

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



**“Factores Determinantes del Producto Interno Bruto de la Construcción:
Modelo para Estimar su Comportamiento”**

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

Profesor Guía: OSCAR LUIS FARIÑA HINOJOSA.

Alumno: JOSÉ RAÚL GODOY ABALOS.

DEDICATORIA

Dedico esta Memoria a mis

Padres, Gloria y Raúl, a mis

Hermanos, Braulio y Fabián,

A mi Polola, Camila Nicolás,

Y a mis Abuelitas,

María Ocares y María Araya.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Don Oscar Fariña H., por su tiempo, su excelente disposición desde un comienzo y por permitirme el honor de realizar mi memoria junto a él. A Don Marcelo Cuevas, por su ayuda y tiempo entregado a favor de mi trabajo.

Quiero agradecer también a mis padres, hermanos, polola y amigos, por creer siempre en mí y apoyarme incondicionalmente.

Por último, quiero agradecer también a mis abuelos, tíos y primos, por la preocupación y apoyo que siempre me hicieron sentir a pesar de la distancia.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	3
CAPITULO II: MODELO PIB DE LA CONSTRUCCIÓN.....	12
2.1 Supuestos del Modelo.....	14
2.1.1 No existe correlación serial.....	14
2.1.2 Homocedasticidad.....	14
2.1.3 No hay sesgo de especificación.....	15
2.1.4 El modelo de regresión es lineal	15
2.2 Factores Determinantes del PIB de la Construcción.....	15
2.3 Variable Dependiente.....	17

2.4 Variables Explicativas Estudiadas	17
2.5 Serie de Tiempo	22
2.6 Datos Estudiados.....	23
2.7 Variables Explicativas Escogidas.....	24
2.8 Modelo.....	24
2.8.1 Priorización del Modelo.....	27
2.8.2 Pruebas de Especificación.....	27
2.8.3 Suposiciones.....	28
2.9 Modelo Corregido.....	37
2.9.1 Priorización del Modelo	39
2.9.2 Pruebas de Especificación.....	39
CAPITULO III: ANALISIS DE RESULTADOS.....	45
3.1 Interpretación del Modelo.....	45
3.2 Incidencia de las Variables Explicativas.....	47
3.2.1 Primer Modelo.....	47
3.2.2 Modelo Corregido.....	51

3.3 PIB de la Construcción: Estimado v/s Real.....	53
3.3.1 Modelo Corregido.....	53
3.3.2 Primer Modelo.....	55
3.4 PIB Construcción Real v/s PIB Total Real.....	56
CONCLUSIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	62
ANEXOS.....	64

RESUMEN

La presente investigación busca determinar un modelo que logre estimar eficiente y consistentemente el Producto Interno Bruto del Sector Construcción. Esto, a través de un Modelo de Regresión Lineal Múltiple, justificado bajo fundamentos estadísticos y econométricos. Todo ello, con el fin de entregar una herramienta a las empresas del sector, para que se puedan anticipar y adaptar a los cambios del mercado.

ABSTRACT

The present investigation seeks to determine a model that efficiently and consistently estimate the Gross Domestic Product of the Construction Sector. This through a Multiple Linear Regression Model justified in statistical and econometric foundations. All this in order to provide a tool to companies in the sector, so that they can anticipate and adapt to market changes.

INTRODUCCIÓN

Es sabido por los entendidos en el tema, que la Construcción es una industria indispensable en el crecimiento económico de cualquier Nación y en Chile no es la excepción.

Las cifras que se dan a conocer con respecto a inversión extranjera, empleo, proyectos privados y sociales, nos dan a entender que ésta industria es cada vez más competitiva e importante para el crecimiento de Chile.

Es una de las industrias más dinámicas dentro de la economía, en tiempos de crecimiento económico el desarrollo de la construcción es ampliamente visible, pero en tiempos de crisis la industria es una de las más afectadas.

En base al sector de la construcción, se puede determinar un problema concreto, que consiste en el alto riesgo de fracaso que corren las pequeñas y medianas empresas constructoras.

Si bien es cierto, las barreras de entrada de la industria son bajas, el capital promedio con el que inician actividades las pequeñas y medianas empresas constructoras no equivalen a grandes montos de dinero y los costos fijos son elevados, tampoco cuentan con analistas como para determinar que hacer en situaciones adversas.

Una de las decisiones más importantes que deben realizar consiste en saber qué medidas implementar en tiempos de crisis y a su vez que medidas implementar en tiempos de crecimiento, de ésta decisión dependerá el futuro de ellas. Pero para lograrlo, se necesita anteponerse a las fluctuaciones económicas del sector, objetivo que busca ésta investigación.

El siglo XXI se ha caracterizado por traer consigo un mundo completamente globalizado e interrelacionado en todas sus materias, principalmente comerciales ligadas a los negocios e inversiones entre privados y agentes públicos de distintos países. A la vez ha generado una serie de convenios y tratados de libre comercio que posibilitan y facilitan el intercambio de productos y commodities, generando inversión que contribuye al crecimiento económico, a la creación de riqueza Nacional y a la vez ha generado una economía local pequeña y abierta.

Ante éstas características de la economía nacional, los ciclos económicos se hacen cada vez más comunes, es por esto que se crea una necesidad en las empresas de entenderlos y saber cómo actuar oportunamente ante estas fluctuaciones.

Es necesario mencionar que todas las tablas utilizadas en la presente investigación fueron elaboradas por el programa estadístico SPSS.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

La construcción desde hace décadas es una industria importante en el crecimiento económico de cualquier nación, ya que “todos los sectores económicos necesitan construcciones en mayor o menor cuantía”¹. Este sector se caracteriza por tener dos tipos de demanda, la privada y la pública, la primera está conformada casi por completo de edificación y la segunda tiene como componente básico la obra civil.

La Construcción se distribuye por todo el territorio Nacional, generando crecimiento, ya que tiene un efecto multiplicador sobre la economía en su conjunto, en particular sobre la producción y el empleo, que se explica principalmente porque la mayor parte de sus compras se realizan a proveedores nacionales.

Tiene una particularidad ya nombrada, “en tiempos de crisis es el primer sector en resentirse y en tiempos de crecimiento el primer sector en despegar”. Como consecuencia de éstos ciclos económicos las empresas dedicadas al rubro de la construcción sufren cambios importantes y a veces impredecibles en poco tiempo, lo que genera un gran riesgo para estas compañías sobre todo en las PYMES.

¹ LIDON, Jesús. Economía de la construcción. 2a. ed. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1989.

Esta característica del sector, genera a las empresas una nueva necesidad que consiste en anteponerse a los resultados de la industria, en otras palabras, predecir o estimar el crecimiento del sector, para asegurar su permanencia en el tiempo, necesidad que ésta investigación busca satisfacer.

Se estima conveniente para efectos de investigación, situar el problema en un contexto histórico – económico, para así dar a entender de una forma más clara la investigación al lector, por lo que es necesario conocer el objetivo de ésta y a la vez el escenario donde se desarrolla el problema.

El objetivo de la investigación se enfoca en proponer un modelo que propende a estimar las variaciones que sufrirá la industria, para lograr así que las empresas conozcan de manera estimativa como se desarrollará la industria en un periodo determinado. Con el objeto de poder asegurar la permanencia en el tiempo de las PYMES ligadas al sector de la construcción en tiempos de recesión, y también que puedan aprovechar las oportunidades que genera el mercado en períodos de crecimiento.

Por lo tanto, se busca crear un modelo enfocado hacia las pequeñas y medianas empresas, con el fin de entender las variables macroeconómicas que influyen en el sector y analizarlas para prever las consecuencias que generarán en la industria.

Como ya se mencionó anteriormente, la construcción está estrechamente ligada a las fluctuaciones económicas, siendo uno de los primeros sectores productivos en verse afectado o beneficiado.

Esta particularidad viene siendo el problema a mitigar mediante la proposición de un modelo, ya que es una instancia que las pequeñas y medianas empresas deben saber aprovechar a través de una buena gestión empresarial, pero sólo lo pueden lograr adelantándose a los cambios.

El desarrollo de la investigación se apoya en informes y proyectos de investigación del Banco Central, de la Cámara Chilena de la Construcción y del Gobierno de Chile.

Cabe destacar que para efectos de estudio nos referiremos desde el año 1980, donde se inició el despegue económico de nuestra economía hasta el año 2011, sin embargo, nos centraremos en concreto durante toda la investigación en el periodo 2005 – 2011.

Teóricamente, basándonos en hechos económicos ocurridos durante el periodo 1980 – 2011, hay evidencia suficiente que permite pensar que hay una correlación entre los ciclos económicos, tanto expansivos como recesivos y la industria de la construcción.

De acuerdo a investigaciones realizadas por el Banco Central de Chile, se puede afirmar lo antes mencionado, donde se muestra que en los periodos 82 – 83; 99 – 00 y 2009, el sector construcción presenta una notoria contracción en su crecimiento, justamente en los años en que se desarrollaron periodos de crisis económicas que afectaron a Chile.

Según lecturas económicas sobre contagio y crisis financiera, se ha detectado que los canales de contagio más comunes son los vínculos a través de los mercados internacionales, ya sea gatillado por menos volumen de inversiones hacia mercados emergentes, las variaciones en los precios de las materias primas, y principalmente, una variable fundamental, el fenómeno de carácter psicológico.

Incluso investigadores como Neal y Weidenmier, advierten que “la transmisión de los ciclos económicos externos pueden ocurrir de manera súbita cuando el grado de globalización del país es alto y se encuentra estrechamente vinculado a otras economías previamente afectadas”². Estos fundamentos nos demuestran que efectivamente se puede prever la situación futura de nuestra economía y por lo mismo, del sector estudiado, a través del análisis de ciertas variables macroeconómicas, como son la inversión extranjera y privada, la inflación, el consumo, la renta permanente, las tasas de interés, indicadores sectoriales, etc.

² Neal, L. y M. Weidenmier, “*Crisis in the global economy from tulips to today: Contagion and consequences*”, [En línea], National Bureau of Economic Research Inc.: NBER Working Papers nº 9147, 2002, [07/07/2012]. Disponible: <<http://www.nber.org/chapters/c9596.pdf>>.

Hay estudios realizados, tanto por el Banco Central como por la Cámara Chilena de la Construcción, que entregan información importante acerca de las variables económicas que inciden en el comportamiento del sector.

Si ésta información fuese recopilada y procesada de una manera eficiente por las pequeñas y medianas empresas del sector de la construcción, les podría ser de mucha utilidad, y podrían generar una importante ventaja competitiva.

Hay economistas que se han referido a éste tema, como es el caso de Felipe Morandé, quien afirma que “en ciertos periodos, especialmente los de recesión y expansión de la economía Chilena existe una gran similitud en el comportamiento del sector construcción”³.

En términos económicos, la Fiscalía Nacional de Economía, también se refirió a ésta materia en un estudio realizado en el año 2009, donde afirma que una característica a considerar de la industria de la construcción es la volatilidad de su tasa de crecimiento.

“El sector de la construcción es altamente sensible al ciclo de la economía, históricamente ha presentado un ciclo más pronunciado que el de la economía en general, con crecimientos más acelerados en los ciclos expansivos, y con

³ MORANDÉ, Felipe. “Determinantes del Empleo y Diferencias Sectoriales” [en línea], *En Foco* n° 52: pp3. [Consultado: 9/07/2012].
Disponible: <http://www.oei.es/etp/detarminantes_empleo_diferencias_sectoriales.pdf>.

caídas en su producción más significativas cuando la economía entra en un ciclo más contractivo”⁴.

