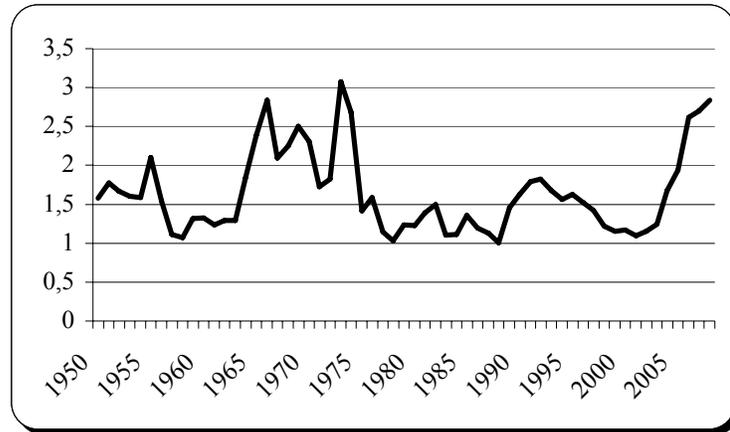
Existen razones para que una posible sustitución no se produzca. Por ejemplo, los consumidores son incapaces de cambiar los materiales en uso por otros más competitivos, cuando los precios aumentan. Esto puede ocurrir por diversas razones entre las cuales encontramos:

- Prácticas consagradas: costo de cambiar la tecnología.
- Dificultad para usar varios materiales en un mismo producto. Costo en diferentes conectores, distintos trabajadores, necesidad de más habilidades, etc.
- Costo del ciclo de vida: en muchos casos en que el aluminio es más barato en la instalación, éste no lo es durante todo el ciclo de vida. Ejemplo de esto son los transformadores.
- Viabilidad de otros productos: en casos como las tuberías (PEX) y cable magnético (aluminio) el desempeño de estos materiales es notablemente menor. En telecomunicaciones, la fibra óptica es superior tecnológicamente pero tiene un costo mucho mayor.
- Regulaciones: en muchos casos la normativa en calidad y/o seguridad obliga a los consumidores a mantener materiales menos competitivos en precio.

**Tabla 2.9: Productos de Cobre y Principales Sustitutos**

Producto de cobre	Sustituto
Cable en construcciones	Aluminio
Aleación barras y varillas	Plástico y aluminio
Bandas electrónicas	Bronce, fósforo bronce y aluminio
Cable de poder industrial	Aluminio
Tubos comerciales	Aluminio
Motores eléctricos	Cable magnéticos de aluminio
Cable en automotores	Aluminio Fibra óptica CCS
Cable de poder	Aluminio y CCA
Cable de telecomunicaciones	Fibra óptica Red inalámbrica
Transformadores para distribución	Aluminio
Transformadores pequeños	Aluminio
Planchas	Zinc Plomo Pizarreños y azulejos Acero Plásticos
Tubos de intercambio de calor	Titanio Cobre-níquel Acero inoxidable Bronces y aluminios
Intercambiadores de calor en automóviles	Aluminio Plástico
Cables LAN	Fibra óptica Redes inalámbricas Cobre revestido con aluminio Cobre revestido con acero

**Gráfico 2.13: Precio Relativo en Cobre y Aluminio 1950-2008**



Fuente: LME

Además cada sector de consumo de cobre, tiene su propia demanda por semielaborados (ver la Tabla 2.10)

**Tabla 2.10: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final**

Productos	Sector Económico	Producto Final
<b>Productos de Cobre</b>		
Alambres y Cables	Electrónico	Alambres eléctricos y magnéticos usados en electrónica y telecomunicaciones.
	Construcción	Alambres con o sin aislante.
	Consumo General	Aparatos de cobre y otros.
	Maquinaria	Alambre y cables como componentes de maquinaria.
Tubos	Transporte	Alambres para automóviles.
	Construcción	Servicios de calefacción por agua y plomería.
Láminas y Chapas Delgadas	Maquinaria	Tubos industriales en refrigeración
	Construcción	Equipos de aire acondicionado.
	Electrónico	Aplicaciones arquitectónicas.
	Transporte	Componentes eléctricos. Radiadores.
Varillas	Electrónico	Aplicaciones eléctricas.
	Transporte	Barras de buses.

**Tabla 2.11: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final (continuación)**

Productos	Sector Económico	Producto Final
Productos Aliados		
Alambre	Consumo General Maquinaria	Cerrojos. Plomería: reparaciones y fijaciones.
Tubos	Transporte Construcción	Condensadores marinos, radiadores, ductos de agua. Conexión de accesorios, equipos de telecomunicaciones, componentes de <i>switch</i> de bajo voltaje.
Láminas	Electrónico Consumo General Transporte Maquinaria	Paneles decorativos Radiadores de automóviles, calentadores, intercambiadores de calor para la marina. Relojes y otros instrumentos.
Varillas	Maquinaria Consumo General	Tornillos. Contenedores para moldear otros metales.

**Tabla 2.12: Demanda por Semielaborados en los Sectores de Uso Final (continuación)**

Productos	Sector Económico	Producto Final
Productos Aliados		
Casting	Construcción Maquinaria Consumo General	Reparación de cañerías. Válvulas, tuberías y bombas. Productos decorativos.
Químicos y Polvos	Consumo General Electrónico Maquinaria	Fertilizantes, comida animales y fungicidas Soportes y componentes electrónicos. Polvos metalúrgicos

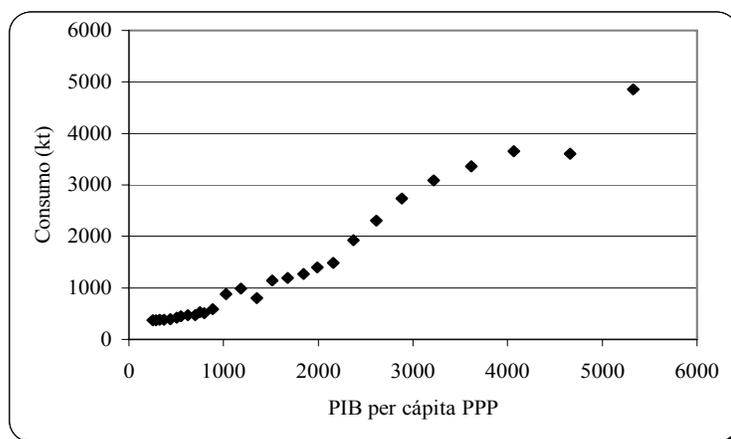
Fuente: Meller, P. 2002

## **Mercado de Cobre en China**

China se ha convertido en el mayor consumidor de cobre durante la última década. Luego de destronar a Estados Unidos como el primer consumidor, China se ha convertido en la economía que maneja gran parte de la industria mundial, impactando en el precio y en las perspectivas futuras acerca del cobre.

El mercado de cobre de China se ha comportado como la mayoría de las economías emergentes, sin disminuir su nivel de consumo a medida que aumenta el crecimiento y el ingreso del país. Sin embargo, se ha mantenido muy lejos de las economías desarrolladas, con aproximadamente un consumo de 3,7 toneladas por mil habitantes.

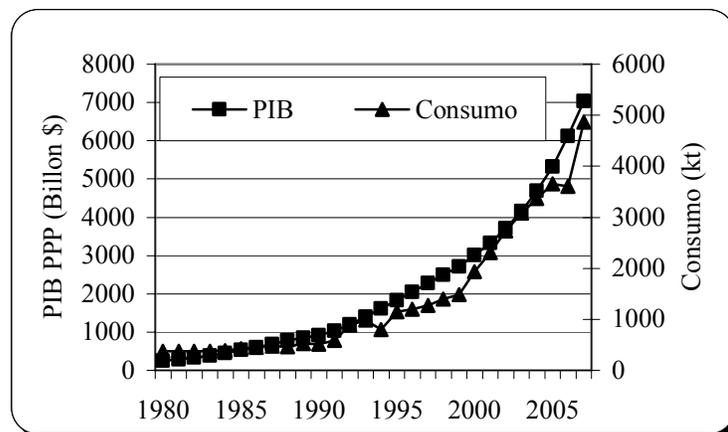
**Gráfico 2.14: Dispersión de Consumo de Cobre Refinado y PIB per cápita de China 1980-2007**



Fuente: WBMS, IMF

Además, China tiene un nivel de ingreso y de consumo refinado de cobre muy acoplados. Como se puede apreciar en el Gráfico 2.15, el consumo ha aumentado constantemente con el incremento del PIB.

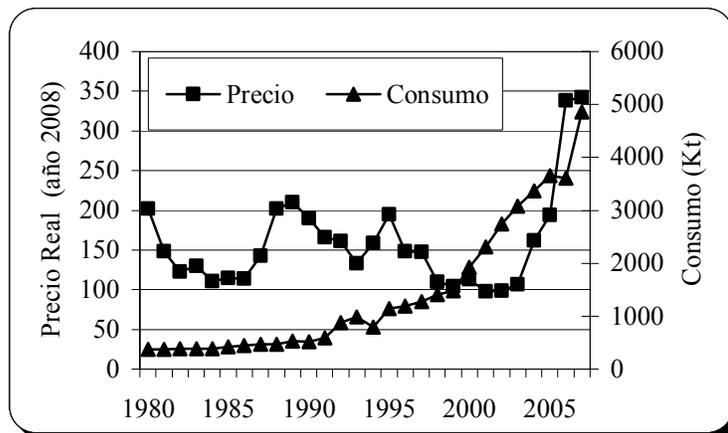
**Gráfico 2.15: Consumo de Cobre Refinado y PIB de China 1980 -2007**



Fuente: WBMS, IMF

La relación del consumo de cobre refinado con el precio no es directa. Si bien se podría pensar que el consumo de China no se ha visto afectado por aumento en el precio durante lo últimos años, esto es debido al gran consumo del país que ha aumentado la demanda de cobre. Esto a su vez aumenta el precio, por lo que un valor alto no afecta instantáneamente el consumo, sino que lo hace en el mediano y largo plazo.

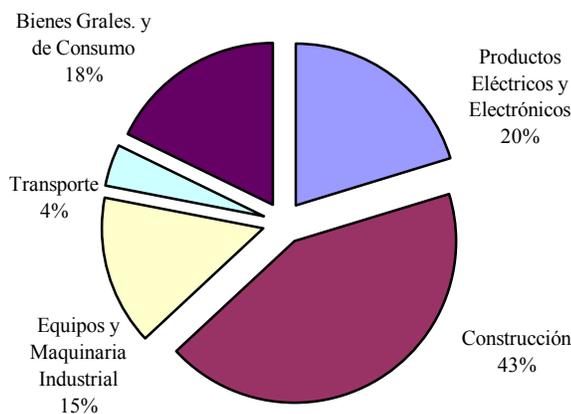
**Gráfico 2.16: Precios y Consumo de Cobre Refinado en China 1980 -2007**



Fuente: WBMS, LME

Al analizar el consumo de semi-elaborados en la economía China, se aprecia que el sector que consume más “semis” es construcción con un 43% de participación, seguido por el de productos electrónicos con un 20%. Esto está fuertemente relacionado con el nivel de inversión en infraestructura en el país asiático.

**Gráfico 2.17: Participación del Consumo Semi-elaborados de Cobre por Sector de Uso Final 2006, China**



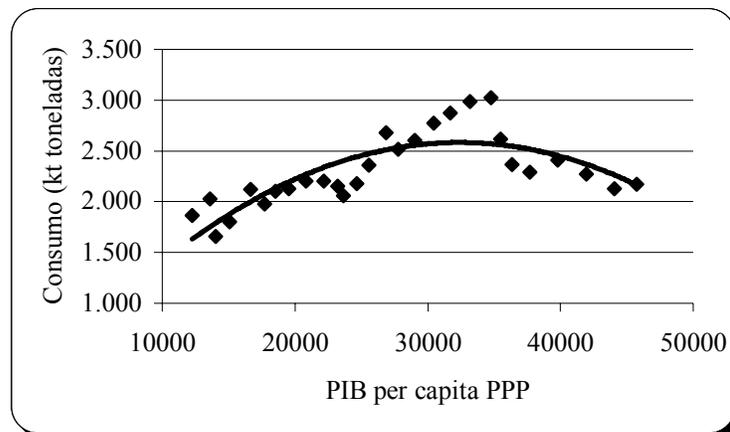
Fuente: CRU

## Mercado de Cobre en Estados Unidos

El caso de Estados Unidos es usual para economías desarrolladas. Mientras que la economía aumentó el uso de cobre, pasó luego a una estabilidad para finalmente caer. Este comportamiento es diferente al de las demás economías desarrolladas, ya que el retroceso en el consumo se produce al sobrepasar los 35 mil dólares de PIB per cápita. Mientras que para las economías europeas este cambio se produce cercano a los 20 mil dólares de PIB per cápita.

Siendo una economía desarrollada, la dispersión del consumo de cobre refinado y el PIB per cápita forma la usual “U invertida”. Esto se puede apreciar en el Gráfico 2.18, cuya curva de tendencia corresponde a una parábola de concavidad negativa.

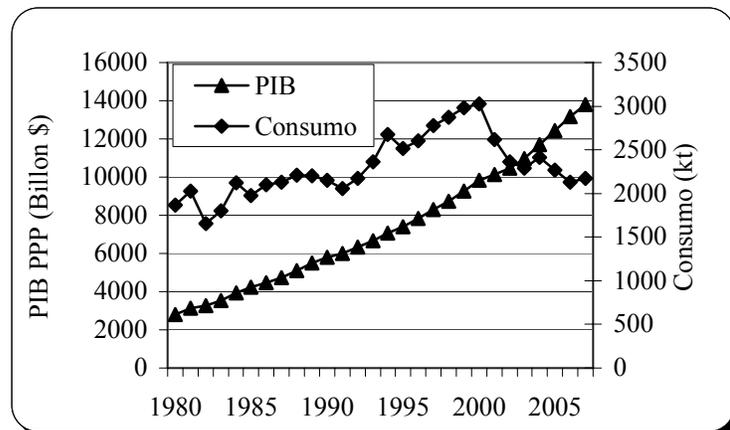
**Gráfico 2.18: Dispersión de Consumo de Cobre y PIB per Cápita EE.UU. 1980-2007**



Fuente: WBMS, IMF

El consumo de cobre refinado de Estados Unidos tiene un fuerte quiebre en comparación con el PIB. Esto es un antecedente para probar la hipótesis de quiebre estructural de la economía, puesto que después de un progresivo crecimiento en el consumo de cobre refinado, la economía comienza un rápido descenso en su intensidad de uso.

**Gráfico 2.19: Consumo Cobre Refinado y PIB de EE.UU. 1980 -2007**



Fuente: WBMS, IMF

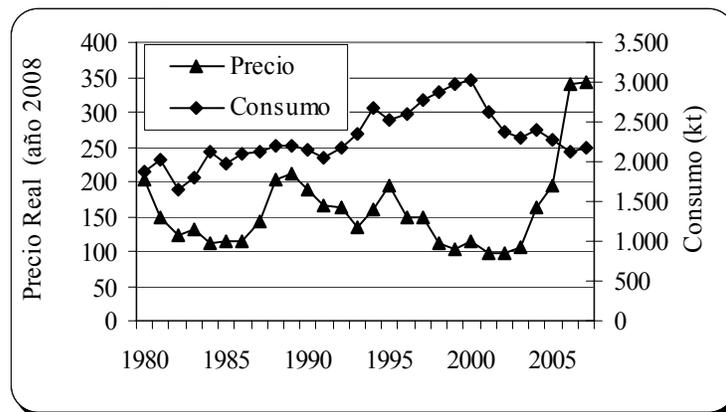
Al analizar la relación precio-consumo en la economía estadounidense, se puede apreciar gráficamente que en último periodo, el precio ha afectado al consumo de cobre refinado. Sin embargo, la veracidad de esa hipótesis no es clara, pues ha aumentado la participación del sector servicios en la economía, sector que es poco intensivo en el uso de cobre.

**Tabla 2.13: Participación de los Sectores en PIB de Estados Unidos 2000-2006**

Sector (%del PIB)	2000	2005	2006
Agricultura	1	1	1
Industria	24	22	22
Servicios	75	76	77

Fuente: Banco Mundial

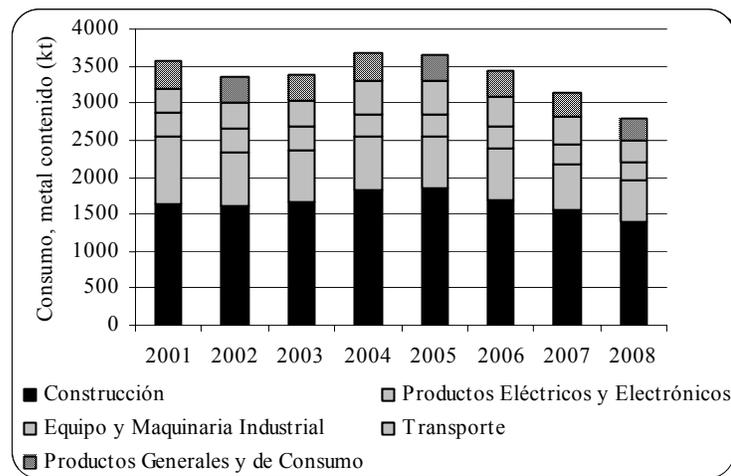
**Gráfico 2.20: Precio y Consumo de Cobre Refinado en EE.UU. 1980 -2007**



Fuente: WBMS, LME

En cuanto a la oferta de productos de cobre por sector de uso final, en Estados Unidos el sector construcción y el sector eléctrico siguen siendo los mayores consumidores. El total corresponde al contenido de metal y supera al consumo de cobre refinado pues contiene las aleaciones.

**Gráfico 2.21: Consumo Productos de Cobre en EE.UU. por Sector de Uso Final 2001-2008**

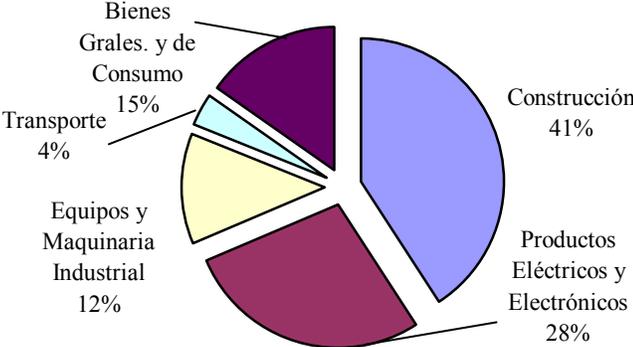


Fuente: CDA

La tendencia de los sectores de la economía ha sido, en general, a mantener su participación en el consumo total. Si bien han existido cambios, no han sido drásticos y se ha notado una pequeña

disminución en la participación del sector construcción, que en el año 1997 llegaba al 43 % y en el año 2007 llega al 41% de participación. Los productos eléctricos crecieron de un 25% a un 28% en el mismo periodo, siendo estos dos sectores los predominantes en el consumo de semielaborados en la industria estadounidense.

**Gráfico 2.22: Participación del Consumo de Semielaborados por Sector año 2007, EE.UU.**



Fuente: CRU

## CAPÍTULO 3 : MODELO DEL CONSUMO DE COBRE

Para modelar el consumo de cobre es importante entender cuáles son los factores que afectan la demanda de metales y específicamente el consumo de cobre. En ABARE (1990) se nombran los cinco factores principales por los cuales se mueve la demanda: crecimiento económico, estructura de la actividad económica, precios relativos, prácticas de inventario y cambios tecnológicos.

La ecuación 1.6 que considera entre sus variables independientes el crecimiento, es representado por el índice de actividad económica Q, que se traduce en una actividad económica desagregada por sector al efectuar el cálculo dividido por sectores.

Al lado derecho de la ecuación se encuentran los precios reales del cobre, sustitutos y energía. El incluir en el modelo las prácticas de inventarios, se hace difícil –sobre todo si se modela el consumo de cobre por cada sector- y se entiende que este efecto va a quedar fuera del análisis y, por lo tanto, se asume en el error.

Por otro lado, cambios tecnológicos son capturados mediante tendencias. La selección de funciones de tendencias en general es arbitraria, ya que a priori no se sabe si la tendencia es lineal, cuadrática o toma otra forma en el tiempo y, por lo tanto, es necesario suponer un determinado comportamiento a través del tiempo.

Se utilizará un modelo lineal como la ecuación 1.6 para efectuar el análisis de forma agregada, o sea, el consumo de cobre total de la economía. Luego, se realizará el análisis por consumo de cobre cada sector (desagregado).

### **Modelo Consumo Total**

Para el análisis del consumo de cobre total, se utiliza la producción industrial total como índice de actividad económica. El modelo queda como sigue:

$$Cu_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot PI_t + \sum_{k=0}^n \beta_{1,k} \cdot PCu_{t-k} + \sum_{k=0}^m \beta_{2,k} \cdot PAL_{t-k} + \sum_{k=0}^p \beta_{3,k} \cdot PCo_{t-k} + \sum_{k=0}^q \beta_{4,k} \cdot PPla_{t-k} + \beta_4 \cdot t + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

Donde *PI* es la producción industrial agregada del país; *PCu* es el precio del cobre; *PAL* es el precio del aluminio; *PCo* es el precio de los combustibles y *PPla* es el precio del plástico. Todas las variables están representadas en sus logaritmos. Se ha considerado que la variable de tendencia sigue una estructura lineal.

## **Modelo por Sectores**

El modelo desagregado se divide en dos ecuaciones: una que calcula la regresión, incluyendo la actividad del sector y otra los bienes finales.

$$Cu_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot PI_{i,t} + \sum_{k=0}^n \beta_{1,k} \cdot PCu_{t-k} + \sum_{k=0}^m \beta_{2,k} \cdot PAL_{t-k} + \sum_{k=0}^p \beta_{3,k} \cdot PCo_{t-k} + \sum_{k=0}^q \beta_{4,k} \cdot PPla_{t-k} + \beta_4 \cdot t + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Donde  $PI_i$  es un índice de producción industrial representativo para el sector  $i$  de la economía.

$$Cu_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Pbf_{i,t} + \sum_{k=0}^n \beta_{1,k} \cdot PCu_{t-k} + \sum_{k=0}^m \beta_{2,k} \cdot PAL_{t-k} + \sum_{k=0}^p \beta_{3,k} \cdot PCo_{t-k} + \sum_{k=0}^q \beta_{4,k} \cdot PPla_{t-k} + \beta_4 \cdot t + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

Como se aprecia en la ecuación 2.3, el índice de actividad del sector es reemplazado directamente por  $Pbf$  que es la producción o índice representativo de un bien final.

## **Resultados Esperados**

Dado que en la literatura se ha observado un mejor ajuste para los modelos desagregados del consumo por sector, se esperará obtener un mejor ajuste en este caso para los datos actualizados por sector para Estados Unidos.

De la teoría económica, y más específicamente de la del consumo, es esperable obtener valores positivos de las elasticidades para sustitutos y valores negativos para complementos. Además, se debiera encontrar una elasticidad negativa para el precio del cobre sobre la demanda y un probable efecto contractivo hacia el consumo de cobre, por parte del precio de los combustibles.

Si bien la metodología no permite decidir cuales son las variables independientes y cuales son las dependientes, la teoría económica sugiere las variables dependientes a elegir. En el caso de no obtener los resultados esperados –evidencia de que la variable dependiente estaría influyendo sobre alguna independiente- se espera mediante el test de causalidad de Granger responder a estas contradicciones.

Se espera que con la evidencia de existencia o ausencia de tendencias significativas, sea posible justificar la hipótesis de intensidad de uso, ya sea dada por efectos sustitutivos o por cambios en la estructura de consumo de cobre.

Por último, y dado la naturaleza de las economías en estudio, es razonable que China y Estados Unidos presenten esquemas de comportamiento divergentes en el consumo de cobre. Pero dada la hipótesis de intensidad de uso, se espera dar luz a un posible acercamiento entre los comportamientos en el futuro.

## CAPÍTULO 4 : RESULTADOS DEL MODELO

En el *Anexo C: Leyenda y Abreviaciones de las Variables Utilizadas* se puede encontrar el resumen de las variables usadas en este estudio para presentar los modelos. Por comodidad, en la especificación de los modelos y en la utilización de los datos se utilizó la definición de los sectores que proporciona la CDA para Estados Unidos e *Internacional Copper Association* (ICA) para China.

**Tabla 4.1: Definición de los Sectores China**

Sector de uso final	Mercados que incluye
China	
Construcción	Cableado de edificios, plomería, hardware, arquitectura y cerradura.
Infraestructura	Generación de poder, telecomunicaciones, transformadores, dispositivos de cableado.
Maquinaria Industrial	Válvulas, barras de cobre, radiadores e intercambiadores de calor y otros.
Transporte	Automóviles, motocicletas, bicicletas, trenes, naves y otros.
Bienes de Consumo	Electrodomésticos, equipos de consumo electrónicos, equipos de oficina, computadores y otros.

Fuente: BGRIMM, ICA

**Tabla 4.2: Definición de los Sectores EE.UU.**

Estados Unidos	
Construcción	Cableado de edificios, plomería y calefacción, aire acondicionado y refrigeración comercial, hardware, arquitectura.
Sector Eléctrico	Generación de poder, telecomunicaciones, comercio electrónico, iluminación, dispositivos de cableado.
Equipo y Maquinaria Industrial	Equipos de planta, válvulas y accesorios industriales, equipos no eléctricos, vehículos industriales, intercambiadores de calor.
Transporte	Automóviles, camiones y buses, líneas de trenes, industria marina, transporte aéreo, aeroespacial.
Bienes de Consumo	Electrodomésticos, cuerdas, artillería militar y comercial, equipos de consumo electrónicos, accesorios de fijación y cierres, monedas, utensilios y cubiertos, misceláneos.

Fuente: CDA

## Resultados para China

Se realizó la verificación de que las variables fuesen estacionarias con el test de Dickey-Fuller Aumentado (ver Tabla 4.3).

**Tabla 4.3: Análisis Estacionariedad Variables China**

Variable	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
Consumo Cu Construcción	Con tendencia	-0,767	-0,972
	Con Drift	-1,211	-1,084
	Sin Drift	0,033	1,983 **
Consumo Cu Infraestructura	Con tendencia	-1,470	-0,685
	Con Drift	1,392	2,391
	Sin Drift	2,038	5,150 *
Consumo Cu Equipos Industrial	Con tendencia	-2,981	-2,804
	Con Drift	0,488	-0,263
	Sin Drift	1,545	1,575
Consumo Cu Transporte	Con tendencia	0,264	0,459
	Con Drift	1,871	3,275 **
	Sin Drift	2,695	4,967 *
Consumo Cu Bienes de Consumo	Con tendencia	-1,988	-1,996
	Con Drift	-0,015	0,640
	Sin Drift	1,067	2,990 *
Consumo Cu Refinado	Con tendencia	-1,371	-1,915
	Con Drift	1,738	1,949
	Sin Drift	3,755	5,668 *
Consumo Total	Con tendencia	-1,829	-2,072
	Con Drift	1,054	3,449 **
	Sin Drift	2,197	9,196 *

**Tabla 4.4: Análisis Estacionariedad Variables China (continuación)**

Precio Combustibles	Con tendencia	-0,092	0,886
	Con Drift	2,457	4,839 *
	Sin Drift	2,702	5,434 *
Producción Industrial	Con tendencia	-0,284	1,775
	Con Drift	1,422	9,578 *
	Sin Drift	1,693	17,097 *

\* Se rechaza al 1% de significancia la existencia de raíz unitaria

\*\* Se rechaza al 5% de significancia la existencia de raíz unitaria

Como se observa el test de Dickey-Fuller Aumentado no rechaza en ningún caso la no estacionariedad de las variables, mientras que Phillips-Perron exhibe cierta tendencia a rechazar la no estacionariedad, cuando no se utiliza una tendencia en la especificación. Dada esta evidencia, es posible que las variables tengan un comportamiento no estacionario y, por lo tanto, se deberá efectuar un análisis de Engle y Granger para evaluar una relación a largo plazo.

### Modelo Consumo Total de China

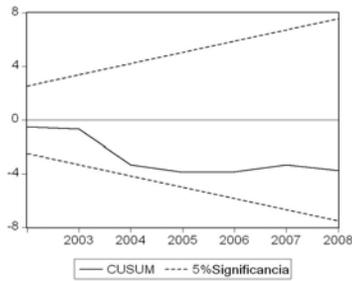
Para realizar una selección de los modelos se computaron los modelos hasta con un rezago en los precios. Dado que la serie para China no es extensa no se utilizaron más rezagos para evitar la pérdida de grados de libertad. El índice de actividad utilizado para el consumo total es la producción total de China.

**Tabla 4.5: Resultados Modelo Consumo Total China**

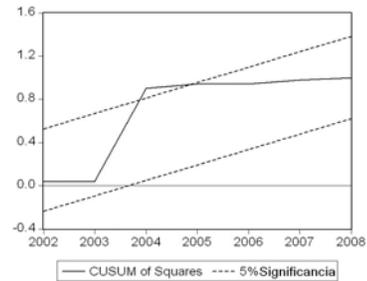
Variable Dependiente: Log(Consumo)			
Serie 1995-2008			
Constante	0,532	K	5
	(0,32)	N	13
Log(Actividad)	1,050	F	240,7
	(19,30)	R <sup>2</sup>	0,994
Log(Cu)	0,362	R <sup>2</sup> a	0,990
	(2,25)	DW	1,980
Log(Cu(-1))	-0,801	AIC	-2,888
	(-003)	Schwarz	-2,627
Log(PAI)	-0,431	Elasticidades a Largo Plazo	
	(-2,38)	Cu	-0,439
Log(PAI(-1))	1,497	AI	1,066
	(3,09)		

Como se aprecia, el modelo seleccionado no incluye a los precios de los combustibles, puesto que al eliminarlos del modelo se obtiene un mejor ajuste. Para revisar todos los resultados de los modelos para consumo total (ver *Anexo D: Resultados Para China Modelos por Consumo Total*). Otro resultado del análisis de este modelo es que no existe evidencia para rechazar que las elasticidades a largo plazo sean igual a cero, esto dado que la data de la muestra no es suficientemente extensa.

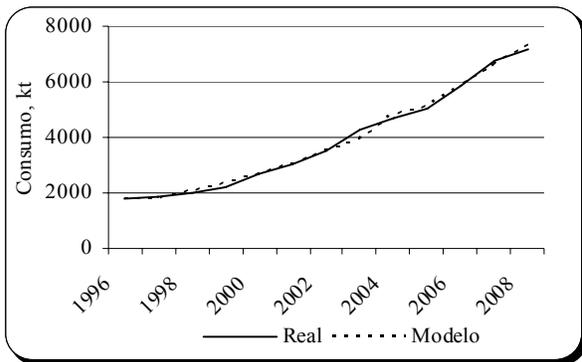
**Cuadro 4.1: Test CUSUM para Modelo Agregado China**  
**Test CUSUM**



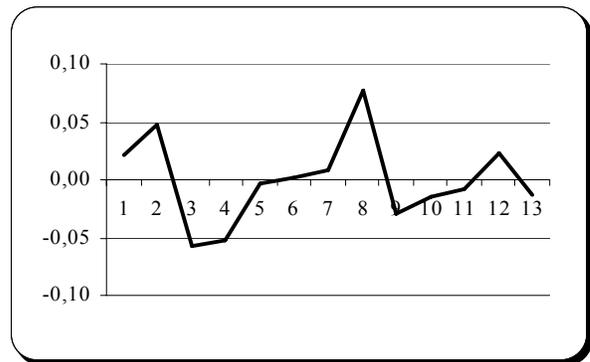
**Test CUSUM cuadrado**



**Gráfico 4.1: Ajuste Modelo Agregado China**



**Gráfico 4.2: Residuos Modelo Agregado China**



De los test de CUSUM y CUSUM Cuadrado se observa que para la muestra no hay evidencia de un cambio en los parámetros de la ecuación. Lo que confirma la no existencia de quiebres estructurales en el consumo de cobre de China.

## Modelo por Sectores para China

Para representar el índice de actividad económica de cada sector en China, se utilizó el valor agregado al PIB de cada uno de los sectores. En la Tabla 4.6 se describen las variables que representan a cada índice de actividad en los sectores. Además, se utilizan los precios reales del cobre, aluminio e índice de precio de los combustibles. Se excluye de este análisis el plástico por no tener China, un índice de precios públicos disponible a la fecha.

Cabe destacar que también se probó la utilización de la producción industrial total, como índice de actividad económica (Q), obteniéndose ajustes satisfactorios. Sin embargo, se optó por usar producción industrial por sector, puesto que su ajuste en todos los sectores presentó un ajuste aceptable. Los resultados completos pueden revisarse en *Anexo E: Resultados Para China Modelos por Sector*.

**Tabla 4.6: Índice de Actividad Económica Utilizada por Sector**

Sector	Valor Agregado al PIB (Actividad)
Construcción	Construcción
Infraestructura	Producción y Suministro Electricidad, Gas y Agua
Maquinaria Industrial	Industria
Transporte	Transporte, Almacenamiento y Correos
Bienes de Consumo	Ventas <i>Retail</i>

Se realiza el análisis de estacionariedad para los índices de actividad económica, de donde se obtiene nuevamente una evidencia de no estacionariedad para las variables.

**Tabla 4.7: Análisis Estacionariedad Producción Industrial por Sector China**

Variable	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
PI Transporte	Con tendencia	-0,909	-0,630
	Con Drift	1,285	4,290 *
	Sin Drift	2,233	12,461 *
PI Construcción	Con tendencia	2,208	3,879 **
	Con Drift	3,623	14,029 *
	Sin Drift	1,290	8,511 *
PI Energía	Con tendencia	0,405	1,801
	Con Drift	1,771	9,052 *
	Sin Drift	1,614	10,692 *
PI Industria	Con tendencia	-0,366	1,210
	Con Drift	1,017	7,685 *
	Sin Drift	1,398	10,364 *
PI Retail	Con tendencia	1,662	2,656
	Con Drift	1,935	6,089 *
	Sin Drift	1,557	13,288 *

\* Se rechaza al 1% de significancia la existencia de raíz unitaria

\*\* Se rechaza al 5% de significancia la existencia de raíz unitaria

En la Tabla 4.8 se exhiben los modelos seleccionados del total de modelos computados para cada sector. Se observa que en general se obtiene un valor de elasticidad negativo para el precio del cobre (entre -0,752 y 0,056) y valor positivo para el precio del aluminio (entre 0,165 y 1,450). Por otro lado, el combustible se deja fuera del modelo en el sector construcción, infraestructura y bienes de consumo, siendo un factor de contracción del consumo de cobre en el sector maquinaria (elasticidad negativa de -2,533) y siendo expansor del consumo en el transporte (elasticidad de 1,596). Este último resultado no es esperado, por lo que se deberá testear causalidad de Granger para comprobar si efectivamente los combustibles están actuando como variable independiente y no al revés.

El test de causalidad de Granger (ver Tabla 4.10), entre el consumo de cobre en el sector transporte y precios de combustibles en China, arroja como resultado que los precios de los combustibles efectivamente tienen causalidad sobre el sector transporte. Por otro lado, el consumo en el sector no estaría teniendo causalidad sobre los precios. Esto sigue la línea intuitiva acerca de que el precio es determinante en el consumo y no al revés, por lo que una elasticidad positiva indica un aumento en el consumo de cobre del sector a raíz de un aumento en los precios de los combustibles. Como se verá en el Capítulo 5, esto estará relacionado con la búsqueda de energías más baratas y otros factores contingentes a la economía china.

En el Cuadro 4.2 se comprueba el no cambio de los coeficientes mediante los residuos recursivos (CUSUM y CUSUM Cuadrado). Sólo se observan pequeños desvíos fuera de los intervalos esperados, por lo que se confirma la consistencia de los parámetros dentro del intervalo de muestra. Mientras que en entre el Gráfico 4.3 y el Gráfico 4.12, se puede apreciar el ajuste y los residuos de los modelos para cada sector, donde no se aprecia ajuste sistemáticamente por debajo o sobre el valor real.

