

LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN COLOMBIA, EL PIB Y OTROS
FACTORES; UN ESTUDIO DE CICLOS Y TENDENCIAS

MAURICIO VILLEGAS MUÑOZ
LUIS MIGUEL ARMAS LASSO

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
SANTIAGO DE CALI
2010

LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN COLOMBIA, EL PIB Y OTROS
FACTORES; UN ESTUDIO DE CICLOS Y TENDENCIAS

MAURICIO VILLEGAS MUÑOZ
LUIS MIGUEL ARMAS LASSO

Trabajo de grado para optar al título de
MAGISTER EN ADMINISTRACION CON ENFASIS EN FINANZAS

Director de Investigación
GUILLERMO BUENAVENTURA VERA

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
SANTIAGO DE CALI
2010

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cali, 06 de Diciembre de 2010

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE GRAFICOS	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCION	10
1. PRESENTACIÓN.....	11
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
1.3. JUSTIFICACION	11
1.4. DELIMITACION	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3. MARCO TEORICO	14
3.1 LOS CICLOS ECONOMICOS.....	14
3.1.1 DESCRIPCION.....	14
3.1.2 FASES DE UN CICLO ECONOMICO.	15
3.2 EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION EN COLOMBIA.....	16
3.3 EL PRODUCTO INTERNO BRUTO EN COLOMBIA.....	18
3.4 EL FILTRO DE HODRICK Y PRESCOTT.....	18
3.4.1 MODELO	19
3.5 REGRESION LINEAL.....	19
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 TENDENCIA Y CICLO	21
4.2 RELACIÓN ENTRE VARIABLES	24
4.2.1 REGRESION.....	24
4.2.2 REZAGOS	25
5. RESULTADOS	28
5.1. TENDENCIA Y CICLO	28
5.1.1. TENDENCIA	28

5.1.1.1.	Área construida (m ²)	28
5.1.1.2.	Producto Interno Bruto (PIB)	30
5.1.1.3.	Variación del PIB (Δ PIB)	30
5.1.1.4.	Desempleo	30
5.1.1.5.	Inflación.....	30
5.1.1.6.	Tasa hipotecaria	30
5.1.2.	CICLO	31
5.1.2.1.	Área construida (m ²)	31
5.1.2.2.	Producto Interno Bruto (PIB)	32
5.1.2.3.	Variación del PIB (Δ PIB)	32
5.1.2.4.	Desempleo	32
5.1.2.5.	Inflación.....	32
5.1.2.6.	Tasa hipotecaria.....	32
5.2.	RELACIÓN ENTRE VARIABLES	33
5.2.1.	VARIACIÓN DEL PIB (Δ PIB)	33
5.2.2.	DESEMPLEO.....	36
5.2.3.	INFLACIÓN	39
5.2.4.	TASA HIPOTECARIA.....	42
5.2.5.	REGRESIÓN CON MÚLTIPLES VARIABLES	44
5.2.6.	RELACIÓN ENTRE CICLO DE LA CONSTRUCCIÓN Y CADA UNA DE LAS VARIABLES	46
5.3.	HALLAZGOS.....	50
5.4.	RESULTADOS MARGINALES	52
5.4.1.	RELACION ENTRE TENDENCIAS.....	52
6.	CONCLUSIONES Y DISCUSION FINAL	53
7.	ALCANCE Y LIMITACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	55

INDICE DE TABLAS

Significancia entre Variables	26
Escala de significancia	27
Calificación de significancia.....	27
Correlación entre área construida en Cali y la variación del PIB, con rezago del PIB.	33
Correlación entre área construida en Cali y la variación del PIB, con rezago del área construida.....	34
Correlación entre área construida en Bogotá y la variación del PIB, con rezago del PIB...35	
Correlación entre área construida en Bogotá y la variación del PIB, con rezago del área construida.....	35
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del PIB.....	35
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del área construida.....	36
Comparativo entre significancias por rezagos.....	36
Correlación entre área construida en Cali y el desempleo, con rezago del desempleo.....	37
Correlación entre área construida en Cali y el desempleo, con rezago del área construida.	37
Correlación entre área construida en Bogotá y el desempleo, con rezago del desempleo.	38
Correlación entre área construida en Bogotá y el desempleo, con rezago del área construida.....	38
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del desempleo.....	38
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del área construida.....	39
Correlación entre área construida en Cali y la inflación, con rezago de la inflación.	39
Correlación entre área construida en Cali y la inflación, con rezago del área construida...40	
Correlación entre área construida en Bogotá y la inflación, con rezago de la inflación.	40
Correlación entre área construida en Bogotá y la inflación, con rezago del área construida.	41
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la inflación.....	41
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago del área construida.....	41
Correlación entre área construida en Cali y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.....	42
Correlación entre área construida en Cali y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.....	42