En el mismo estudio se reafirma que “la evolución del PIB de la construcción se encuentra estrechamente ligada al ciclo económico, recalca que el sector generalmente evidencia una amplificación de los ciclos de la economía, exhibiendo caídas mayores del PIB cuando el ciclo es recesivo, y a la vez tasas de expansión por sobre el resto de la economía cuando el ciclo es expansivo”⁵.

Esta afirmación de la Fiscalía Económica Nacional, queda absolutamente en evidencia en el periodo 08 – 09, ya que en el año 2008, según datos de la Cámara Chilena de la Construcción, la industria mencionada fue la que experimentó un mayor crecimiento y en el año 2009 fue la que más se contrajo.

Este trabajo plantea que es de suma importancia que las PYMES, dimensionen adecuadamente la importancia del sector, para el desarrollo de la economía nacional y las oportunidades que tienen por delante si logran adaptarse a los cambios del mercado de manera eficiente.

Otro punto de suma relevancia, es que logren dimensionar adecuadamente la importancia de los impactos económicos tanto nacionales como internacionales en el rubro de la construcción y, además, prever los impactos y que sepan adoptar las estrategias precisas para mitigar el riesgo o aprovechar las oportunidades.

⁴ Spolmann, Sebastián y Alvarado, Andrea, “Análisis de la Competencia del Sector de la Construcción Chileno” [en línea], Santiago, Fiscalía Nacional Económica, 2009. [Consultado: 19/07/2012]. Disponible: <http://www.fne.gob.cl/wpcontent/uploads/2011/03/estu_0001_2009.pdf>.

⁵ Ibid.

Para poder comprender esta materia se debe tener en claro las variables que influyen en el sector, la demanda y cómo se comporta.

Destacados economistas se han referido a las variables que definen el comportamiento del sector directa o indirectamente. Como es el caso de Bernanke, el cuál argumenta que “existen razones teóricas y empíricas para creer que el cambio en el precio de un bien raíz genera incrementos o reducciones en la demanda por inversión o consumo”⁶.

Estudios realizados por la cámara Chilena de la Construcción, también dan consistencia a las variables antes mencionadas en éste capítulo, la importancia de la demanda interna, como el PIB condiciona la demanda de viviendas y otro tipo de variables que ahondaremos más adelante en la investigación.

Referente a la actualidad, la economía extranjera se caracteriza por su incertidumbre y volatilidad en los mercados, debido a la situación de la Eurozona, particularmente en España y Grecia.

Rodrigo Vergara, actual presidente del Banco Central de Chile afirma que, “si bien es cierto, el desempeño de la economía Chilena en el último tiempo ha sido superior al de otros países incluso desarrollados, es poco prudente señalar que la crisis Europea no va a afectar a nuestro país, ya que la economía local

⁶ Taylor, J.B, ed. Y Woodford, M, ed. Handbook of Macroeconomics. [En línea], Stanford: Elsevier Science, 1999. [Consulta: 17/07/2012]. Capítulo 21. “The financial accelerator in a quantitative business cycle framework”. Disponible:<<http://faculty.wcas.northwestern.edu/~lchrist/course/Czech/BGG%201999%20Handbook%20chapter.pdf>>.

es pequeña y abierta”⁷, alineándose con lo que explican los ya mencionados investigadores Neal y Weidenmier.

Este tipo de declaraciones son sutiles muestras de lo que las autoridades económicas más importantes del país están pensando, y se puede inferir a grandes rasgos las medidas económicas que podrían adoptar en el corto plazo. Información muy útil para las pequeñas y medianas empresas del sector, que recabando mayor información fidedigna podrían lograr predecir el comportamiento del sector y tomar medidas importantes, de manera oportuna, que les puede ser de mucha utilidad.

El contexto temporal en que se desarrolla la investigación está dado por el sector de la construcción, particularmente en el periodo 2005 – 2011 en Chile.

Es evidente que las pequeñas y medianas empresas son más vulnerables que las grandes compañías, por lo mismo es fácil de creer que “en el periodo 2001 – 2011 en Chile las empresas declaradas en quiebra (clasificadas según criterio de ventas anuales) fueron 1.202, de las cuales 849 corresponden a PYMES, es decir, más de un 70%”⁸.

⁷ VERGARA, Rodrigo. “Recrudescimiento del sector externo”. [En línea], Santiago: Diario Financiero, 2012, [Consulta: 18/07/2012]. Disponible: <http://m.df.cl/vergara-recrudescimiento-de-la-situacion-externa-impactara-en-chile/prontus_df/2012-05-24/100240.html>.

⁸ Superintendencia de Quiebras, “Estudio relacionado con empresas de menor tamaño”. [En línea], Santiago: Superintendencia de Quiebras, 2011. [Consulta: 17/07/2012]. Disponible:<<http://www.squiebras.gob.cl/images/stories/documentos/informe.pdf>>.

De éstas, 194 se ubicaban en el rubro de la construcción, uno de los sectores más afectados después del Comercio.

El estudio realizado por la Fiscalía Económica Nacional sustenta lo antes mencionado, y argumenta que la característica de alta variabilidad de la actividad constructora, además de la heterogeneidad de la producción sectorial, hace que se registren importantes fluctuaciones en acceso y salidas de empresas del mercado, con un importante número de participantes inestables en el tiempo.

Las palabras del artículo recién citado, dejan en evidencia la problemática de nuestra investigación, que consiste en el alto riesgo de fracaso que corren las pequeñas y medianas empresas constructoras debido a la sensibilidad que presenta el sector en relación a las variaciones económicas.

Por lo anterior, resulta de interés, determinar y proponer un modelo que estime las variaciones que sufrirá el Producto Interno Bruto de la industria, con el objeto de lograr que las empresas conozcan de manera estimativa como se desarrollará el sector en un periodo determinado y puedan adaptarse con anterioridad a cualquier cambio que se genere en el mercado.

CAPITULO II: MODELO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO CONSTRUCCIÓN

“El modelo econométrico tiene como objetivo principal estimar una función de regresión poblacional (FRP) a través de una función de regresión muestral (FRM) de la manera más precisa posible.”⁹

Para ello, es necesario identificar la relación existente entre distintas variables y establecer una relación funcional entre ellas.

En éste contexto, el modelo presenta una variable dependiente, como el Producto Interno Bruto del Sector Construcción y variables explicativas que se nombrarán más adelante. A través del uso de la regresión lineal se puede determinar la dependencia de una variable con respecto a otras y, utilizando series de datos, puede obtenerse dicha relación de dependencia expresada como una función de regresión.

El objetivo principal del modelo de regresión es estimar los parámetros de la función, los cuáles explican el comportamiento de la variable dependiente cuando la variable explicativa sufre alteraciones. Ello se consigue a través del método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

La metodología utilizada para el desarrollo de la presente investigación se basa en el Modelo Clásico de Regresión Lineal (MCRL), el cual establece una serie de supuestos que no sólo permiten estimar los parámetros de la función, sino

⁹ DAMODAR, Gujarati. *Econometría Básica*. 3a. ed. Santafé de Bogotá: Mc Graw-Hill, 1997. 824p.

que también permiten hacer inferencia sobre los verdaderos parámetros otorgándole mayor validez al modelo.

A continuación, se especifica el modelo matemático general y el modelo econométrico general de la teoría, que sirven para ilustrar los supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal:

Modelo Matemático

$$\hat{Y}_i = \beta_1 + \beta_2 * X_{1i} + \beta_3 * X_{2i} + \dots + \beta_{(i+1)} * X_i + \dots + \beta_{(n+1)} * X_n; \quad i = 1,2,3\dots n$$

Modelo Econométrico

$$\hat{Y}_i = \beta_1 + \beta_2 * X_{1i} + \beta_3 * X_{2i} + \dots + \beta_{(i+1)} * X_i + \dots + \beta_{(n+1)} * X_n + u_i; \quad i = 1,2,3\dots n$$

La diferencia entre ambos modelos es la integración de la parte estocástica u_i en el modelo econométrico, que representa todos aquellos factores que afectan a la variable dependiente, pero que no están incluidas en el modelo, reconociendo la existencia de una relación inexacta entre las variables explicativas y la variable explicada.

2.1 Supuestos del Modelo

“El objetivo de ésta investigación es estimar los parámetros que explican la variable dependiente, pero también es necesario hacer inferencia sobre los verdaderos parámetros, es decir, los que cumplen con ciertas características que los convierten en los mejores estimadores de la variable a explicar. Es por éste motivo que se plantean cuatro supuestos”¹⁰:

2.1.1 No existe correlación serial

“Este supuesto postula que no debe existir autocorrelación entre las perturbaciones de una observación cualquiera y las de otra. Esto significa que los valores que no están incluidos en el modelo para una serie de tiempo no tienen influencia en aquellos valores que no están incluidos en otra observación, por lo que no existe dependencia entre las perturbaciones u_i y u_j para todo $u_i \neq u_j$, es decir, $cov(u_i, u_j) = 0$ ”¹¹.

2.1.2 Homocedasticidad

“El concepto de homocedasticidad dice relación con la varianza de las perturbaciones y de la variable explicada, ambos condicionados por los valores de las variables independientes. En otras palabras, la varianza de Y_i que es igual a u_i permanece constante independiente de los valores que adopte la variable explicativa X ”¹².

¹⁰ Ibid.

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

2.1.3 No hay sesgo de especificación

“El sesgo de especificación dice relación con tres aspectos principalmente. El primero tiene que ver con la elección de las variables explicativas, es decir, si han sido incluidas variables importantes, o por el contrario, de poca importancia. En segundo lugar, supone que la forma funcional del modelo es la correcta, en otras palabras, la relación estimada entre las variables independientes y la variable dependiente es la más cercana a la realidad. Por último, se asume que el error estocástico u_i , está correctamente especificado”¹³.

2.1.4 El modelo de regresión es lineal en los parámetros

“Este supuesto dice relación con los coeficientes β estimados, los cuales deben estar elevados a la primera potencia para que exista una relación lineal en los parámetros. Lo anterior no significa que la relación entre las variables también debe ser lineal”¹⁴.

2.2 Factores Determinantes del PIB de la Construcción

Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo de éste modelo es encontrar las variables económicas que determinan el comportamiento del PIB del sector Construcción, más específicamente, interesa ver el grado de

¹³ Ibid.

¹⁴ Ibid.

incidencia de cada una de las variables y su repercusión en la variable mencionada.

Para tal efecto se utiliza un modelo de regresión lineal múltiple, con el objetivo principal de encontrar una ecuación donde la variable dependiente (PIB de la Construcción) se exprese en función de las variables explicativas a investigar. Este modelo arroja los parámetros, que son coeficientes que explican a la variable dependiente. De éste modo y con la ayuda del modelo, se podrá estimar y/o predecir el comportamiento del PIB de la Construcción en función de los cambios que presenten las variables explicativas a través del curso natural de la economía.

Para determinar las variables a utilizar, el criterio de selección se basa en la revisión de estudios existentes de diversos autores sobre la industria de la construcción y su relación con el comportamiento de la economía.

Para llevar a cabo el modelo se analizó y recaudó información de 10 variables explicativas, dentro de las que se encuentran; subsidios, renta, tasa de política monetaria, inflación, tipo de cambio, desempleo, empleo, IMACEC, tasa interbancaria y por último, precio del cobre.

De éstas variables, integrarán el modelo, sólo las que lo expliquen con mayor representatividad, es decir, las variables que arrojen el r ajustado (r^2) más alto. Vale decir que la variable dependiente ya está determinada.

2.3 Variable Dependiente

Se utilizará el producto interno bruto de la construcción como variable dependiente, ya que es un indicador de crecimiento de la industria, información importante a la hora de analizar las proyecciones de un mercado y tomar decisiones al respecto.