**Tabla 4.8: Resultados Modelos por Sector China**

Variable Dependiente: Log(Consumo del Sector)					
Serie: 1995-2008					
	Construcción	Infraestructura	M. Industrial	Transporte	B. de Consumo
Constante	0,297 (0,09)	1,732 (0,69)	2,856 (0,90)	-10,030 (-0,82)	-0,812 (-0,33)
Log(Actividad)	1,337 (13,8)	1,145 (17,0)	2,499 (1,65)	0,494 (0,84)	1,444 (16,51)
Log(PCu)	0,323 (1,62)	0,288 (2,00)	-0,802 (-1,33)	0,186 (0,33)	0,804 (3,16)

**Tabla 4.9: Resultados Modelos por Sector China (continuación)**

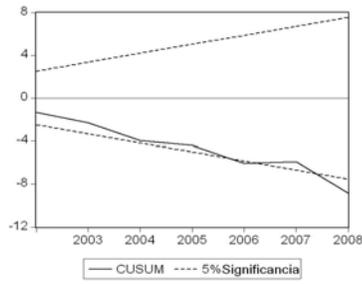
Variable Dependiente: Log(Consumo del Sector)  
Serie: 1995-2008

	Construcción	Infraestructura	M. Industrial	Transporte	B. de Consumo
Log(PCu(-1))	-1,074 (-2,48)	-0,627 (-2,04)	0,508 (0,57)	-0,366 (-0,36)	-0,747 (-2,00)
Log(PAl)	-0,632 (-1,60)	-0,741 (-2,29)	0,276 (0,38)	0,823 (0,49)	-0,952 (-2,46)
Log(PAl(-1))	1,456 (1,66)	1,110 (2,03)	0,654 (0,36)	0,627 (0,31)	1,116 (1,53)
Log(PCo)			-0,124 (-0,09)	0,071 (0,08)	
Log(PCo(-1))			-2,409 (-2,40)	1,525 (1,31)	
K	5	5	7	7	5
N	13	13	13	13	13
F	70,3	152,7	8,2	38,7	105,1
R <sup>2</sup>	0,980	0,991	0,920	0,982	0,987
R <sup>2</sup> a	0,967	0,984	0,807	0,957	0,977
DW	2,448	2,007	2,730	1,921	2,298
AIC	-1,993	-2,684	-1,033	-0,570	-1,598
Schwarz	-1,733	-2,424	-0,686	-0,223	-1,338
Elasticidades a Largo Plazo					
Cu	-0,752 *	-0,339	-0,294	-0,180	0,056
Al	0,824	0,370	0,930	1,450	0,165
Combustibles	-	-	-2,533	1,596	-

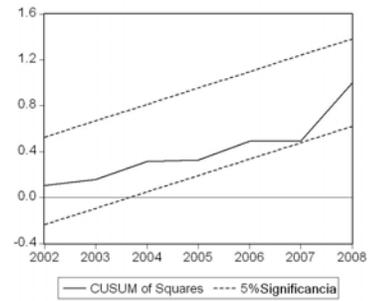
\* Se rechaza test de Wald elasticidad a largo plazo igual a cero (al 5%).

**Cuadro 4.2: CUSUM y CUSUM Cuadrado para Modelos por Sector China**

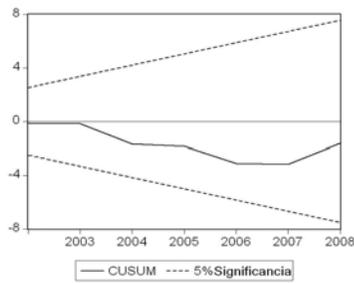
**Test CUSUM Construcción**



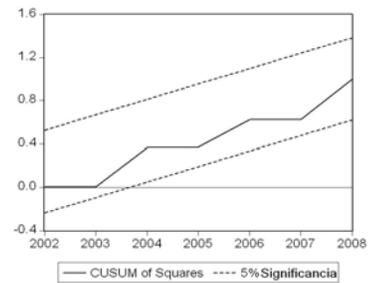
**Test CUSUM Cuadrado Construcción**



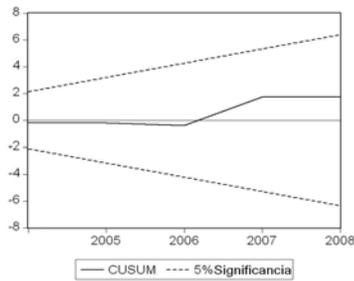
**Test CUSUM Infraestructura**



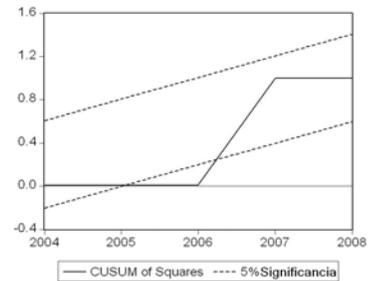
**Test CUSUM Cuadrado Infraestructura**



**Test CUSUM Maquinaria**

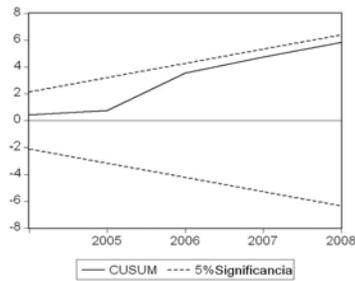


**Test CUSUM Cuadrado Maquinaria**

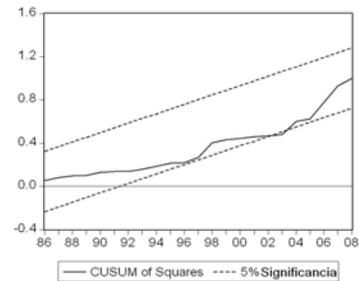


**Cuadro 4.3: CUSUM y CUSUM Cuadrado para Modelos por Sector China (continuación)**

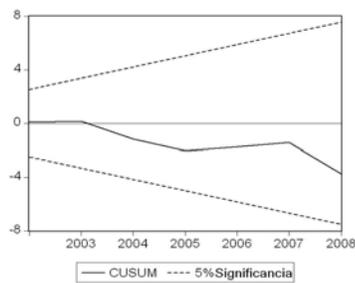
**Test CUSUM Transporte**



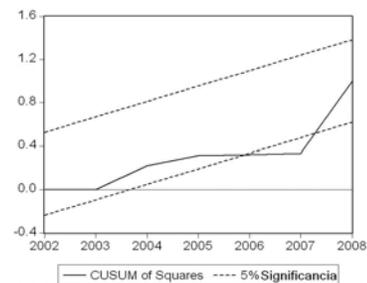
**Test CUSUM Cuadrado Transporte**



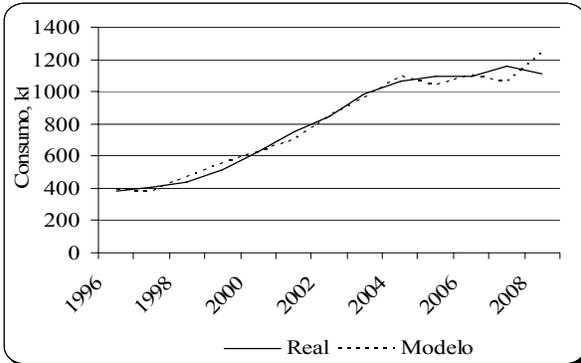
**Test CUSUM Bienes Generales**



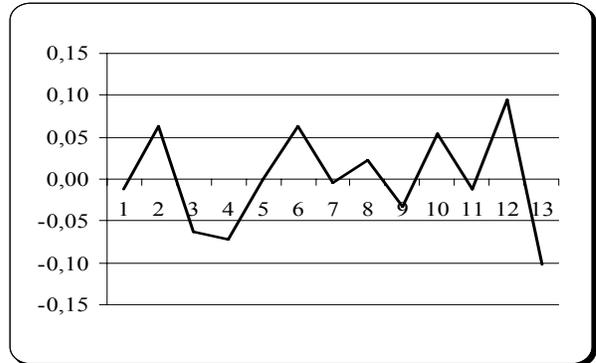
**Test CUSUM Cuadrado Bienes Generales**



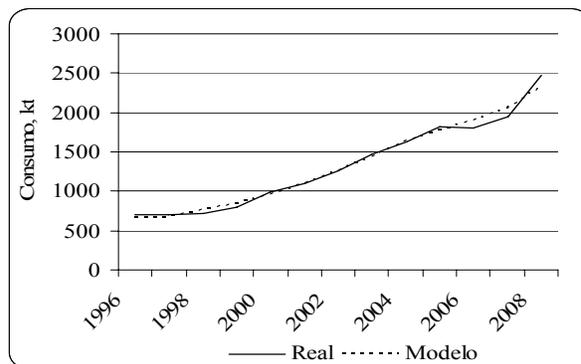
**Gráfico 4.3: Ajuste Construcción China**



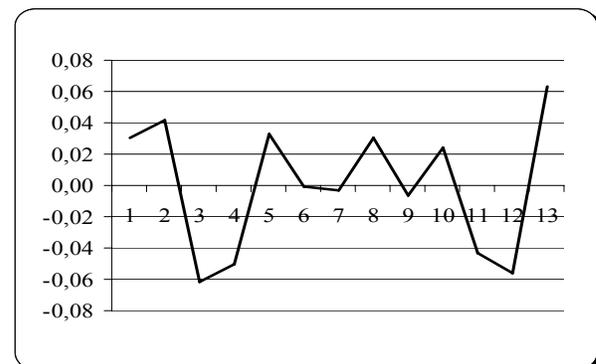
**Gráfico 4.4: Residuos Construcción China**



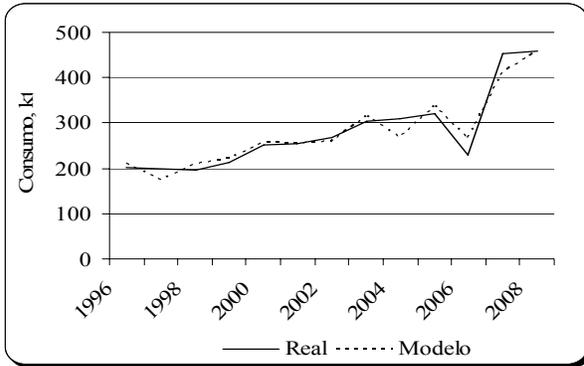
**Gráfico 4.5: Ajuste Infraestructura China**



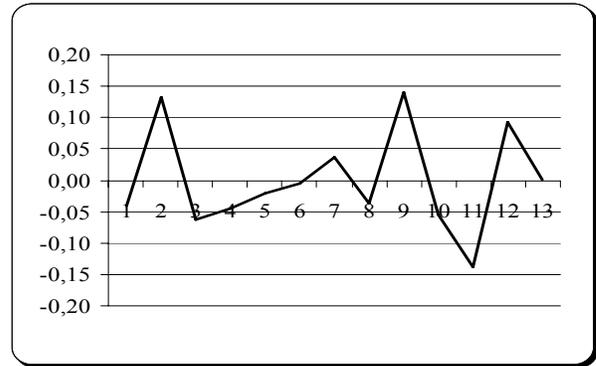
**Gráfico 4.6: Residuos Infraestructura China**



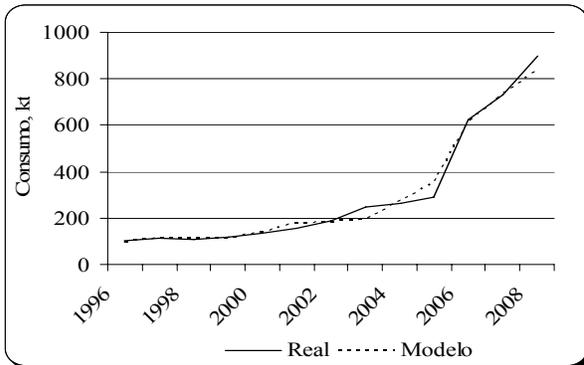
**Gráfico 4.7: Ajuste Maquinaria China**



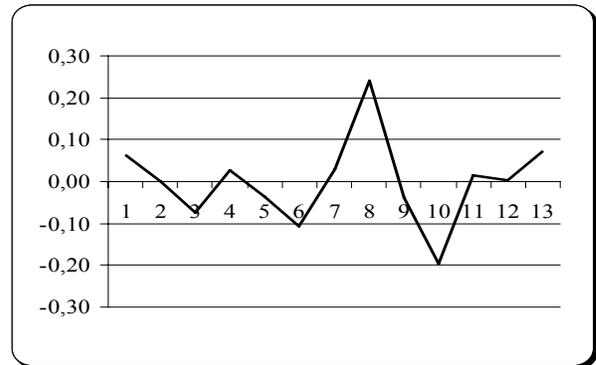
**Gráfico 4.8: Residuos Maquinaria China**



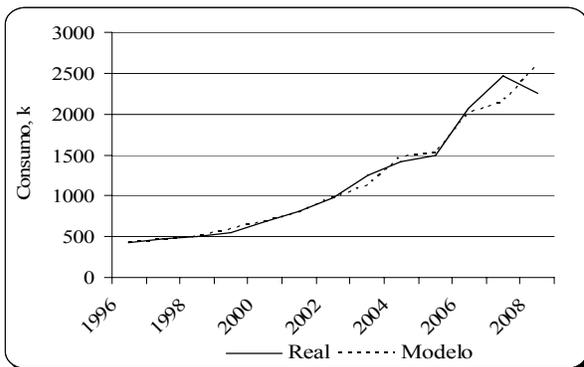
**Gráfico 4.9: Ajuste Transporte China**



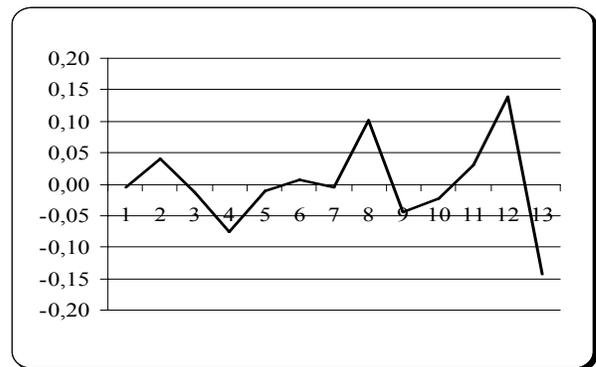
**Gráfico 4.10: Residuos Transporte China**



**Gráfico 4.11: Ajuste Bienes Generales China**



**Gráfico 4.12: Ajuste Bienes Generales China**



**Tabla 4.10: Test de Causalidad de Granger para Consumo Cu en Transporte y Precio de Combustibles en China**

Variables: Consumo Cu Transporte y Precio Combustibles					
Serie: 1995-2008					
Hipótesis Nula		Rezagos	N	F	p-valor
	(1)	1	13	11,608	0,007 *
	(2)			0,006	0,941
	(1)	2	12	5,072	0,044 *
	(2)			2,327	0,168
	(1)	3	11	0,059	0,979
	(2)			2,148	0,237
	(1)	4	10	0,173	0,926
	(2)			10,186	0,230

(1) Precio Combustibles no tiene causalidad sobre Consumo Cu Transporte  
(2) Consumo Cu Transporte no tiene causalidad sobre Precio Combustibles

\* Se rechaza hipótesis nula al 5% de significancia.

Para comprobar efectivamente la existencia de una relación a largo plazo entre el consumo de cobre de cada sector y las variables que lo explican, se realiza un test de estacionariedad de los residuos (Engle y Granger, ver Tabla 4.11). Los resultados muestran que ahora existe una tendencia a rechazar la no estacionariedad de los residuos, lo que confirma la intuición de una cointegración y relación a largo plazo entre la variable dependiente y sus variables explicativas.

Finalmente en la Tabla 4.12 se concluye acerca de la calidad de ajuste de la suma de los modelos de consumo por sector, versus el modelo de consumo total. Si bien la bondad de ajuste ( $R^2$  de Pearson) en el modelo de consumo total supera al modelo sectorial, al analizar los índices de Errores Medios Absolutos Porcentual (EMAP) y de Raíz de Errores Cuadráticos Medios Porcentual (RECOMP), ambos expresados como porcentaje de la media, la ecuación por sectores supera a la ecuación total agregada a lo largo de toda la muestra.

Al dividir la muestra en dos intervalos de tiempo, se observa que el modelo agregado es superado en las tres medidas de calidad por el modelo por sectores, los primeros nueve años de muestra (1996-2004). Luego supera al modelo por sectores en los últimos cuatro años de muestra (2005-2008). Es importante mencionar el salto en el precio que tiene el cobre durante los últimos cuatro años y, por lo tanto, el cambio producido en el precio relativo del cobre y aluminio descrito en el Capítulo 2.

**Tabla 4.11: Estacionariedad de los Residuos China**

Modelo	Forma	Dickey-Fuller	Phillips Perron
Modelo Total	Con tendencia	-3,362	-3,054
	Con Drift	-3,232 **	-3,214 **
	Sin Drift	-3,348 *	-3,395 *
Construcción	Con tendencia	-2,773	-4,303 **
	Con Drift	-2,447	-4,498 *
	Sin Drift	-2,627 **	-4,723 *
Infraestructura	Con tendencia	-4,227 **	-2,898
	Con Drift	-4,623 *	-3,444 **
	Sin Drift	-4,641 *	-3,631 *
Maquinaria Industrial	Con tendencia	-3,954 **	-5,065 *
	Con Drift	-4,415 *	-5,368 *
	Sin Drift	-4,577 *	-5,697 *
Transporte	Con tendencia	-3,554 †	-2,566
	Con Drift	-3,843 **	-2,737
	Sin Drift	-4,028 *	-2,895 *
Bienes Generales	Con tendencia	-3,630 †	-3,953 **
	Con Drift	-3,411 **	-4,255 *
	Sin Drift	-3,625 *	-4,524 *

\* Se rechaza al 1% de significancia la existencia de raíz unitaria

\*\* Se rechaza al 5% de significancia la existencia de raíz unitaria

† Se rechaza al 10% de significancia la existencia de raíz unitaria

**Tabla 4.12: Comparaciones de Calidad del Ajuste de los Modelos China**

	R <sup>2</sup>	EMAP	RECOMP
1996-2008			
Suma Ecuación por Sector	0,997	1,99%	2,65%
Ecuación Agregada	0,998	2,45%	3,40%
1996-2004			
Suma Ecuación por Sector	0,995	1,99%	2,65%
Ecuación Agregada	0,991	2,45%	3,40%
2005-2008			
Suma Ecuación por Sector	0,968	4,30%	5,59%
Ecuación Agregada	0,993	2,36%	2,55%

## Análisis Para Bienes Finales China

Para cada sector del consumo de cobre, se procedió a computar más de un modelo según la cantidad de bienes finales de los que se disponía. Se seleccionó la misma cantidad de rezagos en los precios que los utilizados en el modelo con producción industrial y se computaron distintas ecuaciones, agregando y quitando bienes finales ligados al sector. De allí se obtienen dos resultados: un intervalo de elasticidades para un mismo bien final (por existir más de una ecuación en cada sector) y un modelo escogido por sector que tiene los bienes finales que se considera *drivers* para describir el consumo de cobre.

La Tabla 4.13 resume los intervalos para cada bien final por sector, donde se aprecian las elasticidades mínimas y máximas encontradas para un mismo bien. Como se observa, algunos bienes muestran comportamientos erráticos, mostrando elasticidades negativas en algunos modelos y positivas en otros. Los resultados completos de todas las ecuaciones calculadas se pueden apreciar en *Anexo I: Resultados Modelos con Bienes Finales China*.

Por otro lado, en la Tabla 4.14 se exhiben las elasticidades calculadas para un modelo seleccionado por sector, donde sólo quedan aquellos bienes principales del sector, que entregan información relevante acerca de cómo aumenta o disminuye el consumo de cobre.

**Tabla 4.13: Intervalo de las Elasticidades Bienes Finales China**

Variables	Valores Elasticidades		
	Promedio	Mínimo	Máximo
<b>Construcción</b>			
Maquinaria Construcción	1,391	0,496	2,281
Nueva Construcción Residencial	-0,145	-0,213	-0,021
Edificios en Construcción	-0,013	-0,453	1,049
Edificios Completados	1,145	0,402	1,602
<b>Infraestructura</b>			
Producción Eléctrica	1,202	1,160	1,245
Equipos Generación	0,025	-0,199	0,249
<b>Equipos Industriales</b>			
Motores Combustión Interna	0,727	0,536	0,880
Equipo de Minería	-0,008	-0,080	0,151
Tractores	0,135	-0,309	0,524
Maquinas de Corte	0,226	0,048	0,302
<b>Transporte</b>			
Camiones	-0,079	-0,245	0,029
Buses	0,072	0,025	0,141
Automóviles	0,799	0,788	0,817
<b>Bienes de Consumo</b>			
Lavadoras	0,386	-1,745	1,769
Aspiradoras	0,509	-0,237	1,340
Refrigeradores	0,094	-1,371	1,279
Ventiladores	0,461	0,178	0,841
Aires Acondicionados	0,856	0,126	2,336
Televisores Color	1,275	-0,218	7,235
Fotocopiadoras	-0,342	-0,857	0,084
Micro Computadores	0,080	-2,201	0,531

**Tabla 4.14: Valores Elasticidades para Modelos Seleccionados China**

Variables	Valor Elasticidad
Construcción	
Maquinaria de Construcción	1,396
Edificios Completados	0,402
Infraestructura	
Producción Eléctrica	1,245
Maquinaria Industrial	
Motores de Combustión Interna	0,536
Transporte	
Buses	0,065
Automóviles	0,804
Bienes de Consumo	
Ventiladores	0,647
Aires Acondicionados	0,126
Televisores a Color	0,976

**Resultados para Estados Unidos**

Se realizó la verificación de que las variables fuesen estacionarias con el test de Dickey-Fuller Aumentado. El análisis muestra que en general existiría una tendencia no estacionaria de las variables (ver Tabla 4.15).

**Tabla 4.15: Análisis Estacionariedad Variables EE.UU.**

Variable	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
Consumo Construcción	Con tendencia	-3.316 <sup>3</sup>	-2.089
	Con Drift	-1.613	-1.497
	Sin Drift	0.013	0.398
Consumo Eléctrico	Con tendencia	-2.036	-1.903
	Con Drift	-2.198	-2.068
	Sin Drift	-0.598	-0.572
Consumo Maquinaria Industrial	Con tendencia	-3.143	-2.909
	Con Drift	-1.016	-0.882
	Sin Drift	-1.045	-1.265
Consumo Transporte	Con tendencia	-5.195 *	-3.649 **
	Con Drift	-5.217 *	-3.883 *
	Sin Drift	-0.502	-0.251
Consumo Bienes de Consumo	Con tendencia	-2.316	-2.724
	Con Drift	-2.394	-2.794 †
	Sin Drift	-0.466	-0.512
Consumo Refinado	Con tendencia	-1.888	-1.861
	Con Drift	-2.009	-1.927
	Sin Drift	-0.213	-0.194
Precio Cobre	Con tendencia	-1.021	-1.241
	Con Drift	-1.480	-1.936
	Sin Drift	-0.039	-0.447

**Tabla 4.16: Análisis Estacionariedad Variables EE.UU. (continuación)**

Variable	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
Precio Aluminio	Con tendencia	-3.750 **	-3.053
	Con Drift	-3.488 **	-2.988 **
	Sin Drift	-0.685	-0.608
Precio Combustibles	Con tendencia	-0.337	-0.336
	Con Drift	0.907	1.011
	Sin Drift	2.090	2.640 *
Precio Plástico	Con tendencia	-1.883	-1.578
	Con Drift	-0.352	-0.278
	Sin Drift	2.417	3.646 *

\* Se rechaza raíz unitaria al 1%

\*\* Se rechaza raíz unitaria al 5%

† Se rechaza raíz unitaria al 10%

### Modelo Consumo Total de EE.UU.

Para realizar una selección de los modelos se programaron ecuaciones con precios de hasta tres rezagos temporales, además de agregar una tendencia lineal. Como actividad económica se utilizó la producción industrial agregada. Se verificó ausencia de autocorrelación, heterocedasticidad, normalidad de los residuos y cambios estructural en la muestra. Se realizó el test de Wald para verificar la hipótesis nula de que las elasticidades a largo plazo son iguales a cero. Todos los resultados se encuentran en *Anexo F: Resultados para Estados Unidos Modelos Consumo Total*. Se analiza el modelo que mejor ajusta a los valores (ver Tabla 4.17).

El mejor ajuste se obtiene utilizando una tendencia lineal, pero los signos de sus elasticidades muestran comportamiento contradictorio al esperado teóricamente. Se optó entonces por un modelo que cumple con la teoría y teniendo un ajuste razonable.

La elasticidad del precio cobre a largo plazo aparece significativa y con un valor -0,160, al igual que la del precio de los combustible -0,185. Mientras que el precio de los dos principales sustitutos, aluminio y plástico no parecen ser significativos.

Se observan quiebres para el test CUSUM y CUSUM Cuadrado, esto evidencia un posible quiebre estructural en la muestra. Para ello se testea la muestra mediante el test de quiebre de Chow, donde el resultado muestra un posible cambio de los coeficientes entre los años 1988 y 1991 (ver Tabla 4.18). En general para otros modelos de consumo total de Estados Unidos se obtienen CUSUM y CUSUM Cuadrado (ver *Anexo G: Test CUSUM Y CUSUM Cuadrado Modelos Consumo Total EE.UU.*), que sobrepasan en gran medida los límites, por lo que es admisible que se esté en presencia de un cambio estructural para el consumo total de cobre.

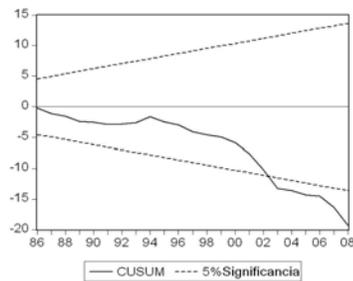
**Tabla 4.17: Modelo Estados Unidos Consumo Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Total)			
Serie: 1973-2008			
Constante	7,170 (10,61)	Log(PCo)	0,121 (0,83)
Log(Actividad)	0,390 (2,06)	Log(PCo(-1))	-0,153 (-0,82)
Log(Cu)	0,015 (0,17)	Log(PCo(-2))	-0,153 (-0,91)
Log(Cu(-1))	-0,134 (-2,60)	Log(PPla)	-0,544 (-1,51)
Log(Cu(-2))	-0,041 (-0,53)	Log(PPla(-1))	-0,349 (-0,51)
Log(PAl)	0,041 (0,65)	Log(PPla(-2))	0,993 (1,65)
Log(PAl(-1))	0,131 (1,66)		
Log(PAl(-2))	-0,079 (-1,03)		
<hr/>			
K	13	Elasticidades a Largo Plazo	
N	37	Cu	-0,160 *
F	10,141	Al	0,093
R <sup>2</sup>	0,851	Combustibles	-0,185 *
R <sup>2</sup> a	0,767	Plástico	0,101
DW	1,079		
AIC	-2,332		
Schwarz	-1,723		

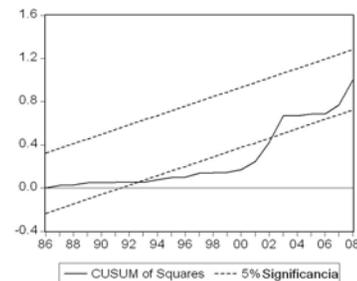
\* Se rechaza Test de Wald de Elasticidad LP=0 (al 5%)

**Cuadro 4.4: Test CUSUM para Cobre Refinado**

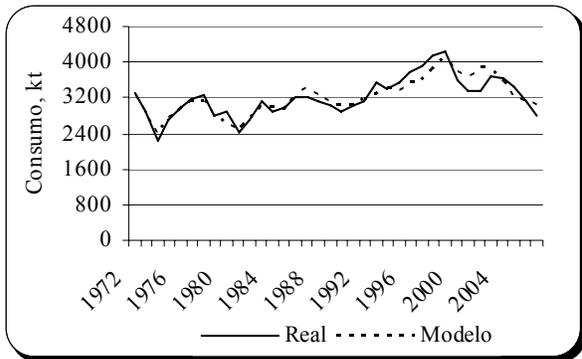
**Test CUSUM**



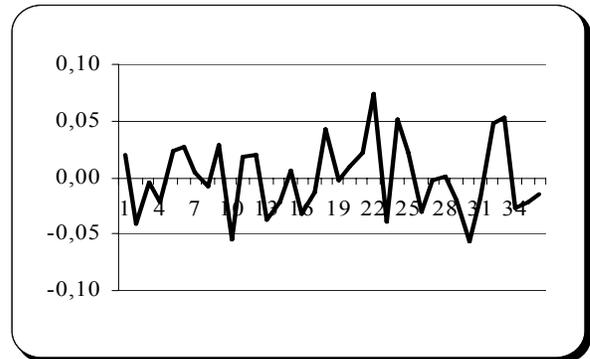
**Test CUSUM Cuadrado**



**Gráfico 4.13: Ajuste Modelo Agregado**



**Gráfico 4.14: Residuos Modelo Agregado**



**Tabla 4.18: Test de Quiebre de Chow**

Año de Quiebre	F	p-valor
1987	2,660	0,084
<b>1988</b>	<b>4,005</b>	<b>0,027</b> *
<b>1989</b>	<b>4,341</b>	<b>0,022</b> *
<b>1990</b>	<b>7,179</b>	<b>0,004</b> *
<b>1991</b>	<b>7,701</b>	<b>0,003</b> *
1992	2,684	0,082
1993	2,731	0,078
1994	2,849	0,070
1995	2,209	0,131

\* Se rechaza la no existencia de un quiebre.

### Modelo por Sectores para EE.UU.

Le elección del índice actividad económica (Q) que representa a cada sector, se efectuó computando los modelos con diversos índices de producción industrial. Dado que la Reserva Federal entrega producción industrial agregada y desagregada por sector, existe más de un índice posible para representar la actividad económica. En la Tabla 4.19 se muestran para cada uno de los sectores los índices de producción industrial probados.

**Tabla 4.19: Coeficientes de Correlación entre Consumo de Cobre del Sector y Producción Industrial**

Construcción
Producción Industrial Total
Suministros de Construcción <sup>1</sup>
Eléctrico
Producción Industrial Total
Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica
Equipos Eléctricos (excluyendo electrodomésticos) <sup>1</sup>
Maquinaria Industrial
Producción Industrial Total
Maquinaria <sup>1</sup>
% Valor Agregado por la Industria en el PIB
Transporte
Producción Industrial total
Equipos de Transporte
Vehículos a Motor
Automóviles
Carrocerías
Partes de Vehículos a Motor
Bienes de Consumo
Producción Industrial Total <sup>1</sup>
Bienes de Consumo Durables
Electrodomésticos

<sup>1</sup> Producción Industrial que mejor ajusta al modelo.

El único sector para el cual se ajusta mejor la producción industrial total es para bienes de consumo. Para el resto de los sectores se utilizó como índice la producción industrial ligada al sector.

Para entender qué cantidad de la producción industrial representa cada índice seleccionado, la Tabla 4.20 resume los índices de producción industrial utilizados, el sector que representan, millones de dólares agregados a la producción y el porcentaje del total que representan.

**Tabla 4.20: Valor y Porcentaje que Representa cada Índice sobre la Producción Industrial**

Producción Industrial	Sector	Año 2006		Año 2002		Año 1997	
		Millones USD	%	Millones USD	%	Millones USD	%
Suministros de Construcción	Construcción	154.368	5,01	119.353	4,97	91.816	4,06
Equipos Eléctricos Ex. Electrodomésticos	Sector Eléctrico	47.498	1,54	42.830	1,78	46.440	2,06
Maquinaria	Maquinaria Industrial	154.369	5,01	129.160	5,38	137.889	6,1
Equipos de Transporte	Transporte	271.111	8,8	265.598	11,06	228.344	10,11
Total Representado <sup>1</sup>		627.346	20,36	556.941	23,19	504.489	22,33
Total	B. de Consumo	3.081.066	100	2.400.800	100	2.259.522	100

<sup>1</sup> No incluye a Bienes de Consumo que utiliza la producción total como índice de actividad económica.

Se efectuó el test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron a los índices de producción industrial. El resultado muestra que se está en presencia de variables no estacionarias (ver Tabla 4.21).

**Tabla 4.21: Test Dickey-Fuller para Actividad Económica Desagregada**

Variable	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
PI Suministros de Construcción	Con tendencia	-3,216 **	-2,236
	Con Drift	-0,944	-1,067
	Sin Drift	0,741	1,593
PI Equipos Eléctricos	Con tendencia	-3,032	-2,479
	Con Drift	-1,530	-1,660
	Sin Drift	0,269	0,634
PI Maquinaria	Con tendencia	-3,058	-2,491
	Con Drift	-1,456	-1,565
	Sin Drift	0,331	0,828
PI Equipos de Transporte	Con tendencia	-3,608	-2,362
	Con Drift	-0,977	-1,054
	Sin Drift	0,582	1,338

\*\* Se rechaza existencia de raíz unitaria (al 10%).

Utilizando la ecuación 1.6 se programaron los modelos donde se utilizaron hasta tres rezagos para los precios reales. Los resultados para cada modelo propuesto pueden revisarse en *Anexo H: Resultados Para Estados Unidos Modelos por Sector*. Se selecciona un modelo para cada sector utilizando el criterio de selección propuesto en la metodología (ver Tabla 4.22).

Al analizar los resultados se puede observar que la elasticidad a largo plazo del precio del cobre tiene significancia del 5% en la mayoría de los modelos, excepto en transporte, con un intervalo entre -0,096 y -0,199. Por otro lado, sólo en el sector de bienes de consumo generales se está en presencia de una significancia del precio del aluminio a largo plazo.

Los combustibles presentan significancia a largo plazo, excepto en el sector bienes de consumo generales, con una intervalo de entre -0,331 y 0,182. Por su parte, el precio del plástico tiene significancia estadística a largo plazo en todos los sectores, excepto en transporte con un intervalo de entre -0,677 y 0,950.

Dos resultados presentan anomalías: por un lado, la elasticidad a largo plazo de los precios de los combustibles en el sector transporte es positiva y la del precio del plástico en el sector bienes de consumo, resulta negativa. Estos dos resultados serán testeados por el Test de Causalidad de Granger para comprobar la independencia de los precios en el modelo y así poder resolver los efectos empíricos del resultado obtenido.

Comparando los resultados del precio del cobre con los valores calculados en Vial (1991), se observa una disminución en las elasticidades a largo plazo. El autor presenta en su estudio valores entre -0,112 y -1,05, que comparados a los valores entre -0,096 y -0,199, encontrados en el presente estudio corresponden a un impacto mucho menor del precio del cobre en el consumo.

En el Cuadro 4.5 se observa que los test CUSUM y CUSUM Cuadrado no revelan grandes escapes de los intervalos de aceptación y, por lo tanto, a diferencia de lo visto en el modelo de consumo total de cobre, no se estaría frente a posibles quiebres estructurales. Esto hablaría de la

ventaja de trabajar con las ecuaciones por sector, eliminando así el efecto de posibles quiebres en la muestra.

**Tabla 4.22: Modelos por Sector para Estados Unidos**

Variable Dependiente: Log(Consumo del Sector)					
Serie: 1972-2008					
	Construcción	Sector Eléctrico	M. Industrial	Transporte	B. de Consumo
Constante	4,027 (11,15)	-1,178 (-3,27)	0,296 (0,38)	-0,709 (-0,42)	5,519 (12,92)
Log(Actividad)	0,824 (9,68)	1,623 (18,74)	1,102 (8,89)	1,577 (5,90)	0,790 (5,81)
Log(PCu)	0,118 (3,02)	0,078 (1,20)	0,138 (2,40)	0,180 (2,13)	-0,082 (-1,31)
Log(PCu(-1))	-0,127 (-3,50)	-0,146 (-1,95)	-0,219 (-3,68)	-0,102 (-1,16)	-0,117 (-2,23)
Log(PCu(-2))	-0,087 (-2,86)	-0,062 (-1,29)	-0,064 (-1,01)	-0,019 (-0,32)	
Log(Cu(-3))		0,003 (0,07)	-0,016 (-0,38)	0,130 (1,79)	
Log(PAl)	-0,047 (-1,19)	-0,057 (-0,99)	-0,160 (-2,33)	-0,114 (-1,36)	0,040 (0,53)
Log(PAl(-1))	0,072 (1,86)	-0,054 (-0,72)	0,019 (0,23)	-0,010 (-0,09)	0,140 (1,54)
Log(PAl(-2))	-0,101 (-2,14)	-0,098 (-0,89)	-0,026 (-0,21)	-0,160 (-1,60)	
Log(PAl(-3))		0,161 (3,00)	0,100 (1,28)	-0,098 (-0,91)	
Log(PCo)	0,040 (0,73)	0,148 (0,97)	-0,331 (-6,69)	0,182 (2,17)	0,181 (1,03)
Log(PCo(-1))	-0,030 (-0,31)	-0,214 (-2,66)			-0,170 (-0,85)
Log(PCo(-2))	-0,104 (-0,96)	-0,097 (-0,86)			

**Tabla 4.23: Modelos por Sector para Estados Unidos (continuación)**

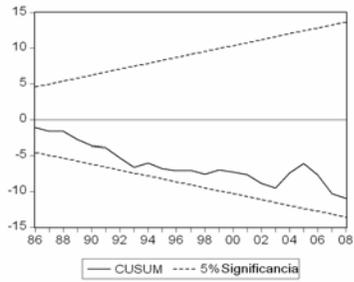
	Construcción	Sector Eléctrico	M. Industrial	Transporte	B. de Consumo
Log(PCo(-3))		-0,160 (-1,73)			
Log(PPla)	-0,934 (-4,05)	-0,287 (-0,74)	0,950 (7,37)	0,160 (0,61)	-0,164 (-0,44)
Log(PPla(-1))	0,331 (1,47)	1,204 (3,66)			-0,513 (-1,15)
Log(PPla(-2))	0,790 (3,62)	0,092 (0,14)			
Log(PPla(-3))		-0,291 (-0,89)			
T		-0,022 (-6,73)	-0,042 (-10,66)	-0,044 (-4,00)	
K	13	18	12	12	9
N	37	36	36	36	38
F	156,4	32,9	32,9	5,1	9,8
R <sup>2</sup>	0,989	0,972	0,945	0,727	0,759
R <sup>2</sup> a	0,982	0,942	0,916	0,584	0,682
DW	1,716	2,203	2,331	1,608	1,581
AIC	-3,664	-3,329	-2,635	-1,951	-2,096
Schwarz	-3,054	-2,494	-2,063	-1,379	-1,665
Elasticidades a Largo Plazo					
Cu	-0,096 *	-0,127 *	-0,161 *	0,188 **	-0,199 *
Al	-0,076	-0,048	-0,068	-0,381 **	0,180 *
Combustibles	-0,094 *	-0,323 *	-0,331 *	0,182 *	0,011
Plástico	0,187 *	0,719 *	0,950 *	0,160	-0,677 *

\* Se rechaza test de Wald elasticidad a largo plazo igual a cero (al 5%).