Correlación entre área construida en Bogotá y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.	43
Correlación entre área construida en Bogotá y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.	43
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.	43
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.	44
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y todas las variables simultaneas, con rezago de las variables.	45
Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y todas las variables simultaneas, con rezago del área construida.	45
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del PIB.	46
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago de la construcción.	47
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del desempleo.	47
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago de la construcción.	48
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la inflación.	48
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la construcción.	49
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.	49
Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la construcción.	50
Resultados esperados vs obtenidos.	50
Correlación entre tendencia de área construida y tendencia del PIB.	52

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1. Patrón de Ciclo	15
GRAFICO 2. Evolución del PIB en Colombia desde 2003	18
GRAFICO 3. Tendencia del área de vivienda construida en Cali (m ²).....	23
GRAFICO 4. Ciclo del área de vivienda construida en Cali (m ²)	24
GRAFICO 5. Comparativo entre tendencias de ciudades (m ²)	29
GRAFICO 6. Comparativo entre ciclos de ciudades	31

RESUMEN

Este trabajo analiza la relación entre la construcción, el PIB, la tasa de desempleo, la tasa hipotecaria y la inflación en Colombia, considerando datos trimestrales desde 1997 hasta 2009

Mediante el uso del filtro de Hodrick y Prescott se desagregaron los componentes de tendencia y ciclo de cada variable para determinar su comportamiento.

Palabras clave: Tendencia, Ciclo, Filtro de Hodrick y Prescott.

ABSTRACT

This paper analyzes the relationship between construction, GDP, unemployment, the mortgage rate and inflation in Colombia, considering quarterly data from 1997 to 2009

By using the Hodrick and Prescott filter, in this purpose it was structured in a separated way the trend and cyclical components of each variable to determine its behavior

Key words: Trend, Cycle, Hodrick and Prescott's filter.

INTRODUCCION

El estudio de los ciclos económicos siempre ha sido un tema de especial interés, pues representa la posibilidad de anticiparse a diversas situaciones adoptando las medidas necesarias que mitiguen o incrementen un resultado esperado.

El presente trabajo se enfoca en el estudio de los ciclos de la construcción y del PIB y busca profundizar en el comportamiento que estos dos elementos presentan, analizando su relación y sus efectos, además de su interacción con otras variables.

Para este análisis se aplica el modelo “Filtro de Hodrick y Prescott”, cuyo principal beneficio es que permite identificar el componente de tendencia en una serie de datos. Así, se orientó el análisis al sector de la construcción adicionando componentes relativos al mismo, tales como el área construida, el desempleo, la inflación y la tasa de interés para crédito hipotecario.

El análisis efectuado permite evidenciar comportamientos cíclicos y, por supuesto, relaciones en mayor o menor grado entre las variables de estudio. Para éstos efectos se consideran datos trimestrales desde 1997, inclusive, en las principales ciudades del país, además de manejar una tabla consolidada del comportamiento de tales variables a nivel nacional.

El marco teórico hace una descripción de los ciclos económicos, la evolución del sector de la construcción en Colombia y el PIB. Además, permite un concepto claro de las principales herramientas utilizadas (Filtro de Hodrick y Prescott, regresión lineal). Al final del trabajo se presentan los hallazgos y se plantea una discusión.

1. PRESENTACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Existe un amplio consenso sobre el importante aporte del sector de la construcción en Colombia en los últimos años al dinamismo de la actividad económica nacional. De hecho, la contribución promedio del sector al crecimiento en los años recientes (2002-2007) está en el orden de 0,8 puntos porcentuales. No obstante, la construcción es un sector que presenta fuertes fluctuaciones. Según Cárdenas y Hernández, (2006) para el período 1980 – 2006 el Producto Interno Bruto (PIB) de la construcción (que incluye la actividad edificadora y las obras civiles) ha tenido cerca de dos ciclos, que involucran fases expansivas y recesivas. A pesar de esto, en ninguna de las fases expansivas registradas se ha observado una dinámica tan favorable como la de los últimos seis años, con una tasa de crecimiento promedio bastante alta de 13,2%. En ese sentido resulta importante analizar si esta dinámica creciente tendrá la corrección natural inherente a un amplio ciclo económico, o si por el contrario, se puede esperar una fuerte desaceleración en el sector.