La base de éste trabajo se centra en el hecho de que el sector de la construcción es el sector más acoplado con la economía nacional, por ende, al comportamiento y evolución de la economía internacional.

Cuando la economía internacional entra en recesión, impacta de una u otra forma a la economía local, debido al alto grado de dependencia que existe entre ellas como consecuencia de una economía pequeña y abierta.

Por lo tanto, de esto se deriva que un cambio en la economía internacional ya sea positivo o negativo, impactará directamente a la industria de la construcción, viéndose afectado inmediatamente en el PIB del sector, lo que representa una consecuencia en el crecimiento de la industria.

2.4 Variables Explicativas Estudiadas

Se puede establecer claramente que los sueldos en Chile han ido aumentando a medida que pasa el tiempo, pero a la vez ha ido aumentando el costo de la vida y no en la misma proporción, perdiendo cada vez más poder adquisitivo.

Este déficit se suple gracias al crédito, por ésta razón se utiliza la *tasa interbancaria* para medir la flexibilización del crédito en los últimos años, dada la participación e influencia que tienen las entidades bancarias en los sistemas financieros y la expansión del crédito hacia los estratos de menores ingresos, como consecuencia de esto, hoy en día cualquier persona natural puede acceder al crédito sin mayores restricciones, lo que ha fomentado la demanda de viviendas propias y por ende la oferta de las mismas.

La *inflación* es un factor determinante que incide en cierta parte negativamente en el corto plazo, pero se contrarresta, llegando a ser una variable que afecta positivamente al largo plazo.

El alza generalizado de los precios desencadena en un encarecimiento de los bienes y servicios que se tranzan en una economía, entre los cuales se consideran los insumos utilizados en el mercado de la construcción.

Esta alza en los precios de los insumos conlleva un aumento en los costos dentro de la cadena de valor de las empresas constructoras y/o inmobiliarias, sobre todo en las PYMES, que no poseen un alto poder de negociación con sus proveedores o incluso carecen de economías de escala.

Esto afecta directamente el precio final del bien raíz, encareciendo el producto final, pero no impacta de mayor manera al PIB del Sector, ya que la demanda es alta y los consumidores están dispuestos a pagar un alto precio por un bien inmueble, absorbiendo ellos mismos los impactos de la inflación. Por lo tanto,

desde este punto de vista, la inflación es un factor favorable para el crecimiento de la industria, siempre y cuando sea baja y estable.

Por otro lado, el crédito hipotecario es el crédito que se otorga para financiar un bien raíz, generalmente su unidad de medida es en UF (unidad de fomento) y el valor de ésta unidad está en función del IPC (índice de precios del consumidor), por lo tanto, un aumento en la inflación desencadena un encarecimiento del crédito que se traduce en un aumento en el dividendo, y provoca un crecimiento de la industria.

Un determinante con un alto grado de incidencia es el *subsidio*, que impacta positivamente al crecimiento del PIB construcción, una actividad importante en la industria es la obra civil, donde se contemplan casas que el estado financia a través de subsidios habitacionales.

Los receptores de éstos recursos deben cumplir una serie de requisitos para poder obtenerlos, y el objetivo principal del subsidio habitacional es ayudar a la población que cumpla las restricciones a optar por un bien raíz propio.

Es utilizado también en tiempos de crisis para fomentar la construcción y mitigar en cierta medida la paralización de proyectos.

La *tasa de política monetaria* es un determinante fundamental para la industria, ya que explica en un alto porcentaje a la variable dependiente. Esta tasa afecta principalmente los créditos otorgados por los bancos, ya que es una tasa de referencia en que se prestan recursos a las instituciones bancarias y a la vez éstas ofrecen créditos a personas naturales considerando la TPM, primas por

riesgos y otros factores. Por lo tanto, mientras más alta sea la tasa de política monetaria más caro será acceder a un crédito.

El *tipo de cambio* también es un factor a considerar, ya que influye en la industria de una manera muy directa.

Hay una serie de insumos necesarios para llevar a cabo los proyectos que vienen desde el extranjero, por lo mismo un tipo de cambio alto encarecerá el costo de la materia prima, afectando directamente el costo del bien final.

Por el contrario, un tipo de cambio conveniente, puede abaratar el precio de las importaciones, lo que sería una ventaja para las empresas.

El *empleo* es otro determinante importante dentro del modelo, ya que mientras mayor sea la tasa de empleo, menor será la oferta de trabajo, por lo tanto afecta negativamente a la empresa, ya que deberá aumentar las remuneraciones de sus trabajadores para retenerlos y como consecuencia de esto sus costos de mano de obra sufrirán incrementos, sobre todo si se encuentran en un nivel de pleno empleo como es el caso actual.

El *IMACEC* (indicador mensual de actividad económica), es un determinante importante a la hora de estudiar el modelo, ya que es un índice representativo de la actividad económica de Chile, abarcando alrededor del 90% de los bienes y servicios que componen el PIB del país y emulando por lo tanto parte de su comportamiento.

A la vez muestra el comportamiento de la economía en un corto plazo y se utiliza para interpretar periodos de alzas o bajas en la producción, duración de los ciclos productivos e incluso para analizar las tendencias de la actividad económica.

La *renta* es un factor evaluado, ya que condiciona el sector construcción sobre todo la renta a largo plazo, es el ingreso que recibe la población como consecuencia de desempeñar una labor remunerada. En el trabajo ésta variable se mide con el Índice de Remuneraciones publicado mensualmente por el INE, y representa la variación porcentual de la renta dentro de un periodo determinado.

El ingreso percibido por las personas les genera cierta capacidad adquisitiva, mientras más alto sea mayor será el consumo, por ende, al variar la renta con perspectiva a largo plazo, aumenta la confianza del consumidor, lo que podría desencadenar en un aumento en la demanda de viviendas o ampliaciones, afectando positivamente al sector.

El *desempleo* es una variable escogida para el estudio y se relaciona estrechamente con la renta, ya que el desempleo hace referencia al porcentaje de la población que carece de trabajo, y por ende, de salario.

Es por esto que una economía con un alto grado de desempleo provoca una disminución del consumo, y con mayor razón de bienes como son los bienes raíces.

Por último, se analiza el precio del cobre, se escoge esta variable principalmente por su relación con la inversión extranjera entrante al país, según estudios realizados por el área de investigación de CODELCO por cada centavo en el precio del cobre que aumenta, la inversión extranjera aumenta en 60 mm USD. Por lo tanto, mientras más alto sea el precio de éste commodity, mayor será la inversión entrante a Chile, lo que afecta positivamente la industria minera y a la vez al sector construcción debido a sus características transversales.

2.5 Serie de Tiempo

Es útil destacar el significado de serie de tiempo, ya que cumple un rol fundamental en la investigación.

Serie de tiempo es una serie de observaciones de una variable durante un periodo de tiempo determinado. Es de suma importancia que dichas series sean recopiladas en intervalos regulares, es decir, de forma mensual, trimestral, semestral, anual, entre otros. Además, muchas veces las series de tiempo se encuentran influenciadas por fenómenos no económicos que entorpecen el estudio, uno de éstos fenómenos es la estacionalidad.

Existe presencia de estacionalidad en una serie de tiempo si el valor de su media y varianza no varían sistemáticamente con el tiempo. Sin embargo, es posible ajustar la serie de tiempo y sustraer el componente estacional con el

objetivo de eliminar aquellos fenómenos de naturaleza no económica y hacer comparaciones exactas entre variables.

Para lograr lo antes mencionado, en el presente documento se utiliza la herramienta llamada MegaStat que se emplea para desestacionalizar series de tiempo.

2.6 Datos Estudiados

Los años anteriores en el sector de la construcción las lógicas eran distintas, se utilizaban normas diferentes a las actuales. Sin ir más lejos, hace 50 años, la entidad fundamental en la industria de la construcción era el estado, en la actualidad el estado licita para que privados construyan.

En el año 2010 después del terremoto en Chile, se hicieron cambios en las normas de construcción, lo que provocó un aumento en el control y la supervisión. Por estas razones no se contempla un lapso de tiempo de más de 10 años, ya que no es representativo en la actualidad. Por lo que se estudiarán datos trimestrales desde el año 2005 en adelante, con fin de obtener resultados con el mayor grado de representatividad y confianza posible.

2.7 Variables Explicativas Escogidas

El criterio de selección de las variables corresponderá a la combinación que mejor explique el modelo, con el mayor grado de R2.

Al analizar las variables explicativas, el modelo arroja como mejor explicación, cinco variables, dentro de las que se encuentran; Renta, Tasa Política Monetaria, Inflación, Empleo e IMACEC.

Con éstos determinantes económicos el modelo logra explicar al PIB de la Construcción en un 69,6%.

2.8 Modelo

Para realizar el modelo econométrico se utiliza el programa estadístico SPSS¹⁵, el que arroja los siguientes resultados con respecto a las variables ya mencionadas:

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	0,868	0,753	0,696	3,57349	1,074

R cuadrado: Establece una medida del grado de asociación lineal entre la variable respuesta y la variable predictora.

R cuadrado corregida: Una estimación más adecuada de la bondad de ajuste poblacional.

Durbin-Watson: Test estadístico utilizado para detectar la presencia de autocorrelación.

¹⁵ SPSS: "Statistical Product and Service Solutions".

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	854,773	5	170,955	13,387	0,000
	Residual	280,937	22	12,770		
	Total	1135,710	27			

a. Variable dependiente: PIBC

b. Variables predictoras: (Constante), Empleo, TPM, IMACEC, Renta, Inflación

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.	
	B	Error típ.	Beta			
1	(Constante)	-10,302	18,724		-0,550	0,588
	Renta	2,416	4,445	0,071	0,544	0,592
	TPM	-0,359	0,649	-0,118	-0,553	0,586
	Inflación	1,452	0,527	0,613	2,757	0,011
	IMACEC	1,624	0,276	0,724	5,893	0,000
	Empleo	0,046	0,359	0,014	0,128	0,899

Según el programa SPSS, el modelo de regresión lineal múltiple utiliza las variables explicativas Renta, Tasa Política Monetaria, Inflación, IMACEC y Empleo para explicar la variable dependiente, PIB del Sector Construcción, con un r^2 ajustado de un 69,6%. Es decir, “las variables independientes explican en un 69,6% al PIB del Sector Construcción, lo que es un buen número según la interpretación de Richard Levin, que clasifica los valores de r^2 de la siguiente manera”¹⁶:

¹⁶ LEVIN, Richard. Estadística para administradores. 2a. ed. México: Prentice-Hall, 1996. 1018p.

0,00	—————▶	Ninguna Correlación
0,25	—————▶	Correlación Débil
0,50	—————▶	Correlación Moderada
0,75	—————▶	Correlación Intensa
1,00	—————▶	Correlación Perfecta

Por lo tanto, el modelo clasifica como correlación moderada y se representa de la siguiente manera en forma general:

$$\text{PIBc} = \beta_1 + \beta_2 * \text{Renta} + \beta_3 * \text{TPM} + \beta_4 * \text{Inflación} + \beta_5 * \text{IMACEC} + \beta_6 * \text{Empleo}$$

Aplicando los parámetros arrojados por el programa estadístico, el modelo para estimar el PIB Construcción se representa de la siguiente manera:

$$\text{PIBc} = -10,3 + 2,42 * \text{Renta} - 0,36 * \text{TPM} + 1,45 * \text{Inflación} + 1,62 * \text{IMACEC} + 0,05 * \text{Empleo}$$

2.8.1 Priorización del Modelo

El objetivo de la priorización es ordenar las variables en términos de importancia, es decir, cuál es la hipótesis de ésta investigación (a priori) con respecto a las variables independientes que más influyen individualmente en el producto interno bruto del sector construcción. Todo ello, con el objeto que al final del estudio se pueda comparar el resultado del modelo con la hipótesis.