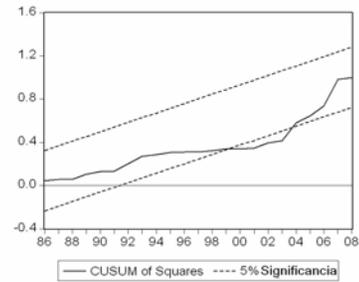
\*\* Se rechaza test de Wald elasticidad a largo plazo igual a cero (al 10%).

**Cuadro 4.5: CUSUM y CUSUM Cuadrado Para Modelos Seleccionados (Construcción y Eléctrico)**

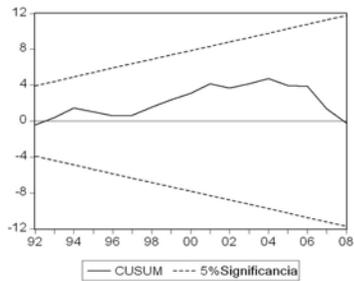
**Test CUSUM Construcción**



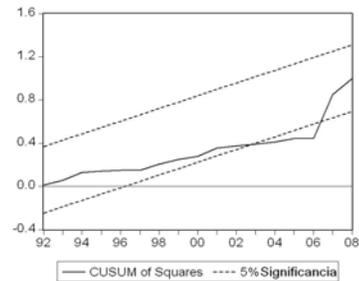
**Test CUSUM Cuadrado Construcción**



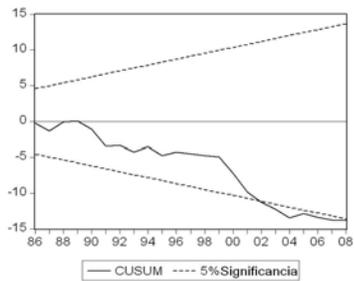
**Test CUSUM Eléctrico**



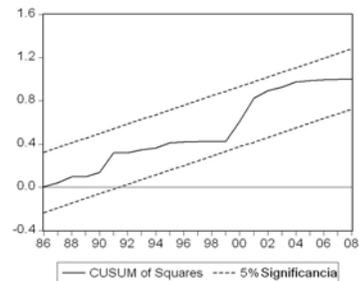
**Test CUSUM Cuadrado Eléctrico**



**Test CUSUM Maquinaria**

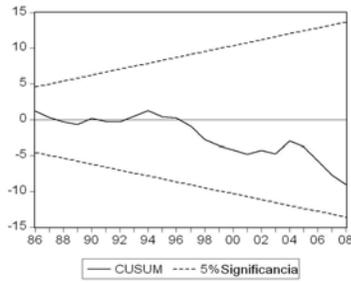


**Test CUSUM Cuadrado Maquinaria**

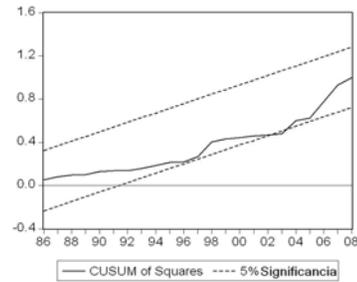


**Cuadro 4.6: CUSUM y CUSUM Cuadrado Para Modelos Seleccionados (Construcción y Eléctrico) (continuación)**

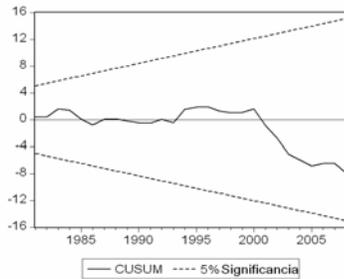
**Test CUSUM Transporte**



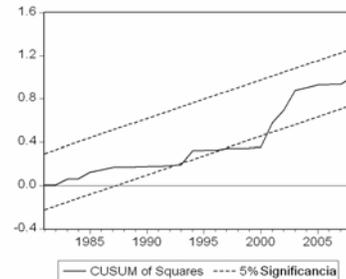
**Test CUSUM Cuadrado Transporte**



**Test CUSUM Bienes Generales**

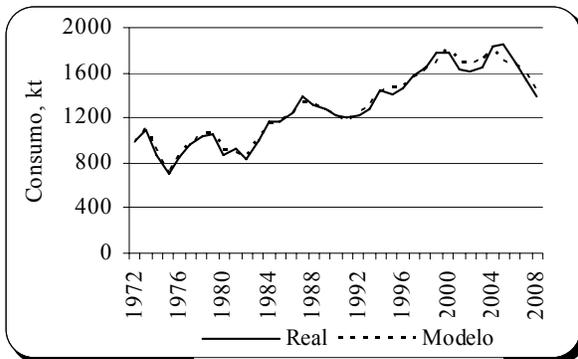


**Test CUSUM Cuadrado Bienes Generales**

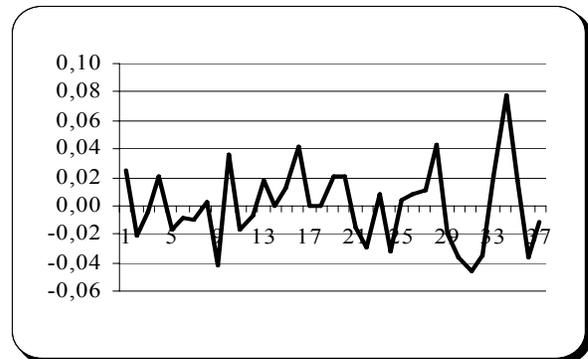


Desde el Gráfico 4.15 al Gráfico 4.24 se pueden apreciar los ajustes de los modelos seleccionados por sector. Los gráficos muestran errores similares a ruido blanco, lo que es aceptable, pues los modelos están testeados con Jarque-Bera, y por lo tanto no hay presencia de ajustes sistemáticos bajo o sobre los valores reales.

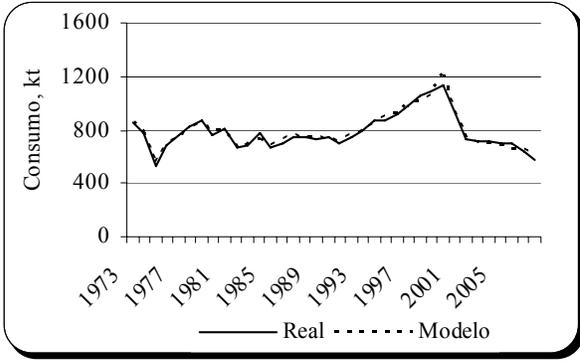
**Gráfico 4.15: Ajuste Construcción**



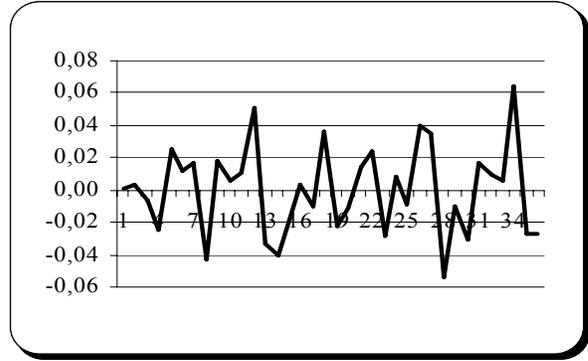
**Gráfico 4.16: Residuos Construcción**



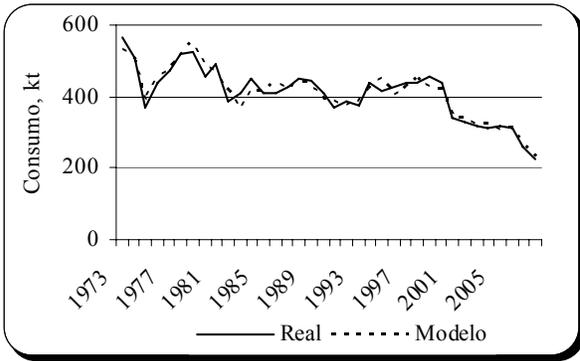
**Gráfico 4.17: Ajuste Eléctrico**



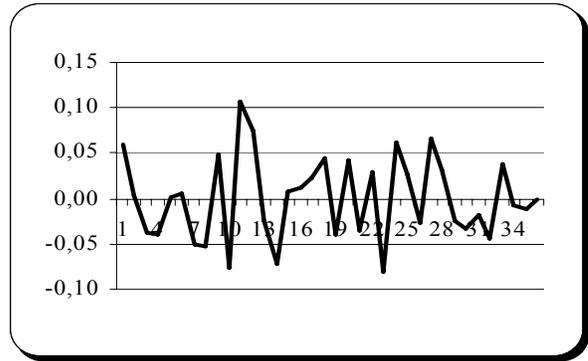
**Gráfico 4.18: Residuos Eléctrico**



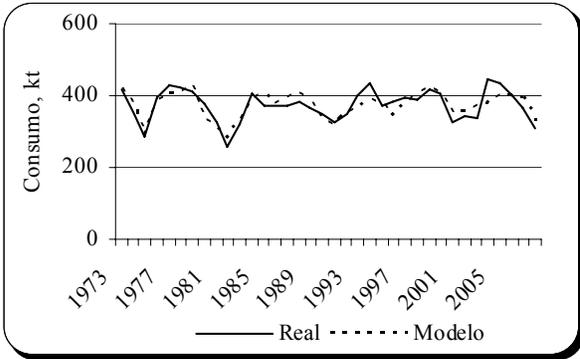
**Gráfico 4.19: Ajuste Maquinaria**



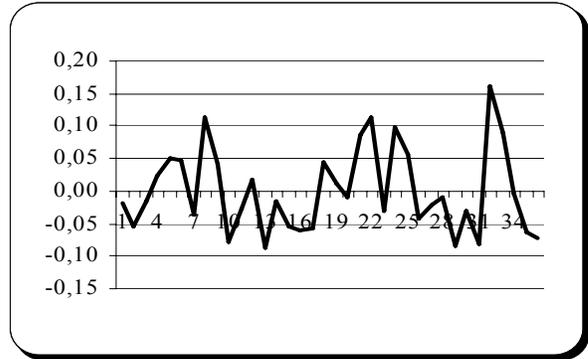
**Gráfico 4.20: Residuos Maquinaria**



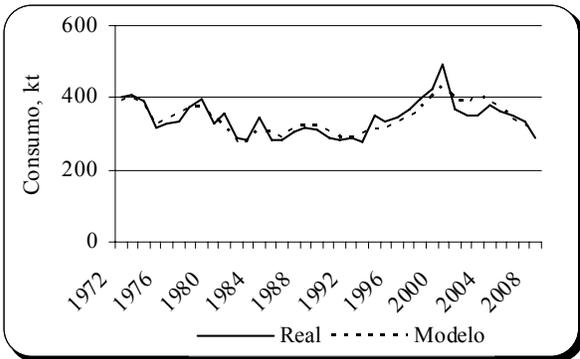
**Gráfico 4.21: Ajuste Transporte**



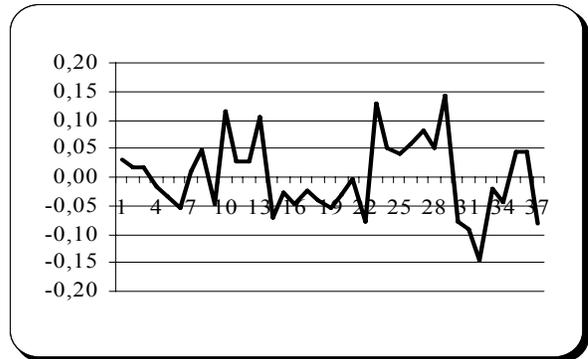
**Gráfico 4.22: Residuos Transporte**



**Gráfico 4.23: Ajuste Bienes Generales**



**Gráfico 4.24: Residuos Bienes Generales**



Para determinar la independencia de la variable “precio de los combustibles” en el consumo de cobre del sector transporte, se efectúa el Test de Causalidad de Granger (ver Tabla 4.24). Los resultados muestran que para tres y cuatro rezagos de las variables, existe evidencia de que el consumo de cobre del sector transporte está afectando al precio de los combustibles. Esto quiere decir que la demanda efectivamente está impulsando el precio. Esto habla de que en este sector aparentemente existe evidencia de endogeneidad de la variable precios de los combustibles.

En el caso de bienes de consumo generales y precio del plástico (ver Tabla 4.25), el resultado muestra que para ciertos casos es posible rechazar que el precio del plástico no tenga causalidad sobre el consumo de cobre en el sector bienes de consumo. Por el contrario, no se rechaza la hipótesis nula de que el consumo no tenga causalidad sobre los precios del plástico. Esto otorga cierta evidencia de independencia de la variable precio del plástico. Esto implica que existe una razón de mercado que está causando que la elasticidad a largo plazo del precio del plástico sea negativa en el caso de los bienes de consumo generales.

**Tabla 4.24: Test de Causalidad de Granger entre Consumo de Cu en Transporte y Precio de Combustible**

Variables: Consumo Cu Transporte y Precio Combustibles					
Serie: 1970-2008					
Hipótesis Nula		Rezagos	N	F	p-valor
	(1)	1	38	1,072	0,308
	(2)			3,374	0,075
	(1)	2	37	0,316	0,731
	(2)			1,513	0,236
	(1)	3	36	0,475	0,702
	(2)			4,519	0,010 *
	(1)	4	35	0,377	0,823
	(2)			4,524	0,007 *
(1) Precio Combustible no tiene causalidad sobre Consumo Cu Transporte					
(2) Consumo Cu Transporte no tiene causalidad sobre Precio Combustible					

\* Se rechaza hipótesis nula al 5% de significancia.

**Tabla 4.25: Test de Causalidad de Granger entre Consumo de Cu en Bienes de Consumo Generales y Precio del Plástico**

Variables. Consumo Cu B. de Consumo y Precio Plástico					
Serie: 1970-2008					
Hipótesis Nula		Rezagos	N	F	p-valor
	(1)	1	38	0,429	0,517
	(2)			2,681	0,111
	(1)	2	37	2,551	0,094 **
	(2)			1,210	0,312
	(1)	3	36	1,537	0,226
	(2)			0,859	0,474
	(1)	4	35	0,990	0,430
	(2)			0,895	0,481
(1) Precio Plástico no tiene causalidad sobre Consumo Cu B. de Consumo					
(2) Consumo Cu B. de Consumo no tiene causalidad sobre Precio Plástico					

\*\* Se rechaza hipótesis nula al 10% de significancia.

**Tabla 4.26: Estacionariedad de los Residuos EE.UU.**

Modelo	Forma	Dickey Fuller Aumentado	Phillips-Perron
Modelo Agregado	Con tendencia	-4,793 *	-5,624 *
	Con Drift	-4,873 *	-5,719 *
	Sin Drift	-4,950 *	-5,808 *
Construcción	Con tendencia	-4,605 *	-5,042 *
	Con Drift	-4,694 *	-5,128 *
	Sin Drift	-4,767 *	-5,213 *
Eléctrico	Con tendencia	-4,941 *	-6,534 *
	Con Drift	-5,029 *	-6,666 *
	Sin Drift	-5,116 *	-6,791 *
Maquinaria Industrial	Con tendencia	-4,972 *	-7,313 *
	Con Drift	-5,007 *	-7,390 *
	Sin Drift	-5,076 *	-7,501 *
Transporte	Con tendencia	-3,789 **	-4,562 *
	Con Drift	-3,901 *	-4,651 *
	Sin Drift	-3,958 *	-4,726 *
Bienes Generales	Con tendencia	-3,002	-4,857 *
	Con Drift	-3,030 **	-4,911 *
	Sin Drift	-3,080 *	-4,975 *

\* Se rechaza al 1% de significancia la existencia de raíz unitaria

\*\* Se rechaza al 5% de significancia la existencia de raíz unitaria

Como se presentó anteriormente, el que las variables sean aparentemente no estacionarias genera un problema en la estimación de los parámetros del modelo. Se comprueba entonces que los residuos del modelo no tengan raíz unitaria. La Tabla 4.26 muestra los resultados de aplicar Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron a los residuos de los modelos seleccionados y se aprecia una tendencia, por parte de ambos test, de rechazar la hipótesis de la existencia de una

raíz unitaria. Tal como se especificó en el Capítulo 1, esto indica la existencia de cointegración entre las variables y por lo tanto una relación de largo plazo.

Para comparar la calidad del ajuste del modelo de consumo total, versus la suma de los modelos por sector, se utilizan tres coeficientes de calidad, para analizar el ajuste del modelo agregado y desagregado. El  $R^2$  de Pearson, Errores Medios Absolutos Porcentual (EMAP) y Raíz de Errores Cuadráticos Medios Porcentual (RECOMP), los últimos dos expresados como porcentaje de la media.

**Tabla 4.27: Comparaciones de Calidad del Ajuste de los Modelos EE.UU.**

	$R^2$	EMAP	RECOMP
1973-2008			
Ecuación por Sectores	0,963	2,13%	2,62%
Ecuación Total	0,835	4,27%	5,48%
1973-1997			
Ecuación por Sectores	0,964	1,67%	2,12%
Ecuación Total	0,873	2,60%	3,19%
1998-2008			
Ecuación por Sectores	0,924	3,01%	3,26%
Ecuación Total	0,604	2,63%	3,18%

Tal como se esperaba, el ajuste del modelo desagregado supera al del modelo agregado considerablemente. Si bien depende de los modelos que uno seleccione, en este caso se seleccionaron los modelos que mejor se ajustaban tanto en el caso agregado como desagregado. Este resultado vuelve a reafirmar la tendencia a suponer que la utilización de modelos por sectores no sólo agrega nueva información al análisis, sino que además, presenta un mejor ajuste a lo largo de la muestra.

### **Análisis Para Bienes Finales EE.UU.**

Para cada sector se procedió a computar más de un modelo por sector, según la cantidad de bienes finales disponibles. Al igual que en el análisis de China se obtienen dos resultados: un intervalo de elasticidades para un mismo bien final (por existir más de una ecuación en cada sector) y un modelo escogido por sector, que tiene los bienes finales que se consideran *drivers* para describir el consumo de cobre. Los resultados completos pueden revisarse en *Anexo J: Resultados Modelos con Bienes Finales EE.UU.*

**Tabla 4.28: Intervalos de Elasticidades de Bienes Finales EE.UU.**

Variables	Valores Elasticidades		
	Promedio	Mínimo	Máximo
<b>Construcción</b>			
Casas Nuevas Comenzadas	0,010	-0,184	0,434
Casas Nuevas en Construcción	0,329	0,183	0,457
Casas Nuevas Completadas	0,455	0,357	0,565
Maquinarias de Construcción	-0,029	-0,061	0,003
<b>Eléctrico</b>			
Capacidad Eléctrica	-3,893	-4,397	-3,390
Producción Eléctrica	1,888	0,191	3,586
<b>Maquinaria Industrial</b>			
Motores Combustión Interna	0,413	-	-
<b>Transporte</b>			
Vehículos de Pasajeros	0,657	0,581	0,732
Vehículos Comerciales	0,336	0,201	0,472
<b>Bienes de Consumo Generales</b>			
Estufas	0,524	0,350	0,657
Microondas	0,102	0,011	0,184
Lavadoras	0,120	-0,459	0,442
Secadoras	-0,399	-0,657	0,050
Refrigeradores	0,654	0,389	0,847
Televisores	-0,372	-0,698	-0,094

Se observa que bienes finales como casas nuevas comenzadas y maquinarias de construcción, tienen un comportamiento contradictorio, presentando elasticidades negativas y positivas según la especificación del modelo. Así mismo, la capacidad eléctrica muestra una elasticidad negativa. En bienes de consumo generales, específicamente en lavadoras, secadoras y televisores, se observan signos incorrectos (ver Tabla 4.28).

Al seleccionar los modelos que tienen un buen ajuste y un comportamiento de los signos de las elasticidades correctos, los resultados muestran que existen ciertos bienes finales que podrían ser considerados *drivers* en el consumo de cobre de su sector (ver Tabla 4.29). Así casas construidas y completadas en un año, ayudan a entender el consumo del sector construcción; la producción eléctrica en el caso del sector eléctrico; y vehículos de pasajeros y comerciales en el caso del sector transporte. Para el caso de maquinaria industrial y bienes del consumo, el análisis no es directo. Esto se debe a que para maquinaria existe poca información de producción de cada uno de los bienes finales que lo componen y para bienes de consumo general la gama es tan amplia, que en general no existe uno o más bienes que puedan considerarse *drivers* del sector.

**Tabla 4.29: Elasticidades de Bienes Finales en Modelo Seleccionados en EE.UU.**

<u>Variables</u>	<u>Valor Elasticidad</u>
Construcción	
Casas en Construcción	0,183
Casas Completadas	0,357
Sector Eléctrico	
Producción Eléctrica	0,191
Maquinaria Industrial	
Motores de Combustión Interna	0,413
Transporte	
Vehículos de Pasajeros	0,581
Vehículos Comerciales	0,201
Bienes de Consumo	
Refrigeradores	0,661

## CAPÍTULO 5 : CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES DE CONSUMO DE COBRE DE LAS ECONOMÍAS EN ESTUDIO

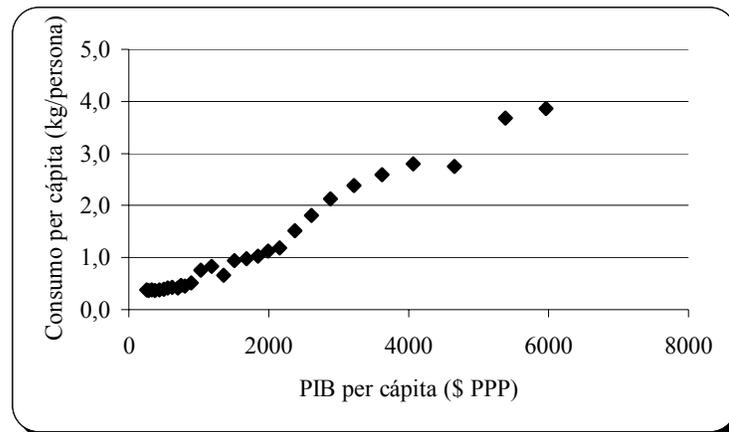
### *China*

China es actualmente una economía emergente y como tal presenta ciertos comportamientos en su consumo que corresponden a la primera parte de la curva de consumo, cuya característica principal es un sostenido crecimiento. Por un lado, el consumo de cobre de China muestra una reacción frente al precio del cobre y al del aluminio, mientras que los precios de los combustibles sólo tienen impacto en determinados sectores.

Dentro de los sectores se obtienen elasticidades de entre 0,494 y 2,499 para los índices de actividad económica. Esta elasticidad no tiene comparación dentro de la literatura, pues aún no hay estudios de éste elaborados para China.

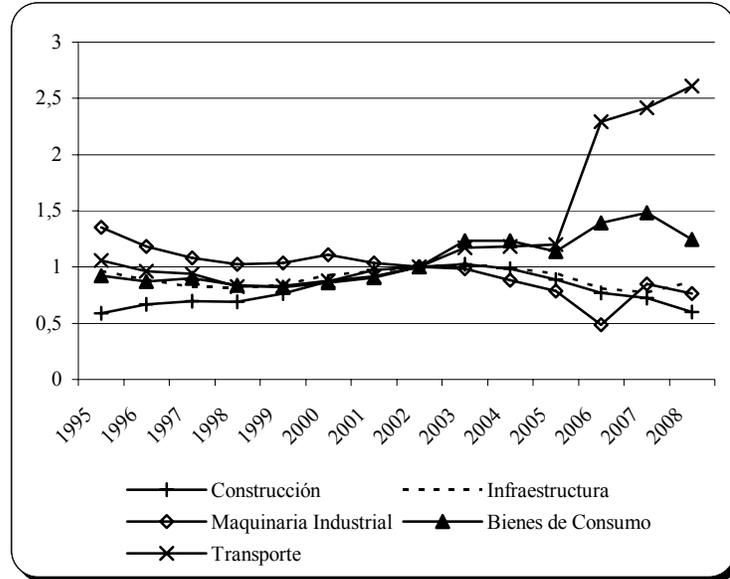
Un análisis gráfico permite comprobar que no hay signos de decrecimiento en la curva (ver Gráfico 5.1). Por otra parte, si se analiza la intensidad de uso por sector de consumo y total de China, se aprecia que hasta ahora no existe un sistemático comportamiento a la baja e incluso en algunos sectores hay un fuerte comportamiento al alza (ver Gráfico 5.2 y Gráfico 5.3).

**Gráfico 5.1: Dispersión Consumo per cápita de Cobre y PIB per cápita 1980-2008, China**



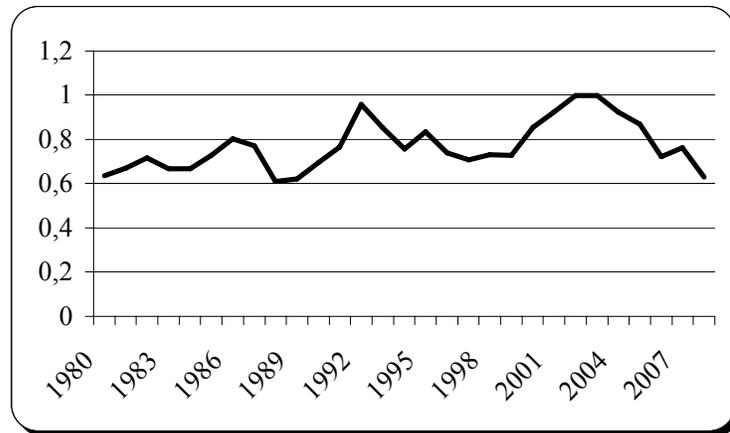
Fuente: WMS, FMI

**Gráfico 5.2: Intensidad de Uso para los Sectores de Consumo de China 1995-2008**



Fuente: Nacional Bureau of Statistics, BGRIMM, ICA

**Gráfico 5.3: Intensidad de Uso de Cobre China 1980-2008 (2002=1)**



Fuente: FMI, WMS

El consumo de cobre de la economía china se ve impactada por el precio del cobre. En el sector construcción fue en el único que se encontró evidencia estadísticamente significativa para esta variable, pero aún así infraestructura, maquinaria industrial y transporte muestran un efecto negativo del precio en el consumo (con elasticidades entre -0,752 y -0,180).

Con el aluminio sucede una situación similar. A pesar de que no se puede rechazar que su elasticidad sea distinta a cero, todos los sectores de consumo muestran una elasticidad a largo plazo positiva frente el precio de este sustituto (entre 0,165 y 1,450).

En los precios de los combustibles, los resultados sólo muestran importancia en el sector maquinaria industrial y transporte. Siendo el primero una elasticidad negativa (-2,533) y, por lo tanto, un contrator del consumo de cobre. En el segundo caso el valor es positivo (1,596), teniendo efectos expansivos en el consumo de cobre. Esta última relación es importante pues el signo a priori pareciera estar cambiado y al comprobar la dirección de la causalidad en el Capítulo 4, efectivamente se confirma que la variable precio antecedería al consumo, con lo que

se reafirma la hipótesis de que el aumento en el precio de los combustibles produce una expansión en el consumo de cobre del sector transporte.

Tal como se muestra en la Figura 5.1, autos híbridos y eléctricos consumen mayor cantidad de cobre y son aquellos en que aumenta la demanda cuando los precios de los combustibles fósiles suben. Este efecto podría explicar este comportamiento del consumo en sector transporte.

**Figura 5.1: Utilización de Cobre en Vehículos de Pasajeros**

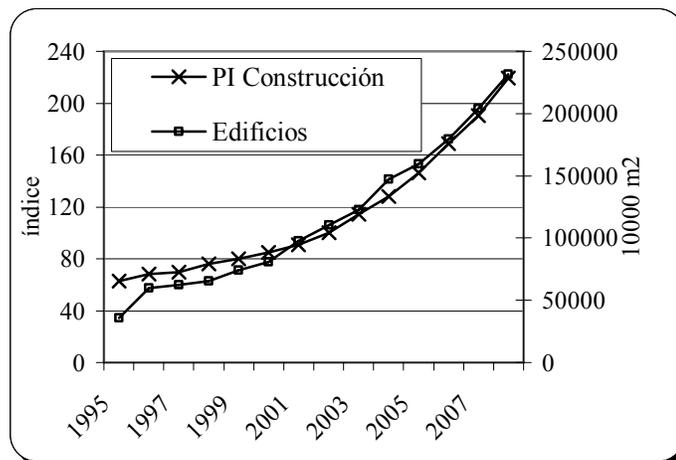


Fuente:ICA

El análisis por sector también devela comportamientos específicos del consumo de cobre en la economía China.

El sector construcción muestra dos bienes finales como *drivers* del consumo: maquinaria de construcción y edificios completados (con elasticidades de 1,396 y 0,402, respectivamente). Se verá la importancia de los edificios completados como bien final, ligados al consumo de cobre del sector no sólo en China sino también en Estados Unidos. Esto tiene relación con que la producción industrial de este sector está directamente ligada con la construcción y nuevas edificaciones, como se aprecia en el Gráfico 5.4.

**Gráfico 5.4: Producción Industrial Construcción y Edificios Construido en China, 1995-2008**

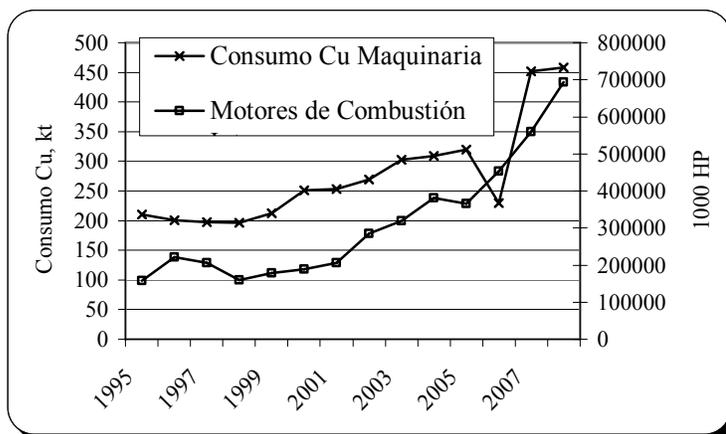


Fuente: Nacional Bureau of Statistics

El sector infraestructura tiene como *driver* del consumo a la producción de eléctrica (elasticidad de 1,202). La capacidad eléctrica muestra valores negativos en su elasticidad, por lo que no es considerada como un índice que ayude a comprender los movimientos de consumo del sector.

El sector maquinaria industrial tiene relación con motores de combustión interna, de donde se excluyen los motores para automóviles (elasticidad igual a 0,536). Los motores tienen fuerte relación con la maquinaria industrial, donde son utilizados en diversas aplicaciones. De hecho la mayor parte de los bienes finales, que pueden ser considerados en este sector, utilizan motores de combustión interna.

**Gráfico 5.5: Consumo Cu Maquinaria Industrial y Producción de Motores de Combustión Interna 1995-2008, China**



Fuente: National Bureau of Statistics

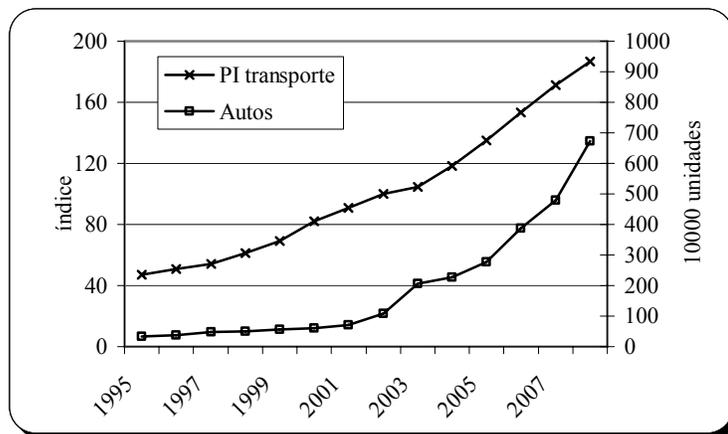
El sector transporte tiene como *drivers* a buses y automóviles (0,065 y 0,804). Los automóviles son grandes consumidores de cobre en este mercado, que al año 2005 llegaba a 75 kt de consumo<sup>10</sup> y al 2008 estaría llegando a 183 kt, utilizando cerca del 20% del consumo de cobre total del sector<sup>11</sup>. El resto estaría siendo usado por camiones y buses, la industria aeronáutica y marítima<sup>12</sup>. El Gráfico 5.6 muestra la fuerte correlación entre el sector transporte con el sector de producción automotriz.

<sup>10</sup> Según cálculos de BGRIMM, 2007.

<sup>11</sup> Elaboración propia a partir de los datos de BGRIMM e ICA.

<sup>12</sup> No existe la serie completa para analizar camiones, aeronaves y naves marítimas.

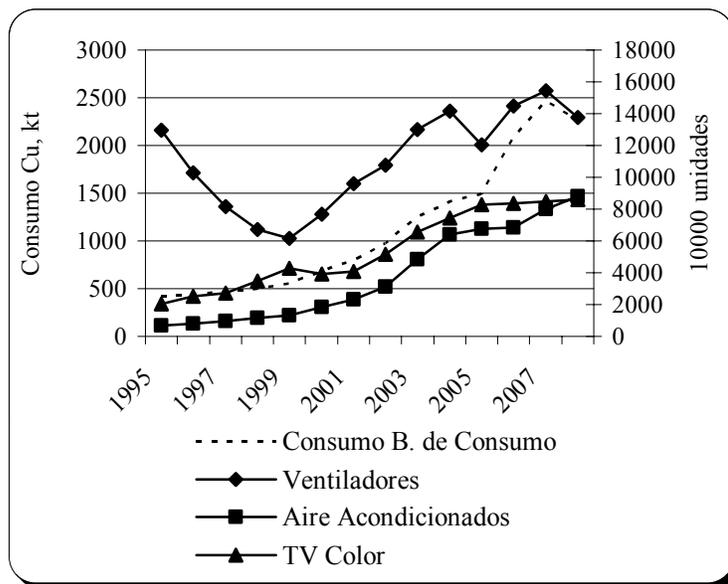
**Gráfico 5.6: Producción Industrial Transporte y Producción de Autos China, 1995-2008**



Fuente: National Bureau of Statistics

El sector bienes de consumo se relaciona con ventiladores, aires acondicionados y televisores a color (0,647, 0,126 y 0,976 respectivamente). Este sector presenta una situación compleja en la búsqueda de bienes *drivers* del consumo. El sector está compuesto por gran cantidad de bienes, sin embargo, en el caso de China algunos de éstos muestran un comportamiento relacionado con el consumo de cobre del sector. La ventilación y aire acondicionado muestran relación con el consumo, siendo éstos los más consumidores de cobre del sector y llegando a representar el 34% del consumo del sector (767 kt)<sup>13</sup>. El Gráfico 5.7 muestra la evolución histórica de los tres bienes finales de importancia y el consumo de cobre del sector bienes de consumo generales, donde se establece una correlación entre las variables.