1.2. REVISIÓN DE LITERATURA

La principal fuente de investigación para el presente trabajo es la información del sector tratada por diversos autores en publicaciones de entidades estatales (Banco de la República, DANE), además de agremiaciones privadas como Camacol y CENAC.

De otra parte, fueron consultadas fuentes relacionadas con los ciclos de la construcción en países como Chile (Paredes y Aroca, 2008) o con la situación vivida a raíz de la crisis hipotecaria en los Estados Unidos (Tomura, 2008). Estos textos y particularmente el estudio del Banco Central de Costa Rica efectuado por Muñoz y Kikut en 1994, así como la tesina de Ana del Río (1999), permitieron identificar una herramienta esencial para el desarrollo del presente trabajo, es decir, el filtro de Hodrick y Prescott.

1.3. JUSTIFICACION

Este trabajo se realiza con el ánimo de aportar una nueva posición frente a los estudios de comportamiento económico en el sector de la construcción y está orientado a que las empresas dedicadas a la actividad edificadora y conexas, puedan contar con una herramienta que facilite la predicción de comportamientos y tendencias de las principales variables que afectan el sector, para de esta

manera lograr anticiparse a los acontecimientos y mejorar tanto los índices de gestión internos como el impacto social.

1.4. DELIMITACION

El estudio considera las seis principales ciudades de Colombia (Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira) y adicionalmente, el comportamiento del PIB nacional y las variables de estudio desde el año 1997.

Este estudio se centra específicamente en el área total de vivienda nueva, pues lo que se busca es conocer la reacción que tiene la industria de la construcción de vivienda frente al comportamiento de la economía nacional.

Dentro del período de análisis se destacan dos acontecimientos que tuvieron un alto impacto en el comportamiento de la oferta de vivienda en Colombia: la primera, la crisis inmobiliaria de finales de la década de los noventa, donde los dineros del narcotráfico habían deformado artificialmente la demanda de vivienda, y su posterior salida motivó una caída que derivó en una de las crisis más profundas de los últimos años.

La segunda, la guerra de las cementeras entre los años 2004 y 2005 que disparó la oferta de vivienda, motivada por una disminución exagerada del precio de uno de los insumos más importantes para esta industria.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer a nivel exploratorio la relación de la actividad de la construcción con el PIB y con otros factores, al igual que la anticipación que estos puedan tener sobre dicha actividad de la construcción

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el ciclo de la construcción y el ciclo del PIB en Colombia.
- Identificar el ciclo de otras variables económicas, y determinar su grado de correlación con la construcción de vivienda.
- Generar modelos de contraste entre la actividad de la construcción, el PIB y los otros factores.

3. MARCO TEORICO

3.1 LOS CICLOS ECONOMICOS

3.1.1 DESCRIPCION

La definición de un ciclo económico se remonta a 1946, cuando Burns y Mitchell publicaron su libro "Measuring Business Cycles". Los autores hicieron un aporte definitivo sobre el tema y de ellos se puede extractar la siguiente definición:

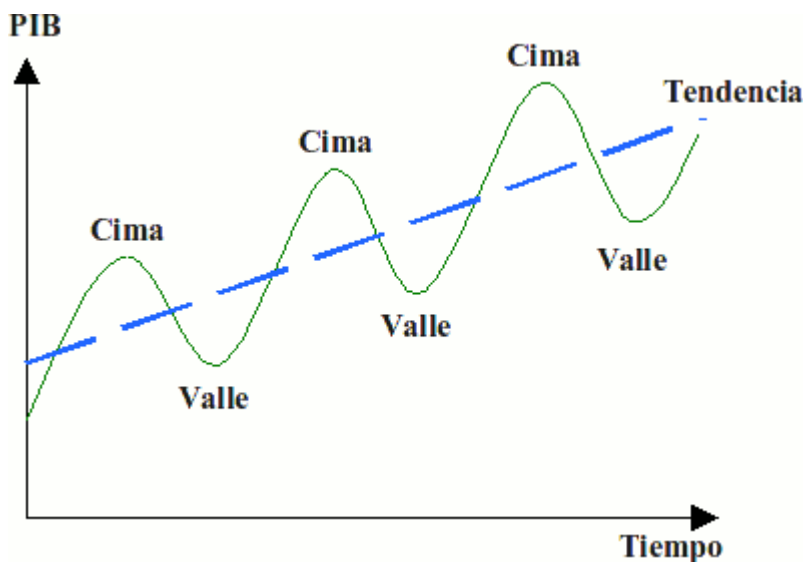
"Los ciclos económicos son una forma de fluctuación que se encuentra en la actividad agregada de las naciones que organizan su trabajo principalmente en empresas: un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en múltiples actividades económicas, seguidas de recesiones de igual modo generales, contracciones y recuperaciones que se funden con la fase expansiva del ciclo siguiente."