Según el criterio elegido, la priorización de las variables explicativas es la siguiente:

- ✓ Tasa de Política Monetaria (Ver pág. 19)
- ✓ IMACEC (Ver pág. 20)
- ✓ Inflación (Ver pág. 18)
- ✓ Renta (Ver pág. 21)
- ✓ Empleo (Ver pág. 20)

2.8.2 Pruebas de especificación

La aplicación del modelo arrojó una serie de resultados ya dados a conocer, el objetivo de las pruebas de especificación es verificar si los parámetros estimados en el modelo son los mejores estimadores para la variable dependiente.

Algunas de esas pruebas medirán la correlación, homocedasticidad, multicolinealidad, así como también se aplicarán pruebas de hipótesis para verificar si existe relación entre las variables independientes y la dependiente.

Vale decir que estas pruebas son parte de los supuestos mencionados al inicio del capítulo, que eran los supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal de dos variables. Los que se analizarán a continuación corresponden a los supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal de más variables.

2.8.3 Suposiciones

“Como se acaba de mencionar, el modelo clásico de regresión lineal de más de dos variables, se lleva a cabo bajo cuatro suposiciones:

1- Independencia de Errores

2- Homocedasticidad

3- Normalidad

4- Linealidad

1- Independencia de errores: La primera prueba a la que se someterá el modelo será a la prueba de Durbin – Watson, útil para detectar autocorrelación.

Vale mencionar que cuando un conjunto de datos tiene una autocorrelación

sustancial, la validez del modelo de regresión podría ponerse en duda seriamente¹⁷.

Se utiliza la tabla del estadístico de Durbin – Watson. (Ver Anexo 1: Tabla del Estadístico Durbin-Watson, utilizada para obtener los parámetros d_U y d_L).

En el modelo realizado en ésta investigación se trabaja con un $n=28$, que representa el número de muestras por variable, y un $k=5$, que representa la cantidad de variables explicativas.

H_0 = No existe correlación positiva o negativa; H_1 = Existe correlación positiva o negativa

- Regla de Decisión:

Rechazar H_0 si: $DW < d_L$; No Rechazar H_0 si: $DW > d_U$; En caso: $d_L < DW < d_U$ no se puede tomar una decisión.

Al ubicar los parámetros en la tabla, arroja un $d_L= 1,03$ y un $d_U=1,85$, Donde d_L representa el valor crítico más bajo, mientras que d_U representa el valor crítico superior.

Por lo tanto, el estadístico Durbin – Watson arrojado por el programa SPSS es: $DW= 1,074$; $d_L < DW < d_U$; con éstos resultados no se puede llegar a una solución definitiva y la validez del modelo se pone en duda seriamente.

¹⁷ LEVINE, David. KREHBIEL, Timothy y BERENSON, Mark. Estadística para administración. 4a. ed. México: Pearson, 2006. 617p.

2- Homocedasticidad: Para determinar la presencia o ausencia de homocedasticidad en el modelo, se utilizará la Prueba de Levene, ya que se caracteriza por ser un procedimiento con gran poder estadístico¹⁸.

Para probar la igualdad de las varianzas de las poblaciones, se requiere utilizar la siguiente hipótesis:

$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_c$; H_1 : no todas las σ^2_j son iguales ($j = 1, 2, \dots, c$).

- Regla de decisión:

P-value (sig.) > 0,05; No se Rechaza H_0 , de otra forma Rechazar H_0 .

Se someten a ésta prueba las variables explicativas individualmente.

- ✓ Prueba de Levene: Tasa de Política Monetaria

ANOVA de un factor

PIBC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1109,898	24	46,246	5,375	0,095
Intra-grupos	25,812	3	8,604		
Total	1135,710	27			

P-value (Sig.) = 0,095 > 0,05; Por lo tanto no se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad.

¹⁸ Ibid.

✓ Prueba de Levene: IMACEC

ANOVA de un factor

PIBC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1032,396	22	46,927	2,271	0,184
Intra-grupos	103,313	5	20,663		
Total	1135,710	27			

P-value (Sig.) = 0,184 > 0,05; Por lo tanto no se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad.

✓ Prueba de Levene: Inflación

ANOVA de un factor

PIBC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1130,410	25	45,216	17,063	0,057
Intra-grupos	5,300	2	2,650		
Total	1135,710	27			

P-value (Sig.) = 0,057 > 0,05; Por lo tanto no se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad.

✓ Prueba de Levene: Renta

ANOVA de un factor

PIBC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	590,598	16	36,912	0,745	0,712
Intra-grupos	545,112	11	49,556		
Total	1135,710	27			

P-value (Sig.) = 0,712 > 0,05; Por lo tanto no se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad.

✓ Prueba de Levene: Empleo

ANOVA de un factor

PIBC

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	834,730	24	34,780	0,347	0,943
Intra-grupos	300,980	3	100,327		
Total	1135,710	27			

P-value (Sig.) = 0,943 > 0,05; Por lo tanto no se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad.

Luego de realizar el procedimiento para probar la existencia o ausencia de homocedasticidad, se puede concluir que efectivamente existe homocedasticidad entre la varianza de las perturbaciones y la varianza de la variable explicada.

3- Normalidad: El análisis de éste supuesto se establece a través de la prueba F, que permite determinar si una regresión lineal es estadísticamente significativa, es un test global, es decir, se analiza el modelo completo¹⁹.

- Regla de decisión:

H_0 = El modelo estimado no es estadísticamente significativo con respecto a la variable explicativa; H_1 = El modelo estimado es estadísticamente significativo.

Rechazar H_0 si $F > F_u$; de otra forma No Rechazar H_0

Vale decir, que F_u es el F crítico y se obtiene de la tabla F. (Ver Anexo 2: Tabla de Valores F Crítico, necesaria para obtener el parámetro mencionado).

Por lo tanto, según la tabla F, con 5 (k) y 22 (n-k-1)²⁰ grados de libertad, el F crítico es $F_u = 2,66$ y según el programa SPSS el valor F del modelo es $F = 13,39$. Es decir, $F > F_u$, se Rechaza H_0 , por lo que se concluye que el modelo estimado es estadísticamente significativo al nivel del 5% (nivel de significancia).

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

4- Linealidad: Establece que la relación entre variables es lineal, para determinar la existencia de una relación lineal significativa entre las variables X e Y, se utiliza la prueba t.

Es necesario destacar que ésta prueba al igual que el test de homocedasticidad, se realiza a las variables explicativas de manera individual.

$H_0: \beta = 0$ (No existe una relación lineal.); $H_1: \beta \neq 0$ (Existe una relación lineal).

- Regla de decisión:

Rechazar H_0 si $t > t$ crítico, de otra forma No Rechazar H_0

Es necesario decir que t crítico se obtiene de la tabla t. (Ver Anexo 3: Tabla de Valores t Crítico, necesario para obtener el parámetro mencionado.).

El valor de t crítico arrojado por la tabla t, en un nivel de significancia de 0,05 y 26 grados de libertad $(n-2)$ ²¹ es 1,7056 y se utilizará para el test de hipótesis contra todas las variables independientes.

✓ Prueba t: Tasa de Política Monetaria

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable Tasa de Política Monetaria es $t = -0,55$. Por lo tanto, cuando $t < t$ crítico, no se Rechaza H_0 , es decir, no existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable estudiada y el PIB de la construcción.

²¹ Ibid.

✓ Prueba t: IMACEC

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable IMACEC es $t = 5,89$. Por lo tanto, cuando $t > t$ crítico, se Rechaza H_0 , es decir, existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable estudiada y explicada.

✓ Prueba t: Inflación

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable Inflación es $t = 2,76$. Por lo tanto, cuando $t > t$ crítico, se Rechaza H_0 , es decir, existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable inflación y el PIB del sector Construcción.

✓ Prueba t: Renta

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable renta es $t = 0,54$. Por lo tanto, cuando $t < t$ crítico, no se Rechaza H_0 , es decir, no existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable renta y la variable a explicar.

✓ Prueba t: Empleo

El valor arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable empleo es $t = 0,128$. Por lo tanto, cuando $t < t$ crítico, no se Rechaza H_0 , es decir, no existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable estudiada y la dependiente.

Conclusión: Pruebas de Especificación

- Con el test Durbin Watson se puede concluir que el parámetro del modelo queda en zona de indecisión, por lo que el modelo se pone en duda seriamente.
- Con el test de Levene se puede concluir que existe homocedasticidad entre la varianza de las perturbaciones y la varianza de la variable explicativa.
- Con el test F se puede concluir que el modelo estimado es estadísticamente significativo de manera global para un nivel de significancia del 0,05.
- Con las pruebas t se puede concluir que hay ciertas variables explicativas que no tienen relación lineal significativa con la variable a explicar, como lo son: Tasa de Política Monetaria, Renta, Empleo. Por el contrario, las variables IMACEC e Inflación tienen relación lineal significativa con el PIB del sector Construcción.

Se puede concluir de manera general, con los resultados de las pruebas de especificación, que no todas las variables explicativas estudiadas en el modelo son los mejores estimadores del PIB de la Construcción.

Por lo que se decide, bajo fundamentos, estadísticos eliminar tres variables explicativas que no son consistentes con el objetivo de la investigación, como lo son las variables, Tasa de Política Monetaria, Empleo y Renta.

Es necesario recalcar que estos factores no cumplen con todos los requisitos para ser variables explicativas, pero no quiere decir que no influyan en la industria.

2.9 Modelo Corregido

Como se mencionó anteriormente, para la realización de éste nuevo modelo se utilizarán las variables IMACEC e Inflación, con el objetivo de estimar el PIB de la Construcción de una manera estadísticamente viable y con los mejores estimadores estudiados.

Es importante mencionar que éste modelo a diferencia del anterior, se estudia con un nivel de confiabilidad del 99%, con el objetivo de aumentar su precisión.

Al ingresar la base de datos, (Ver Anexo 4: Base de Datos utilizada para la realización del Modelo Corregido.) el programa estadístico SPSS arroja los siguientes resultados:

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	0,842	0,709	0,685	3,67664	1,474

a. Variables predictoras: (Constante), IMACEC, Inflación

b. Variable dependiente: PIBc

ANOVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	822,306	2	411,153	30,416	0,000
1 Residual	337,942	25	13,518		
Total	1160,247	27			

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	-4,462	1,352		-3,301	0,003
1 Inflación	0,629	0,143	0,478	4,410	0,000
IMACEC	1,448	0,240	0,655	6,046	0,000

a. Variable dependiente: PIBc

El modelo de regresión lineal múltiple utiliza las variables Inflación e IMACEC para explicar la variable dependiente, PIB del Sector Construcción, con un r^2 ajustado de un 68,5%. Es decir, las variables independientes explican en un 68,5% al PIB del Sector Construcción, lo que es un buen número según la interpretación de Richard Levin, que lo califica en un modelo con una correlación moderada.

Aplicando los parámetros arrojados por el programa estadístico, el modelo para estimar el PIB Construcción se representa de la siguiente manera:

$$\text{PIBc} = -4,46 + 0,63 * \text{Inflación} + 1,45 * \text{IMACEC}$$

2.9.1 Priorización del Modelo

Ya se mencionó en éste capítulo el objetivo de la priorización de un modelo, pero vale decir que es útil para que al finalizar el estudio se pueda comparar el modelo con la hipótesis.

Según los datos y la información recabada a lo largo de la investigación, la priorización de las variables explicativas es la siguiente:

- ✓ IMACEC (ver pág. 21)
- ✓ Inflación (ver pág. 19)

2.9.2 Pruebas de Especificación

La aplicación del modelo arrojó una serie de resultados ya dados a conocer, el objetivo de las pruebas de especificación es verificar si los parámetros estimados en el modelo son los mejores estimadores para la variable dependiente.