**Gráfico 5.7: Consumo Cu Bienes de Consumos Generales y Producción de Bienes Relevantes, 1995-2008, China**



Fuente: BGRIMM, ICA, National Bureau of Statistics

<sup>13</sup> Elaboración propia a partir de los datos de BGRIMM e ICA.

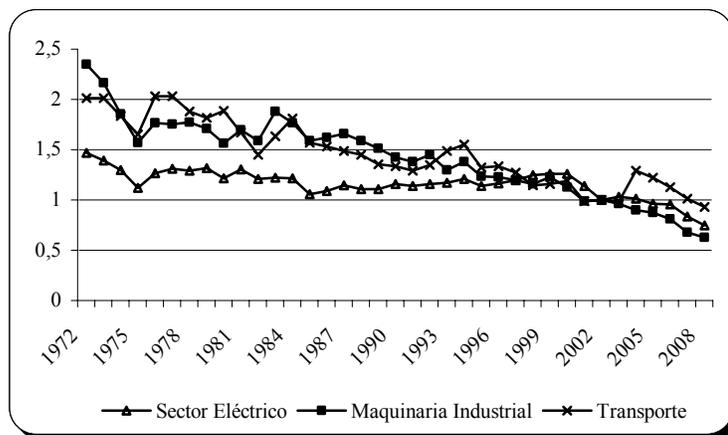
## Estados Unidos

Los resultados para Estados Unidos muestran importantes características de su comportamiento en el consumo de cobre. Por un lado se obtiene una reacción frente al precio de éste y, por otro, una ausencia de reacción significativa frente al precio del aluminio, uno de los principales sustitutos. Además, los precios de los combustible fósiles tienen un impacto no menor, así como el precio del plástico, otro sustituto importante para el cobre.

Los valores encontrados para la elasticidad del índice de actividad económica seleccionado en este estudio son menores a los encontrados en otros trabajos. En Ulloa (2002) al utilizar el PIB se obtienen valores entre 3,15 y 4,59, mientras que en Vidal y Valdés (1991) se presentan elasticidades entre 0,743 y 1,212, similares a las encontradas en este estudio. Una de las razones por las cuales tiende a crecer la elasticidad de la actividad es por la utilización de tendencias, tal como se explica en los estudios analizados. Sin embargo, en este estudio se ha utilizado una tendencia lineal para tres de los cinco sectores y los resultados van de 0,790 a 1,623 para la actividad.

Como se ha discutido, la intensidad de uso ha disminuido en Estados Unidos, sin embargo, no es claro que disminuya por igual en todos los sectores de consumo. Para el sector eléctrico, maquinaria industrial y transporte se observa un descenso en la intensidad de uso medida por el cociente entre el consumo y la producción industrial en el sector (ver Gráfico 5.8). Por otro lado, el comportamiento del sector eléctrico sólo muestra una disminución marcada durante los últimos años. Son estos tres sectores los que presentan una tendencia lineal negativa y, por lo tanto, han tenido cambios estructurales que se condicen con su estado de disminución de la intensidad de uso.

**Gráfico 5.8: Intensidad de Uso Estados Unidos, Sector Eléctrico, Maquinaria Industrial y Transporte 1972-2008 (año 2002=1)**

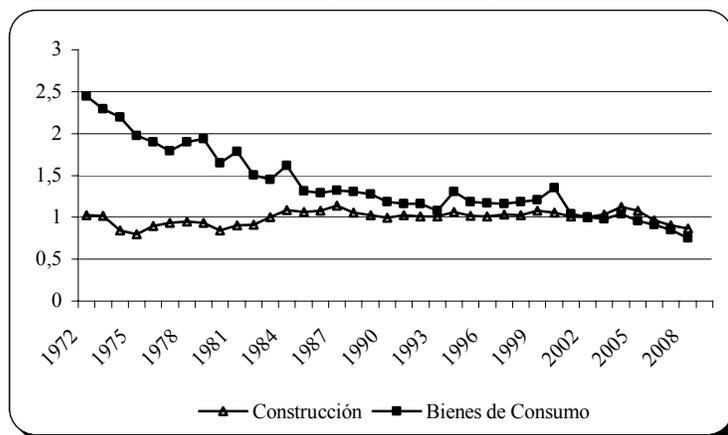


Fuente: CDA, FED

Por otro lado, el sector construcción y el sector bienes de servicio, que no tienen una tendencia explicativa en su modelo, presentan comportamientos distintos. Por un lado, el sector construcción no habría disminuido su intensidad de uso y, por otro lado, el sector bienes generales lo habría hecho pero por razones distintas a un cambio estructural.

En el Gráfico 5.9 se puede ver el fuerte descenso producido en el sector bienes de consumo. Este descenso estaría explicado principalmente por factores de sustitución y no por un cambio estructural. Tal como se vio, el precio del aluminio tiene una presencia importante en el consumo de cobre de este sector y además existe una relación importante con el precio del plástico.

**Gráfico 5.9: Intensidad de Uso Estados Unidos, Construcción y Bienes de Consumo 1972-2008 (año 2002=1)**



Fuente: CDA, FED

Esto muestra que la disminución en la intensidad de uso no puede ser adjudicada a un único factor -ya sea estructural o de búsqueda de sustitutos- para el caso de Estados Unidos y que se está en presencia de comportamientos completamente diferentes para cada sector.

El precio del cobre, por su parte, también muestra un impacto importante en el consumo. Se vio que en general los valores de las elasticidades a largo plazo eran menores que los encontrados en otros estudios. Esto evidencia cambios del consumo en relación al precio. Según los resultados, en Estados Unidos el precio estaría teniendo un menor impacto sobre la demanda de cobre. Pero este resultado sólo considera los últimos cuatro años de altos precios y si esto se mantuviese la elasticidad a largo plazo experimentaría un cambio.

Generalmente, existen fuertes sustituciones cuando el mercado se ve expuesto a periodos prolongados de precios altos, tal es el caso del aluminio durante los años 70, cuando existió fuerte sustitución al haber un aumento en el precio relativo entre el cobre y el aluminio.

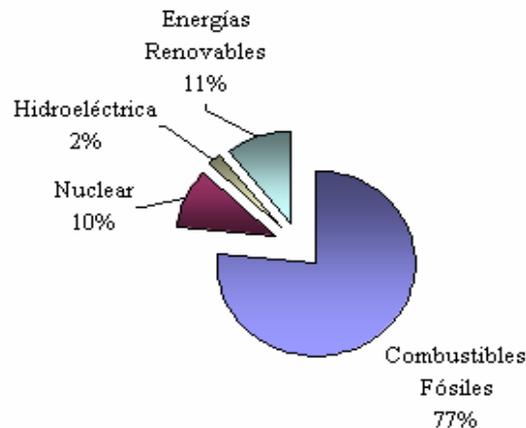
El aluminio en cambio presenta poca significancia en los modelos por sector. Luego de casi dos décadas de precios relativos bajos, el aluminio perdió capacidad de sustitución sobre el cobre. El modelo no es capaz de captar el efecto sustitutivo que se ha producido en los últimos años<sup>14</sup>, por lo que el aluminio a largo plazo resulta tener efectos en el consumo. Sin embargo, en el sector de bienes generales, sí existe un impacto importante -con una elasticidad de 0,180- que está relacionado con la sustitución de ambos materiales<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> CRU estima que para el año 2006 se habría producido una pérdida neta mundial en consumo de cobre de 336 kt sólo por efectos de sustitución.

<sup>15</sup> El aluminio es un sustituto del cobre en el sector electrónico, donde la conductividad y propiedades de conducción calorífica lo convierten en material de uso para conexiones eléctricas y disipadores (Álvarez y Muñoz, 2000).

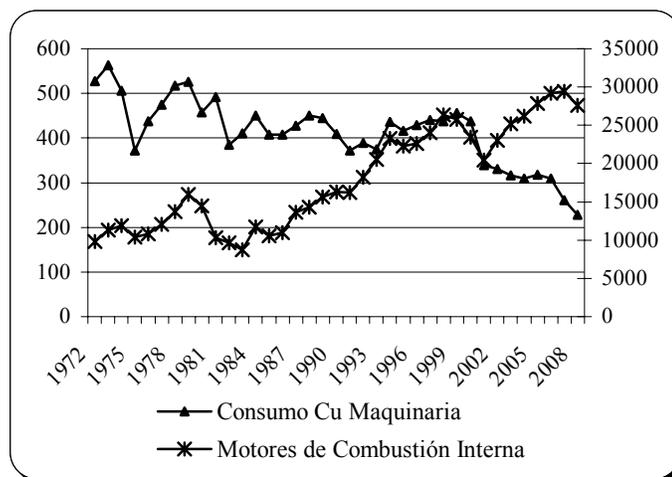
Los precios de los combustibles también tienen un impacto importante. En general estos precios tienen un efecto contractor en la industria<sup>16</sup>, el cual está fuertemente marcado en el sector eléctrico y en maquinaria industrial (-0,323 y -0,331, respectivamente). En particular, la matriz energética de EE.UU. está liderada por los combustibles fósiles (ver Gráfico 5.10), lo que impacta en la evolución del sector eléctrico y sus costos. Por otra parte, la maquinaria industrial -intensiva en uso de combustibles fósiles- tiene relación con el precio de éstos, pues gran parte de su actividad está relacionada con los motores de combustión interna (ver Gráfico 5.11 y Gráfico 5.12).

**Gráfico 5.10: Distribución Matriz Energética Estados Unidos 2007**



Fuente: DOE

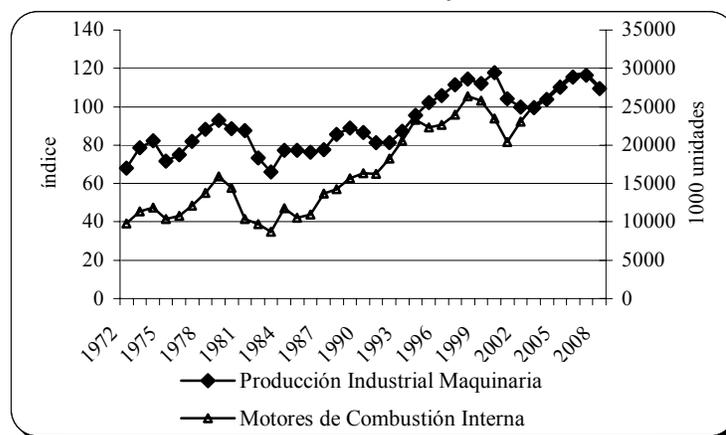
**Gráfico 5.11: Consumo Cu Maquinaria Industrial y Producción Motores de Combustión Interna 1972-2008, EE.UU.**



Fuente: CDA, ONU

<sup>16</sup> Vial y Valdés (1991), muestran valores negativos en la elasticidad de la demanda de cobre para los precios de los combustibles.

**Gráfico 5.12: Motores de Combustión Interna y Producción Industrial Maquinaria**



Fuente: ONU, FED

Por otro lado, el sector transporte tiene una relación especial con el precio de los combustibles. De los resultados se deduce que al aumentar los precios de éstos, el consumo de cobre se incrementa. Pero al revisar la causalidad existe cierta evidencia, no categórica, de que los precios podrían estar teniendo un efecto endógeno en el modelo. Esto quiere decir que parte del consumo de cobre podría causar efectos en el cambio de los precios, principalmente el aumento de la demanda en bienes de transporte impulsaría el precio al alza. Se dice que la evidencia no es categórica por el hecho de que no todas las pruebas detectan este efecto y, por lo tanto, el trato a este resultado debe ser tratado con cautela. Por otro lado, si existiera exogeneidad de la variable “precio de los combustibles”, la conclusión del análisis de los datos sería que el aumento del precio de los combustibles estaría elevando el consumo de cobre, dado que aumenta la demanda por transportes que utilizan energía eléctrica o tienen componentes híbridos. Esto se contrapone a la teoría que argumenta una inelasticidad de la demanda frente a los precios de los combustibles (CEPAL, 2003). Sin embargo, como se ha mencionado, la exogeneidad de la variable no es clara por lo que el análisis queda sujeto a los supuestos teóricos.

Con respecto al plástico, la elasticidad a largo plazo es significativa para el sector construcción, eléctrico y maquinaria industrial. Construcción es uno de los sectores en donde más sustitución existe pues el cobre es sustituido por cañerías y tubos de PVC. El valor para este sector es de 0,187 y a diferencia de otros estudios es significativo<sup>17</sup>. El caso para el sector eléctrico y maquinaria industrial muestran elasticidades altas para el plástico (0,719 y 0,950, respectivamente). En estos sectores el plástico es usado fundamentalmente como parte estructural y piezas fundidas<sup>18</sup>.

Al hacer un análisis en cada sector de los patrones de consumo de cobre de Estados Unidos surgen algunas ideas generales de lo que está sucediendo en el consumo de esta economía. En primer lugar, la disminución en la participación de la industria en el PIB ha cambiado los patrones de consumo de esta economía. Así, la mayoría de los sectores está disminuyendo su consumo de cobre, después de haber alcanzado un record durante el año 2000<sup>19</sup>. Por otro lado, la

<sup>17</sup> En Ulloa (2002), al autor obtiene elasticidades del precio del plástico no significativas a largo plazo usando MCO.

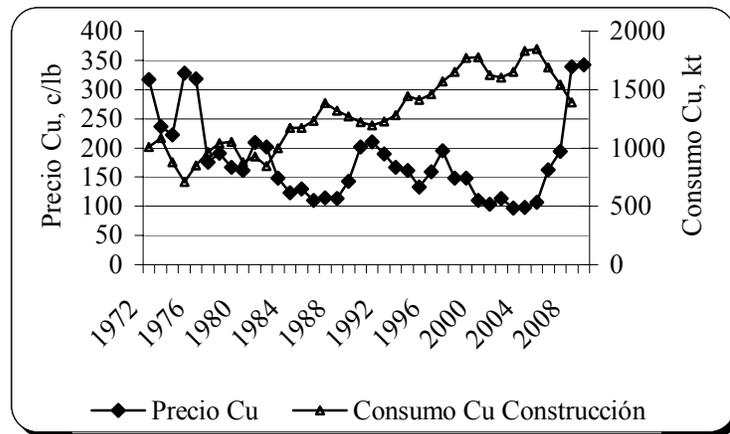
<sup>18</sup> Álvarez y Muñoz (2000) señalan que la sustitución por plástico se produce por un menor costo y la facilidad de instalación, frente a las piezas fundidas de cobre.

<sup>19</sup> World Metal Statistics.

importancia del precio, los sustitutos y la energía sigue siendo alta, aunque es posible que haya disminuido en los últimos años.

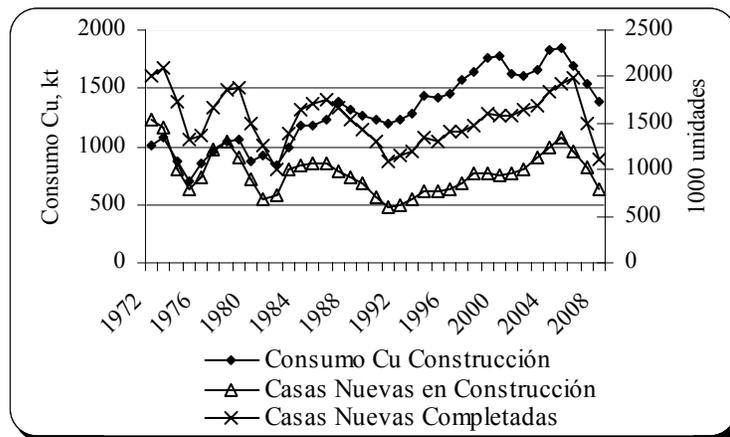
En particular, el sector construcción es el más importante en el consumo de cobre de Estados Unidos y tiene sensibilidad a los precios. El consumo de cobre en este sector ha descendido notablemente y según el análisis esto se produce fundamentalmente por sustitución, donde en periodos de precios del cobre altos se producen contracciones y viceversa (ver Gráfico 5.13). Además este sector tiene dos bienes *drivers* que ayudan a comprender el consumo de cobre del sector, las casas nuevas en construcción y las casas nuevas completadas (elasticidades de 0,329 y 0,455 respectivamente). Según ICA una casa promedio requiere aproximadamente unos 200 kilogramos de cobre. Este valor ha aumentado desde 120 kilogramos hace 30 años. Estos dos bienes están muy relacionados con el consumo como puede verse en el Gráfico 5.14, por lo que los datos del sector de bienes raíces pueden ser usados para generar escenarios históricos aproximados para el análisis.

**Gráfico 5.13: Consumo Cu Construcción y Precio Real Cobre, 1972-2008, EE.UU.**



Fuente: CDA, LME

**Gráfico 5.14: Consumo Cu Construcción; Casas Nuevas en Construcción y Completadas 1972-2008, EE.UU.**

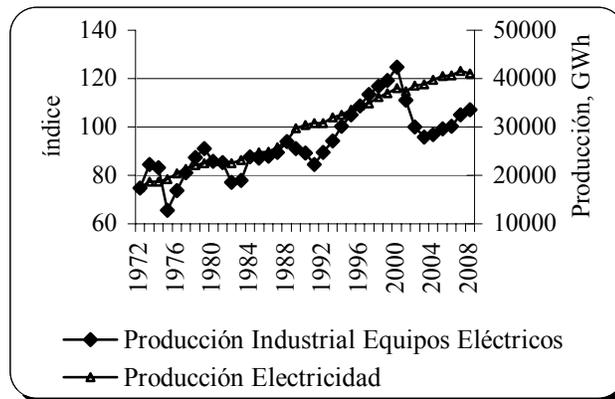


Fuente: U.S. Census Bureau, CDA

El sector eléctrico también presenta sensibilidad al precio del cobre, pero no así al del aluminio. Este es un resultado importante, ya que se piensa que en este sector es en cual el aluminio actúa

como principal agente sustitutivo. Sin embargo, el precio de los combustibles y los plásticos presentan efectos en este sector. Como se mencionó anteriormente, el primero viene dado por la generación de electricidad. Justamente la producción de electricidad es la que tiene mayor incidencia en este sector (elasticidad 0,191), por lo que se convierte en el mayor *driver* (ver Gráfico 5.15). Al igual que en el caso de China, la capacidad eléctrica muestra tener una relación negativa con el consumo de cobre del sector, por lo que se desecha como *driver* principal de éste.

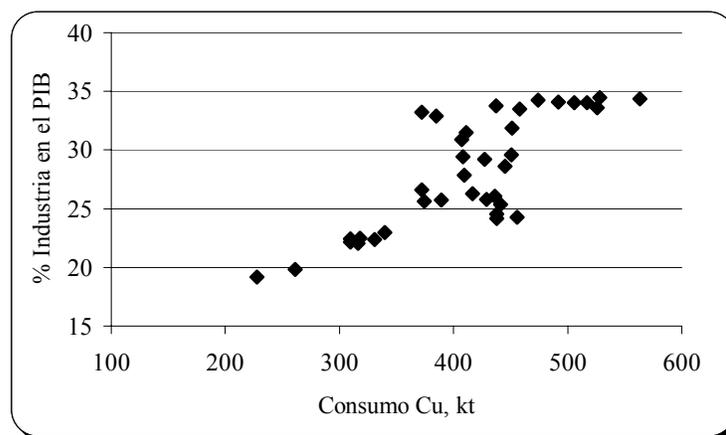
**Gráfico 5.15: Producción Industrial Equipos Eléctricos Excluyendo Electrodomésticos y Producción Industrial en EE.UU. 1972-2008**



Fuente: FED, DOE

El sector maquinaria industrial por su parte está fuertemente relacionado con la evolución de la industria secundaria en Estados Unidos. El Gráfico 5.16 muestra como a medida que el porcentaje de la industria sobre el PIB disminuye, el sector maquinaria también disminuye el consumo. Este hecho se relaciona fundamentalmente a lo efectos de la hipótesis de intensidad de uso por cambios estructurales y no por sustitución. Además, se observó que este sector presenta una tendencia negativa que explicaría este patrón de comportamiento.

**Gráfico 5.16: Dispersión Consumo de Cu Sector Maquinaria Industrial y Porcentaje de la Industria en el PIB 1970-2008, EE.UU.**



Fuente: CDA, Banco Mundial

El consumo de cobre en el sector maquinaria industrial presentó el menor crecimiento durante el periodo 1990-2000, llegando sólo al 7% y presenta una de las mayores disminuciones durante el

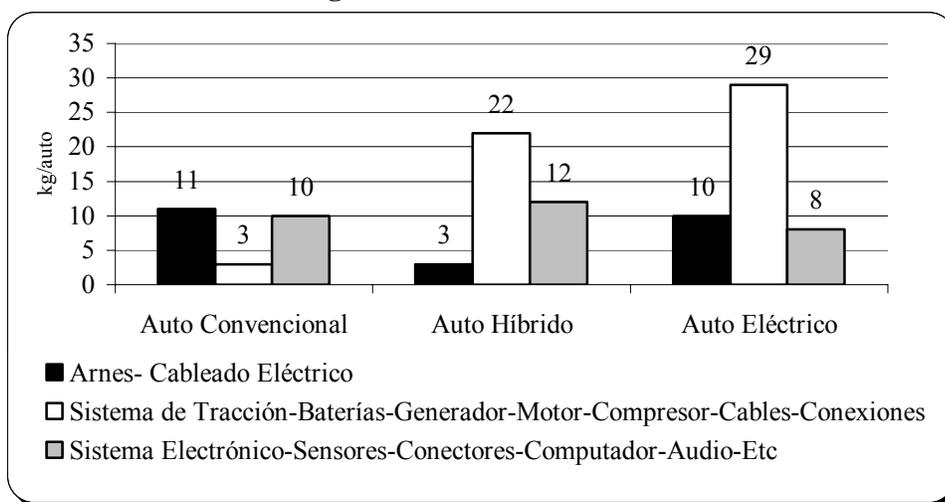
periodo 2001-2008 con el -48% (ver Tabla 5.1). Este sector tiene la elasticidad precio del plástico más alto (con 1,05), por lo que es importante la relación estrecha que tiene con este material. En Álvarez y Muñoz (2000) se recalca que el cobre ya estaba siendo sustituido en la pasada década por el aluminio y el plástico, debido a efectos del precio y la fácil instalación en la maquinaria industrial. Sin embargo, dadas las exigencias por parte de las agencias gubernamentales de producir equipos eficientes y la tendencia del mercado a la manufactura de maquinaria más compacta, sumado a que el cobre supera al aluminio por conductividad y pérdida de energía calórica, se explica la razón por la cual el aluminio no sería significativo en el sector.

Como se vio, el sector transporte muestra algunos comportamientos erráticos, principalmente frente a lo exogeneidad de la variable precio de los combustibles. Tal como se explicita en Álvarez y Muñoz (2000), el principal demandante de cobre es el sector automotriz. El mismo resultado se obtiene en este estudio, donde sus dos mayores *drivers* son los vehículos de pasajeros y vehículos comerciales (elasticidades 0,657 y 0,336, respectivamente).

Tal como se vio para el caso de China, el aumento de los precios de los combustibles está empujando la demanda de cobre en este sector. No es claro que el precio de éstos anteceda el comportamiento del consumo de este sector. Por un lado, una mayor demanda lleva a precios más altos en los combustibles y, por otro, los precios de los combustibles elevan la demanda.

El Gráfico 5.17 muestra la utilización de cobre en distintos tipos de automóviles. Autos híbridos y eléctricos consumen hasta 10 veces más en baterías, generadores, cables y conexiones de cobre, esto tiene fuerte relación con el efecto visto en la elasticidad del precio de los combustibles.

**Gráfico 5.17: Kilogramos de Cobre en Partes de Automóvil**



Fuente: ICA

En el sector bienes de consumo generales, el precio de los materiales tiene un alto impacto. El precio del cobre y el aluminio impactan debido a que los mayores demandantes de este sector son bienes durables y electrodomésticos (elasticidades de -0,199 y 0,180). Estos bienes finales demandan principalmente alambre y varillas para el funcionamiento eléctrico de los equipos, por lo tanto, existe una fuerte relación entre cobre y aluminio. Además, el consumo de cobre en bienes generales es poco intensivo en el uso de combustibles fósiles y, por lo tanto, la relación de éstos sería nula y presentaría un comportamiento inelástico ante estos precios.

Con respecto a los bienes finales, este sector no cuenta con una gama de *drivers* específicos. Esto ocurre principalmente por la gran cantidad de bienes que afectan el consumo del sector (desde monedas, utensilios, hasta equipos electrónicos y electrodomésticos). La amplia variedad no permite desagregar el sector de forma de obtener información relevante acerca de las elasticidades. Sin embargo, algunos bienes como estufas, microondas y refrigeradores sirven para explicar parte del consumo de cobre (con elasticidades promedio de 0,504; 0,102 y 0,654, respectivamente).

Este sector presenta un efecto complementario con el plástico. Este caso es particularmente interesante de analizar, pues el plástico es normalmente clasificado como sustituto del cobre. En el sector bienes de consumo generales el polietileno de alta densidad (HDPE por su sigla en inglés) y PVC son usados como componente en las carcasas de equipos electrónicos de uso doméstico<sup>20</sup>.

Por otro lado, este sector es el que más crecimiento en el consumo ha presentado durante el periodo 1990-2000, de un 69%, liderando el crecimiento. En el periodo 2001-2008, disminuyó en un 41%, siendo una de las caídas más importantes, esto debido a un efecto sustitutivo del cobre (altos precios a partir de 2004) y a una contracción de la economía (ver Tabla 5.1).

**Tabla 5.1: Crecimiento de Consumo de Cobre por Sector, Estados Unidos**

	Construcción	Eléctrico	Maquinaria	Transporte	Bienes Generales
Periodo					
1990-2000	45%	52%	7%	16%	69%
2001-2008	-22%	-49%	-48%	-24%	-41%

**Fuente: Elaboración propia a partir de CDA**

<sup>20</sup> El uso de PVC ha disminuido considerablemente desde que ha sido considerado dañino al medio ambiente.

## **Visión China y Estados Unidos**

China y Estados Unidos tienen comportamientos disímiles en cuanto al consumo de cobre. No obstante, tienen similitudes en su patrón de consumo. Ambas economías no difieren en los órdenes con cuales la elasticidad de su actividad económica se relaciona con el consumo (valores cercanos a 1). Ambas presentan comportamientos similares en relación a los precios y los dos países tienen un impacto de los precios de los combustibles similares en la contracción o expansión del consumo de cobre.

Los bienes que componen los *drivers* de consumo de cada sector tienen similitudes que están directamente relacionados con la mayor relevancia que tienen éstos en los sectores de consumo. En general, edificios completados, generación eléctrica, motores de combustión eléctrica, vehículos de pasajeros y comerciales, como también una serie de bienes de consumo doméstico tienden a ser los principales responsables o a tener una mayor relación con el consumo de cobre. Es posible, con este *poll* de bienes, establecer ciertos escenarios y calcular porcentajes de aumento y disminución de consumo de cobre.

Dentro de las diferencias se encuentran el efecto en la intensidad de uso de Estados Unidos, que disminuye su consumo no sólo por efectos sustitutivos sino que además por un cambio en la estructura de consumo. China en cambio no presenta una disminución estructural en sus patrones de consumo y su aumento o disminución pueden ser explicadas por cambios sustitutivos en precio. Por otro lado, la presencia de una elasticidad a largo plazo del precio del cobre mucho mayor en China que en Estados Unidos.

China, siendo un país fuertemente consumidor -que expande aún más su demanda-, aún no presenta un comportamiento de freno en el consumo de cobre. No sólo la curva de intensidad de uso hacen pensar que la disminución en su consumo está lejos, sino además la no evidencia en los modelos con que se trabajó. Aún el patrón de consumo está lejos del de Estados Unidos. Existe una fuerte presencia de la industria en el valor agregado del PIB, que continúa por sobre un 48,6%, siendo más del doble del 19,2%<sup>21</sup>, que presenta Estados Unidos en 2008. Más aún, en los últimos 10 años la participación de la industria en Estados Unidos ha caído cerca de cinco puntos porcentuales, mientras que en China ha aumentado cerca de un punto porcentual.

Los escenarios propuestos por los modelos hacen pensar que bajo el mismo comportamiento, China no presentará una disminución sobre su crecimiento, más aún tomando en cuenta el récord de producción de bienes finales en el 2009<sup>22</sup>. Por otro lado, Estados Unidos seguirá en el proceso de disminución sostenido de consumo de cobre en el que se encuentra, en base a la disminución de producción de bienes finales que se viene desarrollando en ese país.

---

<sup>21</sup> Según The CIA World FactBook, 2009.

<sup>22</sup> Free Press Release. Septiembre 4, 2009.

## CONCLUSIONES

El presente estudio muestra que mediante modelos estructurales del consumo –específicamente modelos lineales- es posible establecer relaciones de corto y largo plazo entre el consumo de cobre y los principales factores que lo determinan. Estas relaciones permiten cuantificar efectos que muestra cada economía a lo largo de la historia estudiada y que se traducen en elasticidades que pueden ser utilizadas para generar escenarios, definir patrones y caracterizar al consumo de cobre de cada país. Estos escenarios pueden ser proyecciones o, como se ha preferido en este estudio, un análisis de cada variable en el impacto del consumo de cobre.

Una revisión detallada de la estructura de consumo mundial y de las economías de China y Estados Unidos ha permitido comparar y diferenciar ciertos rasgos del consumo de cobre. Los efectos del precio de este metal tienen un comportamiento dispar en ambos países. Los precios relacionados con sustitutos y energía muestran comportamientos no sólo diferentes entre China y Estados Unidos, sino que entre los mismos sectores dentro de cada país.

En términos macroeconómicos, la producción industrial no solo muestra una fuerte relación con el consumo, sino que además muestra una relación a largo plazo con éste. Esto confirma una relación estrecha entre el consumo de cobre y el producto del país. El análisis microeconómico, reflejado en el modelo de bienes de producción final, muestra también una estrecha relación entre la producción local y el consumo de cobre. Esto quiere decir que el consumo puede ser comprendido desde un punto de vista macro y macroeconómico, siendo ambos escenarios de interés en análisis.

El análisis por sector de consumo muestra tres fortalezas. Primero permite caracterizar cada sector por separado, con sus diferencias y patrones, considerando producción industrial, evolución del consumo, bienes producidos e interacciones en el mercado. Segundo permite renovar ciertos supuestos, aceptando o rechazando hipótesis vistas en la literatura, de características del consumo, efectos sustitutivos y complementarios. Finalmente permite realizar un análisis de los bienes finales producidos en cada sector, extrayendo información que permite generar escenarios de cambios en el consumo de cobre a partir de un *poll* de bienes de consumo considerados *drivers*.

Estos escenarios, generados a partir de las elasticidades calculadas, permiten responder preguntas atinentes a cada mercado a partir del aumento o disminución en la producción de un bien final.

Por lo visto, existen bienes denominados *drivers* de cada sector, pertenecientes a sectores industriales que están constantemente generando información que puede ser utilizada para anticipar movimiento en el consumo.

Un aumento en la producción automotriz, en la producción eléctrica, edificios construidos o motores de combustión para maquinaria, requiere de cobre, aluminio, plásticos, energía y otros componentes en su producción. En particular se ha logrado cuantificar algunos de estos efectos y, por lo tanto, el modelo es capaz de captar movimientos porcentuales de las variables y traducirlos en impacto en el consumo.

El avance de este estudio permite comprender cómo se relaciona el consumo de cobre con la producción final, establecer métodos de medición y cuantificar esas relaciones, a quien desee generar escenarios. No sólo se ha actualizado la información proveniente de los estudios revisados, sino que se ha añadido un estudio completo a la actividad en China y se ha sumado el componente de los bienes finales al análisis.

Los modelos por sector sumados obtienen ajustes mejores que el modelo de consumo total. Esto para el caso de China y Estados Unidos, donde los índices de calidad EMAP y RECOMP son mejores en el caso de modelos por sector. Esto muestra que seguir un análisis desagregado proporciona en su conjunto un ajuste mejor y que, por lo tanto, es posible explicar de mejor forma el comportamiento del consumo.

El modelo deja algunas ventanas abiertas para su mayor exploración. Por un lado, la actualización es parte importante para mantener un análisis contemporáneo de las variables. Por otro, a medida que aumente la calidad de las estadísticas, es posible añadir economías de otros países al estudio, incorporar más bienes finales y alargar el análisis temporal. Ello posibilita mejorar la información para desarrollar escenarios con más bienes finales, permitiendo caracterizar más y mejor los patrones de consumo de cada economía. Además, queda abierta la posibilidad de utilizar otras metodologías, tales como vectores autorregresivos, sistemas de ecuaciones u ecuaciones no lineales.

Finalmente se rescata el poder que tiene este análisis sobre el modelo de consumo total, que si bien permite caracterizar ciertos comportamientos de la economía, no permite un análisis tan detallado como el que se ha visto en este estudio. Esto último es fundamental para todas aquellas industrias ligadas a la producción de cobre y las expectativas que éstas tienen sobre el mercado. Es en esta última línea donde el estudio pretende posicionar el avance realizado a lo largo de la investigación, presentando más herramientas con las cuales comprender el comportamiento del consumo de cobre.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, Verónica y Muñoz, Cristian. “Análisis de la demanda mundial de cobre por sectores de usos finales”. Cochilco, 2000.
2. Argelery, Odette y Astaburuaga , María Raquel “Estudio de la producción y comercial internacional del cobre primario por área geográfica”. Santiago, 1978.
3. Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy. “Substitution in china’s copper industry”. Beijing, mayo 2007.
4. Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy. “The China factor in global copper usage and its consequences”, con la cooperación de la Comisión Chilena de Cobre (Cochilco) y Metal Economics Research Institute of Japan (MERIJ). Beijing, mayo 2007.
5. Bull, Alberto. “Congestión de tránsito: el problemas y cómo enfrentarlo”, Unidad de Transporte de la División de Recursos Naturales e Infraestructura CEPAL. 2003.
6. CDA, Typical uses of copper alloys (en línea).  
“<http://www.copper.org/resources/properties/db/CDACategoryUsesServlet.jsp>”,  
(consulta: 3 de agosto de 2009).
7. CDA. “Annual data 2009: copper-brass-bronze. copper supply & consumption 1988–2008”. Nueva York, 2009.

8. CIA. The CIA world factbook (en línea).  
“<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>”, (consulta: 7 de diciembre de 2009).
9. Cochilco. “Informe de Mercado Boletín Mensual Mayo 2009”. Santiago, 2009.
10. Cox, Anthony., Nagle, Bill y Lawson, Kenton. “Factors influencing world demand for metals”, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics. Canberra, 1990.
11. CRU. “CRU Copper Studies”. Londres, Mayo 2007.
12. CRU. “CRU Monitor, Copper Raw Materials”, Londres, 2009.
13. CRU. “Long Term Copper Demand and Price”, volumen 1, Londres, 1992.
14. Engel, Eduardo y Valdés, Rodrigo. “Prediciendo el precio del cobre: ¿Más allá del camino aleatorio?”. En “Dilemas y debates en torno al cobre”. Editorial Dolmen. Santiago, 2002. pp. 268-290.
15. Engle, R.F. y Granger, C.W.J. “cointegration and error correction: representation, estimation and testing”, *Econometrica*, volumen 55(2). Marzo 1987. pp. 251-276.
16. Free Press Release. China to Cross 10 Million Automobile Production Mark in 2009. Free Press Release. 4 de septiembre 2009. “<http://www.free-press-release.com/news-china-to-cross-10-million-automobile-production-mark-in-2009-1252063193.html>”.
17. Granger, C.W.J. "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods". *Econometrica*, volumen 37 (3). Julio 1969. pp. 424–438.
18. Heimlich, Eric. “China: desarrollo económico y consumo de cobre”, Cochilco Dirección de Estudios. Santiago, 2008.
19. ICSG. “Copper bulletin monthly publication Vol. 10 No. 1”, 2003.
20. ICSG. “The world copper factbook 2007”. Lisboa, 2007
21. International Monetary Found. Data & Statistics “[www.imf.org](http://www.imf.org)”. (consulta: 11 de octubre de 2009).
22. Joaquín Vial “El mercado mundial del cobre. Antecedentes para un análisis sistemático.”, wn “Colección Estudio Cieplan N°26”.1989. pp. 91-125
23. Madison, Angus. “Chinese Economic Performance in the Long Run”, 2nd Edition, Development Center Studies OECD. 2007.
24. Malembaum, W. “Law of demand for minerals”, proceedings of the Council of Economics, 104th Annual Meeting of the American Institute of Mining Metallurgical, and Petroleum Engineers. New York, 1975.