En el modelo anterior, se pudo apreciar como las pruebas de especificación dejaron fuera tres variables que considerábamos fundamentales para el estudio. Es por esto que se aplicarán las mismas pruebas al modelo actual, con el fin de determinar si las variables IMACEC e Inflación son los mejores estimadores del PIB Construcción.

1- Independencia de Errores: Se utiliza el Test Durbin Watson.

H_0 = No existe correlación positiva o negativa; H_1 = Existe correlación positiva o negativa

- Regla de Decisión:

Rechazar H_0 si: $DW < d_L$; No Rechazar H_0 si: $DW > d_U$; En caso: $d_L < DW < d_U$ no se puede tomar una decisión.

Analizando los resultados, se aprecia un DW (Durbin Watson) = 1,474, el d_L que arroja la tabla Durbin Watson (Ver Anexo 1: Tabla del Estadístico Durbin-Watson, utilizada para obtener los parámetros d_U y d_L) con un nivel de significancia de 0,01 y un $n=28$, es: 1,04 y el d_U es: 1,32.

Por lo tanto $DW > d_U$, no se Rechaza H_0 , es decir, no existe correlación positiva o negativa.

2- Homocedasticidad: Para determinar la presencia o ausencia de homocedasticidad se utilizará el test de Levene. Se someten a éste test las variables explicativas de manera individual.

$H_0 = \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_c$; H_1 = No todas las σ^2_j son iguales ($j = 1, 2, \dots, c$)

- Regla de Decisión:

Rechazar H_0 si: p-value (sig. En el caso de SPSS) < 0,01 (nivel de significancia); No Rechazar H_0 si: p-value (sig.) > 0,01.

- ✓ Prueba de Levene: IMACEC

ANOVA de un factor

PIBc

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1037,187	24	43,216	1,054	0,567
Intra-grupos	123,060	3	41,020		
Total	1160,247	27			

P-value (Sig.) = 0,567 > 0,01. Por lo tanto, No se Rechaza H_0 , es decir, las varianzas son iguales, existe homocedasticidad.

✓ Prueba de Levene: Inflación

ANOVA de un factor

PIBc

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1050,552	24	43,773	1,197	0,512
Intra-grupos	109,695	3	36,565		
Total	1160,247	27			

P-value (Sig.) = 0,512 > 0,01. Por lo tanto, No se Rechaza H_0 , es decir, existe homocedasticidad entre la varianza de las perturbaciones y la varianza de la variable dependiente.

3- Normalidad: Se utiliza la prueba F para probar éste supuesto.

H_0 = El modelo estimado no es estadísticamente significativo con respecto a la variable explicativa; H_1 = El modelo estimado es estadísticamente significativo.

- Regla de decisión:

Rechazar H_0 si $F > F_u$; de otra forma No Rechazar H_0

Vale decir, que F_u es el F crítico y se obtiene de la tabla F.

Por lo tanto, según la tabla F, con 2 (k) y 25 (n-k-1) grados de libertad, el F crítico es $F_u = 5,57$ y según el programa SPSS el valor F del modelo es $F = 30,416$. Es decir, $F > F_u$; se Rechaza H_0 , por lo que se concluye que el modelo estimado es estadísticamente significativo al nivel del 1% (nivel de significancia).

4- Linealidad: Establece que la relación entre variable explicativa y explicada es lineal, y se utiliza la prueba t para probar éste supuesto.

Es necesario destacar que ésta prueba al igual que el test de homocedasticidad, se realiza a las variables explicativas de manera individual.

$H_0: \beta = 0$ (No existe una relación lineal.); $H_1: \beta \neq 0$ (Existe una relación lineal).

- Regla de decisión:

Rechazar H_0 si $t > t$ crítico, de otra forma No Rechazar H_0

Vale decir que t crítico se obtiene de la tabla t.

El valor del t crítico arrojado por la tabla t, en un nivel de significancia de 0,01 y 26 grados de libertad (n-2) es 2,4786 y se utilizará para el test de hipótesis contra las variables independientes.

✓ Prueba t: IMACEC

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable IMACEC es $t = 6,046$. Por lo tanto, $t > t$ crítico, Se Rechaza H_0 , es decir, existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable IMACEC y la variable a explicar.

✓ Prueba t: Inflación

El valor t arrojado por el programa estadístico SPSS para la variable IMACEC es $t = 4,410$. Por lo tanto, $t > t$ crítico, Se Rechaza H_0 , es decir, existe una relación lineal estadísticamente significativa entre la variable IMACEC y la variable a explicar.

Conclusión: Pruebas de Especificación

- Con el test Durbin Watson se puede concluir que el modelo estudiado no tiene ningún tipo de autocorrelación.
- Con el test de Levene se puede concluir que existe homocedasticidad entre la varianza de las perturbaciones y la varianza de la variable explicativa.
- Con el test F se puede concluir que el modelo estimado es estadísticamente significativo de manera global para un nivel de significancia del 0,01.
- Con las pruebas t se puede concluir que ambas variables explicativas, IMACEC e Inflación tienen relación lineal significativa con el PIB del Sector Construcción.

Se puede concluir de manera general con los resultados de las pruebas de especificación y bajo fundamentos estadísticos que las variables explicativas IMACEC e Inflación son los mejores estimadores del PIB Construcción, ya que cumplen con todos los supuestos y además explican la variable dependiente en un 68,5%; lo que favorece la confiabilidad y representatividad del modelo.

CAPITULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

El objetivo principal de éste capítulo es analizar los resultados arrojados por el modelo, ponerlos a prueba con respecto al crecimiento real del sector en el periodo de investigación y compararlos. Todo ello, con el objeto de ver en la práctica su consistencia y similitud con respecto a las variaciones reales de ésta variable en el período de tiempo evaluado.

También es importante mencionar que se analizará el resultado con respecto a la priorización realizada en el capítulo anterior, con el objetivo de ordenar las variables, donde la primera es la que más incide y la última es la que menos incide en el PIB del Sector Construcción.

Con el modelo de regresión lineal múltiple ya realizado y sus respectivas pruebas de especificación aprobadas, el modelo ya se encuentra en condiciones de dar resultados y es fundamental saber interpretarlos.

3.1 Interpretación del Modelo

Vale decir que este modelo tiene frecuencia trimestral, entre el primer trimestre del año 2005 y cuarto trimestre del año 2011, lo que implica una muestra de 28 datos. Además las series han sido desestacionalizadas y transformadas a variaciones porcentuales respecto del mismo periodo del año anterior.

Como se mencionó anteriormente, es primordial, antes de analizar los resultados para verificar su consistencia y similitud con la realidad, saber interpretar el modelo.

$$\text{PIBc} = -4,46 + 0,63 * \text{Inflación} + 1,45 * \text{IMACEC}$$

Considerando *ceteris paribus*²², cuando la inflación aumenta un punto porcentual (1%), el Producto Interno Bruto del Sector Construcción aumentaría un 0,63%, en el caso contrario, si la inflación disminuye un punto porcentual (1%), la variable explicada varía negativamente un 0,63%.

De la misma manera, cuando el IMACEC aumenta un punto porcentual, el PIB de la Construcción aumentaría un 1,45%, en el caso contrario, si el IMACEC disminuye un punto porcentual, la variable explicada varía de manera negativa en un 1,45%.

Es importante señalar, que en el caso de que la inflación y el IMACEC sean 0, el PIB del Sector Construcción sería -4,46%.

²² Ceteris Paribus: En economía éste término es muy utilizado para facilitar la aplicación de modelos, hace referencia a mantener todas las demás variables constantes, “todo lo demás constante”.

3.2 Incidencia de las variables explicativas

Calcular el porcentaje de incidencia de cada variable es útil para demostrar la importancia y el grado de impacto que tiene cada una de ellas en la variable explicada, para luego fundamentar o refutar la priorización del modelo realizado en el capítulo anterior.

3.2.1 Primer Modelo

Es necesario recordar, que la priorización del “Primer Modelo” realizado en la investigación fue la siguiente:

- ✓ Tasa de Política Monetaria
- ✓ IMACEC
- ✓ Inflación
- ✓ Renta
- ✓ Empleo

Donde la primera es la que más incide y la última es la que menos incide en el PIB del Sector Construcción.

A continuación se analizará estadísticamente el grado de incidencia de cada variable, para concluir si el criterio de estudio de la investigación es el correcto o es erróneo.

El primer modelo realizado, consta de cinco variables, enumeradas anteriormente, el modelo global arroja un r^2 corregido de un 0,696, es decir, las variables explican al PIB de la Construcción en un 69,6%, como indica el resultado del programa estadístico SPSS:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,868	0,753	0,696	3,57349

a. Variables predictoras: (Constante), Empleo, TPM, IMACEC, Renta, Inflación

- Al analizar sólo la variable independiente Tasa de Política Monetaria, arroja un r^2 corregido del 0,167, es decir, explica a la variable dependiente en un 16,7%, como indica el recuadro:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,445	0,198	0,167	5,92017

a. Variables predictoras: (Constante), TPM

- Al analizar sólo la variable IMACEC, arroja un r^2 corregido del 0,433, es decir, explica al PIB Construcción en un 43,3%, una incidencia muy superior a la variable anterior, como indica el recuadro:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,674	0,454	0,433	4,88335

- Al analizar la variable Inflación, arroja un r^2 corregido del 0,180, es decir, incide en la variable dependiente en un 18%, como indica el recuadro:

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,458	0,210	0,180	5,87446

a. Variables predictoras: (Constante), Inflación

- Al analizar la variable Renta, el programa SPSS arroja un r^2 corregido del 0,203, es decir, explica a la dependiente en un 20,3%, como indica el recuadro:

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,482	0,232	0,203	5,79118

a. Variables predictoras: (Constante), Renta

- Al analizar la última variable del modelo, como lo es el Empleo, arroja un r^2 corregido del -0.004, es decir, no logra explicar a la variable dependiente, como indica el recuadro:

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,183	0,034	-0,004	6,49742

a. Variables predictoras: (Constante), Empleo

Con esta información se puede concluir, que el criterio escogido en la priorización de éste modelo es erróneo, debido a que el orden de incidencia de las variables independientes es distinto al que se acaba de comprobar estadísticamente.

El orden correcto es el siguiente:

- ✓ IMACEC
- ✓ Renta
- ✓ Inflación
- ✓ Tasa de Política Monetaria
- ✓ Empleo

Vale decir que este orden es útil, para tener un conocimiento de las variables que impactan en el PIB de la Construcción en la realidad, a pesar de que estadísticamente quedó demostrado en el capítulo segundo que estas variables no son los mejores estimadores.

3.2.2 Modelo Corregido

Es importante recordar que la priorización del “Modelo Corregido” fue la siguiente:

- ✓ IMACEC
- ✓ Inflación

Donde la primera es la que más incide y la última es la que menos incide en el PIB del Sector Construcción.

A continuación se analizará estadísticamente el grado de incidencia de cada variable, para concluir si el criterio de estudio de la investigación es el correcto o es erróneo.

El modelo corregido, con ambas variables, IMACEC e Inflación, arroja un r^2 corregido del 0,685, es decir, las variables explican al PIB de la Construcción en un 68,5%, como indica el resultado del programa SPSS:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,842	0,709	0,685	3,67664

a. Variables predictoras: (Constante), IMACEC, Inflación

- Al analizar sólo la variable independiente IMACEC, arroja un r^2 corregido del 0,462, es decir, la variable IMACEC explica al PIB de la Construcción en un 46,2%, como indica el resultado del programa SPSS:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,694	0,482	0,462	4,80733

a. Variables predictoras: (Constante), IMACEC

- Al analizar sólo la variable independiente Inflación, arroja un r^2 corregido del 0,255, es decir, la variable Inflación explica al PIB de la Construcción en un 25,5%, como indica el resultado del programa SPSS:

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,532	0,283	0,255	5,65717

a. Variables predictoras: (Constante), Inflación

Con ésta información es posible concluir que para el modelo corregido, que consta de dos variables, IMACEC e Inflación, el criterio elegido en la investigación es el correcto, siendo el IMACEC la variable que impacta en un mayor grado al PIB de la Construcción, con un 46,2% seguido de la Inflación que incide en un 25,5%.

3.3 Producto Interno Bruto de la Construcción: Estimado v/s Real

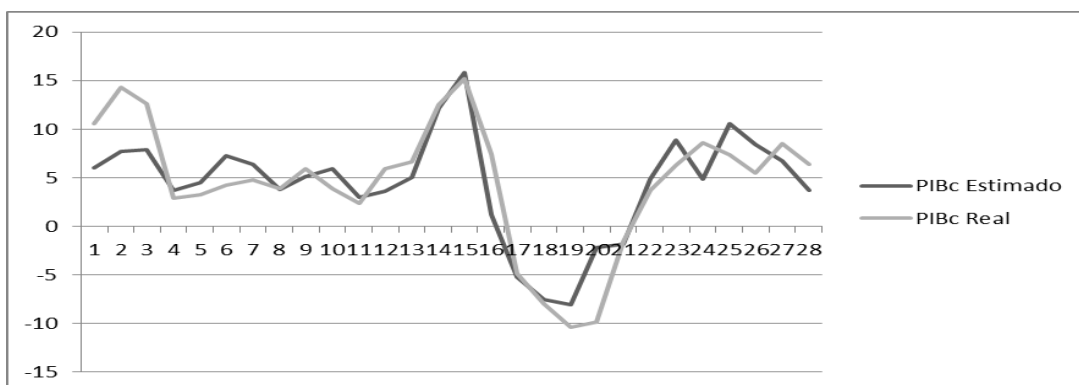
Como ya se mencionó al inicio de este capítulo, es necesario poner a prueba los resultados arrojados por el modelo con respecto al crecimiento real del PIB de la Construcción en el periodo estudiado y compararlos, para ver si existe una similitud y a la vez analizar si realmente cumple con el objetivo principal de la investigación que es predecir los cambios de ésta variable.

3.3.1 Modelo Corregido

Para lograr esto, se estimó el PIB del Sector Construcción en los 28 trimestres que se han investigado en este trabajo y se comparó con las cifras reales de la misma variable, utilizando el modelo corregido. (Ver Anexo 5: Base de Datos utilizada, PIBc Estimado v/s PIBc Real con el Modelo Corregido).

La comparación entre ambas variables se representa en el siguiente gráfico:

PIB Construcción Estimado v/s PIB Construcción Real



Fuente: Datos Banco Central. Elaboración Propia.

A raíz del gráfico se puede demostrar que efectivamente existe una similitud importante del PIB del Sector Construcción estimado en comparación con el real, lo que le otorga consistencia al estudio.

Es más, si se analiza detenidamente, se puede llegar a la conclusión que en la mayoría de los periodos de tiempo la curva del PIB estimado, se desplaza en el mismo sentido que el PIB real y lo que es más importante aún, se desplaza antes que el PIB real, es decir, logra predecir las variaciones del sector real, por lo tanto, se cumple el objetivo de esta investigación.

Es necesario mencionar, que si bien es cierto, las cifras estimadas logran anteponerse a las variaciones del PIB de manera efectiva, el modelo no nos arroja datos exactos, debido a que las variables independientes utilizadas explican en un 68,5% a la variable a estimar.

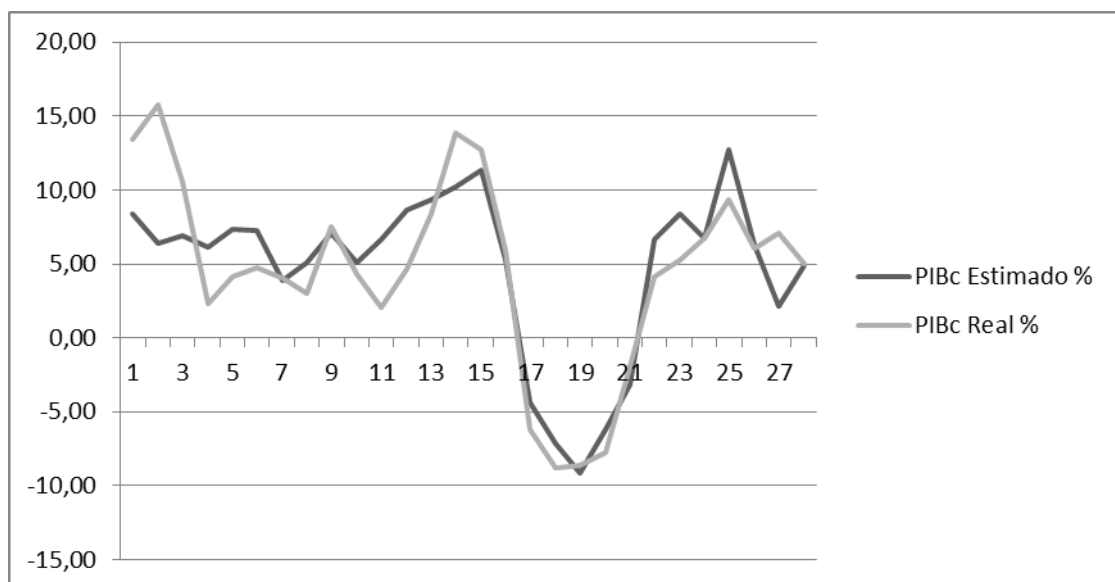
Si fuese en un 100% la explicación, los datos arrojados por el modelo serían aún más representativos. Esto no ocurre debido a que se asume que existen otras variables explicativas que impactan al PIB de la Construcción y que no se encuentran dentro del modelo.

3.3.2 Primer Modelo

El objetivo principal de analizar los datos arrojados por el primer modelo realizado en esta investigación, es demostrar que si bien es cierto, el primer modelo explicaba en casi un 70% a la variable a estimar, no eran los mejores parámetros a utilizar, como se concluyó estadísticamente en el segundo capítulo.

La comparación entre ambas variables se representa en el siguiente gráfico:

PIB Construcción Estimado v/s PIB Construcción Real



Fuente: Datos Banco Central. Elaboración Propia.

A raíz del gráfico se puede demostrar que la curva del PIB Construcción estimado es distinta a la curva del PIB real, hay datos que son completamente contradictorios, los casos como el 2 y el 27 se estiman alzas y la realidad dice que fueron bajas, es decir, este modelo presenta errores importantes.

La poca representatividad y consistencia de éste modelo radica principalmente en que las variables explicativas utilizadas no eran los mejores parámetros, como se concluye bajo fundamentos estadísticos en el capítulo anterior y deja al descubierto la relevancia de las pruebas de especificación. Por lo tanto, este modelo no cumple con el objetivo principal de la investigación.

3.4 PIB Construcción Real v/s PIB Total Real

El objetivo de este análisis es dar consistencia a la base de esta investigación que dice relación con los ciclos económicos y su impacto en la industria estudiada.

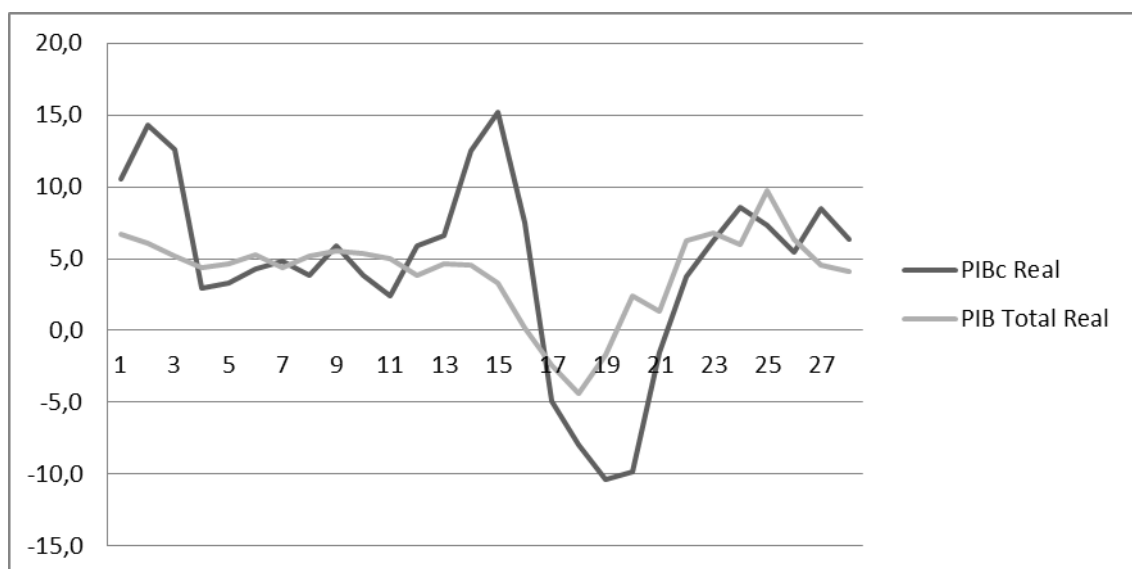
Es importante recordar que la base de esta memoria se presentó en el capítulo primero. Es una de las industrias más dinámicas dentro de la economía, en tiempos de crecimiento económico el desarrollo de la construcción es ampliamente visible, pero en tiempos de crisis la industria es una de las más afectadas.

Esta fue la principal motivación para el desarrollo de esta investigación, solucionar los problemas de las empresas que no pueden predecir los cambios del sector, logrando con el modelo econométrico estimar el comportamiento de la industria.

Vale mencionar a Spolmann y Alvarado, que respaldan lo antes mencionado con la siguiente cita, “El sector de la construcción es altamente sensible al ciclo de la economía, históricamente ha presentado un ciclo más pronunciado que el de la economía en general, con crecimientos más acelerados en los ciclos expansivos, y con caídas en su producción más significativas cuando la economía entra en un ciclo más contractivo”²³.

A continuación se presenta la comparación entre las variables PIB del Sector Construcción Real y el PIB Total Real de Chile, (Ver Anexo 6: Base de Datos utilizada, PIB Construcción Real v/s PIB Total Real.) en el siguiente gráfico:

PIB Construcción Real v/s PIB Total Real



Fuente: Datos Banco Central. Elaboración Propia.

²³ Op. cit. p8.

De este gráfico, se puede concluir que efectivamente la base de este estudio es consistente, ya que se puede apreciar que el Producto Interno Bruto de la Construcción es fiel a la curva del Producto Interno Bruto de Chile. Se desplaza en el mismo sentido a lo largo del periodo estudiado, y a la vez, deja en evidencia lo citado por Spolmann y Alvarado, ya que en ciclos expansivos su crecimiento es más acelerado, y por el contrario, en ciclos recesivos su caída es más significativa.

Conclusiones

El tema a investigar fue inspirado principalmente en las PYMES del sector construcción, que no cuentan con las herramientas o departamentos de estudios necesarios para estimar la variación de uno de los factores más importantes que se debe considerar, el Producto Interno Bruto del Sector, que representa el crecimiento o la contracción de la industria en la que se participa.

Como se acaba de mencionar, es una variable importante para cada constructora y/o inmobiliaria, ya que al estimarlo de una manera eficiente y fidedigna, la empresa se puede adaptar a los cambios del mercado de mejor forma y alcanzar una importante ventaja competitiva con respecto a la competencia.