25. Manuelito, Sandra., Correia, Filipa y Jiménez, Luis Felipe, “La crisis sub-prime en Estados Unidos la regulación y supervisión financiera: lecciones para América Latina y el Caribe”, CEPAL. 2009.
26. Marshall, Isabel y Silva, Enrique, “Determinación del precio del cobre: un modelo basado en los fundamentos del mercado”. En “Dilemas y debates en torno al cobre”. Editorial Dolmen. Santiago, 2002. pp. 235-268.
27. Meller, Patricio. “Dilemas y debates en torno al cobre”. Dolmen Ediciones. Santiago, 2002.
28. Moreno, Manuel. “La economía de Estados Unidos. El sector exterior y las relaciones comerciales bilaterales”. Boletín económico de ICE N° 283964. 2005.
29. Moussa, Nicole. “El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del Siglo XX”. División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL. Santiago, noviembre 1999.
30. Newey, Whitney K & West, Kenneth D, "A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix". *Econometrica*, volumen 55(3). Mayo 1987. pp. 703-708.
31. Ocaranza, Juan y Quiñones, Eduardo. “Análisis estadístico del mercado mundial de cobre”. Santiago, 1979.
32. U.S. Federal Reserve. Economic Research & Data (en línea). “[www.federalreserve.gov](http://www.federalreserve.gov)”. (consulta: 5 de septiembre de 2009).
33. Ulloa, Andrés. “Análisis econométrico del consumo mundial de cobre y perspectivas futuras”. En “Dilemas y debates en torno al cobre”. Editorial Dolmen. Santiago, 2002. pp. 101-172.
34. Vial, Joaquín y Valdés, Rodrigo. “Patrones de consumo de cobre: determinantes del consumo de cobre por sectores”. En “Colección Estudio Cieplan N°32”. 1991. pp. 81-120.
35. Vogely, et al. “The Demand for Natural Resources Revisited“, The Pennsylvania State University Source Council of Economics of the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers. Washington D.C., 1977.
36. WEO. “World Economic Outlook October 2009”, World Economic and Financial Surveys Sustaining the Recovery, International Monetary Fund. Octubre 2009.
37. WEO. “World Economic Outlook Update July 2009”, Fondo Monetario Internacional. Julio 2009.
38. Wooldrige, Jeffrey. “Introducción a la Econometría: un enfoque moderno”, 2da edición. Editorial Thomson. 2006.

39. World Bank. Data & Research (en línea). “[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)”. (consulta: 11 de octubre de 2009).

## **ANEXOS**

## Anexo A: Comparación Modelos Agregado y Desagregado, Vial y Valdés, 1989

**Tabla A.1: Comparación Modelos Agregado y Desagregado, Vial y Valdés, 1989**

	R	1970-1990		Descomposición del ECM		
		RECMP	EMAP	$U_s$	$U_m$	$U_r$
Ecuación Agregada	93,3	3,8%	3,2%	0,2		97,0
Suma Ecuaciones Desagregadas	94,1	3,6%	2,6%	4,5	0,0	95,5
		1980-1990				
Ecuación Agregada	93,9	3,5%	3,2%	0,8	30,1	69,1
Suma Ecuaciones Desagregadas	93,8	3,0%	2,1%	3,7	0,3	95,9

R: coeficiente de correlación entre las predicciones y las realización

RECMP: raíz del error cuadrático medio expresado como porcentaje de la media de la variable

EMAP: error absoluto promedio expresado como porcentaje de la media de la variable

$U_s$ : componente de sesgo del error

$U_m$ : diferencia del regresor entre las predicciones y las realizaciones del valor 1

$U_r$ : componente no sistemático

## Anexo B: Variables y Tratamiento Utilizado en el Estudio

**Tabla B.1: Variables Utilizadas para China**

	Unidad	Fuente	Años
<b>Consumo</b>			
Consumo Total Cu	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008
Consumo Cu Construcción	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008 <sup>1</sup>
Consumo Cu Infraestructura	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008 <sup>1</sup>
Consumo Cu Maquinaria Industrial	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008 <sup>1</sup>
Consumo Cu Transporte	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008 <sup>1</sup>
Consumo Cu Productos y Bienes Generales	kilo toneladas	BGRIMM/ICA	1995-2008 <sup>1</sup>
<b>Valor Agregado por Sector (PI)</b>			
Construcción	Índice	Yearbook/NSB	1995-2008
Minería, Manufactura, Suministro de Energía	Índice	Yearbook/NSB	1995-2008 <sup>2</sup>
Industria	Índice	Yearbook/NSB	1995-2008
Transporte	Índice	Yearbook/NSB	1995-2008
Retail	Índice	Yearbook/NSB	1995-2008
<b>Precios</b>			
Deflactor del PIB	Índice	FMI	1995-2008
Precio Cobre Real	centavos/libra	LME	1995-2008
Precio Aluminio Real	centavos/libra	LME	1995-2008
PPI Combustibles China	Índice	ADB	1995-2008

**Tabla B.2: Variables Utilizadas para China (continuación)**

	Unidad	Fuente	Años	
Producción de Bienes Finales				
Construcción				
Maquinaria de Construcción	Unidades	YearBook	1995-2008	3
Nueva Construcción Residencial Urbana	100 millones m2	YearBook	1995-2008	3
Espacio de Edificios en Construcción	10000 m2	YearBook	1995-2008	3
Espacio de Edificios Completados	10000 m2	YearBook	1995-2008	3
Infraestructura				
Producción de electricidad	100 millones kwh	YearBook/China Research	1995-2008	
Equipo de Generación de Energía	10000 kw	YearBook	1995-2008	3
Maquinaria Industrial				
Motores de Combustión Interna	1000 HP	YearBook	1995-2008	3
Equipo para Minería	10000 toneladas	YearBook	1995-2008	3
Tractores Ligeros y Pesados	10000 unidades	YearBook	1995-2008	3
Herramientas de Corte de Metales	10000 unidades	YearBook	1995-2008	3
Transporte				
Camiones	10000 unidades	YearBook	1995-2008	4
Buses	10000 unidades	YearBook	1995-2008	4
Autos	10000 unidades	YearBook	1995-2008	4
Bienes de Consumo				
Aires Acondicionado	10000 unidades	YearBook/China Daily	1995-2008	
Lavadoras	10000 unidades	YearBook/China Daily	1995-2008	
Aspiradoras	10000 unidades	YearBook/China Daily	1995-2008	
Refrigeradores	10000 unidades	YearBook/China Daily	1995-2008	
Ventiladores	10000 unidades	YearBook/China Daily	1995-2008	
Color TV	10000 unidades	YearBook	1995-2008	2
Micro Computadores	10000 unidades	YearBook	1995-2008	2

<sup>1</sup> El sector "Otros" se repartió en forma uniforme sobre los demás sectores.

<sup>2</sup> Se usó una estimación en base a la proporción histórica sobre la industria.

<sup>3</sup> Se usó estimación para el año 2008.

<sup>4</sup> Se usó estimación para el año 1995 y 1996.

**Tabla B.3: Variables Utilizadas Estados Unidos**

Variables	Unidad	Fuente	Años
<b>Consumo</b>			
Consumo Cu Consumo Total	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
Consumo Cu Construcción	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
Consumo Cu Sector Eléctrico	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
Consumo Cu Maquinaria Industrial	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
Consumo Cu Transporte	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
Consumo Cu Productos y Bienes Generales	Kilo toneladas	CDA	1970-2008
<b>Precios</b>			
Precio Cobre Real	centavos/libra	LME	1970-2008
Precio Aluminio Real	centavos/libra	LME	1970-2008
PPI Plásticos EE.UU.	índice	BLS	1970-2008
PPI Combustibles EE.UU.	índice	BLS	1970-2008
<b>Producción industrial</b>			
PI: Suministros de Construcción	índice	FED	1972-2008
PI: Equipos Eléctricos (ex. Electrodomésticos)	índice	FED	1972-2008
PI: Equipos de Transporte	índice	FED	1972-2008
PI: Total	índice	FED	1972-2008
PI: Maquinaria	índice	FED	1970-2008
PI: Carrocerías	índice	FED	1970-2008
PI: Generación y Distribución Eléctrica	índice	FED	1970-2008
PI: Bienes de Consumo Durables	índice	FED	1970-2008
<b>Bienes y Servicios Finales</b>			
<b>Construcción</b>			
Casas Nuevas Comenzadas	unidades	US Census	1970-2008
Casas Nuevas en Construcción	unidades	US Census	1970-2008
Casas Nuevas Completadas	unidades	US Census	1970-2008
Maquinarias de Construcción	unidades	ONU	1970-2008
<b>Sector Eléctrico</b>			
Capacidad Eléctrica	Millón KW	DOE	1970-2008
Producción Eléctrica	100 Millón kwh	DOE	1970-2008

1

**Tabla B.4: Variables Utilizadas Estados Unidos (continuación)**

Variables	Unidad	Fuente	Años	
Maquinaria Industrial				
Motores Combustión Interna	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Transporte				
Vehículos de Pasajeros	1000 unidades	AAMA/OICA	1970-2008	
Vehículos Comerciales	1000 unidades	AAMA/OICA	1970-2008	
Bienes de Consumo				
Estufas	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Microondas	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Lavadoras	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Secadoras	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Refrigeradores	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>
Televisores	1000 unidades	ONU	1970-2008	<sup>1</sup>

Los valores que faltaban en la serie fueron estimados usando como proxy la producción

<sup>1</sup> industrial respectiva del sector.

**Tabla B.5: Publicación y Tratamiento de las Variables China**

Dato	Publicación y Tratamiento	Página Pública
Datos consumo por sector	Entregado por BGRIMM e ICA en kilo toneladas.	Datos no públicos
Valor agregado por sector	Valor en moneda nacional traspasado a valor real por el deflactor del PIB para China entregado por FMI, luego traspasado a índice con años base 2002.	<a href="http://www.stats.gov.cn/english/">http://www.stats.gov.cn/english/</a> <a href="http://www.imf.org">http://www.imf.org</a>
Precios cobre y aluminio	Valor entregado por Bloomberg a partir del precio LME. También puede encontrarse la serie en la Comisión Chilena del Cobre.	<a href="http://www.cochilco.cl">http://www.cochilco.cl</a>
Índice de Precios al Productor de los Combustibles	Publicado por Asia Development Bank.	<a href="http://www.adb.org">http://www.adb.org</a>
Producción de bienes finales	Publicados por la National Bureau of Statistics de China.	<a href="http://www.stats.gov.cn/english/">http://www.stats.gov.cn/english/</a>

**Tabla B.6: Publicación y Tratamiento de las Variables Estados Unidos**

Dato	Publicación y Tratamiento	Página Pública
Datos consumo por sector	Entregado por la Copper Development Association.	<a href="http://www.copper.org/resources/market_data/pdfs/annual_data.pdf">http://www.copper.org/resources/market_data/pdfs/annual_data.pdf</a>
Precios cobre y aluminio	Valor entregado por Bloomberg a partir del precio LME. También puede encontrarse la serie en la Comisión Chilena del Cobre.	<a href="http://www.cochilco.cl">http://www.cochilco.cl</a>
Índice de Precios al Productor de los combustibles y plásticos	Publicado por la US Bureau of Labor Statistics	<a href="http://www.bls.gov">http://www.bls.gov</a>
Índices de producción industrial agregado y por sector.	Publicado por la Reserva Federal de Estados Unidos.	<a href="http://www.federalreserve.gov/econresdata/releases/statisticsdata.htm">http://www.federalreserve.gov/econresdata/releases/statisticsdata.htm</a>
Datos de construcción (casas nuevas, comenzadas y completadas).	Publicado por el US Census Bureau.	<a href="http://www.census.gov">http://www.census.gov</a>
Datos eléctricos (capacidad y producción)	Publicado por el Departamento de Energía de Estados Unidos.	<a href="http://www.doe.gov">http://www.doe.gov</a>
Transporte de vehículos comerciales y de pasajeros.	Extraído de AAMA y OICA.	<a href="http://www.oica.net">http://www.oica.net</a>
Producción de Bienes Finales (maquinaria, bienes de consumo finales, motores de combustión interna, etc.)	Datos extraídos del Industrial Commodity Production Statistics de la ONU versión CD ROM.	Datos no públicos.

## Anexo C: Leyenda y Abreviaciones de las Variables Utilizadas

**Tabla C.1: Leyenda y Abreviaciones de las Variables Utilizadas**

Variable	Abreviación
Log(x)	Logaritmo Natural de x
Actividad	Índice de Actividad Económica (Q)
PCu	Precio Real del Cobre en el tiempo t
PCu(-i)	Precio Real del Cobre en el tiempo t-1
PAI	Precio Real del Aluminio en el tiempo t
PAI(-i)	Precio Real del Aluminio en el tiempo t-1
PCo	Índice del Precio de los Combustibles en el tiempo t
PCo(-i)	Índice del Precio de los Combustibles en el tiempo t-1
PPla	Índice del Precio del Plástico en el tiempo t
PPla(-i)	Índice del Precio del Plástico en el tiempo t-1
T	Tendencia Lineal
K	Número de Regresores
N	Número de Observaciones
R <sup>2</sup>	Coficiente R Cuadrado
R <sup>2</sup> a	Coficiente R Cuadrado Ajustado
F	Test F de Fisher
DW	Estadístico de Durbin Waston
AIC	Criterio de Akaike
Schwarz	Criterio de Schwarz
Valores en paréntesis	Valor del Estadístico t-student

## Anexo D: Resultados Para China Modelos por Consumo Total

**Tabla D.1: Resultados para China Modelo Consumo Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Total)						
Serie: 1995-2008						
Índice Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-5,779 (-0,68)	0,489 (0,24)	16,549 (5,25)	2,987 (1,96)	0,532 (0,32)	3,392 (3,68)
Log(Actividad)	2,010 (1,23)	0,910 (2,25)	-2,250 (-1,92)	0,804 (2,18)	1,050 (19,30)	0,984 (15,99)
Log(PCu)	0,207 (0,88)	0,322 (2,00)	0,582 (3,35)	-0,090 (-1,22)	0,362 (2,25)	-0,063 (-1,19)
Log(PCu(-1))	-1,020 (-2,13)	-0,757 (-3,18)			-0,801 (-3,09)	
Log(PAl)	-0,314 (-0,66)	-0,498 (-1,29)	-0,848 (-2,30)	0,049 (0,15)	-0,431 (-2,38)	0,108 (0,42)
Log(PAl(-1))	1,841 (2,27)	1,431 (3,00)			1,497 (3,09)	
Log(PCo)	0,471 (0,84)	0,359 (0,56)	0,114 (0,18)	0,351 (0,47)		
Log(PCo(-1))	0,077 (0,21)	-0,086 (-0,33)				
T	-0,142 (-0,75)		0,366 (3,52)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	98,9	135,7	182,3	121,4	240,7	175,8
R <sup>2</sup>	0,995	0,995	0,991	0,982	0,994	0,981
R <sup>2</sup> a	0,985	0,987	0,986	0,974	0,990	0,976
DW	2,024	1,975	1,818	0,735	1,980	0,654
AIC	-2,565	-2,679	-2,475	-1,880	-2,888	-2,000
Schwarz	-2,174	-2,332	-2,201	-1,651	-2,627	-1,817
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,813	-0,435	0,582	-0,090	-0,439	-0,063
Al	1,526	0,934	-0,848	0,049	1,066	0,108
Combustibles	0,548	0,273	0,114	0,351		

## Anexo E: Resultados Para China Modelos por Sector

**Tabla E.1: Resultados para China Modelos Construcción**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)						
Serie: 1995-2008						
Índice de Actividad Económica (Q): Construcción						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	15,194 (1,63)	0,305 (0,15)	18,591 (6,97)	2,839 (1,25)	0,297 (0,09)	3,090 (1,27)
Log(Actividad)	-1,926 (-1,01)	0,340 (1,24)	-2,418 (-3,10)	0,563 (1,54)	1,337 (13,80)	1,428 (12,67)
Log(PCu)	0,851 (1,57)	0,364 (1,67)	0,705 (3,31)	-0,342 (-1,89)	0,323 (1,62)	-0,382 (-1,63)
Log(PCu(-1))	-0,506 (-2,17)	-1,030 (-3,18)			-1,074 (-2,48)	
Log(PAl)	-1,746 (-2,44)	-1,028 (-4,13)	-1,562 (-5,69)	-0,583 (-1,00)	-0,632 (-1,60)	-0,271 (-0,40)
Log(PAl(-1))	0,998 (2,37)	1,307 (2,57)		-1,00 (-1,00)	1,456 (1,66)	
Log(PCo)	0,373 (0,54)	0,816 (1,26)	0,197 (0,35)	1,180 (2,10)		
Log(PCo(-1))	-0,321 (-0,85)	0,628 (1,01)				
T	0,270 (2,37)		0,299 (5,79)			
K	8,000	7,000	5,000	4,000	5,000	3,000
N	13,000	13,000	14,000	14,000	13,000	14,000
F	72,0	51,7	140,2	59,2	70,3	73,9
R <sup>2</sup>	0,993	0,986	0,989	0,963	0,980	0,957
R <sup>2</sup> a	0,979	0,967	0,982	0,947	0,967	0,944
DW	2,512	2,774	1,326	1,356	2,448	1,227
AIC	-2,572	-2,046	-2,389	-1,355	-1,993	-1,334
Schwarz	-2,181	-1,698	-2,115	-1,127	-1,733	-1,151
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	0,345	-0,666	0,705	-0,342	-0,752	-0,382
Al	-0,748	0,279	-1,562	-0,583	0,824	-0,271
Combustibles	0,051	1,444	0,197	1,180		

**Tabla E.2: Resultados para China Modelos Construcción con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)  
 Serie: 1995-2008  
 Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-2,823 (-0,19)	1,084 (0,52)	20,207 (4,02)	4,136 (1,61)	1,413 (0,59)	4,678 (2,95)
Log(Actividad)	1,371 (0,52)	0,685 (1,33)	-2,848 (-3,10)	0,771 (1,60)	0,991 (17,60)	1,012 (15,52)
Log(Cu)	0,343 (1,48)	0,415 (1,87)	0,561 (2,04)	-0,235 (-1,34)	0,456 (2,78)	-0,200 (-1,46)
Log(Cu(-1))	-1,205 (-1,33)	-1,041 (-2,87)			-1,076 (-2,97)	
Log(PAl)	-0,847 (-1,74)	-0,961 (-6,09)	-1,527 (-4,02)	-0,464 (-1,30)	-0,864 (-3,91)	-0,385 (-0,86)
Log(PAl(-1))	1,789 (1,18)	1,534 (2,30)			1,659 (2,40)	
Log(PCo)	0,502 (0,54)	0,433 (0,44)	0,189 (0,19)	0,470 (0,45)		
Log(PCo(-1))	0,271 (0,49)	0,169 (0,62)				
T	-0,088 (-0,29)		0,434 (3,99)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	47,5	67,1	108,0	71,6	120,1	102,9
R <sup>2</sup>	0,990	0,989	0,985	0,970	0,988	0,969
R <sup>2</sup> a	0,969	0,975	0,976	0,956	0,980	0,959
DW	2,522	2,543	2,042	1,004	2,388	0,922
AIC	-2,159	-2,303	-2,131	-1,538	-2,521	-1,652
Schwarz	-1,768	-1,955	-1,857	-1,310	-2,260	-1,470
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,862	-0,627	0,561	-0,235	-0,619	-0,200
Al	0,942	0,573	-1,527	-0,464	0,795	-0,385
Combustibles	0,773	0,602	0,189	0,470		

**Tabla E.3: Resultados para China Modelos Infraestructura**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Infraestructura)						
Serie: 1995-2008						
Índice de Actividad Económica (Q): Suministro de Agua, Electricidad y Gas.						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-7,821 (-2,00)	2,031 (1,99)	18,591 (6,97)	2,839 (1,25)	1,732 (0,69)	3,090 (1,27)
Log(Actividad)	3,327 (2,64)	0,768 (3,11)	-2,418 (-3,10)	0,563 (1,54)	1,145 (17,00)	1,428 (12,67)
Log(PCu)	-0,173 (-0,78)	0,204 (2,10)	0,705 (3,31)	-0,342 (-1,89)	0,288 (2,00)	-0,382 (-1,63)
Log(PCu(-1))	-0,809 (-9,38)	-0,493 (-4,37)			-0,627 (-2,04)	
Log(PAl)	-0,412 (-1,35)	-0,968 (-3,37)	-1,562 (-5,69)	-0,583 (-1,00)	-0,741 (-2,29)	-0,271 (-0,40)
Log(PAl(-1))	1,411 (10,72)	0,998 (4,01)			1,110 (2,03)	
Log(PCo)	0,596 (1,97)	1,117 (3,50)	0,197 (0,35)	1,180 (2,10)		
Log(PCo(-1))	-0,347 (-2,01)	-0,534 (-2,34)				
T	-0,220 (-2,20)		0,299 (5,79)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	520,5	365,8	59,2	79,7	152,7	110,4
R <sup>2</sup>	0,999	0,998	0,974	0,973	0,991	0,971
R <sup>2</sup> a	0,997	0,995	0,957	0,960	0,984	0,962
DW	2,870	1,894	0,811	0,778	2,007	0,847
AIC	-4,470	-3,916	-1,636	-1,737	-2,684	-1,815
Schwarz	-4,079	-3,568	-1,363	-1,509	-2,424	-1,632
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,982	-0,288	0,705	-0,342	-0,339	-0,382
Al	0,999	0,030	-1,562	-0,583	0,370	-0,271
Combustibles	0,249	0,583	0,197	1,180		

**Tabla E.4: Resultados para China Modelos Infraestructura con Producción Industrial**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Infraestructura)  
 Serie: 1995-2008  
 Índice de Actividad Económica (Q):Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	3,384 (0,37)	1,983 (1,43)	20,207 (4,02)	4,136 (1,61)	1,413 (0,59)	4,678 (2,95)
Log(Actividad)	0,173 (0,11)	0,419 (2,77)	-2,848 (-3,10)	0,771 (1,60)	0,991 (17,60)	1,012 (15,52)
Log(Cu)	0,287 (1,25)	0,261 (2,52)	0,561 (2,04)	-0,235 (-1,34)	0,456 (2,78)	-0,200 (-1,46)
Log(Cu(-1))	-0,458 (-1,06)	-0,516 (-4,00)			-1,076 (-2,97)	
Log(PAl)	-1,122 (-2,01)	-1,081 (-3,42)	-1,527 (-4,02)	-0,464 (-1,30)	-0,864 (-3,91)	-0,385 (-0,86)
Log(PAl(-1))	0,934 (1,20)	1,025 (3,66)			1,659 (2,40)	
Log(PCo)	1,389 (5,06)	1,414 (4,89)	0,189 (0,19)	0,470 (0,45)		
Log(PCo(-1))	-0,459 (-1,61)	-0,422 (-1,94)				
T	0,032 (0,17)		0,434 (3,99)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	195,5	277,9	123,7	74,0	99,3	86,2
R <sup>2</sup>	0,997	0,997	0,987	0,971	0,986	0,963
R <sup>2</sup> a	0,992	0,994	0,979	0,957	0,976	0,952
DW	1,899	1,965	1,589	0,835	2,051	0,870
AIC	-3,493	-3,642	-2,359	-1,665	-2,259	-1,575
Schwarz	-3,102	-3,294	-2,086	-1,437	-1,998	-1,393
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,170	-0,255	0,561	-0,235	-0,619	-0,200
Al	-0,188	-0,056	-1,527	-0,464	0,795	-0,385
Combustibles	1,389	1,414	0,189	0,470		

**Tabla E.5: Resultados para China Modelos Maquinaria Industrial**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu M. Industrial)

Serie: 1995-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Industria

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	7,408 (0,37)	2,856 (0,90)	-24,315 (-0,93)	2,168 (0,84)	0,869 (0,20)	2,239 (0,95)
Log(Actividad)	1,401 (0,34)	2,499 (1,65)	8,093 (1,04)	0,553 (0,98)	0,918 (5,32)	0,621 (5,67)
Log(PCu)	-0,614 (-0,50)	-0,802 (-1,33)	-1,920 (-1,09)	-0,158 (-1,15)	-0,562 (-1,18)	-0,157 (-1,17)
Log(PCu(-1))	0,637 (0,75)	0,508 (0,57)			0,248 (0,37)	
Log(PAl)	0,004 (0,00)	0,276 (0,38)	2,282 (1,09)	0,250 (0,41)	-0,038 (-0,04)	0,271 (0,46)
Log(PAl(-1))	0,496 (0,29)	0,654 (0,36)			0,477 (0,49)	
Log(PCo)	0,027 (0,02)	-0,124 (-0,09)	-0,954 (-0,62)	0,105 (0,12)		
Log(PCo(-1))	-2,497 (-1,89)	-2,409 (-2,40)				
T	0,097 (0,22)		-0,623 (-0,99)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	5,8	8,2	6,3	6,5	8,5	9,7
R <sup>2</sup>	0,920	0,920	0,798	0,744	0,859	0,744
R <sup>2</sup> a	0,761	0,807	0,672	0,631	0,759	0,667
DW	2,638	2,730	2,268	2,150	2,428	2,146
AIC	-0,885	-1,033	-0,502	-0,409	-0,779	-0,551
Schwarz	-0,494	-0,686	-0,229	-0,180	-0,518	-0,368
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	0,023	-0,294	-1,920	-0,158	-0,314	-0,157
Al	0,500	0,930	2,282	0,250	0,439	0,271
Combustibles	-2,470	-2,533	-0,954	0,105		

**Tabla E.6: Resultados para China Modelos Maquinaria Industrial con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu M. Industrial)						
Serie: 1995-2008						
Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-31,486 (-1,22)	3,614 (1,31)	-4,551 (-0,23)	2,250 (0,88)	1,112 (0,25)	2,757 (1,20)
Log(Actividad)	8,066 (1,54)	1,903 (1,65)	1,791 (0,36)	0,260 (0,64)	0,741 (5,23)	0,485 (5,34)
Log(Cu)	-1,191 (-1,64)	-0,547 (-1,10)	-0,455 (-0,47)	-0,118 (-0,83)	-0,457 (-1,05)	-0,084 (-0,66)
Log(Cu(-1))	-1,089 (-1,12)	0,383 (0,48)			0,185 (0,28)	
Log(PAl)	1,032 (0,99)	0,006 (0,01)	0,596 (0,52)	0,146 (0,26)	-0,108 (-0,11)	0,219 (0,37)
Log(PAl(-1))	3,304 (1,69)	1,012 (0,56)			0,631 (0,65)	
Log(PCo)	0,840 (1,10)	0,216 (0,18)	0,558 (0,69)	0,439 (0,55)		
Log(PCo(-1))	-1,622 (-1,97)	-2,538 (-2,42)				
T	-0,793 (-1,29)		-0,184 (-0,32)			
K						
N						
F	9,7	9,8	4,8	6,4	8,8	9,4
R <sup>2</sup>	0,951	0,932	0,749	0,741	0,863	0,739
R <sup>2</sup> a	0,853	0,837	0,592	0,626	0,764	0,660
DW	2,960	2,543	1,974	2,136	2,380	2,094
AIC	-1,374	-1,201	-0,283	-0,396	-0,803	-0,530
Schwarz	-0,983	-0,853	-0,009	-0,167	-0,542	-0,348
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-2,280	-0,164	-0,455	-0,118	-0,272	-0,084
Al	4,336	1,018	0,596	0,146	0,523	0,219
Combustibles	-0,781	-2,322	0,558	0,439		

**Tabla E.7: Resultados para China Modelos Transporte**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)						
Serie: 1995-2008						
Índice de Actividad Económica (Q): Transporte, Almacenamiento y Correos.						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-3,620 (-0,52)	-10,030 (-0,82)	2,215 (0,83)	-3,973 (-0,91)	-4,792 (-0,51)	-3,989 (-0,98)
Log(Actividad)	-3,170 (-2,47)	0,494 (0,84)	-0,559 (-0,44)	1,240 (3,31)	1,279 (12,57)	1,236 (12,04)
Log(PCu)	0,132 (0,20)	0,186 (0,33)	0,265 (0,44)	0,465 (0,91)	0,254 (0,69)	0,463 (0,99)
Log(PCu(-1))	-1,444 (-1,75)	-0,366 (-0,36)			0,173 (0,24)	
Log(PAl)	2,302 (2,12)	0,823 (0,49)	1,222 (0,64)	0,304 (0,22)	0,488 (0,29)	0,306 (0,23)
Log(PAl(-1))	3,489 (2,27)	0,627 (0,31)			-0,008 (-0,01)	
Log(PCo)	-0,518 (-1,03)	0,071 (0,08)	-0,614 (-0,80)	-0,008 (-0,01)		
Log(PCo(-1))	0,482 (0,57)	1,525 (1,31)				
T	0,523 (2,93)		0,241 (1,31)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	50,8	38,7	89,7	101,2	63,5	149,9
R <sup>2</sup>	0,990	0,982	0,982	0,978	0,978	0,978
R <sup>2</sup> a	0,971	0,957	0,972	0,969	0,963	0,972
DW	2,130	1,921	1,554	1,698	1,932	1,698
AIC	-1,036	-0,570	-0,973	-0,899	-0,702	-1,042
Schwarz	-0,645	-0,223	-0,699	-0,671	-0,441	-0,860
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-1,312	-0,180	0,265	0,465	0,427	0,463
Al	5,791	1,450	1,222	0,304	0,480	0,306
Combustibles	-0,036	1,596	-0,614	-0,008		

**Tabla E.8: Resultados para China Modelos Transporte con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)  
 Serie: 1995-2008  
 Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-9,135 (-0,40)	-11,609 (-1,48)	1,00437 (-0,11)	5,65988 (-1,65)	-11,0903 (-1,38)	-6,34163 (-1,55)
Log(Actividad)	0,850 (0,20)	1,285 (2,07)	0,483 (0,28)	1,532 (2,95)	1,324586 (11,55)	1,228477 (10,56)
Log(Cu)	0,188 (0,23)	0,143 (0,28)	0,258 (0,35)	0,028 (0,06)	0,053428 (0,12)	-0,01701 (-0,03)
Log(Cu(-1))	-0,568 (-0,50)	-0,672 (-0,93)			-0,5511 (-0,91)	
Log(PAl)	1,286 (0,64)	1,358 (0,91)	1,117 (0,60)	1,425 (1,00)	1,274357 (0,82)	1,32577 (1,01)
Log(PAl(-1))	1,366 (0,68)	1,527 (1,16)			1,507484 (1,30)	
Log(PCo)	-0,693 (-0,72)	-0,649 (-0,65)	-0,672 (-0,74)	-0,591 (-0,68)		
Log(PCo(-1))	0,677 (0,73)	0,742 (0,90)				
T	0,056 (0,12)		0,126 (0,74)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	33,6	47,9	88,5	120,9	83,9	174,0
R <sup>2</sup>	0,985	0,985	0,982	0,982	0,984	0,981
R <sup>2</sup> a	0,956	0,965	0,971	0,974	0,972	0,976
DW	1,925	1,944	1,572	1,569	1,988	1,647
AIC	-0,626	-0,779	-0,960	-1,075	-0,976	-1,189
Schwarz	-0,235	-0,431	-0,686	-0,846	-0,715	-1,006
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,380	-0,529	0,258	0,028	-0,498	-0,017
Al	2,652	2,885	1,117	1,425	2,782	1,326
Combustibles	-0,016	0,093	-0,672	-0,591		

**Tabla E.9: Resultados para China Modelos Bienes Generales**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu B. Generales)

Serie: 1995-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Ventas de Retail

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	3,545 (0,26)	-1,574 (-0,35)	10,363 (1,17)	1,403 (0,54)	-0,812 (-0,33)	0,770 (0,47)
Log(Actividad)	0,100 (0,03)	1,210 (1,64)	-0,436 (-0,23)	1,763 (2,87)	1,444 (16,51)	1,451 (17,86)
Log(PCu)	0,722 (5,53)	0,803 (2,73)	0,363 (1,83)	0,412 (1,48)	0,804 (3,16)	0,299 (2,96)
Log(PCu(-1))	-0,766 (-1,38)	-0,848 (-1,42)			-0,747 (-2,00)	
Log(PAl)	-0,645 (-0,79)	-0,871 (-2,44)	-0,077 (-0,19)	-0,498 (-1,05)	-0,952 (-2,46)	-0,444 (-1,03)
Log(PAl(-1))	1,187 (1,03)	1,142 (1,17)			1,116 (1,53)	
Log(PCo)	-0,477 (-0,26)	-0,224 (-0,19)	-0,977 (-0,73)	-0,507 (-0,48)		
Log(PCo(-1))	0,404 (0,62)	0,628 (0,72)				
T	0,137 (0,37)		0,239 (1,14)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	43,7	58,4	102,6	116,1	105,1	166,4
R <sup>2</sup>	0,989	0,988	0,985	0,981	0,987	0,980
R <sup>2</sup> a	0,966	0,971	0,975	0,973	0,977	0,974
DW	2,300	2,527	1,241	1,266	2,298	1,305
AIC	-1,287	-1,375	-1,446	-1,376	-1,598	-1,486
Schwarz	-0,896	-1,027	-1,172	-1,148	-1,338	-1,304
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-0,043	-0,045	0,363	0,412	0,056	0,299
Al	0,542	0,271	-0,077	-0,498	0,165	-0,444
Combustibles						

**Tabla E.10: Resultados para China Modelos Bienes Generales con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu B. Generales)						
Serie: 1995-2008						
Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-18,784 (-0,94)	-2,503 (-0,65)	17,672 (5,28)	1,322 (0,56)	-2,210 (-0,71)	0,715 (0,43)
Log(Actividad)	4,116 (1,17)	1,258 (1,55)	-2,210 (-1,84)	1,472 (2,14)	1,245 (16,83)	1,201 (16,83)
Log(Cu)	0,298 (0,88)	0,597 (1,91)	0,826 (4,24)	0,016 (0,14)	0,534 (2,00)	-0,024 (-0,20)
Log(Cu(-1))	-1,722 (-1,37)	-1,039 (-2,04)			-0,957 (-2,80)	
Log(PAl)	0,077 (0,15)	-0,399 (-0,77)	-0,842 (-1,68)	0,239 (0,54)	-0,465 (-0,80)	0,151 (0,33)
Log(PAl(-1))	2,728 (1,33)	1,664 (1,79)			2,363	
Log(PCo)	-0,186 (-0,15)	-0,476 (-0,35)	-0,811 (-0,60)	-0,526 (-0,38)		
Log(PCo(-1))	0,884 (1,42)	0,459 (1,01)				
T	-0,368 (-0,85)		0,441 (5,15)			
K	8	7	5	4	5	3
N	13	13	14	14	13	14
F	51,7	67,7	125,5	103,4	119,2	148,9
R <sup>2</sup>	0,990	0,990	0,987	0,979	0,988	0,978
R <sup>2</sup> a	0,971	0,975	0,980	0,969	0,980	0,972
DW	2,202	2,220	2,022	0,969	2,057	1,100
AIC	-1,453	-1,521	-1,645	-1,262	-1,723	-1,377
Schwarz	-1,062	-1,173	-1,371	-1,034	-1,462	-1,195
Elasticidades a Largo Plazo						
Cu	-1,424	-0,442	0,826	0,016	-0,423	-0,024
Al	2,805	1,266	-0,842	0,239	1,898	0,151
Combustibles	0,698	-0,017	-0,811	-0,526		