Es necesario mencionar, que la bondad de ajuste de un modelo económico no es un fiel indicador de un buen modelo, o de una representatividad confiable, ya que pueden utilizarse variables explicativas que no son un buen parámetro para la investigación y afectar negativamente la estimación de la variable dependiente, como quedó demostrado en esta investigación con el resultado del primer modelo realizado, error que puede significar en el peor de los casos el cierre de una empresa.

Luego de un profundo análisis para lograr estimar el impacto que genera en el producto interno bruto del sector construcción, una variación en una serie de variables explicativas estudiadas en esta investigación, se ha logrado construir un modelo que es consistente y representativo.

Para llegar a seleccionar los determinantes que mejor explican la variable a estimar, se llevó a cabo un análisis de diez factores macroeconómicos que afectaban en una u otra medida al PIB de la Construcción.

Se concluyó que sólo dos cumplían con las normas para ser los mejores estimadores, las cuales son: presencia de homocedasticidad, ausencia de autocorrelación, relación lineal y por último, ambas variables eran estadísticamente significativas para un nivel de confianza del 99%. Estas variables son: IMACEC e Inflación.

Es útil mencionar que hay otros dos determinantes que en la realidad influyen en gran medida en la industria, la Tasa de Política Monetaria y la Renta, pero no se encuentran en el modelo debido a que no son los mejores parámetros y no lograron aprobar las pruebas de especificación.

Es interesante destacar, que el primer modelo consta de cinco variables, IMACEC, Inflación, Renta, Empleo y TPM. En su conjunto explicaban al PIB de la Construcción en un 69,6%, y a la vez, el segundo modelo, denominado corregido, consta con sólo dos de esas cinco variables, IMACEC e Inflación, y aun así lograron una estimación del 68,5%, es decir, solo un punto porcentual menos. Esto se debe a que cumplen con los requisitos para ser los mejores estimadores.

Luego se logró establecer el resultado del modelo, donde el parámetro estimado de la Inflación es de un 0,63 y el parámetro estimado del IMACEC es de un 1,45; lo que indica que el IMACEC influye en mayor medida que la Inflación en la variable estimada.

Fueron analizados los resultados del modelo, y comparados con el PIB Real del Sector, se concluyó que tienen una alta similitud, la variable estimada se desplazó en el mismo sentido que el PIB real en todos los periodos, este hecho generó consistencia a la investigación.

Sin duda el tema del sector construcción, abarca muchos aspectos de la economía por ser una industria muy transversal, y el crecimiento se ve afectado por variaciones de muchas variables, sin embargo, pocas veces se conoce con exactitud la magnitud del cambio, aspecto que ha sido el objetivo principal de ésta investigación.

Para finalizar, el modelo corregido, puede ser un interesante instrumento predictor, siempre considerando un plazo razonable, que permita a la empresa adecuarse a los cambios estimados en el mercado de la construcción.

BIBLIOGRAFIA

1. LIDON, Jesús. Economía de la construcción. 2a. ed. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1989.
2. Neal, L. y M. Weidenmier, “*Crisis in the global economy from tulips to today: Contagion and consequences*”, [En línea], National Bureau of Economic Research Inc.: NBER Working Papers nº 9147, 2002, [07/07/2012]. Disponible: <<http://www.nber.org/chapters/c9596.pdf>>.
3. MORANDÉ, Felipe. “Determinantes del Empleo y Diferencias Sectoriales” [en línea], *En Foco nº 52*: pp3. [Consultado: 9/07/2012]. Disponible: <http://www.oei.es/etp/detarminantes_empleo_diferencias_sectoriales.pdf>.
4. Spolmann, Sebastián y Alvarado, Andrea, “*Análisis de la Competencia del Sector de la Construcción Chileno*” [en línea], Santiago, Fiscalía Nacional Económica, 2009. [Consultado: 19/07/2012]. Disponible: <http://www.fne.gob.cl/wpcontent/uploads/2011/03/estu_0001_2009.pdf>.
5. Taylor, J.B, ed. Y Woodford, M, ed. Handbook of Macroeconomics. [En línea], Stanford: Elsevier Science, 1999. [Consulta: 17/07/2012]. Capítulo 21. “The financial accelerator in a quantitative bussines cycle framework”. Disponible:<<http://faculty.wcas.northwestern.edu/~lchrist/course/Czech/BGG%201999%20Handbook%20chapter.pdf>>.
6. VERGARA, Rodrigo. “Recrudescimiento del sector externo”. [En línea], Santiago: Diario Financiero, 2012, [Consulta: 18/07/2012]. Disponible: <http://m.df.cl/vergara-recrudescimiento-de-la-situacion-externa-impactara-en-chile/prontus_df/2012-05-24/100240.html>.

7. Superintendencia de Quiebras, “Estudio relacionado con empresas de menor tamaño”. [En línea], Santiago: Superintendencia de Quiebras, 2011. [Consulta: 17/07/2012].

Disponible:<<http://www.squiebras.gob.cl/image/storie/documentos/informe.pdf>>.

8. DAMODAR, Gujarati. Econometría Básica. 3a. ed. Santafé de Bogotá: Mc Graw-Hill, 1997. 824p.

9. LEVIN, Richard. Estadística para administradores. 2a. ed. México: Prentice-Hall, 1996. 1018p.

10. LEVINE, David. KREHBIEL, Timothy y BERENSON, Mark. Estadística para administración. 4a. ed. México: Pearson, 2006. 617p.

ANEXOS

Anexo 1:

Tabla del Estadístico Durbin-Watson.

TABLA E.9
Valores críticos d_L y d_U del estadístico D de Durbin-Watson. (Los valores críticos son de un solo lado.)^{a)}

n	$\alpha = 0.05$											
	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5		
15	1.08	1.36	1.54	1.75	1.97	2.21	0.81	1.07	1.25	1.46	1.70	1.96
16	1.10	1.37	1.54	1.73	1.93	2.15	0.84	1.09	1.25	1.44	1.66	1.90
17	1.13	1.38	1.54	1.71	1.90	2.10	0.87	1.10	1.25	1.43	1.63	1.85
18	1.16	1.39	1.53	1.69	1.87	2.06	0.90	1.12	1.26	1.42	1.60	1.80
19	1.18	1.40	1.53	1.68	1.85	2.02	0.93	1.13	1.26	1.41	1.58	1.77
20	1.20	1.41	1.54	1.68	1.83	1.99	0.95	1.15	1.27	1.41	1.57	1.74
21	1.22	1.42	1.54	1.67	1.81	1.96	0.97	1.16	1.27	1.40	1.55	1.71
22	1.24	1.43	1.54	1.66	1.80	1.94	1.00	1.17	1.28	1.40	1.54	1.69
23	1.26	1.44	1.54	1.66	1.79	1.92	1.02	1.19	1.29	1.40	1.53	1.67
24	1.27	1.45	1.55	1.66	1.78	1.90	1.04	1.20	1.30	1.41	1.53	1.66
25	1.29	1.45	1.55	1.66	1.77	1.89	1.05	1.21	1.30	1.41	1.52	1.65
26	1.30	1.46	1.55	1.66	1.76	1.88	1.07	1.22	1.31	1.41	1.52	1.64
27	1.32	1.47	1.56	1.66	1.75	1.86	1.09	1.23	1.32	1.41	1.51	1.63
28	1.33	1.48	1.56	1.66	1.74	1.85	1.10	1.24	1.32	1.41	1.51	1.62
29	1.34	1.48	1.56	1.65	1.74	1.84	1.12	1.25	1.33	1.42	1.51	1.61
30	1.35	1.49	1.57	1.65	1.74	1.83	1.13	1.26	1.34	1.42	1.51	1.61
31	1.36	1.50	1.57	1.65	1.74	1.83	1.15	1.27	1.34	1.42	1.51	1.60
32	1.37	1.50	1.57	1.65	1.73	1.82	1.16	1.28	1.35	1.43	1.51	1.60
33	1.38	1.51	1.58	1.66	1.73	1.81	1.17	1.29	1.36	1.43	1.51	1.59
34	1.39	1.51	1.58	1.66	1.73	1.81	1.18	1.30	1.36	1.43	1.51	1.59
35	1.40	1.52	1.58	1.66	1.73	1.80	1.19	1.31	1.37	1.44	1.51	1.59
36	1.41	1.52	1.59	1.65	1.73	1.80	1.21	1.32	1.38	1.44	1.51	1.59
37	1.42	1.53	1.59	1.66	1.72	1.80	1.22	1.32	1.38	1.44	1.51	1.59
38	1.43	1.54	1.59	1.66	1.72	1.79	1.23	1.33	1.39	1.45	1.52	1.58
39	1.43	1.54	1.59	1.66	1.72	1.79	1.24	1.34	1.39	1.45	1.52	1.58
40	1.44	1.54	1.59	1.66	1.72	1.79	1.25	1.34	1.40	1.45	1.52	1.58
45	1.48	1.57	1.62	1.68	1.74	1.78	1.29	1.38	1.42	1.48	1.53	1.58
50	1.50	1.59	1.63	1.67	1.72	1.76	1.32	1.40	1.44	1.49	1.54	1.59
55	1.53	1.60	1.64	1.68	1.72	1.76	1.36	1.43	1.47	1.51	1.55	1.59
60	1.55	1.62	1.65	1.69	1.73	1.77	1.38	1.45	1.48	1.52	1.56	1.60
65	1.57	1.63	1.66	1.70	1.74	1.77	1.41	1.47	1.50	1.53	1.57	1.61
70	1.58	1.64	1.67	1.71	1.74	1.77	1.43	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61
75	1.60	1.65	1.68	1.71	1.74	1.77	1.45	1.50	1.52	1.55	1.58	1.61
80	1.61	1.66	1.69	1.72	1.75	1.77	1.47	1.52	1.54	1.57	1.59	1.62
85	1.62	1.67	1.70	1.73	1.75	1.77	1.48	1.53	1.55	1.58	1.60	1.63
90	1.63	1.68	1.71	1.74	1.76	1.78	1.50	1.54	1.56	1.59	1.61	1.64
95	1.64	1.69	1.72	1.75	1.77	1.78	1.51	1.55	1.57	1.60	1.62	1.64
100	1.65	1.69	1.72	1.74	1.76	1.78	1.52	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64

^{a)}n = número de observaciones; k = número de variables independientes.
Fuente: Esta tabla ha sido reproducida de Biometrika, 41 (1951): 173 y 175, con permiso de Biometrika Trustees.

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

Anexo 2:

Tabla de Valores F Crítico.




TABLA E.5
Valores críticos de F.

Para una combinación particular de grados de libertad del numerador y denominador, la entrada representa los valores críticos de F correspondientes a un área específica de la cola superior (α).

Denominador g_2	Numerador, g_1																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.40	199.50	215.70	224.60	230.20	234.00	236.80	238.90	240.50	241.90	243.90	245.90	248.00	249.10	250.10	251.10	252.20	253.30	254.30
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.91	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.10	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Continúa

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

TABLA E.5

Valores críticos de F (continuación).



Denominador g_2	Numerador, g_1																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	647.80	799.50	864.20	899.60	921.80	937.10	948.20	956.70	963.30	968.60	976.70	984.90	993.10	997.20	1,001.00	1,006.00	1,010.00	1,014.00	1,018.00
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.39	39.39	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.67	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00

Continúa

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.



TABLA E.5
Valores críticos de F (continuación).

Denominador g_2	Numerador, g_1																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4,052.00	4,999.50	5,403.00	5,625.00	5,764.00	5,859.00	5,928.00	5,982.00	6,022.00	6,056.00	6,106.00	6,157.00	6,209.00	6,235.00	6,261.00	6,287.00	6,313.00	6,339.00	6,366.00
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.44	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.81	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Continúa

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

TABLA E.5

Valores críticos de F (continuación).