## Anexo F: Resultados Para Estados Unidos Modelos Consumo Total

**Tabla F.1: Resultados Modelos Consumo Total para EE.UU.**

VARIABLES DEPENDIENTE: Log(Consumo Cu Total)  
Serie: 1970-2008

	M1	M2 <sup>1</sup>	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	6,805 (6,56)	7,170 (10,61)	6,345 (18,68)	6,516 (7,61)	6,371 (8,71)	6,782 (6,33)	6,385 (9,23)	-1,286 (-1,29)
Log(Actividad)	0,391 (1,43)	0,390 (2,06)	0,622 (7,01)	0,557 (4,26)	0,544 (6,11)	0,356 (2,82)	0,563 (4,45)	2,155 (12,32)
Log(Cu)	0,024 (0,28)	0,015 (0,17)	-0,124 (-2,28)	-0,001 (-0,02)	0,050 (0,78)	0,070 (0,71)	0,049 (0,78)	0,145 (3,93)
Log(Cu(-1))	-0,153 (-1,89)	-0,134 (-2,60)		-0,163 (-2,19)	-0,199 (-3,44)	-0,173 (-1,99)	-0,158 (-2,88)	-0,119 (-2,81)
Log(Cu(-2))	-0,074 (-0,76)	-0,041 (-0,53)		-0,054 (-0,58)	-0,090 (-1,04)	-0,199 (-1,63)	-0,143 (-1,69)	-0,018 (-0,43)
Log(Cu(-3))	0,087 (1,06)			0,132 (1,51)	0,128 (2,02)	0,244 (2,58)	0,108 (1,53)	0,014 (0,46)
Log(PAl)	0,040 (0,37)	0,041 (0,65)	0,121 (2,30)	0,030 (0,45)	-0,050 (-1,04)	-0,042 (-0,44)	-0,015 (-0,28)	-0,168 (-4,40)
Log(PAl(-1))	0,159 (1,39)	0,131 (1,66)		0,194 (2,05)	0,187 (1,86)	0,165 (1,44)	0,153 (1,33)	0,001 (0,01)
Log(PAl(-2))	-0,063 (-0,69)	-0,079 (-1,03)		-0,002 (-0,02)	-0,023 (-0,26)	0,002 (0,02)	0,014 (0,13)	-0,098 (-1,28)
Log(PAl(-3))	-0,031 (-0,24)			-0,053 (-0,48)	0,009 (0,11)	-0,116 (-1,08)	-0,005 (-0,06)	0,016 (0,28)
Log(PCo)	0,119 (0,70)	0,121 (0,83)	-0,163 (-2,72)		-0,328 (-0,48)		-0,178 (-2,73)	-0,203 (-6,83)
Log(PCo(-1))	-0,109 (-0,57)	-0,153 (-0,82)			-0,477 (-0,63)			
Log(PCo(-2))	-0,163 (-1,04)	-0,153 (-0,91)			-0,153 (-1,00)			
Log(PCo(-3))	-0,017 (-0,06)				0,698 (1,38)			
Log(PPla)	-0,574 (-1,00)	-0,544 (-1,51)	-0,036 (-0,28)	-0,051 (-0,86)			0,023 (0,14)	0,759 (5,84)
Log(PPla(-1))	-0,262 (-0,31)	-0,349 (-0,51)		-0,113 (-0,57)				
Log(PPla(-2))	0,698 (0,74)	0,993 (1,65)		-0,156 (-0,17)				
Log(PPla(-3))	0,242 (0,41)			0,176 (1,56)				

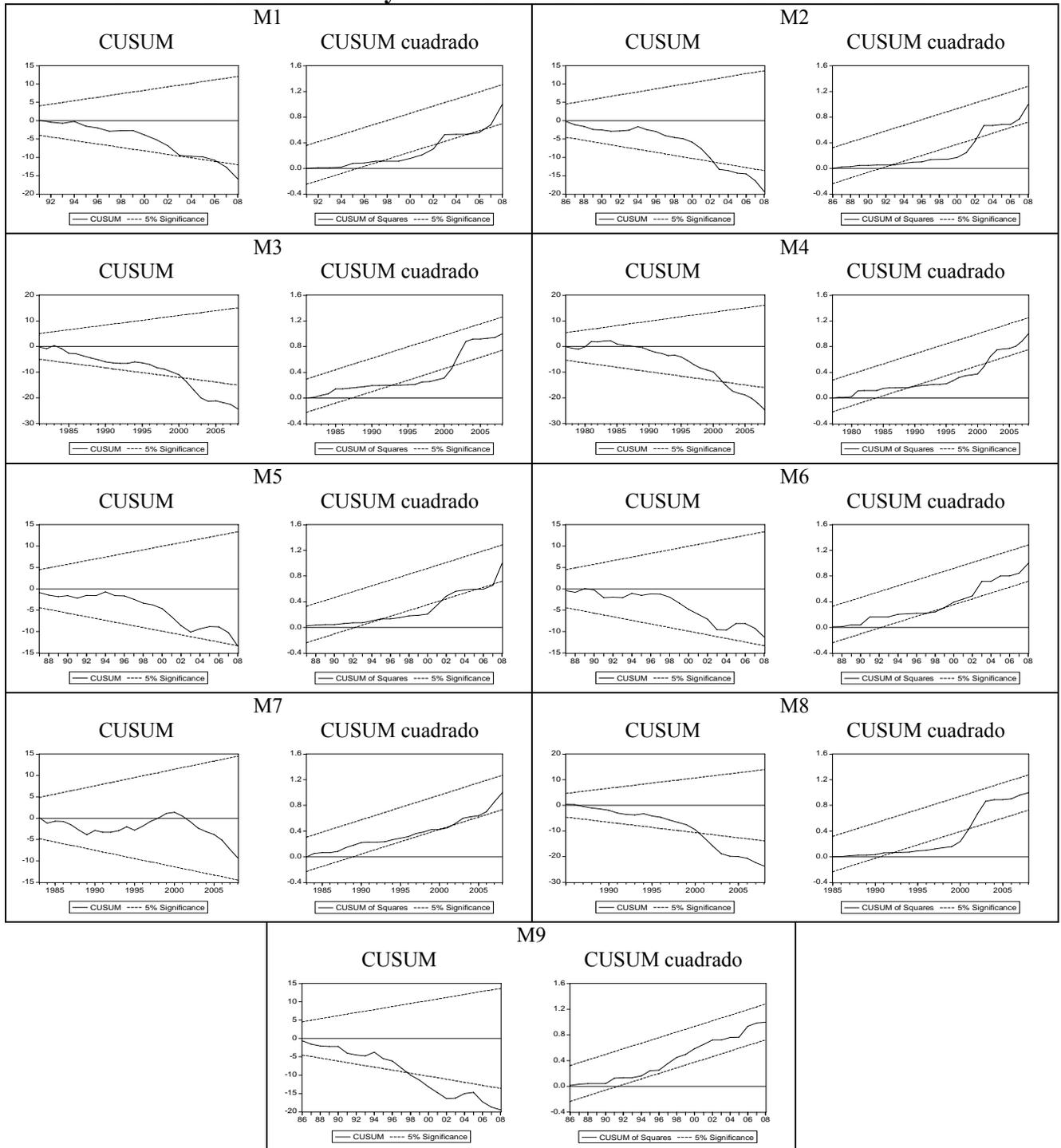
**Tabla F.2: Resultados Modelos Consumo Total para EE.UU. (continuación)**

	M1	M2 <sup>1</sup>	M4	M5	M6	M7	M8	M9
T								-0,063 (-8,49)
K	17	13	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	36	36	36	36	36
F	6,50	10,1	17,8	8,5	9,7	7,2	10,4	34,1
R <sup>2</sup>	0,860	0,851	0,735	0,834	0,851	0,713	0,826	0,947
R <sup>2</sup> a	0,728	0,767	0,694	0,737	0,763	0,614	0,747	0,919
DW	1,265	1,079	1,414	1,350	1,411	1,156	1,399	2,115
AIC	-2,122	-2,332	-2,199	-2,177	-2,282	-1,850	-2,241	-3,366
Schwarz	-1,331	-1,723	-1,940	-1,561	-1,666	-1,410	-1,713	-2,795
Elasticidades a Largo Plazo								
Cu	-0,116	-0,160	-0,124	-0,087	-0,112	-0,058	-0,144	0,022
Al	0,105	0,093	0,121	0,169	0,123	0,011	0,146	-0,249
Combustibles	-0,169	-0,185	-0,163	-0,328	-0,260		-0,178	-0,203
Plástico	0,105	0,101	-0,036	-0,144			0,023	0,759

1: Modelo Seleccionado

# Anexo G: Test CUSUM Y CUSUM Cuadrado Modelos Consumo Total EE.UU.

**Cuadro G.1: Test CUSUM y CUSUM Cuadrado Modelos Consumo Total EE.UU.**



## Anexo H: Resultados Para Estados Unidos Modelos por Sector

**Tabla H.1: Sector Construcción Estados Unidos Usando Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	5,528 (6,96)	5,025 (13,59)	4,106 (14,07)	3,314 (7,42)	5,424 (8,78)	4,818 (9,78)	5,647 (8,54)	4,881 (8,05)	2,052 (1,63)
Log(Actividad)	3,350 (3,35)	6,907 (6,91)	9,682 (9,68)	8,315 (8,31)	8,934 (8,93)	16,328 (16,33)	9,691 (9,69)	7,209 (7,21)	5,497 (5,50)
Log(PCu)	0,120 (2,39)	0,140 (2,76)	0,163 (5,12)	-0,078 (-1,72)	0,098 (2,10)	0,138 (3,65)	0,156 (1,84)	0,170 (3,00)	0,206 (3,44)
Log(PCu(-1))	-0,101 (-2,03)	-0,121 (-2,62)	-0,264 (-7,55)		-0,110 (-2,37)	-0,175 (-4,44)	-0,213 (-3,29)	-0,205 (-3,52)	-0,190 (-2,65)
Log(PCu(-2))	-0,069 (-1,41)	-0,127 (-3,63)			-0,047 (-0,84)	-0,069 (-1,00)	-0,143 (-1,88)	-0,126 (-1,75)	-0,080 (-1,15)
Log(PCu(-3))	-0,092 (-1,32)				-0,053 (-0,86)	-0,019 (-0,32)	0,063 (0,89)	-0,004 (-0,07)	-0,039 (-0,62)
Log(PAl)	0,000 (-0,01)	-0,026 (-0,55)	0,008 (0,20)	0,036 (0,75)	-0,002 (-0,04)	-0,121 (-3,64)	-0,120 (-1,47)	-0,119 (-2,31)	-0,175 (-3,17)
Log(PAl(-1))	0,040 (0,62)	0,073 (1,27)	0,007 (0,16)		0,071 (1,86)	0,104 (1,74)	0,081 (1,33)	0,078 (1,03)	0,022 (0,27)
Log(PAl(-2))	-0,107 (-1,70)	-0,102 (-1,78)			-0,073 (-1,35)	-0,041 (-0,55)	-0,059 (-0,57)	-0,037 (-0,36)	-0,078 (-0,77)
Log(PAl(-3))	-0,006 (-0,09)				-0,029 (-0,52)	0,022 (0,50)	-0,076 (-0,97)	-0,009 (-0,30)	-0,001 (-0,03)
Log(PCo)	0,037 (0,25)	-0,005 (-0,07)	-0,089 (-1,06)	-0,262 (-3,96)		-0,230 (-3,66)		-0,241 (-6,07)	-0,250 (-5,60)
Log(PCo(-1))	-0,099 (-0,94)	-0,069 (-0,57)	-0,134 (-1,34)			-0,035 (-0,29)			
Log(PCo(-2))	-0,065 (-0,52)	-0,088 (-0,68)				-0,019 (-0,14)			
Log(PCo(-3))	-0,035 (-0,17)					0,182 (1,70)			
Log(PPla)	-1,105 (-2,53)	-0,972 (-3,33)	-0,773 (-3,15)	0,304 (2,20)	-1,092 (-4,62)			0,339 (3,40)	0,610 (3,41)
Log(PPla(-1))	0,172 (0,46)	0,295 (0,98)	1,033 (3,78)		0,029 (0,09)				
Log(PPla(-2))	1,058 (1,69)	0,864 (3,19)			0,479 (1,12)				
Log(PPla(-3))	0,036 (0,12)				0,419 (1,58)				

**Tabla H.2: Sector Construcción Estados Unidos Usando Producción Industrial Total  
(Continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
T									-0,023 (-2,12)
K	18	14	10	6	14	14	10	12	13
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	70,5	100,3	80,6	70,3	83,7	78,6	47,9	68,8	71,9
R <sup>2</sup>	0,985	0,983	0,963	0,917	0,980	0,979	0,943	0,969	0,974
R <sup>2</sup> a	0,971	0,973	0,951	0,904	0,968	0,966	0,923	0,955	0,960
DW	1,536	1,792	1,669	0,980	1,327	1,923	0,939	1,725	1,978
AIC	-3,136	-3,226	-2,679	-2,082	-3,065	-3,004	-2,232	-2,737	-2,850
Schwarz	-2,344	-2,616	-2,248	-1,823	-2,449	-2,388	-1,792	-2,210	-2,278
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,142	-0,109	-0,100	-0,078	-0,111	-0,126	-0,137	-0,164	-0,103
Al	-0,073	-0,055	0,015	0,036	-0,033	-0,036	-0,175	-0,087	-0,233
Combustibles	-0,161	-0,163	-0,223	-0,262		-0,102		-0,241	-0,250
Plástico	0,162	0,187	0,260	0,304	-0,166			0,339	0,610

**Tabla H.3: Sector Construcción Estados Unidos con Producción Suministros de Construcción**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)									
Serie: 1972-2008									
Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Suministros de Construcción									
	M1	M12	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	4,230 (4,96)	4,027 (11,15)	3,131 (13,55)	2,384 (5,57)	4,014 (8,84)	3,428 (7,83)	3,956 (7,00)	3,633 (6,62)	2,063 (2,01)
Log(Actividad)	0,851 (4,99)	0,824 (9,68)	0,957 (14,29)	1,085 (11,08)	0,925 (15,44)	1,034 (26,55)	1,015 (15,85)	0,893 (10,32)	1,182 (6,67)
Log(PCu)	0,112 (3,42)	0,118 (3,02)	0,122 (3,76)	-0,079 (-2,07)	0,093 (2,86)	0,114 (3,85)	0,112 (2,28)	0,142 (2,95)	0,153 (2,97)
Log(PCu(-1))	-0,125 (-2,82)	-0,127 (-3,50)	-0,206 (-5,23)		-0,126 (-3,49)	-0,187 (-4,88)	-0,214 (-3,64)	-0,212 (-3,78)	-0,208 (-3,24)
Log(PCu(-2))	-0,040 (-0,81)	-0,087 (-2,86)			-0,025 (-0,54)	-0,020 (-0,33)	-0,054 (-1,06)	-0,073 (-1,24)	-0,039 (-0,62)
Log(PCu(-3))	-0,078 (-1,30)				-0,058 (-1,11)	-0,015 (-0,28)	-0,008 (-0,19)	-0,008 (-0,16)	-0,021 (-0,41)
Log(PAl)	-0,054 (-0,92)	-0,047 (-1,19)	-0,008 (-0,18)	-0,010 (-0,22)	-0,042 (-1,11)	-0,143 (-4,62)	-0,119 (-2,29)	-0,133 (-2,83)	-0,168 (-3,24)
Log(PAl(-1))	0,059 (1,23)	0,072 (1,86)	-0,006 (-0,13)		0,072 (2,11)	0,119 (2,65)	0,089 (1,55)	0,090 (1,37)	0,068 (1,00)
Log(PAl(-2))	-0,119 (-2,27)	-0,101 (-2,14)			-0,090 (-1,94)	-0,070 (-1,12)	-0,083 (-1,06)	-0,063 (-0,75)	-0,089 (-1,02)
Log(PAl(-3))	0,042 (0,79)				0,023 (0,55)	0,054 (1,14)	0,024 (0,43)	0,027 (1,11)	0,035 (1,06)
Log(PCo)	0,033 (0,29)	0,040 (0,73)	-0,018 (-0,24)	-0,170 (-2,46)		-0,156 (-2,68)		-0,159 (-3,91)	-0,139 (-2,68)
Log(PCo(-1))	-0,063 (-0,89)	-0,030 (-0,31)	-0,109 (-1,29)			0,022 (0,23)			
Log(PCo(-2))	-0,104 (-1,09)	-0,104 (-0,96)				-0,057 (-0,54)			
Log(PCo(-3))	0,044 (0,25)					0,181 (2,27)			
Log(PPla)	-0,900 (-2,52)	-0,934 (-4,05)	-0,918 (-3,55)	0,276 (2,14)	-0,843 (-4,63)			0,326 (3,74)	0,461 (3,26)
Log(PPla(-1))	0,311 (0,85)	0,331 (1,47)	1,125 (4,18)		0,163 (0,75)				
Log(PPla(-2))	0,875 (1,51)	0,790 (3,62)			0,458 (1,55)				
Log(PPla(-3))	-0,143 (-0,64)				0,198 (0,99)				
T									-0,010 (-1,40)

**Tabla H.4: Sector Construcción Estados Unidos con Producción de Suministros de Construcción (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	113,8	156,4	114,1	96,7	145,6	121,7	88,8	99,7	96,9
R <sup>2</sup>	0,991	0,989	0,973	0,938	0,989	0,986	0,968	0,979	0,981
R <sup>2</sup> a	0,982	0,982	0,965	0,928	0,982	0,978	0,958	0,969	0,970
DW	1,733	1,716	1,559	0,844	1,435	1,913	0,855	1,690	1,823
AIC	-3,608	-3,664	-3,016	-2,377	-3,611	-3,433	-2,824	-3,099	-3,142
Schwarz	-2,817	-3,054	-2,585	-2,118	-2,995	-2,818	-2,384	-2,571	-2,570
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,130	-0,096	-0,084	-0,079	-0,115	-0,108	-0,165	-0,150	-0,115
Al	-0,072	-0,076	-0,014	-0,010	-0,038	-0,039	-0,090	-0,079	-0,153
Combustibles	-0,090	-0,094	-0,127	-0,170		-0,011		-0,159	-0,139
Plástico	0,143	0,187	0,207	0,276	-0,024			0,326	0,461

**Tabla H.5: Sector Eléctrico Estados Unidos Usando Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Eléctrico)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	3,928 (2,46)	5,515 (4,17)	5,942 (6,23)	5,949 (9,25)	3,451 (2,22)	3,747 (2,81)	4,352 (2,44)	3,535 (2,75)	-11,326 (-7,95)
Log(Actividad)	0,193 (0,47)	0,177 (0,51)	0,262 (1,11)	0,441 (1,96)	0,499 (2,22)	0,579 (3,99)	0,341 (1,69)	0,544 (2,37)	3,628 (14,93)
Log(PCu)	-0,159 (-1,08)	-0,205 (-1,29)	-0,116 (-0,65)	-0,211 (-2,42)	-0,205 (-1,60)	-0,135 (-1,10)	-0,116 (-0,73)	-0,127 (-1,10)	0,059 (1,66)
Log(PCu(-1))	-0,176 (-1,18)	-0,090 (-0,85)	-0,158 (-0,86)		-0,197 (-1,39)	-0,185 (-1,35)	-0,119 (-0,74)	-0,100 (-0,78)	-0,025 (-0,43)
Log(PCu(-2))	-0,084 (-0,45)	0,050 (0,36)			-0,040 (-0,23)	-0,110 (-0,78)	-0,282 (-1,31)	-0,220 (-1,35)	0,023 (0,52)
Log(PCu(-3))	0,327 (1,96)				0,404 (2,36)	0,325 (2,30)	0,460 (2,47)	0,293 (1,85)	0,110 (2,33)
Log(PAl)	0,105 (0,58)	0,116 (0,84)	-0,002 (-0,02)	0,137 (1,31)	0,083 (0,58)	-0,011 (-0,10)	0,027 (0,18)	0,053 (0,49)	-0,243 (-3,40)
Log(PAl(-1))	0,260 (1,46)	0,151 (1,35)	0,158 (0,93)		0,320 (1,98)	0,271 (1,82)	0,215 (1,21)	0,201 (1,05)	-0,093 (-1,18)
Log(PAl(-1))	0,036 (0,23)	-0,008 (-0,05)			0,139 (0,84)	0,069 (0,53)	0,126 (0,71)	0,151 (0,93)	-0,065 (-0,88)
Log(PAl(-3))	-0,073 (-0,28)				-0,103 (-0,42)	0,046 (0,23)	-0,128 (-0,61)	0,016 (0,08)	0,056 (0,43)
Log(PCo)	0,169 (0,64)	0,191 (0,61)	0,081 (0,30)	-0,259 (-1,63)		-0,016 (-0,07)		-0,307 (-2,02)	-0,356 (-5,40)
Log(PCo(-1))	-0,123 (-0,38)	-0,261 (-0,92)	-0,486 (-1,89)			-0,166 (-0,46)			
Log(PCo(-2))	-0,301 (-1,08)	-0,295 (-0,98)				-0,364 (-1,23)			
Log(PCo(-3))	-0,060 (-0,18)					0,367 (1,86)			
Log(PPla)	0,010 (0,01)	-0,019 (-0,03)	0,047 (0,08)	0,088 (0,26)	0,365 (0,49)			0,218 (0,60)	1,644 (7,24)
Log(PPla(-1))	-1,010 (-0,60)	-1,397 (-1,03)	0,412 (0,65)		-1,238 (-0,70)				
Log(PPla(-2))	0,646 (0,38)	1,881 (1,50)			-0,934 (-0,54)				
Log(PPla(-3))	0,867 (0,78)				1,639 (2,01)				
T									-0,121 (-12,74)

**Tabla H.6: Sector Eléctrico Estados Unidos con Producción Industrial Total (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	2,3	2,7	3,5	4,8	2,8	3,1	2,2	3,2	19,2
R <sup>2</sup>	0,681	0,602	0,530	0,429	0,624	0,649	0,435	0,591	0,909
R <sup>2</sup> <sub>a</sub>	0,380	0,377	0,378	0,339	0,401	0,442	0,239	0,403	0,862
DW	1,114	0,869	0,890	1,008	1,267	1,088	0,964	1,170	1,501
AIC	-0,950	-0,998	-1,087	-1,103	-1,007	-1,077	-0,822	-1,034	-2,483
Schwarz	-0,159	-0,389	-0,656	-0,845	-0,391	-0,461	-0,383	-0,506	-1,912
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,092	-0,245	-0,274	-0,211	-0,038	-0,106	-0,058	-0,155	0,167
Al	0,328	0,259	0,156	0,137	0,439	0,376	0,241	0,420	-0,345
Combustible	-0,316	-0,365	-0,405	-0,259		-0,178		-0,307	-0,356
Plástico	0,513	0,465	0,459	0,088	-0,168			0,218	1,644

**Tabla H.7: Sector Eléctrico Estados Unidos con Equipos Eléctricos Ex. Electrodomésticos**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Eléctrico)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Equipos Eléctricos excluyendo Electrodomésticos

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	0,478 (0,67)	2,328 (2,77)	3,085 (3,70)	3,012 (4,37)	0,838 (1,09)	1,138 (1,47)	0,669 (0,51)	1,093 (1,31)	-0,004 (0,00)
Log(Actividad)	1,551 (8,81)	1,291 (7,99)	1,225 (7,32)	1,306 (8,68)	1,471 (11,41)	1,246 (15,41)	1,018 (5,42)	1,355 (16,81)	1,538 (14,57)
Log(PCu)	0,018 (0,34)	-0,118 (-1,56)	-0,122 (-2,04)	-0,158 (-3,29)	-0,051 (-0,82)	-0,070 (-1,25)	-0,090 (-1,35)	-0,080 (-1,47)	-0,022 (-0,39)
Log(PCu(-1))	-0,199 (-2,29)	-0,090 (-1,32)	-0,069 (-0,71)		-0,174 (-1,72)	-0,161 (-2,75)	-0,131 (-1,01)	-0,110 (-1,69)	-0,107 (-1,92)
Log(PCu(-2))	-0,086 (-1,05)	0,005 (0,05)			-0,038 (-0,53)	-0,040 (-0,58)	-0,143 (-0,93)	-0,033 (-0,56)	-0,013 (-0,22)
Log(PCu(-3))	0,078 (1,15)				0,111 (1,33)	0,104 (1,46)	0,327 (3,15)	0,062 (1,02)	0,035 (0,54)
Log(PAl)	-0,127 (-1,93)	0,034 (0,37)	-0,010 (-0,11)	0,059 (1,37)	0,015 (0,24)	0,019 (0,42)	0,061 (0,89)	0,030 (0,59)	-0,044 (-0,72)
Log(PAl(-1))	0,088 (0,88)	0,004 (0,06)	0,108 (1,19)		0,098 (1,24)	0,125 (1,46)	0,165 (1,37)	0,105 (1,30)	0,063 (0,73)
Log(PAl(-2))	0,007 (0,06)	0,144 (1,38)			0,023 (0,20)	-0,001 (-0,01)	0,048 (0,40)	0,013 (0,15)	-0,022 (-0,27)
Log(PAl(-3))	0,275 (3,73)				0,170 (1,76)	0,170 (1,94)	0,058 (0,49)	0,177 (2,09)	0,149 (1,56)
Log(PCo)	-0,197 (-0,87)	-0,040 (-0,19)	0,017 (0,11)	-0,045 (-0,39)		-0,030 (-0,26)		-0,095 (-1,25)	-0,093 (-1,55)
Log(PCo(-1))	-0,129 (-0,67)	-0,076 (-0,51)	-0,116 (-0,74)			-0,040 (-0,23)			
Log(PCo(-2))	-0,136 (-1,22)	-0,013 (-0,18)				-0,127 (-0,93)			
Log(PCo(-3))	0,287 (1,91)					0,023 (0,18)			
Log(PPla)	0,391 (0,75)	-0,161 (-0,35)	-0,285 (-0,58)	-0,353 (-1,70)	-0,334 (-0,73)			-0,197 (-1,69)	0,035 (0,24)
Log(PPla(-1))	1,053 (1,71)	0,150 (0,19)	0,049 (0,12)		0,602 (0,70)				
Log(PPla(-2))	-0,648 (-1,01)	-0,169 (-0,23)			-0,908 (-0,98)				
Log(PPla(-3))	-0,870 (-1,67)				0,292 (0,61)				
T									-0,010 (-2,01)

**Tabla H.8: Sector Eléctrico Estados Unidos con Producción Equipos Eléctricos Ex. Electrodomésticos (continuación)**

K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36
F	13,2	11,1	16,3	30,3	14,4	16,2	9,3	18,6	21,6
R <sup>2</sup>	0,926	0,863	0,845	0,830	0,895	0,906	0,763	0,895	0,918
R <sup>2</sup> a	0,855	0,785	0,793	0,803	0,833	0,850	0,680	0,847	0,876
DW	1,493	1,047	0,905	0,857	1,107	1,229	1,084	1,216	1,165
AIC	-2,404	-2,063	-2,154	-2,282	-2,281	-2,388	-1,689	-2,392	-2,591
Schwarz	-1,613	-1,454	-1,719	-2,021	-1,665	-1,773	-1,249	-1,864	-2,019
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,189	-0,204	-0,192	-0,158	-0,152	-0,167	-0,038	-0,161	-0,106
Al	0,243	0,182	0,098	0,059	0,305	0,313	0,333	0,325	0,146
Combustibles	-0,175	-0,128	-0,099	-0,045		-0,174		-0,095	-0,093
Plástico	-0,074	-0,180	-0,235	-0,353	-0,347			-0,197	0,035

**Tabla H.9: Sector Eléctrico Estados Unidos con Producción de Generación, Transmisión y Distribución de Electricidad**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Eléctrico)										
Serie: 1972-2008										
Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Constante	5,220 (2,71)	6,077 (4,35)	6,194 (5,96)	6,141 (9,07)	3,843 (2,22)	4,384 (2,94)	5,157 (2,69)	4,271 (2,76)	3,001 (0,57)	6,731 (1,32)
Log(Actividad)	-0,770 (-1,44)	-0,270 (-0,58)	0,001 (0,00)	0,420 (1,20)	0,505 (1,37)	0,542 (2,54)	0,256 (1,18)	0,473 (1,21)	0,916 (0,60)	-1,304 (-0,83)
Log(PCu)	-0,118 (-0,68)	-0,130 (-0,72)	-0,068 (-0,34)	-0,189 (-1,93)	-0,188 (-1,24)	-0,103 (-0,69)	-0,084 (-0,49)	-0,090 (-0,61)	-0,081 (-0,51)	-0,123 (-0,66)
Log(PCu(-1))	-0,136 (-0,85)	-0,132 (-1,18)	-0,175 (-0,86)		-0,208 (-1,43)	-0,207 (-1,42)	-0,116 (-0,72)	-0,098 (-0,71)	-0,088 (-0,63)	-0,149 (-0,97)
Log(PCu(-2))	-0,088 (-0,50)	0,055 (0,38)			-0,059 (-0,30)	-0,145 (-0,90)	-0,305 (-1,41)	-0,263 (-1,38)	-0,249 (-1,20)	-0,105 (-0,54)
Log(PCu(-3))	0,278 (1,64)				0,430 (2,37)	0,356 (2,28)	0,455 (2,20)	0,325 (1,85)	0,315 (1,79)	0,287 (1,58)
Log(PAl)	0,235 (1,61)	0,081 (0,60)	-0,014 (-0,09)	0,117 (1,00)	0,047 (0,31)	-0,040 (-0,31)	-0,016 (-0,10)	0,011 (0,09)	0,000 (0,00)	0,245 (1,45)
Log(PAl(-1))	0,167 (0,91)	0,161 (1,38)	0,103 (0,57)		0,329 (1,83)	0,258 (1,58)	0,203 (1,07)	0,192 (0,89)	0,160 (0,82)	0,199 (1,02)
Log(PAl(-2))	-0,071 (-0,52)	-0,120 (-0,80)			0,147 (0,81)	0,066 (0,43)	0,130 (0,69)	0,160 (0,87)	0,147 (0,71)	-0,064 (-0,44)
Log(PAl(-3))	-0,230 (-0,98)				-0,154 (-0,57)	-0,014 (-0,06)	-0,179 (-0,82)	-0,058 (-0,26)	-0,060 (-0,25)	-0,223 (-1,01)

**Tabla H.10: Sector Eléctrico Estados Unidos con Producción de Generación, Transmisión y Distribución de Electricidad (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Log(PCo)	0,580 (2,07)	0,356 (1,33)	0,207 (0,80)	-0,272 (-1,54)		0,088 (0,35)		-0,282 (-1,48)	-0,237 (-0,90)	0,551 (1,81)
Log(PCo(-1))	-0,257 (-0,89)	-0,327 (-1,24)	-0,695 (-2,56)			-0,236 (-0,60)				-0,280 (-0,86)
Log(PCo(-2))	-0,309 (-1,30)	-0,516 (-1,88)				-0,370 (-1,23)				-0,339 (-1,50)
Log(PCo(-3))	-0,604 (-2,18)					0,332 (1,66)				-0,588 (-1,96)
Log(PPla)	-0,810 (-1,08)	-0,217 (-0,30)	-0,099 (-0,18)	0,073 (0,14)	0,614 (0,77)			0,182 (0,33)	0,080 (0,13)	-0,760 (-0,91)
Log(PPla(-1))	-0,891 (-0,58)	-1,118 (-0,76)	0,874 (1,25)		-1,610 (-0,87)					-0,774 (-0,49)
Log(PPla(-2))	1,729 (0,93)	2,335 (2,12)			-0,855 (-0,48)					1,780 (0,93)
Log(PPla(-3))	1,624 (1,57)				1,645 (1,86)					1,560 (1,47)
T									-0,011 (-0,29)	0,013 (0,32)
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12	18
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36	36
F	2,6	2,7	3,0	3,5	2,3	2,4	1,7	2,2	2,0	2,3
R <sup>2</sup>	0,709	0,601	0,502	0,360	0,572	0,583	0,374	0,504	0,506	0,710
R <sup>2</sup> a	0,434	0,376	0,336	0,257	0,319	0,336	0,158	0,277	0,248	0,404
DW	1,277	0,911	0,942	1,034	1,270	1,062	0,945	1,126	1,090	1,311
AIC	-1,041	-0,997	-0,991	-0,955	-0,878	-0,903	-0,720	-0,842	-0,789	-0,991
Schwarz	-0,250	-0,387	-0,556	-0,694	-0,262	-0,287	-0,280	-0,314	-0,217	-0,155

**Tabla H.11: Sector Maquinaria Industrial Estados Unidos con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Maquinaria)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	6,476 (4,09)	7,190 (5,94)	7,322 (9,66)	7,145 (12,76)	6,364 (4,30)	6,423 (5,06)	7,091 (3,97)	6,222 (5,15)	-7,239 (-7,18)
Log(Actividad)	-0,366 (-0,91)	-0,367 (-1,33)	-0,356 (-1,84)	-0,188 (-1,21)	-0,156 (-0,75)	-0,087 (-0,60)	-0,369 (-1,80)	-0,141 (-0,71)	2,653 (14,80)
Log(PCu)	-0,050 (-0,35)	-0,066 (-0,48)	0,013 (0,09)	-0,192 (-2,10)	-0,094 (-0,72)	-0,042 (-0,39)	-0,005 (-0,03)	-0,019 (-0,19)	0,150 (4,25)
Log(PCu(-1))	-0,208 (-1,45)	-0,164 (-1,79)	-0,307 (-2,28)		-0,225 (-1,73)	-0,204 (-1,82)	-0,184 (-1,25)	-0,162 (-1,54)	-0,095 (-1,84)
Log(PCu(-2))	-0,085 (-0,49)	-0,049 (-0,35)			-0,036 (-0,21)	-0,098 (-0,73)	-0,260 (-1,29)	-0,191 (-1,35)	0,029 (0,63)
Log(PCu(-3))	0,147 (1,02)				0,226 (1,56)	0,136 (1,24)	0,321 (1,98)	0,137 (1,08)	-0,028 (-0,64)
Log(PAl)	0,097 (0,52)	0,080 (0,70)	-0,015 (-0,12)	0,231 (2,26)	0,104 (0,81)	0,022 (0,24)	0,025 (0,17)	0,053 (0,59)	-0,214 (-3,74)
Log(PAl(-1))	0,276 (1,58)	0,218 (1,82)	0,279 (2,27)		0,336 (2,61)	0,285 (1,98)	0,261 (1,58)	0,246 (1,42)	-0,021 (-0,26)
Log(PAl(-2))	0,058 (0,38)	0,043 (0,34)			0,115 (0,82)	0,076 (0,63)	0,106 (0,64)	0,132 (0,86)	-0,064 (-0,95)
Log(PAl(-3))	-0,045 (-0,19)				-0,098 (-0,48)	0,039 (0,26)	-0,150 (-0,84)	0,008 (0,05)	0,044 (0,46)
Log(PCo)	0,029 (0,12)	0,007 (0,03)	-0,059 (-0,28)	-0,249 (-1,94)		-0,095 (-0,50)		-0,330 (-2,48)	-0,374 (-8,00)
Log(PCo(-1))	-0,198 (-0,70)	-0,281 (-0,96)	-0,345 (-1,58)			-0,211 (-0,76)			
Log(PCo(-2))	-0,094 (-0,39)	-0,093 (-0,39)				-0,146 (-0,72)			
Log(PCo(-3))	-0,064 (-0,15)					0,234 (1,26)			
Log(PPla)	0,038 (0,05)	0,235 (0,41)	0,609 (1,07)	0,149 (0,60)	-0,071 (-0,10)			0,221 (0,73)	1,514 (8,77)
Log(PPla(-1))	-0,580 (-0,38)	-0,770 (-0,64)	-0,106 (-0,17)		-0,854 (-0,51)				
Log(PPla(-2))	0,303 (0,18)	0,950 (0,91)			-0,752 (-0,48)				
Log(PPla(-3))	0,635 (0,62)				1,422 (2,02)				
T									-0,110 (-13,97)

**Tabla H.12: Sector Maquinaria Industrial Estados Unidos con Producción Industrial Total  
(continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	4,2	6,8	10,3	12,6	5,5	6,3	5,1	7,3	40,7
R <sup>2</sup>	0,800	0,794	0,769	0,664	0,766	0,789	0,640	0,771	0,955
R <sup>2a</sup>	0,612	0,678	0,694	0,611	0,628	0,664	0,516	0,665	0,931
DW	1,226	1,044	1,048	1,242	1,303	1,183	1,022	1,270	1,885
AIC	-1,070	-1,259	-1,383	-1,220	-1,133	-1,235	-0,925	-1,264	-2,834
Schwarz	-0,278	-0,649	-0,952	-0,962	-0,517	-0,619	-0,486	-0,736	-2,263
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,195	-0,279	-0,295	-0,192	-0,129	-0,208	-0,127	-0,235	0,056
Al	0,387	0,342	0,264	0,231	0,457	0,422	0,243	0,438	-0,255
Combustible	-0,326	-0,367	-0,404	-0,249		-0,217		-0,330	-0,374
Plástico	0,395	0,415	0,503	0,149	-0,254			0,221	1,514

**Tabla H.13: Sector Maquinaria Industrial Estados Unidos con Producción de Maquinaria**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu M. Industrial)

Serie: 1972-2008

Índice Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Maquinaria

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	4,531 (4,02)	5,951 (4,69)	6,772 (7,23)	6,765 (8,69)	5,462 (4,35)	4,923 (3,62)	4,625 (3,39)	5,229 (3,66)	0,296 (0,38)
Log(Actividad)	0,569 (2,54)	0,271 (1,54)	0,094 (0,58)	0,195 (1,33)	0,229 (1,34)	0,183 (1,04)	-0,159 (-0,71)	0,217 (1,33)	1,102 (8,89)
Log(PCu)	-0,026 (-0,27)	-0,154 (-1,84)	-0,086 (-0,74)	-0,232 (-2,85)	-0,131 (-1,20)	-0,071 (-0,88)	-0,076 (-0,57)	-0,063 (-0,75)	0,138 (2,40)
Log(PCu(-1))	-0,246 (-1,75)	-0,099 (-0,98)	-0,221 (-1,42)		-0,191 (-1,38)	-0,197 (-1,83)	-0,186 (-0,91)	-0,177 (-1,77)	-0,219 (-3,68)
Log(PCu(-2))	-0,072 (-0,55)	-0,070 (-0,58)			-0,016 (-0,12)	-0,077 (-0,68)	-0,267 (-1,05)	-0,138 (-1,14)	-0,064 (-1,01)
Log(PCu(-3))	0,092 (0,62)				0,129 (0,86)	0,102 (0,86)	0,453 (2,36)	0,085 (0,71)	-0,016 (-0,38)
Log(PAl)	-0,100 (-0,59)	0,111 (0,84)	0,062 (0,46)	0,271 (3,98)	0,180 (1,35)	0,085 (0,84)	0,157 (1,17)	0,112 (1,09)	-0,160 (-2,33)
Log(PAl(-1))	0,269 (1,84)	0,155 (1,18)	0,301 (2,39)		0,282 (2,36)	0,268 (1,61)	0,322 (1,56)	0,228 (1,49)	0,019 (0,23)
Log(PAl(-2))	0,115 (0,79)	0,225 (1,57)			0,092 (0,84)	0,089 (0,77)	0,135 (0,75)	0,113 (0,82)	-0,026 (-0,21)
Log(PAl(-3))	0,231 (1,25)				0,043 (0,25)	0,139 (0,92)	-0,084 (-0,42)	0,115 (0,75)	0,100 (1,28)
Log(PCo)	-0,482 (-1,61)	-0,285 (-0,97)	-0,197 (-0,91)	-0,201 (-1,30)		-0,209 (-1,06)		-0,289 (-2,26)	-0,331 (-6,69)
Log(PCo(-1))	-0,141 (-0,45)	-0,184 (-0,65)	-0,076 (-0,37)			-0,178 (-0,66)			
Log(PCo(-2))	-0,044 (-0,17)	0,273 (1,84)				-0,080 (-0,38)			
Log(PCo(-3))	0,557 (1,62)					0,189 (0,98)			
Log(PPla)	0,762 (0,94)	0,466 (0,70)	0,208 (0,28)	-0,191 (-0,69)	-0,669 (-0,82)			-0,025 (-0,11)	0,950 (7,37)
Log(PPla(-1))	0,166 (0,12)	-0,779 (-0,76)	-0,241 (-0,35)		-0,481 (-0,30)				
Log(PPla(-2))	-0,753 (-0,57)	0,095 (0,10)			-0,392 (-0,25)				
Log(PPla(-3))	-0,575 (-0,49)				1,051 (1,38)				

**Tabla H.14: Sector Maquinaria Industrial Estados Unidos con Producción de Maquinaria (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
T									-0,042 (-10,66)
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36
Test F	4,8	6,3	8,8	13,9	5,7	6,6	3,3	7,6	32,9
R-cuadrado	0,821	0,782	0,746	0,692	0,771	0,795	0,536	0,777	0,945
R-cuadrado ajustado	0,651	0,659	0,661	0,642	0,635	0,674	0,376	0,675	0,916
Durbin-Watson	1,395	0,955	0,930	1,067	1,089	1,144	1,033	1,097	2,331
AIC	-1,176	-1,199	-1,262	-1,286	-1,154	-1,266	-0,671	-1,293	-2,635
Schwarz	-0,385	-0,590	-0,827	-1,025	-0,538	-0,651	-0,231	-0,765	-2,063

**Tabla H.15: Sector Transporte Estados Unidos con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	6,559 (4,03)	6,473 (6,56)	5,394 (7,00)	4,544 (6,59)	6,025 (5,81)	5,780 (5,52)	6,002 (6,47)	5,877 (6,17)	1,226 (0,66)
Log(Actividad)	0,004 (0,01)	0,033 (0,14)	0,189 (0,89)	0,352 (2,10)	0,185 (0,99)	0,135 (1,24)	0,051 (0,60)	0,169 (0,92)	1,134 (3,22)
Log(PCu)	0,180 (1,30)	0,183 (1,54)	0,180 (2,03)	-0,060 (-0,77)	0,160 (1,27)	0,193 (1,99)	0,192 (2,36)	0,178 (1,80)	0,237 (2,23)
Log(PCu(-1))	-0,173 (-1,60)	-0,215 (-2,46)	-0,287 (-4,30)		-0,178 (-1,91)	-0,258 (-4,01)	-0,225 (-3,88)	-0,217 (-3,43)	-0,194 (-2,51)
Log(PCu(-2))	-0,152 (-1,06)	-0,032 (-0,30)			-0,149 (-1,24)	-0,142 (-1,00)	-0,198 (-2,10)	-0,168 (-1,96)	-0,092 (-1,03)
Log(PCu(-3))	0,160 (1,81)				0,192 (2,10)	0,247 (3,00)	0,283 (5,89)	0,213 (2,62)	0,156 (1,65)
Log(PAI)	0,071 (0,34)	0,092 (0,62)	0,123 (0,95)	0,196 (1,62)	0,049 (0,38)	-0,034 (-0,29)	-0,013 (-0,12)	0,003 (0,02)	-0,090 (-0,70)
Log(PAI(-1))	0,137 (0,81)	0,130 (0,80)	0,022 (0,19)		0,164 (1,05)	0,209 (1,44)	0,182 (1,31)	0,175 (1,21)	0,083 (0,69)
Log(PAI(-2))	-0,158 (-1,06)	-0,232 (-1,51)			-0,072 (-0,54)	-0,090 (-0,63)	-0,067 (-0,47)	-0,063 (-0,44)	-0,131 (-0,94)
Log(PAI(-3))	-0,161 (-1,33)				-0,169 (-2,53)	-0,165 (-2,80)	-0,224 (-3,35)	-0,169 (-2,84)	-0,156 (-2,67)

**Tabla H.16: Sector Transporte Estados Unidos con Producción Industrial Total  
(continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Log(PCo)	0,238 (0,63)	0,262 (1,32)	0,090 (0,62)	-0,087 (-0,86)		-0,017 (-0,15)		-0,070 (-0,80)	-0,085 (-0,89)
Log(PCo(-1))	-0,090 (-0,31)	-0,220 (-0,72)	-0,206 (-1,11)			-0,001 (0,00)			
Log(PCo(-2))	-0,278 (-1,00)	-0,136 (-0,44)				-0,202 (-0,91)			
Log(PCo(-3))	0,033 (0,08)					0,159 (0,85)			
Log(PPla)	-1,268 (-1,04)	-1,163 (-1,71)	-0,509 (-1,05)	-0,084 (-0,36)	-0,646 (-1,38)			-0,033 (-0,13)	0,413 (1,24)
Log(PPla(-1))	0,486 (0,50)	0,604 (0,71)	0,528 (1,03)		0,199 (0,25)				
Log(PPla(-2))	1,090 (0,73)	0,584 (0,77)			0,122 (0,12)				
Log(PPla(-3))	-0,252 (-0,32)				0,129 (0,22)				
T									-0,038 (-2,63)
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	1,5	1,8	2,3	2,0	2,1	2,1	2,9	2,5	2,8
R <sup>2</sup>	0,589	0,507	0,426	0,239	0,548	0,555	0,503	0,536	0,591
R <sup>2</sup> a	0,200	0,229	0,241	0,120	0,282	0,292	0,331	0,324	0,378
DW	1,363	1,236	1,301	1,286	1,391	1,547	1,555	1,495	1,497
AIC	-1,264	-1,354	-1,441	-1,369	-1,393	-1,407	-1,520	-1,477	-1,548
Schwarz	-0,472	-0,744	-1,010	-1,110	-0,777	-0,792	-1,080	-0,949	-0,976
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	0,015	-0,064	-0,107	-0,060	0,024	0,040	0,052	0,006	0,106
Al	-0,112	-0,009	0,144	0,196	-0,029	-0,079	-0,121	-0,055	-0,294
Combustibles	-0,097	-0,094	-0,116	-0,087		-0,061		-0,070	-0,085
Plástico	0,056	0,025	0,020	-0,084	-0,196			-0,033	0,413

**Tabla H.17: Sector Transporte Estados Unidos con Producción de Carrocerías**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Carrocerías

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	4,282 (3,97)	4,128 (4,89)	3,556 (4,49)	2,927 (4,15)	4,607 (4,25)	3,728 (4,21)	4,259 (5,48)	4,339 (3,71)	3,340 (2,79)
Log(Actividad)	0,546 (3,66)	0,421 (7,58)	0,429 (5,87)	0,495 (5,19)	0,430 (3,90)	0,470 (4,72)	0,357 (3,92)	0,400 (4,54)	0,500 (5,27)
Log(PCu)	0,124 (1,55)	0,103 (1,94)	0,134 (2,80)	-0,025 (-0,53)	0,075 (0,87)	0,124 (2,17)	0,126 (1,99)	0,130 (2,19)	0,167 (2,11)
Log(PCu(-1))	-0,070 (-0,69)	-0,091 (-1,17)	-0,205 (-3,68)		-0,053 (-0,62)	-0,137 (-1,75)	-0,154 (-3,03)	-0,136 (-2,00)	-0,111 (-1,73)
Log(PCu(-2))	-0,074 (-0,60)	-0,087 (-1,15)			-0,060 (-0,57)	-0,057 (-0,56)	-0,141 (-1,88)	-0,114 (-1,59)	-0,108 (-1,45)
Log(PCu(-3))	-0,030 (-0,20)				-0,011 (-0,08)	0,060 (0,62)	0,153 (2,91)	0,054 (0,71)	0,020 (0,24)
Log(PAl)	-0,108 (-0,89)	0,059 (0,66)	0,073 (0,96)	0,137 (2,25)	0,074 (0,89)	-0,032 (-0,56)	0,020 (0,31)	0,004 (0,06)	-0,063 (-0,75)
Log(PAl(-1))	0,137 (1,32)	0,113 (0,74)	0,078 (0,97)		0,107 (0,88)	0,158 (1,34)	0,136 (1,15)	0,116 (0,90)	0,076 (0,61)
Log(PAl(-2))	-0,030 (-0,31)	-0,052 (-0,41)			-0,020 (-0,22)	0,000 (0,00)	-0,007 (-0,07)	0,005 (0,04)	0,008 (0,07)
Log(PAl(-3))	0,008 (0,10)				-0,082 (-1,04)	-0,049 (-0,59)	-0,127 (-1,99)	-0,084 (-1,39)	-0,112 (-2,24)
Log(PCo)	-0,179 (-0,78)	-0,011 (-0,07)	-0,046 (-0,30)	-0,132 (-2,40)		-0,134 (-1,15)		-0,114 (-2,16)	-0,151 (-2,45)
Log(PCo(-1))	0,021 (0,09)	-0,078 (-0,34)	-0,075 (-0,41)			0,032 (0,22)			
Log(PCo(-2))	-0,366 (-2,52)	0,026 (0,13)				-0,219 (-1,25)			
Log(PCo(-3))	0,489 (2,52)					0,266 (1,98)			
Log(PPla)	0,001 (0,00)	-0,368 (-0,67)	-0,186 (-0,37)	0,179 (1,87)	-0,660 (-1,66)			0,089 (0,83)	0,391 (1,63)
Log(PPla(-1))	-0,076 (-0,11)	-0,012 (-0,02)	0,319 (0,66)		-0,232 (-0,40)				
Log(PPla(-2))	0,989 (0,95)	0,375 (0,70)			0,644 (0,73)				
Log(PPla(-3))	-1,023 (-1,70)				0,081 (0,17)				
T									-0,009 (-1,47)

**Tabla H.18: Sector Transporte Estados Unidos con Producción de Carrocerías  
(continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36
F	4,0	4,3	6,1	8,8	4,6	5,3	5,6	5,2	5,3
R <sup>2</sup>	0,789	0,709	0,669	0,586	0,733	0,759	0,659	0,703	0,734
R <sup>2</sup> a	0,590	0,544	0,559	0,519	0,575	0,617	0,541	0,567	0,595
DW	1,949	1,604	1,630	1,541	1,629	1,894	1,540	1,673	1,941
AIC	-1,932	-1,879	-1,969	-1,960	-1,917	-2,020	-1,895	-1,923	-1,976
Schwarz	-1,140	-1,270	-1,534	-1,699	-1,301	-1,405	-1,456	-1,395	-1,404
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,050	-0,075	-0,071	-0,025	-0,049	-0,011	-0,016	-0,066	-0,031
Al	0,007	0,120	0,151	0,137	0,078	0,077	0,022	0,042	-0,092
Combustibles	-0,035	-0,064	-0,122	-0,132		-0,056		-0,114	-0,151
Plástico	-0,109	-0,005	0,133	0,179	-0,166			0,089	0,391

**Tabla H.19: Sector Transporte Estados Unidos con Producción de Equipos de Transporte**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)

Serie:1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Equipos de Transporte

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	<sup>1</sup>
Constante	5,623 (3,77)	5,983 (6,42)	5,081 (7,44)	4,377 (7,81)	5,486 (5,57)	5,212 (5,23)	5,235 (5,08)	5,379 (5,71)	-0,709 (-0,42)	
Log(Actividad)	0,361 (1,09)	0,257 (1,03)	0,386 (1,62)	0,558 (3,14)	0,314 (1,67)	0,222 (2,02)	0,144 (1,40)	0,326 (1,68)	1,577 (5,90)	
Log(PCu)	0,170 (1,49)	0,140 (1,27)	0,123 (1,31)	-0,059 (-0,80)	0,145 (1,24)	0,177 (1,88)	0,173 (2,09)	0,145 (1,45)	0,180 (2,13)	
Log(PCu(-1))	-0,189 (-1,99)	-0,188 (-2,19)	-0,211 (-2,76)		-0,168 (-1,82)	-0,251 (-4,03)	-0,219 (-3,56)	-0,199 (-2,87)	-0,102 (-1,16)	
Log(PCu(-2))	-0,146 (-1,15)	-0,023 (-0,23)			-0,146 (-1,44)	-0,133 (-1,01)	-0,188 (-1,94)	-0,142 (-1,86)	-0,019 (-0,32)	
Log(PCu(-3))	0,181 (2,12)				0,179 (2,06)	0,247 (3,05)	0,296 (6,66)	0,199 (2,55)	0,130 (1,79)	
Log(PAl)	-0,018 (-0,10)	0,101 (0,78)	0,149 (1,37)	0,182 (2,08)	0,046 (0,41)	-0,016 (-0,15)	0,015 (0,15)	0,025 (0,26)	-0,114 (-1,36)	
Log(PAl(-1))	0,159 (1,05)	0,112 (0,72)	0,003 (0,03)		0,146 (0,94)	0,201 (1,35)	0,184 (1,28)	0,161 (1,18)	-0,010 (-0,09)	
Log(PAl(-2))	-0,125 (-1,01)	-0,175 (-1,25)			-0,070 (-0,53)	-0,089 (-0,65)	-0,063 (-0,47)	-0,068 (-0,51)	-0,160 (-1,60)	
Log(PAl(-3))	-0,068 (-0,54)				-0,124 (-1,63)	-0,136 (-2,08)	-0,190 (-3,09)	-0,129 (-1,85)	-0,098 (-0,91)	

**Tabla H.20: Sector Transporte Estados Unidos con Producción de Equipos de Transporte (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	<sup>1</sup>
Log(PCo)	0,079 (0,29)	0,207 (1,38)	0,126 (1,02)	0,014 (0,11)		-0,003 (-0,03)		-0,003 (-0,03)	0,182 (2,17)	
Log(PCo(-1))	-0,035 (-0,14)	-0,171 (-0,58)	-0,147 (-0,82)			0,013 (0,06)				
Log(PCo(-2))	-0,324 (-1,53)	-0,050 (-0,19)				-0,213 (-0,96)				
Log(PCo(-3))	0,293 (0,77)					0,141 (0,78)				
Log(PPla)	-0,739 (-0,72)	-1,032 (-1,82)	-0,784 (-1,66)	-0,340 (-1,23)	-0,535 (-1,30)			-0,190 (-0,72)	0,160 (0,61)	
Log(PPla(-1))	0,590 (0,64)	0,490 (0,60)	0,555 (0,98)		0,214 (0,28)					
Log(PPla(-2))	0,590 (0,47)	0,333 (0,47)			0,141 (0,15)					
Log(PPla(-3))	-0,706 (-0,90)				-0,037 (-0,06)					
T									-0,044 (-4,00)	
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12	
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36	
F	1,7	2,0	2,9	4,0	2,4	2,4	3,2	3,0	5,1	
R <sup>2</sup>	0,617	0,535	0,492	0,392	0,582	0,584	0,527	0,575	0,727	
R <sup>2</sup> a	0,255	0,272	0,322	0,293	0,334	0,338	0,363	0,381	0,584	
DW	1,337	1,170	1,235	1,242	1,393	1,555	1,595	1,435	1,608	
AIC	-1,334	-1,411	-1,539	-1,575	-1,469	-1,474	-1,568	-1,565	-1,951	
Schwarz	-0,542	-0,801	-1,103	-1,314	-0,853	-0,858	-1,128	-1,037	-1,379	
Elasticidades a Largo Plazo										
Cu	0,017	-0,071	-0,088	-0,059	0,010	0,040	0,061	0,004	0,188	
Al	-0,052	0,038	0,152	0,182	-0,002	-0,040	-0,055	-0,010	-0,381	
Combustibles	0,012	-0,014	-0,021	0,014		-0,062		-0,003	0,182	
Plástico	-0,265	-0,209	-0,229	-0,340	-0,217			-0,190	0,160	

1: Modelo Seleccionado

**Tabla H.21: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción Industrial Total**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu B. Generales)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial Total

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	4,619 (4,45)	5,709 (8,09)	5,519 (12,92)	5,526 (12,67)	4,242 (4,38)	4,624 (4,53)	4,019 (2,09)	4,897 (5,57)	-3,697 (-2,49)
Log(Actividad)	0,807 (2,97)	0,688 (3,71)	0,790 (5,81)	0,867 (7,63)	0,849 (6,78)	0,508 (3,63)	0,250 (1,13)	0,915 (6,19)	2,698 (10,73)
Log(PCu)	-0,033 (-0,44)	-0,073 (-0,89)	-0,082 (-1,31)	-0,141 (-2,64)	-0,039 (-0,61)	0,019 (0,27)	0,045 (0,39)	-0,068 (-1,00)	0,040 (0,68)
Log(PCu(-1))	-0,244 (-2,21)	-0,160 (-1,92)	-0,117 (-2,23)		-0,235 (-2,48)	-0,253 (-2,66)	-0,136 (-0,70)	-0,109 (-1,05)	-0,066 (-1,15)
Log(PCu(-2))	0,042 (0,32)	0,070 (0,65)			0,025 (0,25)	-0,015 (-0,15)	-0,135 (-0,81)	0,004 (0,06)	0,144 (2,95)
Log(PCu(-3))	0,123 (1,27)				0,123 (1,10)	0,121 (1,33)	0,302 (1,84)	0,033 (0,34)	-0,072 (-1,35)
Log(PAL)	-0,001 (-0,01)	0,053 (0,63)	0,040 (0,53)	0,178 (3,51)	0,000 (0,00)	0,004 (0,04)	-0,005 (-0,03)	0,084 (0,94)	-0,087 (-1,43)
Log(PAL(-1))	0,277 (1,94)	0,198 (2,08)	0,140 (1,54)		0,277 (1,97)	0,232 (1,54)	0,249 (1,10)	0,214 (1,48)	0,044 (0,56)
Log(PAL(-2))	-0,133 (-1,02)	-0,129 (-1,44)			-0,079 (-0,56)	-0,167 (-1,35)	-0,082 (-0,55)	-0,109 (-1,25)	-0,234 (-3,88)
Log(PAL(-3))	0,069 (0,40)				0,060 (0,48)	0,053 (0,38)	-0,088 (-0,56)	0,093 (0,85)	0,116 (1,49)
Log(PCo)	0,193 (1,36)	0,285 (1,53)	0,181 (1,03)	0,126 (1,37)		0,262 (1,84)		0,094 (1,03)	0,065 (1,34)
Log(PCo(-1))	-0,073 (-0,36)	-0,106 (-0,46)	-0,170 (-0,85)			-0,210 (-1,10)			
Log(PCo(-2))	-0,201 (-1,25)	-0,186 (-1,22)				-0,242 (-1,81)			
Log(PCo(-3))	0,123 (0,40)					-0,023 (-0,16)			
Log(PPla)	-0,128 (-0,22)	-0,440 (-0,92)	-0,164 (-0,44)	-0,928 (-4,94)	0,400 (0,88)			-0,911 (-4,32)	-0,086 (-0,43)
Log(PPla(-1))	-0,263 (-0,23)	-0,633 (-0,65)	-0,513 (-1,15)		-0,581 (-0,65)				
Log(PPla(-2))	-0,535 (-0,52)	0,493 (0,68)			-0,888 (-0,96)				
Log(PPla(-3))	0,271 (0,32)				0,466 (0,79)				
T									-0,070 (-6,74)

**Tabla H.22: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción Industrial Total  
(continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	38	38	36	36	36	36	36
F	4,1	6,3	9,8	14,1	5,8	4,9	1,2	6,0	15,5
R <sup>2</sup>	0,795	0,782	0,759	0,688	0,775	0,744	0,285	0,734	0,890
R <sup>2a</sup>	0,602	0,659	0,682	0,640	0,642	0,593	0,037	0,612	0,832
DW	1,767	1,580	1,581	1,525	1,783	1,527	0,981	1,552	1,888
AIC	-1,773	-1,938	-2,096	-2,049	-1,901	-1,773	-0,968	-1,845	-2,671
Schwarz	-0,982	-1,329	-1,665	-1,791	-1,285	-1,157	-0,528	-1,317	-2,099
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,111	-0,163	-0,199	-0,141	-0,126	-0,128	0,076	-0,140	0,046
Al	0,211	0,122	0,180	0,178	0,258	0,122	0,074	0,282	-0,161
Combustibles	0,041	-0,007	0,011	0,126		-0,214		0,094	0,065
Plástico	-0,655	-0,581	-0,677	-0,928	-0,603			-0,911	-0,086

**Tabla H.23: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción de Electrodomésticos**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu B. Generales)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Electrodomésticos

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	2,678 (1,64)	3,490 (3,36)	3,848 (6,36)	4,092 (6,47)	2,113 (1,51)	3,496 (2,34)	2,682 (1,22)	2,450 (1,94)	2,046 (0,88)
Log(Actividad)	1,079 (3,35)	0,998 (4,24)	1,025 (7,60)	1,068 (6,41)	1,126 (5,87)	0,669 (3,18)	0,459 (1,54)	1,293 (5,79)	1,367 (3,53)
Log(PCu)	-0,104 (-1,29)	-0,115 (-1,31)	-0,112 (-1,54)	-0,079 (-1,80)	-0,079 (-1,18)	-0,006 (-0,07)	0,014 (0,12)	-0,122 (-1,63)	-0,120 (-1,57)
Log(PCu(-1))	-0,176 (-1,58)	-0,118 (-1,27)	0,000 (0,00)		-0,176 (-1,63)	-0,220 (-2,21)	-0,117 (-0,64)	-0,058 (-0,60)	-0,054 (-0,52)
Log(PCu(-2))	0,193 (1,66)	0,149 (1,46)			0,150 (1,66)	0,062 (0,57)	-0,066 (-0,36)	0,165 (2,64)	0,178 (2,12)
Log(PCu(-3))	0,018 (0,17)				0,003 (0,03)	0,061 (0,58)	0,252 (1,77)	-0,072 (-0,76)	-0,081 (-0,79)
Log(PAL)	0,068 (0,38)	0,064 (0,55)	0,033 (0,27)	0,108 (1,55)	0,003 (0,02)	0,021 (0,15)	0,029 (0,20)	0,120 (0,96)	0,115 (0,85)
Log(PAL(-1))	0,196 (2,07)	0,162 (2,06)	0,101 (1,00)		0,195 (1,65)	0,175 (1,28)	0,220 (1,07)	0,122 (1,10)	0,111 (0,91)
Log(PAL(-2))	-0,091 (-0,92)	-0,079 (-0,96)			-0,044 (-0,39)	-0,140 (-1,22)	-0,060 (-0,44)	-0,061 (-0,88)	-0,063 (-0,87)
Log(PAL(-3))	0,067 (0,48)				0,101 (1,15)	0,060 (0,43)	-0,041 (-0,25)	0,125 (1,59)	0,126 (1,58)
Log(PCo)	0,309 (1,68)	0,319 (1,68)	0,280 (1,39)	0,201 (2,39)		0,326 (2,18)		0,215 (2,48)	0,220 (2,73)
Log(PCo(-1))	-0,058 (-0,26)	-0,044 (-0,18)	-0,170 (-0,69)			-0,239 (-1,26)			
Log(PCo(-2))	-0,092 (-0,50)	-0,175 (-1,21)				-0,188 (-1,25)			
Log(PCo(-3))	-0,009 (-0,03)					-0,056 (-0,35)			
Log(PPla)	-0,146 (-0,24)	-0,279 (-0,59)	-0,423 (-0,86)	-0,902 (-5,53)	0,801 (1,65)			-0,970 (-5,11)	-0,940 (-3,52)
Log(PPla(-1))	-0,707 (-0,75)	-0,906 (-1,17)	-0,283 (-0,53)		-0,956 (-1,63)				
Log(PPla(-2))	-0,350 (-0,36)	0,551 (0,93)			-0,415 (-0,51)				
Log(PPla(-3))	0,508 (0,70)				0,119 (0,17)				
T									-0,002 (-0,23)

**Tabla H.24: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción de Electrodomésticos (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36
F	3,7	5,9	8,0	13,2	4,8	4,2	1,4	5,7	5,0
R <sup>2</sup>	0,773	0,769	0,729	0,680	0,738	0,715	0,324	0,722	0,723
R <sup>2</sup> a	0,559	0,638	0,639	0,629	0,582	0,547	0,090	0,595	0,578
DW	1,334	1,310	1,424	1,247	1,202	1,172	0,880	1,360	1,352
AIC	-1,673	-1,879	-1,938	-1,989	-1,748	-1,666	-1,024	-1,801	-1,748
Schwarz	-0,881	-1,269	-1,502	-1,727	-1,132	-1,050	-0,584	-1,274	-1,176
Elasticidades a Largo Plazo									
Cu	-0,070	-0,084	-0,112	-0,079	-0,101	-0,103	0,083	-0,086	-0,076
Al	0,241	0,147	0,134	0,108	0,255	0,116	0,148	0,306	0,289
Combustibles	0,149	0,100	0,110	0,201		-0,157		0,215	0,220
Plástico	-0,694	-0,633	-0,705	-0,902	-0,451			-0,970	-0,940

**Tabla H.25: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción de Bienes Durables**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu B. Generales)

Serie: 1972-2008

Índice de Actividad Económica (Q): Producción Industrial de Bienes de Consumo Durable

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Constante	4,912 (4,23)	6,051 (8,03)	6,025 (11,99)	6,232 (14,62)	4,371 (3,97)	4,906 (4,74)	3,719 (2,36)	5,264 (5,38)	-4,190 (-1,74)	-4,909 (-2,40)
Log(Actividad)	0,500 (2,35)	0,424 (3,08)	0,500 (5,23)	0,544 (6,10)	0,550 (5,28)	0,351 (3,28)	0,238 (1,54)	0,609 (5,09)	2,085 (5,22)	2,013 (5,95)
Log(PCu)	-0,045 (-0,52)	-0,076 (-0,78)	-0,081 (-1,02)	-0,117 (-2,05)	-0,036 (-0,50)	0,019 (0,25)	0,028 (0,26)	-0,061 (-0,77)	0,051 (0,92)	0,080 (1,12)
Log(PCu(-1))	-0,245 (-1,98)	-0,152 (-1,72)	-0,103 (-1,47)		-0,244 (-2,36)	-0,251 (-2,54)	-0,131 (-0,68)	-0,099 (-0,88)	-0,022 (-0,30)	-0,186 (-1,69)
Log(PCu(-2))	0,071 (0,50)	0,070 (0,62)			0,039 (0,36)	-0,006 (-0,06)	-0,121 (-0,72)	0,000 (0,00)	0,173 (2,31)	0,241 (2,92)
Log(PCu(-3))	0,118 (1,07)				0,113 (0,90)	0,111 (1,10)	0,281 (1,86)	0,015 (0,13)	-0,168 (-1,71)	-0,032 (-0,42)
Log(PAl)	0,019 (0,11)	0,044 (0,47)	0,022 (0,23)	0,164 (0,03)	-0,025 (-0,24)	-0,007 (-0,06)	0,019 (0,13)	0,072 (0,68)	-0,115 (-1,19)	-0,163 (-1,07)
Log(PAl(-1))	0,304 (2,01)	0,219 (2,29)	0,163 (1,52)		0,310 (1,96)	0,247 (1,63)	0,258 (1,12)	0,228 (1,43)	0,069 (0,69)	0,148 (1,65)
Log(PAl(-2))	-0,113 (-0,85)	-0,116 (-1,22)			-0,044 (-0,29)	-0,153 (-1,24)	-0,065 (-0,45)	-0,072 (-0,78)	-0,127 (-1,91)	-0,141 (-1,46)
Log(PAl(-3))	0,064 (0,36)				0,085 (0,70)	0,075 (0,51)	-0,037 (-0,23)	0,125 (1,13)	0,272 (3,71)	0,195 (2,07)

**Tabla H.26: Sector Bienes Generales Estados Unidos con Producción de Bienes Durables (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Log(PCo)	0,299 (2,16)	0,352 (1,78)	0,264 (1,37)	0,156 (1,67)		0,313 (2,08)		0,138 (1,33)	0,229 (3,14)	0,358 (3,23)
Log(PCo(-1))	-0,045 (-0,21)	-0,084 (-0,35)	-0,228 (-1,00)			-0,213 (-1,05)				0,038 (0,30)
Log(PCo(-2))	-0,214 (-1,22)	-0,251 (-1,57)				-0,277 (-1,94)				-0,207 (-1,57)
Log(PCo(-3))	0,052 (0,16)					0,018 (0,12)				0,027 (0,00)
Log(PPla)	-0,043 (-0,06)	-0,276 (-0,49)	-0,123 (-0,27)	-0,801 (-4,49)	0,884 (1,69)			-0,794 (-3,59)	0,307 (1,48)	0,996 (0,02)
Log(PPla(-1))	-0,639 (-0,52)	-0,963 (-0,93)	-0,423 (-0,78)		-0,932 (-1,00)					-0,404 (-0,81)
Log(PPla(-2))	-0,493 (-0,44)	0,793 (1,08)			-0,905 (-0,96)					-1,047 (-1,64)
Log(PPla(-3))	0,639 (0,01)				0,556 (0,85)					0,997 (1,86)
T									-0,081 (-4,47)	-0,083 (-5,34)
K	17	13	9	5	13	13	9	11	12	18
N	36	37	37	37	36	36	36	36	36	36
F	3,5	5,3	7,9	11,0	4,6	4,4	1,4	4,6	8,0	8,1
R <sup>2</sup>	0,765	0,750	0,725	0,639	0,730	0,721	0,325	0,676	0,807	0,895
R <sup>2</sup> a	0,544	0,608	0,634	0,581	0,571	0,556	0,091	0,528	0,706	0,784
DW	1,615	1,454	1,449	1,380	1,595	1,400	1,016	1,417	1,552	1,826
AIC	-1,638	-1,800	-1,923	-1,867	-1,720	-1,687	-1,025	-1,650	-2,109	-2,387
Schwarz	-0,846	-1,191	-1,488	-1,606	-1,104	-1,071	-0,586	-1,122	-1,537	-1,552
Elasticidades a Largo Plazo										
Cu	-0,101	-0,158	-0,183	-0,117	-0,128	-0,127	0,057	-0,145	0,035	0,102
Al	0,275	0,148	0,185	0,164	0,327	0,161	0,176	0,354	0,099	0,040
Combustibles	0,093	0,016	0,036	0,156	0,000	-0,158	0,000	0,138	0,229	0,216
Plástico	-0,536	-0,446	-0,545	-0,801	-0,397	0,000	0,000	-0,794	0,307	0,542

## Anexo I: Resultados Modelos con Bienes Finales China

**Tabla I.1: Modelos con Bienes Generales Sector Construcción China**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)										
Serie: 1995-2008										
Construcción	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Prom	Mín	Máx
Constante	-8,511 (-0,16)	-2,631 (-0,48)	-3,990 (-0,90)	-6,702 (-2,36)	-3,836 (-1,54)	-30,880 (-9,61)	-20,645 (-1,10)			
Maquinaria Construcción*	0,496 (-0,11)					2,281 (-26,34)	1,396 (0,86)	1,391	0,496	2,281
Nueva Construcción Residencial*	-0,175 (-0,36)	-0,213 (-1,02)		-0,021 (-0,09)	-0,172 (-0,97)			-0,145	-0,213	-0,021
Edificios en Construcción*	-0,453 (-0,28)	-0,451 (-0,31)	-0,199 (-0,15)	1,049 (6,76)				-0,013	-0,453	1,049
Edificios Completados*	1,358 (0,45)	1,602 (1,10)	1,230 (0,97)		1,132 (10,25)		0,402 (0,55)	1,145	0,402	1,602
Log(PCu)	-0,061 (-0,14)	-0,043 (-0,13)	0,085 (0,24)	-0,124 (-0,48)	-0,085 (-0,44)	-0,163 (-1,18)	-0,081 (-0,35)			
Log(PCu(-1))	-0,251 (-0,45)	-0,251 (-0,51)	-0,409 (-0,99)	-0,669 (-2,12)	-0,367 (-1,16)	-0,371 (-1,28)	-0,402 (-1,16)			
Log(PAl)	-0,006 (0,00)	-0,139 (-0,15)	-0,292 (-0,36)	0,226 (0,32)	-0,001 (0,00)	0,608 (1,34)	0,294 (0,40)			
Log(PAl(-1))	0,135 (0,14)	0,143 (0,17)	0,379 (0,53)	0,763 (1,26)	0,318 (0,54)	0,284 (0,54)	0,347 (0,54)			
K	8	7	6	6	6	6	5			
N	13	13	13	13	13	13	13			
F	49,8	71,0	91,9	75,6	96,7	131,1	95,2			
R <sup>2</sup>	0,990	0,990	0,989	0,987	0,990	0,989	0,990			
R <sup>2</sup> a	0,970	0,976	0,978	0,974	0,980	0,982	0,979			
DW	2,626	2,610	2,662	2,355	2,487	2,584	2,607			
AIC	-2,207	-2,358	-2,435	-2,242	-2,485	-2,607	-2,470			
Schwarz	-1,816	-2,010	-2,131	-1,938	-2,181	-2,347	-2,166			
Elasticidad Largo Plazo										
Cobre	-0,312	-0,294	-0,324	-0,793	-0,453	-0,534	-0,483	-0,456	-0,793	-0,294
Aluminio	0,129	0,004	0,088	0,989	0,317	0,892	0,641	0,437	0,004	0,989

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.2: Modelos con Bienes Finales Sector Infraestructura China**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Infraestructura)						
Serie: 1995-2008						
	M1	M2	M3	Prom	Mín	Máx
Constante	-13,886 (-1,36)	-6,882 (-1,58)	-3,990 (-0,90)			
Producción Eléctrica*	1,160 (14,48)	1,245 (14,17)		1,202	1,160	1,245
Equipos Generación*	0,249 (1,21)		-0,199 (-0,15)	0,025	-0,199	0,249
Log(PCu)	-0,793 (-1,08)	0,108 (0,55)	1,230 (0,97)			
Log(PCu(-1))	-0,809 (-1,37)	-0,649 (-1,36)	0,085 (0,24)			
Log(PAl)	1,567 (0,81)	-0,248 (-0,53)	-0,409 (-0,99)			
Log(PAl(-1))	1,833 (1,31)	1,226 (1,32)	-0,292 (-0,36)			
K	6	5	5			
N	13	13	13			
F	55,4	64,3	6,3			
R <sup>2</sup>	0,982	0,979	0,818			
R <sup>2</sup> a	0,965	0,963	0,688			
DW	2,456	2,203	0,874			
AIC	-1,862	-1,832	0,312			
Schwarz	-1,55775	-1,57079	0,57323			
Elasticidad Largo Plazo						
Cobre	-1,602	-0,540	1,315	-0,276	-1,602	1,315
Aluminio	3,400	0,977	-0,701	1,226	-0,701	3,400

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.3: Modelos con Bienes Finales Sector Maquinaria Industrial China**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Maquinaria)