Denominador g_2	Numerador, g_1																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
1	16,211.00	20,000.00	21,615.00	22,500.00	23,056.00	23,437.00	23,715.00	23,925.00	24,091.00	24,224.00	24,426.00	24,630.00	24,836.00	24,910.00	25,044.00	25,148.00	25,253.00	25,359.00	25,465.00	25,465.00
2	198.50	199.00	199.20	199.20	199.30	199.30	199.40	199.40	199.40	199.40	199.40	199.40	199.40	199.40	199.50	199.50	199.50	199.50	199.50	199.50
3	55.55	49.80	47.47	46.19	45.39	44.84	44.43	44.13	43.88	43.69	43.39	43.08	42.78	42.62	42.47	42.31	42.15	41.99	41.83	41.83
4	31.33	26.28	24.26	23.15	22.46	21.97	21.62	21.35	21.14	20.97	20.70	20.44	20.17	20.03	19.89	19.75	19.61	19.47	19.32	19.32
5	22.78	18.31	16.53	15.56	14.94	14.51	14.20	13.96	13.77	13.62	13.38	13.15	12.90	12.78	12.66	12.53	12.40	12.27	12.11	12.11
6	18.63	14.54	12.92	12.03	11.46	11.07	10.79	10.57	10.39	10.25	10.03	9.81	9.59	9.47	9.36	9.24	9.12	9.00	8.88	8.88
7	16.24	12.40	10.88	10.05	9.52	9.16	8.89	8.68	8.51	8.38	8.18	7.97	7.75	7.65	7.53	7.42	7.31	7.19	7.08	7.08
8	14.69	11.04	9.60	8.81	8.30	7.95	7.69	7.50	7.34	7.21	7.01	6.81	6.61	6.50	6.40	6.29	6.18	6.06	5.95	5.95
9	13.61	10.11	8.72	7.96	7.47	7.13	6.88	6.69	6.54	6.42	6.23	6.03	5.83	5.73	5.62	5.52	5.41	5.30	5.19	5.19
10	12.83	9.43	8.08	7.34	6.87	6.54	6.30	6.12	5.97	5.85	5.66	5.47	5.27	5.17	5.07	4.97	4.86	4.75	4.64	4.64
11	12.23	8.91	7.60	6.88	6.42	6.10	5.86	5.68	5.54	5.42	5.24	5.05	4.86	4.75	4.65	4.55	4.44	4.34	4.23	4.23
12	11.75	8.51	7.23	6.52	6.07	5.76	5.52	5.35	5.20	5.09	4.91	4.72	4.53	4.43	4.33	4.23	4.12	4.01	3.90	3.90
13	11.37	8.19	6.93	6.23	5.79	5.48	5.25	5.08	4.94	4.82	4.64	4.46	4.27	4.17	4.07	3.97	3.87	3.76	3.65	3.65
14	11.06	7.92	6.68	6.00	5.56	5.26	5.03	4.86	4.72	4.60	4.42	4.25	4.06	3.96	3.86	3.76	3.66	3.55	3.44	3.44
15	10.80	7.70	6.48	5.80	5.37	5.07	4.85	4.67	4.54	4.42	4.25	4.07	3.88	3.79	3.69	3.58	3.48	3.37	3.26	3.26
16	10.58	7.51	6.30	5.64	5.21	4.91	4.69	4.52	4.38	4.27	4.10	3.92	3.73	3.64	3.54	3.44	3.33	3.22	3.11	3.11
17	10.38	7.35	6.16	5.50	5.07	4.78	4.56	4.39	4.25	4.14	3.97	3.79	3.61	3.51	3.41	3.31	3.21	3.10	2.98	2.98
18	10.22	7.21	6.03	5.37	4.96	4.66	4.44	4.28	4.14	4.03	3.86	3.68	3.50	3.40	3.30	3.20	3.10	2.89	2.87	2.87
19	10.07	7.09	5.92	5.27	4.85	4.56	4.34	4.18	4.04	3.93	3.76	3.59	3.40	3.31	3.21	3.11	3.00	2.89	2.78	2.78
20	9.94	6.99	5.82	5.17	4.76	4.47	4.26	4.09	3.96	3.85	3.68	3.50	3.32	3.22	3.12	3.02	2.92	2.81	2.69	2.69
21	9.83	6.89	5.73	5.09	4.68	4.39	4.18	4.02	3.88	3.77	3.60	3.43	3.24	3.15	3.05	2.95	2.84	2.73	2.61	2.61
22	9.73	6.81	5.65	5.02	4.61	4.32	4.11	3.94	3.81	3.70	3.54	3.36	3.18	3.08	2.98	2.88	2.77	2.66	2.55	2.55
23	9.63	6.73	5.58	4.95	4.54	4.26	4.05	3.88	3.75	3.64	3.47	3.30	3.12	3.02	2.92	2.82	2.71	2.60	2.48	2.48
24	9.55	6.66	5.52	4.89	4.49	4.20	3.99	3.83	3.69	3.59	3.42	3.25	3.06	2.97	2.87	2.77	2.66	2.55	2.43	2.43
25	9.48	6.60	5.46	4.84	4.43	4.15	3.94	3.78	3.64	3.54	3.37	3.20	3.01	2.92	2.82	2.72	2.61	2.50	2.38	2.38
26	9.41	6.54	5.41	4.79	4.38	4.10	3.89	3.73	3.60	3.49	3.33	3.15	2.97	2.87	2.77	2.67	2.56	2.45	2.33	2.33
27	9.34	6.49	5.36	4.74	4.34	4.06	3.85	3.69	3.56	3.45	3.28	3.11	2.93	2.83	2.73	2.63	2.52	2.41	2.29	2.29
28	9.28	6.44	5.32	4.70	4.30	4.02	3.81	3.65	3.52	3.41	3.25	3.07	2.89	2.79	2.69	2.59	2.48	2.37	2.25	2.25
29	9.23	6.40	5.28	4.66	4.26	3.98	3.77	3.61	3.48	3.38	3.21	3.04	2.86	2.76	2.66	2.56	2.45	2.33	2.21	2.21
30	9.18	6.35	5.24	4.62	4.23	3.95	3.74	3.58	3.45	3.34	3.18	3.01	2.82	2.73	2.63	2.52	2.42	2.30	2.18	2.18
40	8.83	6.07	4.98	4.37	3.99	3.71	3.51	3.35	3.22	3.12	2.95	2.78	2.60	2.50	2.40	2.30	2.18	2.06	1.93	1.93
60	8.49	5.79	4.73	4.14	3.76	3.49	3.29	3.13	3.01	2.90	2.74	2.57	2.39	2.29	2.19	2.08	1.96	1.83	1.69	1.69
120	8.18	5.54	4.50	3.92	3.55	3.28	3.09	2.93	2.81	2.71	2.54	2.37	2.19	2.09	1.98	1.87	1.75	1.61	1.43	1.43
∞	7.88	5.30	4.28	3.72	3.35	3.09	2.90	2.74	2.62	2.52	2.36	2.19	2.00	1.90	1.79	1.67	1.53	1.36	1.00	1.00

Fuente: Reimpreso de E. S. Pearson y H. O. Hartley, eds., Biometrika Tables for Statisticians, 3a. ed., 1966, con permiso de Biometrika Trustees.

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

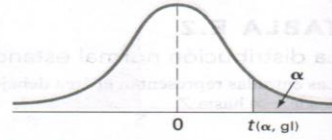
Anexo 3:

Tabla de Valores del t Crítico.

TABLA E.3

Valores críticos de t.

Para un número particular de grados de libertad, la entrada representa el valor crítico de t correspondiente a un área de la cola superior específica (α).



Grados de libertad	Áreas de la cola superior					
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3138	12.7062	31.8207	63.6574
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0322
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5177	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3006	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3022	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822

continúa

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

TABLA E.3

Valores críticos de t
(continuación).

Grados de libertad	Áreas de la cola superior					
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800
50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6459
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9853	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2902	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
110	0.6767	1.2893	1.6588	1.9818	2.3607	2.6213
120	0.6765	1.2886	1.6577	1.9799	2.3578	2.6174
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

Fuente: "Estadística para administración". David Levine, Timothy Krehbiel y Mark Berenson.

Anexo 4:

Base de Datos Modelo Corregido.

		PIBc	Inflación	IMACEC
		%	%	%
2005	I	10,6	1,7	6,5
	II	14,3	4,8	6,3
	III	12,6	7,9	5,1
	IV	2,9	2,3	4,6
2006	I	3,3	2,9	4,9
	II	4,3	6,7	5,2
	III	4,8	8,3	3,9
	IV	3,8	1,4	5,1
2007	I	5,9	1,9	5,7
	II	3,9	5,0	5,0
	III	2,4	11,4	4,3
	IV	5,9	4,4	3,6
2008	I	6,6	5,8	4,0
	II	12,5	15,6	4,7
	III	15,2	22,3	4,3
	IV	7,5	5,3	0,8
2009	I	-4,9	4,1	-2,4
	II	-8,0	5,4	-4,4
	III	-10,3	-1,4	-1,7
	IV	-9,9	-1,1	2,2
2010	I	-1,5	-0,2	1,8
	II	3,7	2,1	6,2
	III	6,3	5,4	7,0
	IV	8,6	1,5	5,8
2011	I	7,4	2,1	9,5
	II	5,5	5,8	6,4
	III	8,5	7,4	4,5
	IV	6,3	2,5	4,5

Fuente: Base de Datos Estadísticos, Banco Central.

Anexo 5:

Base de Datos Modelo Corregido: PIBc Estimado v/s PIBc Real.

		PIBc Estimado	PIBc Real
		%	%
2005	I	6,04	10,6
	II	7,7	14,3
	III	7,9	12,6
	IV	3,7	2,9
2006	I	4,5	3,3
	II	7,3	4,3
	III	6,4	4,8
	IV	3,8	3,8
2007	I	5,1	5,9
	II	5,9	3,9
	III	3	2,4
	IV	3,6	5,9
2008	I	5	6,6
	II	12,2	12,5
	III	15,8	15,2
	IV	1,2	7,5
2009	I	-5,2	-4,9
	II	-7,5	-8,0
	III	-8,1	-10,3
	IV	-2,2	-9,9
2010	I	-1,8	-1,5
	II	4,9	3,7
	III	8,9	6,3
	IV	4,9	8,6
2011	I	10,6	7,4
	II	8,4	5,5
	III	6,7	8,5
	IV	3,7	6,3

Fuente: Base de Datos Estadísticos, Banco Central.

Anexo 6:

Base de Datos PIB Construcción Real v/s PIB Total Real.

		PIBc Real	PIB Total Real
		%	%
2005	I	10,6	6,7
	II	14,3	6,1
	III	12,6	5,2
	IV	2,9	4,4
2006	I	3,3	4,6
	II	4,3	5,3
	III	4,8	4,4
	IV	3,8	5,2
2007	I	5,9	5,5
	II	3,9	5,3
	III	2,4	5,0
	IV	5,9	3,8
2008	I	6,6	4,6
	II	12,5	4,6
	III	15,2	3,3
	IV	7,5	0,2
2009	I	-4,9	-2,4
	II	-8,0	-4,3
	III	-10,3	-1,7
	IV	-9,9	2,5
2010	I	-1,5	1,4
	II	3,7	6,2
	III	6,3	6,8
	IV	8,6	6,0
2011	I	7,4	9,7
	II	5,5	6,3
	III	8,5	4,6
	IV	6,3	4,1

Fuente: Base de Datos Estadísticos, Banco Central.