Serie: 1995-2008

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Constante	-17,376 (-0,64)	8,241 (0,70)	7,913 (1,03)	3,538 (0,78)	-17,998 (-1,29)	-3,061 (-0,95)
Motores Combustión Interna*	0,865 (1,24)				0,880 (2,09)	0,554 (1,84)
Equipo de Minería*	-0,080 (-0,12)	-0,033 (-0,05)			-0,058 (-0,32)	-0,018 (-0,07)
Tractores*	0,515 (0,75)	-0,202 (-0,59)	-0,199 (-0,67)		0,524 (1,20)	
Maquinas de Corte*	0,048 (0,04)	0,302 (0,35)	0,258 (0,77)	0,296 (0,96)		
Log(PCu)	-2,531 (-1,03)	-0,523 (-0,42)	-0,567 (-0,55)	-1,090 (-1,40)	-2,561 (-1,51)	-1,132 (-1,77)
Log(PCu(-1))	-0,023 (-0,01)	1,272 (0,94)	1,265 (1,16)	0,982 (1,28)	-0,064 (-0,09)	0,749 (1,22)
Log(PAl)	2,975 (0,67)	-0,809 (-0,35)	-0,724 (-0,45)	0,187 (0,16)	3,040 (1,10)	0,452 (0,75)
Log(PAl(-1))	1,340 (0,41)	-1,387 (-0,64)	-1,372 (-0,81)	-0,685 (-0,63)	1,416 (0,89)	-0,426 (-0,51)
Log(PCo)	1,710 (0,64)	1,280 (0,94)	1,341 (1,34)	1,546 (1,74)	1,773 (1,63)	1,419 (2,06)
Log(PCo(-1))	-0,827 (-0,44)	-0,588 (-0,56)	-0,624 (-0,86)	-0,720 (-1,03)	-0,851 (-0,77)	-0,658 (-0,83)
K	10	9	8	7	9	8
N	13	13	13	13	13	13
F	2,4	2,7	4,0	5,6	4,0	5,2
R <sup>2</sup>	0,922	0,889	0,889	0,886	0,922	0,913
R <sup>2</sup> a	0,534	0,558	0,668	0,727	0,689	0,738
DW	2,680	2,443	2,454	2,386	2,705	2,660
AIC	-0,605	-0,405	-0,558	-0,685	-0,758	-0,794
Schwarz	-0,127	0,029	-0,167	-0,338	-0,323	-0,403
Elasticidad Largo Plazo						
Cobre	-2,553	0,749	0,698	-0,108	-2,624	-0,383
Aluminio	4,315	-2,196	-2,097	-0,498	4,456	0,026
Combustibles	0,883	0,692	0,717	0,826	0,922	0,760

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.4: Modelos con Bienes Finales Sector Maquinaria Industrial China (continuación)**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Maquinaria)  
Serie: 1995-2008

Equipos Industriales	M7	M8	M9	M10	Prom	Mín	Máx
Constante	-16,451 (-1,17)	-2,908 (-1,15)	1,820 (0,33)	8,991 (1,38)			
Motores Combustión Interna*	0,803 (1,82)	0,536 (2,47)			0,727	0,536	0,880
Equipo de Minería*			0,151 (0,63)		-0,008	-0,080	0,151
Tractores*	0,485 (1,14)			-0,309 (-1,14)	0,135	-0,309	0,524
Maquinas de Corte*					0,226	0,048	0,302
Log(PCu)	-2,580 (-1,79)	-1,173 (1,26)	-1,097 (-1,34)	0,114 (0,20)			
Log(PCu(-1))	0,089 (0,11)	0,780 (-1,92)	0,805 (1,57)	1,002 (0,91)			
Log(PAl)	3,058 (1,27)	0,521 (0,70)	0,255 (0,18)	-1,879 (-1,51)			
Log(PAl(-1))	1,132 (0,65)	-0,476 (-0,51)	-0,386 (-0,54)	-1,033 (-0,56)			
Log(PCo)	1,784 (1,82)	1,431 (2,17)	1,957 (3,24)	1,602 (2,71)			
Log(PCo(-1))	-0,906 (-0,90)	-0,682 (-0,96)	-0,862 (-1,35)	-0,529 (-0,87)			
K	8	7	7	7			
N	13	13	13	13			
F	5,8	7,4	5,3	5,1			
R <sup>2</sup>	0,921	0,912	0,881	0,878			
R <sup>2</sup> a	0,764	0,790	0,714	0,707			
DW	2,642	2,635	2,557	2,808			
AIC	-0,898	-0,946	-0,637	-0,614			
Schwarz	-0,507	-0,599	-0,290	-0,267			
Elasticidad Largo Plazo							
Cobre	-2,490	-0,393	-0,292	1,116	-0,628	-2,624	1,116
Aluminio	4,190	0,045	-0,131	-2,912	0,520	-2,912	4,456
Combustibles	0,879	0,750	1,095	1,073	0,860	0,692	1,095

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.5: Modelos con Bienes Finales Sector Transporte China**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)										
Serie: 1995-2008										
Transporte	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	Prom	Mín	Máx
Constante	-17,615 (-12,17)	-12,172 (-0,94)	-12,779 (-1,20)	-18,242 (-14,44)	-18,867 (-12,79)	-12,485 (-1,07)	-18,882 (-13,38)			
Camiones*	-0,245 (-1,13)	-0,107 (-0,20)	0,007 (0,03)		0,029 (0,21)			-0,079	-0,245	0,029
Buses*	0,141 (2,20)	0,058 (0,26)		0,065 (0,81)		0,025 (0,21)		0,072	0,025	0,141
Automóviles*	0,817 (11,10)			0,804 (15,97)	0,789 (11,16)		0,788 (11,67)	0,799	0,788	0,817
Log(PCu)	-0,474 (-2,20)	0,126 (0,20)	0,109 (0,18)	-0,435 (-2,09)	-0,493 (-1,90)	0,139 (0,25)	-0,508 (-1,88)			
Log(PCu(-1))	-1,167 (-4,05)	-0,579 (-0,53)	-0,622 (-0,67)	-1,246 (-5,37)	-1,250 (-3,36)	-0,618 (-0,64)	-1,239 (-3,32)			
Log(PAl)	3,372 (10,90)	0,912 (0,45)	0,925 (0,51)	3,258 (10,49)	3,318 (11,37)	0,879 (0,49)	3,344 (10,94)			
Log(PAl(-1))	2,714 (3,90)	0,845 (0,38)	0,998 (0,54)	3,037 (6,21)	3,012 (4,06)	1,000 (0,51)	2,963 (4,07)			
Log(PCo)	-1,053 (-3,95)	0,481 (0,63)	0,567 (0,72)	-0,867 (-2,07)	-0,796 (-2,64)	0,552 (0,77)	-0,810 (-3,23)			
Log(PCo(-1))	1,025 (2,70)	2,102 (1,39)	1,986 (1,52)	0,647 (1,86)	0,786 (1,62)	1,928 (1,77)	0,862 (3,03)			
K	9	8	7	8	8	7	7			
N	13	13	13	13	13	13	13			
F	257,7	26,5	37,5	280,3	216,6	37,6	307,1			
R <sup>2</sup>	0,999	0,981	0,981	0,998	0,998	0,981	0,998			
R <sup>2</sup> a	0,995	0,944	0,955	0,995	0,993	0,955	0,994			
DW	2,628	1,940	1,977	2,711	2,533	1,942	2,508			
AIC	-2,903	-0,394	-0,538	-2,736	-2,479	-0,542	-2,625			
Schwarz	-2,468	-0,003	-0,190	-2,345	-2,087	-0,195	-2,277			
Elasticidad Largo Plazo										
Cobre	-1,640	-0,452	-0,513	-1,681	-1,743	-0,479	-1,748	-1,180	-1,748	-0,452
Aluminio	6,087	1,757	1,923	0,000	6,330	1,879	6,307	3,469	0,000	6,330
Combustibles	-0,027	2,583	2,552	2,012	-0,010	2,480	0,052	1,377	-0,027	2,583

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.6: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales China**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Bienes de Consumo General)

Serie: 1995-2008

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Constante	-16,774 (-4,20)	-69,843 (-6,17)	-3,279 (-0,45)	-13,679 (-2,71)	-4,033 (-0,55)	-9,971 (-3,74)	-19,253 (-3,67)	-3,945 (-0,95)	2,533 (0,32)	-5,860 (-1,46)
Lavadoras*	1,735 (13,26)	-1,745 (-5,95)		0,989 (1,79)						
Aspiradoras*		1,340 (6,18)		0,137 (1,25)					0,797 (4,47)	
Refrigeradores*		-1,371 (-4,18)		0,416 (1,00)	0,174 (0,54)	1,279 (12,62)				-0,029 (-0,09)
Ventiladores*										
Aires Acondicionados*		2,336 (7,80)								0,697 (4,20)
Televisores Color*		7,235 (6,76)	-0,053 (-0,19)		-0,072 (-0,24)		1,365 (7,23)			
Fotocopiadoras*		-0,857 (-4,43)			0,000 (0,00)					
Micro Computadores*		-2,201 (-5,62)	0,402 (5,84)		0,358 (3,74)			0,388 (18,54)		
Log(PCu)	-0,157 (-0,34)	-4,392 (-6,39)	-0,195 (-0,61)	-0,684 (-1,18)	-0,250 (-0,62)	-0,431 (-0,93)	0,050 (0,09)	-0,194 (-0,65)	-1,506 (-1,24)	-0,164 (-0,52)
Log(PCu(-1))	-1,695 (-3,70)	3,004 (6,39)	-0,409 (-0,98)	-0,897 (-1,15)	-0,429 (-0,98)	-0,670 (-1,04)	-1,159 (-1,63)	-0,437 (-1,55)	1,433 (1,26)	-0,241 (-0,71)
Log(PAl)	0,632 (0,61)	11,670 (7,69)	1,049 (0,96)	1,488 (1,95)	1,121 (0,98)	1,383 (2,70)	1,498 (2,14)	1,082 (1,19)	2,120 (0,86)	1,186 (1,45)
Log(PAl(-1))	3,671 (4,13)	-3,504 (-4,60)	1,272 (1,45)	2,171 (1,83)	1,269 (1,45)	1,380 (1,20)	2,848 (1,73)	1,337 (2,43)	-2,388 (-1,15)	0,862 (1,40)
K	5	11	6	7	7	5	5	5	5	6
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
F	74,2	1140,8	118,8	47,8	87,6	70,9	51,9	165,9	15,8	128,8
R <sup>2</sup>	0,981	1,000	0,992	0,985	0,992	0,981	0,974	0,992	0,918	0,992
R <sup>2</sup> a	0,968	0,999	0,983	0,965	0,981	0,967	0,955	0,986	0,860	0,985
DW	1,855	2,958	1,826	1,914	1,804	1,749	1,625	1,788	1,628	2,037
AIC	-1,256	-5,781	-1,899	-1,177	-1,776	-1,211	-0,906	-2,050	0,227	-1,980
Schwarz	-0,995	-5,260	-1,595	-0,830	-1,429	-0,951	-0,645	-1,790	0,488	-1,675
Elasticidad Largo Plazo										
Cobre	-1,852	-1,388	-0,604	-1,581	-0,680	-1,101	-1,109	-0,631	-0,073	-0,406
Aluminio	4,303	8,166	2,321	3,659	2,390	2,764	4,347	2,418	-0,267	2,048

\*Variables en Logaritmo

**Tabla I.7: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales China**  
(continuación)

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Bienes de Consumo General)													
Serie: 1995-2008													
	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	Prom	Min	Máx
Constante	-2,424 (-0,23)	-3,880 (-0,73)	-6,292 (-1,78)	-5,977 (-1,64)	-6,237 (-1,63)	-21,470 (-3,97)	-19,297 (-9,12)	0,881 (0,17)	-4,033 (-0,55)	-18,169 (-8,50)			
Lavadoras*							1,769 (14,65)	-0,819 (-1,60)			0,386	-1,745	1,769
Aspiradoras*							-0,237 (-2,17)				0,509	-0,237	1,340
Refrigerador*			0,013 (0,03)						0,174 (0,54)		0,094	-1,371	1,279
Ventiladores*			0,179 (0,89)		0,178 (0,91)		0,841 (4,45)			0,647 (4,92)	0,461	0,178	0,841
Aire Acond.*			0,644 (3,28)	0,683 (21,38)	0,651 (14,53)					0,126 (1,23)	0,856	0,126	2,336
TV Color*	-0,218 (-0,22)					2,187 (3,54)		0,129 (0,37)	-0,072 (-0,24)	0,976 (5,63)	1,275	-0,218	7,235
Fotocop.*	0,084 (0,20)	-0,005 (-0,04)				-0,592 (-1,28)					-0,342	-0,857	0,084
Micro Comp*	0,416 (3,93)	0,390 (7,85)						0,531 (6,25)	0,358 (3,74)		0,080	-2,201	0,531
Log(PCu)	-0,110 (-0,14)	-0,199 (-0,53)	-0,464 (-1,10)	-0,174 (-0,61)	-0,459 (-1,02)	-0,607 (-1,12)	-0,931 (-4,55)	-0,160 (-0,54)	-0,250 (-0,62)	-1,261 (-6,27)			
Log(PCu(-1))	-0,502 (-0,74)	-0,427 (-0,84)	0,095 (0,18)	-0,250 (-0,77)	0,098 (0,21)	-0,319 (-0,40)	-0,598 (-2,23)	0,088 (0,27)	-0,429 (-0,98)	0,390 (1,63)			
Log(PAl)	0,838 (0,41)	1,088 (1,10)	1,587 (1,70)	1,197 (1,58)	1,581 (1,65)	2,885 (2,63)	1,826 (4,60)	1,281 (1,11)	1,121 (0,98)	3,211 (9,24)			
Log(PAl(-1))	1,492 (1,07)	1,314 (1,20)	0,181 (0,18)	0,875 (1,51)	0,178 (0,19)	0,914 (0,44)	1,322 (2,09)	0,360 (0,56)	1,269 (1,45)	-0,143 (-0,29)			
K	7	6	7	5	6	6	7	7	7	7			
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13			
F	85,5	118,5	105,9	180,3	148,2	43,7	136,3	95,9	87,6	584,6			
R <sup>2</sup>	0,992	0,992	0,993	0,992	0,993	0,978	0,995	0,993	0,992	0,999			
R <sup>2</sup> a	0,980	0,983	0,984	0,987	0,987	0,955	0,987	0,982	0,981	0,997			
DW	1,808	1,795	2,039	2,023	2,046	1,867	1,802	1,828	1,804	2,239			
AIC	-1,752	-1,897	-1,965	-2,133	-2,118	-0,913	-2,216	-1,867	-1,776	-3,668			
Schwarz	-1,405	-1,592	-1,617	-1,872	-1,814	-0,608	-1,868	-1,519	-1,429	-3,320			
Elasticidad Largo Plazo													
Cobre	-0,612	-0,626	-0,369	-0,424	-0,360	-0,926	-1,529	-0,073	-0,680	-0,871	-0,795	-1,852	-0,073
Aluminio	2,330	2,402	1,768	2,072	1,758	3,798	3,148	1,641	2,390	3,068	2,826	-0,267	8,166

\*Variables en Logaritmo

## Anexo J: Resultados Modelos con Bienes Finales EE.UU.

**Tabla J.1: Modelos con Bienes Finales Sector Construcción EE.UU.**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Construcción)												
Serie: 1972-2008												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	Prom	Mín	Máx
Constante	0,313 (0,41)	0,360 (0,57)	1,216 (1,45)	-0,085 (-0,12)	-0,224 (-0,24)	0,613 (0,46)	1,045 (1,40)	-0,165 (-0,18)	6,558 (9,41)			
Casas Comenzadas*	-0,184 (-1,48)	-0,177 (-1,50)	-0,050 (-0,34)		0,026 (0,26)	0,434 (4,82)				0,010	-0,184	0,434
Casas en Construc.*	0,299 (2,39)	0,286 (2,58)	0,457 (3,29)	0,183 (2,08)			0,418 (7,97)			0,329	0,183	0,457
Casas Completadas*	0,405 (3,44)	0,407 (3,54)		0,357 (3,72)	0,541 (4,23)			0,565 (7,41)		0,455	0,357	0,565
Maq. de Construc.*	0,003 (0,22)								-0,061 (-3,27)	-0,029	-0,061	0,003
Log(PCu)	0,072 (2,02)	0,070 (1,86)	0,105 (2,73)	0,072 (1,68)	0,072 (1,33)	0,131 (2,16)	0,104 (2,65)	0,071 (1,35)	0,183 (2,00)			
Log(PCu(-1))	-0,124 (-2,64)	-0,123 (-2,59)	-0,126 (-3,38)	-0,102 (-2,46)	-0,097 (-1,69)	-0,077 (-1,48)	-0,120 (-3,24)	-0,100 (-1,96)	-0,160 (-2,61)			
Log(PCu(-2))	0,062 (1,56)	0,062 (1,59)	0,007 (0,16)	0,067 (1,66)	0,085 (1,90)	0,018 (0,29)	0,011 (0,26)	0,086 (2,01)	-0,108 (-1,50)			
Log(PAl)	-0,111 (-1,88)	-0,108 (-1,99)	-0,140 (-2,29)	-0,117 (-1,97)	-0,099 (-1,53)	-0,142 (-1,82)	-0,142 (-2,38)	-0,096 (-1,58)	-0,044 (-0,52)			
Log(PAl(-1))	0,039 (0,75)	0,041 (0,80)	0,063 (0,65)	0,051 (1,05)	0,049 (1,05)	0,094 (1,20)	0,065 (0,75)	0,048 (0,99)	0,125 (1,61)			
Log(PAl(-2))	-0,143 (-3,43)	-0,142 (-3,45)	-0,125 (-2,60)	-0,133 (-3,10)	-0,158 (-2,64)	-0,145 (-2,53)	-0,122 (-2,51)	-0,162 (-2,98)	-0,262 (-3,95)			
Log(PCo)	0,042 (0,74)	0,042 (0,74)	0,016 (0,22)	0,051 (0,85)	0,102 (1,33)	0,120 (1,28)	0,020 (0,28)	0,106 (1,40)	0,240 (1,58)			
Log(PCo(-1))	-0,226 (-2,05)	-0,225 (-2,04)	-0,240 (-1,60)	-0,214 (-1,88)	-0,194 (-1,94)	-0,187 (-1,29)	-0,236 (-1,70)	-0,194 (-2,04)	-0,182 (-0,98)			
Log(PCo(-2))	-0,313 (-5,40)	-0,310 (-5,56)	-0,319 (-3,40)	-0,308 (-4,78)	-0,321 (-6,42)	-0,349 (-3,30)	-0,318 (-3,32)	-0,323 (-6,60)	-0,405 (-3,40)			
Log(PPla)	-0,054 (-0,18)	-0,057 (-0,19)	0,228 (0,72)	0,131 (0,42)	-0,101 (-0,24)	0,325 (0,59)	0,276 (0,98)	-0,152 (-0,42)	-1,217 (-2,39)			
Log(PPla(-1))	0,291 (0,87)	0,272 (0,77)	0,119 (0,25)	-0,006 (-0,02)	-0,020 (-0,05)	-0,558 (-1,12)	0,039 (0,13)	0,024 (0,07)	0,261 (0,47)			
Log(PPla(-2))	1,203 (6,69)	1,213 (6,56)	1,154 (4,26)	1,285 (7,65)	1,427 (7,59)	1,539 (6,83)	1,178 (5,65)	1,428 (7,81)	1,821 (4,69)			

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.2: Modelos con Bienes Finales Sector Construcción EE.UU (continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	Prom	Mín	Máx
K	16	15	14	14	14	13	13	13	13			
N	37	37	37	37	37	37	37	37	37			
F	113,3	126,7	89,5	129,2	107,5	60,9	100,2	120,7	30,4			
R <sup>2</sup>	0,989	0,989	0,983	0,988	0,986	0,972	0,983	0,986	0,945			
R <sup>2</sup> a	0,980	0,981	0,972	0,980	0,976	0,956	0,973	0,977	0,914			
DW	2,178	2,146	2,317	1,923	1,617	1,324	2,236	1,625	1,096			
AIC	-3,526	-3,579	-3,176	-3,538	-3,357	-2,737	-3,224	-3,408	-2,072			
Schwarz	-2,786	-2,882	-2,523	-2,885	-2,704	-2,128	-2,615	-2,799	-1,462			
Elasticidad Largo Plazo												
Cobre	0,010	0,009	-0,014	0,037	0,060	0,072	-0,004	0,057	-0,085	0,016	-0,085	0,072
Aluminio	-0,215	-0,210	-0,202	-0,199	-0,207	-0,193	-0,199	-0,210	-0,181	-0,202	-0,215	-0,181
Combustibles	-0,497	-0,493	-0,543	-0,471	-0,413	-0,416	-0,534	-0,411	-0,346	-0,458	-0,543	-0,346
Plástico	1,440	1,428	1,501	1,411	1,306	1,306	1,493	1,299	0,865	1,339	0,865	1,501

**Tabla J.3: Modelos con Bienes Finales Sector Eléctrico EE.UU.**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Eléctrico)

Serie: 1972-2008

	M1	M2	M3	Prom	Mín	Máx
Constante	-1,115 (-0,16)	23,122 (5,58)	1,626 (0,16)			
Capacidad Eléctrica*	-4,397 (-10,01)	-3,390 (-5,05)		-3,893	-4,397	-3,390
Producción Eléctrica*	3,586 (4,11)		0,191 (0,17)	1,888	0,191	3,586
Log(PCu)	0,059 (0,84)	0,016 (0,11)	-0,118 (-0,64)			
Log(PCu(-1))	-0,069 (-0,60)	-0,160 (-1,18)	-0,118 (-0,77)			
Log(PCu(-2))	-0,131 (-1,65)	-0,185 (-1,41)	-0,060 (-0,34)			
Log(PCu(-3))	-0,127 (-1,23)	0,064 (0,78)	0,265 (1,45)			
Log(PAl)	-0,017 (-0,12)	0,081 (0,40)	0,207 (1,42)			
Log(PAl(-1))	-0,073 (-0,51)	0,135 (0,89)	0,127 (0,67)			
Log(PAl(-2))	0,000 (-0,01)	-0,028 (-0,27)	-0,065 (-0,42)			

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.4: Modelos con Bienes Finales Sector Eléctrico EE.UU (continuación)**

	M1	M2	M3	Prom	Mín	Máx
Log(PAl(-3))	0,027 (0,18)	-0,062 (-0,46)	-0,221 (-0,86)			
Log(PCo)	0,244 (1,10)	0,439 (1,55)	0,566 (1,82)			
Log(PCo(-1))	-0,043 (-0,23)	-0,342 (-1,82)	-0,195 (-0,63)			
Log(PCo(-2))	0,077 0,360	-0,137 -0,793	-0,262 -1,084			
Log(PCo(-3))	(0,36) (0,02)	(-0,79) (-1,35)	(-1,08) (-1,88)			
Log(PPla)	0,357 (0,52)	-0,091 (-0,09)	-0,779 (-1,04)			
Log(PPla(-1))	-1,223 (-1,49)	-0,333 (-0,28)	-1,124 (-0,78)			
Log(PPla(-2))	1,845 (1,97)	2,106 (1,73)	1,528 (0,80)			
Log(PPla(-3))	-0,890 (-1,13)	0,058 (0,07)	1,604 (1,52)			
T	-0,011 (-0,61)	0,042 (2,62)	-0,020 (-0,75)			
K	19	18	18			
N	36	36	36			
F	11,6	6,7	2,2			
R <sup>2</sup>	0,932	0,877	0,702			
R <sup>2</sup> a	0,851	0,746	0,387			
DW	2,537	1,824	1,189			
AIC	-2,386	-1,843	-0,964			
Schwarz	-1,506	-1,008	-0,128			
Elasticidad Largo Plazo						
Cobre	-0,268	-0,266	-0,032	-0,188	-0,268	-0,032
Aluminio	-0,063	0,125	0,048	0,037	-0,063	0,125
Combustibles	0,278	-0,040	0,109	0,115	-0,040	0,278
Plásticos	0,089	1,740	1,229	1,019	0,089	1,740

**Tabla J.5: Modelos con Bienes Finales Sector Maquinaria Industrial EE.UU.**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Maquinaria)  
 Serie: 1972-2008

	M1
Constante	1,838 (1,13)
Motores Combustión Interna*	0,413 (3,34)
Log(PCu)	0,039 (0,40)
Log(PCu(-1))	-0,166 (-2,62)
Log(PCu(-2))	-0,153 (-1,38)
Log(PCu(-3))	0,052 (0,60)
Log(PAl)	-0,094 (-0,83)
Log(PAl(-1))	0,125 (1,19)
Log(PAl(-2))	0,095 (0,73)
Log(PAl(-3))	-0,024 (-0,20)
Log(PCo)	-0,225 (-2,90)
Log(PPla)	0,571 (2,15)
T	-0,034 (-4,33)
K	12
N	36
F	11,5
R <sup>2</sup>	0,857
R <sup>2</sup> a	0,782
DW	1,498
AIC	-1,679
Schwarz	-1,107
Elasticidad Largo Plazo	
Cobre	-0,228
Aluminio	0,103
Combustibles	-0,225
Plásticos	0,571

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.6: Modelos con Bienes Finales Sector Transporte EE.UU.**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Transporte)

Serie: 1972-2008

	M1	M2	M3	Prom	Mín	Máx
Constante	0,493 (0,22)	1,442 (0,85)	1,819 (0,69)			
Vehículos de Pasajeros*	0,581 (1,98)	0,732 (4,89)		0,657	0,581	0,732
Vehículos Comerciales*	0,201 (0,58)		0,472 (1,83)	0,336	0,201	0,472
Log(PCu)	0,147 (1,29)	0,129 (1,29)	0,203 (2,11)			
Log(PCu(-1))	-0,080 (-0,97)	-0,077 (-0,95)	-0,159 (-2,22)			
Log(PCu(-2))	-0,070 (-0,80)	-0,076 (-1,03)	-0,119 (-1,21)			
Log(PCu(-3))	0,058 (0,79)	0,078 (1,43)	0,108 (1,29)			
Log(PAl)	-0,015 (-0,13)	0,011 (0,13)	-0,059 (-0,55)			
Log(PAl(-1))	0,109 (0,85)	0,090 (0,68)	0,183 (1,20)			
Log(PAl(-2))	-0,053 (-0,62)	-0,055 (-0,61)	-0,050 (-0,48)			
Log(PAl(-3))	0,089 (1,02)	0,049 (0,89)	0,018 (0,20)			
Log(PCo)	0,185 (2,05)	0,143 (2,00)	0,127 (1,18)			
Log(PPla)	-0,320 (-0,85)	-0,470 (-2,18)	0,125 (0,42)			
T	0,008 (0,29)	0,024 (4,28)	-0,024 (-1,32)			
K	13	12	12			
N	36	36	36			

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.7: Modelos con Bienes Finales Sector Transporte EE.UU. (continuación)**

	M1	M2	M3	Prom	Mín	Máx
F	4,1	4,4	3,4			
R <sup>2</sup>	0,708	0,694	0,637			
R <sup>2</sup> a	0,536	0,535	0,448			
DW	1,579	1,510	1,733			
AIC	-1,829	-1,839	-1,667			
Schwarz	-1,213	-1,267	-1,095			
Elasticidad Largo Plazo						
Cobre	0,055	0,053	0,035	0,047	0,035	0,055
Aluminio	0,131	0,095	0,091	0,106	0,091	0,131
Combustibles	0,185	0,143	0,127	0,152	0,127	0,185
Plástico	-0,320	-0,470	0,125	-0,222	-0,470	0,125

**Tabla J.8: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales EE.UU.**

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Bienes Generales)

Serie: 1972-2008

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Constante	2,811 (0,47)	6,054 (0,98)	5,594 (4,94)	5,840 (4,89)	4,026 (3,58)	8,814 (6,82)	2,953 (4,29)	3,929 (5,03)	-4,349 (-1,66)
Estufas*	0,657 (1,62)								0,565 (2,69)
Microondas*	0,118 (0,90)	0,136 (1,02)							0,011 (0,08)
Lavadoras*	0,442 (1,31)	0,193 (0,53)	0,169 (0,72)	-0,313 (-2,01)				0,423 (2,82)	
Secadoras*	-0,594 (-2,43)	-0,657 (-2,38)	-0,481 (-3,15)						-0,460 (-2,19)
Refrigeradores*	0,389 (0,94)	0,599 (1,41)	0,828 (7,63)	0,730 (5,93)	0,585 (7,43)		0,661 (7,80)		
Televisores*	-0,698 (-1,57)	-0,477 (-1,08)	-0,216 (-2,30)	-0,203 (-2,20)	-0,094 (-0,96)	-0,344 (-2,81)			
Log(PCu)	0,196 (0,70)	0,237 (0,69)	0,004 (0,05)	-0,020 (-0,22)	-0,114 (-1,51)	0,122 (1,43)	-0,152 (-1,94)	-0,099 (-0,87)	-0,194 (-1,09)
Log(PCu(-1))	-0,440 (-1,96)	-0,473 (-2,40)	-0,280 (-4,00)	-0,235 (-3,80)	-0,175 (-2,71)	-0,271 (-3,50)	-0,151 (-2,62)	-0,137 (-1,66)	-0,540 (-2,58)
Log(PAl)	0,042 (0,21)	0,016 (0,06)	0,017 (0,25)	-0,008 (-0,13)	0,030 (0,36)	-0,111 (-1,04)	0,062 (0,77)	0,014 (0,12)	0,313 (2,37)
Log(PAl(-1))	0,324 (2,68)	0,292 (1,76)	0,305 (3,90)	0,316 (3,49)	0,287 (3,07)	0,164 (1,51)	0,274 (3,21)	0,114 (0,91)	0,237 (1,71)

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.9: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales EE.UU.  
(continuación)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Log(PCo)	0,345 (1,25)	0,480 (1,68)	0,421 (2,08)	0,274 (1,56)	0,293 (1,48)	0,215 (1,04)	0,358 (1,93)	0,367 (1,72)	0,338 (1,07)
Log(PCo(-1))	-0,199 (-0,72)	-0,386 (-1,16)	-0,186 (-0,72)	-0,136 (-0,58)	-0,113 (-0,48)	-0,558 (-2,47)	-0,091 (-0,40)	-0,442 (-1,77)	-0,216 (-0,75)
Log(PPla)	-1,308 (-0,80)	-1,246 (-0,65)	-0,382 (-0,70)	0,054 (0,11)	0,131 (0,28)	0,023 (0,05)	0,094 (0,21)	0,070 (0,15)	0,502 (0,37)
Log(PPla(-1))	1,073 (0,79)	1,434 (1,01)	-0,489 (-0,72)	-0,684 (-1,03)	-0,914 (-1,65)	0,476 (1,05)	-1,081 (-2,12)	-0,279 (-0,50)	1,550 (1,22)
K	14	13	12	11	10	9	9	9	11
N	27	27	38	38	38	38	38	38	27
F	4,8	4,5	7,4	7,3	7,3	4,0	8,1	3,5	5,7
R <sup>2</sup>	0,849	0,817	0,780	0,755	0,731	0,562	0,723	0,532	0,806
R <sup>2</sup> a	0,673	0,633	0,674	0,651	0,632	0,421	0,634	0,382	0,664
DW	1,911	1,935	1,816	1,841	1,626	1,479	1,663	1,200	2,199
AIC	-1,859	-1,740	-2,027	-1,973	-1,934	-1,497	-1,956	-1,432	-1,832
Schwarz	-1,139	-1,068	-1,466	-1,456	-1,460	-1,066	-1,525	-1,001	-1,256
Elasticidad Largo Plazo									
Cobre	-0,244	-0,237	-0,276	-0,255	-0,289	-0,149	-0,303	-0,235	-0,734
Aluminio	0,366	0,308	0,322	0,308	0,316	0,053	0,336	0,127	0,550
Combustibles	0,147	0,094	0,235	0,138	0,180	-0,342	0,267	-0,074	0,123
Plásticos	-0,235	0,189	-0,871	-0,630	-0,783	0,498	-0,987	-0,209	2,052

**Tabla J.10: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales EE.UU.**  
(continuación)

Variable Dependiente: Log(Consumo Cu Bienes Generales)											
Serie: 1972-2008											
	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	Prom	Mín	Máx
Constante	5,654 (1,44)	2,796 (4,14)	7,166 (3,15)	3,963 (4,02)	8,181 (6,42)	-0,730 (-0,36)	7,112 (1,44)	3,183 (4,13)			
Estufas*					0,350 (2,79)				0,524	0,350	0,657
Microondas*	0,184 (1,78)					0,124 (1,03)	0,042 (0,40)		0,102	0,011	0,184
Lavadoras*		0,332 (1,46)	0,174 (0,34)	0,363 (0,64)			-0,459 (-1,74)	-0,126 (-0,87)	0,120	-0,459	0,442
Secadoras*		-0,446 (-2,90)	-0,003 (-0,01)	0,050 (0,11)		-0,600 (-2,93)			-0,399	-0,657	0,050
Refrigeradores*		0,847 (7,83)	(0,00)				0,492 (1,40)	0,754 (6,86)	0,654	0,389	0,847
Televisores*	-0,477 (-1,63)		-0,250 (-1,37)		-0,565 (-4,62)		-0,392 (-1,08)		-0,372	-0,698	-0,094
Log(PCu)	0,113 (0,35)	-0,117 (-1,71)	0,038 (0,39)	-0,101 (-0,94)	0,082 (1,03)	-0,033 (-0,19)	0,097 (0,29)	-0,133 (-1,54)			
Log(PCu(-1))	-0,240 (-1,78)	-0,201 (-3,66)	-0,225 (-3,02)	-0,133 (-1,66)	-0,258 (-3,30)	-0,581 (-3,25)	-0,333 (-2,20)	-0,164 (-2,83)			
Log(PAl)	0,019 (0,09)	0,089 (1,04)	-0,071 (-0,76)	0,011 (0,10)	-0,019 (-0,16)	0,215 (1,43)	0,056 (0,24)	0,062 (0,79)			
Log(PAl(-1))	0,064 (0,49)	0,268 (3,59)	0,164 (1,46)	0,117 (0,93)	0,210 (2,29)	0,151 (1,23)	0,253 (1,52)	0,281 (3,28)			

\*Variables en Logaritmo

**Tabla J.11: Modelos con Bienes Finales Sector Bienes de Consumo Generales EE.UU.  
(continuación)**

	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	Prom	Mín	Máx
Log(PCo)	0,196 (0,71)	0,523 (2,46)	0,237 (1,01)	0,351 (1,49)	0,196 (1,04)	0,447 (1,51)	0,216 (0,81)	0,381 (2,13)			
Log(PCo(-1))	-0,444 (-1,55)	-0,134 (-0,55)	-0,485 (-1,69)	-0,432 (-1,52)	-0,495 (-2,58)	-0,484 (-1,74)	-0,288 (-0,88)	-0,090 (-0,40)			
Log(PPla)	-0,237 (-0,20)	-0,359 (-0,72)	0,077 (0,15)	0,116 (0,23)	0,372 (0,81)	0,560 (0,39)	-0,879 (-0,56)	0,046 (0,10)			
Log(PPla(-1))	1,235 (1,24)	-0,908 (-1,82)	0,161 (0,21)	-0,308 (-0,49)	-0,150 (-0,35)	2,130 (1,58)	1,246 (0,96)	-1,066 (-2,06)			
K	10	11	11	10	10	10	12	10			
N	27	38	38	38	38	27	27	38			
F	4,0	7,1	3,2	3,1	4,7	5,4	4,0	7,2			
R <sup>2</sup>	0,712	0,750	0,572	0,532	0,636	0,771	0,776	0,729			
R <sup>2</sup> a	0,533	0,644	0,391	0,359	0,501	0,628	0,584	0,628			
DW	1,510	1,737	1,354	1,211	1,467	2,185	1,834	1,740			
AIC	-1,512	-1,953	-1,416	-1,380	-1,631	-1,740	-1,613	-1,924			
Schwarz	-0,984	-1,436	-0,899	-0,906	-1,157	-1,212	-0,989	-1,450			
Elasticidad Largo Plazo											
Cobre	-0,127	-0,318	-0,187	-0,234	-0,176	-0,614	-0,236	-0,296	-0,289	-0,734	-0,127
Aluminio	0,083	0,358	0,093	0,129	0,190	0,366	0,310	0,342	0,268	0,053	0,550
Combustibles	-0,248	0,390	-0,248	-0,080	-0,298	-0,037	-0,073	0,291	0,027	-0,342	0,390
Plásticos	0,998	-1,267	0,238	-0,192	0,222	2,690	0,367	-1,020	0,062	-1,267	2,690