Los ciclos agrupan el comportamiento de diversas variables para representar fluctuaciones en la economía. Durante ellos será posible evidenciar comportamientos similares en el tiempo, dadas ciertas características y situaciones. Tales comportamientos incluirán por supuesto, ascensos y descensos de la actividad económica. En la medida en que tales circunstancias se repitan con mayor o menor frecuencia, se podrá a su turno evaluar la amplitud del ciclo.

El momento de la expansión máxima de la producción durante un ciclo se denomina cima, con el cual se inicia un período de recesión (que si es muy profunda se denomina depresión). El punto más bajo se conoce como valle, luego del cual se desarrolla la etapa de auge, expansión o crecimiento. Un ciclo económico completo se extiende desde un valle al siguiente, pasando a través de una cima.

Para un completo entendimiento, se puede ejemplarizar esta situación tomando el PIB como objeto de análisis. Su trayectoria posee una tendencia que es el resultado de los factores que determinan el crecimiento de largo plazo de la economía. Se supone que las variables que determinan el ciclo poseen escaso efecto sobre esta tendencia, así el ciclo representa las desviaciones transitorias alrededor de una tendencia dada. En el gráfico 1 se representa el patrón del ciclo económico, identificando la cima, el valle y la tendencia subyacente del producto.

GRAFICO 1. Patrón de Ciclo



Fuente: <http://www.econlink.com.ar/ciclos-economicos>

Se pueden distinguir dos tipos de ciclos económicos generales: los llamados ciclos de stock, cortos o pequeños, con una duración promedio de 3 años, los cuales no necesariamente registran una crisis en el descenso; y los ciclos de inversión, de negocios o medios, con una duración media de 7 años, distinguiéndose por la presencia tanto de auges como de crisis cíclicas.

3.1.2 FASES DE UN CICLO ECONOMICO.

Los estudios económicos hacen referencia a las siguientes fases de un ciclo económico:

Auge: En esta etapa la producción y el ingreso aumentan, al igual que los salarios y beneficios; esto conlleva a que el nivel de desempleo disminuya. A su turno, la inversión aumenta, al igual que la confianza del consumidor y el optimismo en general.

Recesión: Es originada generalmente por una saturación en la demanda, ligada por supuesto al aumento de precios al que puede conllevar la fase de Auge. En general, esta situación se evidencia con una disminución generalizada de las tasas de crecimiento. En los estudios macroeconómicos ocupa especial atención el PIB, toda vez que este indicador agrupa los principales sectores de la economía de un país.

Depresión: Suele presentarse posterior a un período de estancamiento, involucrando una caída en los niveles de producción, inversión e ingreso. Al disminuir la inversión y la tasa de crecimiento, es posible que algunos sectores se vean afectados, pero adicionalmente esta situación suele estar acompañada de una caída de la tasa de interés y de los valores de activos financieros. Este panorama poco atractivo se va contagiando a otros sectores, ocasionando una caída general de la demanda y el ingreso.

Recuperación: Ocurre cuando la caída de precios, inversión e ingreso se frena, generalmente motivado por un cambio de expectativas: políticas públicas, recuperación del mercado de valores, oportunidades de inversión, etc. La inversión entonces comienza a aparecer nuevamente y con ella la demanda de trabajo y factores. La capacidad ociosa existente permite lograr que la producción se recupere sin que aumenten los precios y salarios. Cuando los recursos comienzan a ser escasos nuevamente y los precios comienzan a aumentar, se puede entender que hay una fase de auge, cerrando así un ciclo.

3.2 EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION EN COLOMBIA

Indudablemente, el sector de la construcción ha sido uno de los que más dinamismo ha registrado en los últimos años. No solamente se hace evidente que el sector de la construcción se encuentra en una fase expansiva, sino que su participación dentro del PIB ha ganado mayor importancia después de la crisis de 1999. Recientes estudios han demostrado que el mayor impulso a la construcción venía por el impulso de la economía agregada, pero además han demostrado que el descenso en la actividad constructora también se asociaba en una magnitud importante al comportamiento del PIB. Si el país mantenía tasas de crecimiento superiores al 5% anual, el crecimiento en las licencias de construcción lo hacían en un 10% - 12%. No obstante, el aumento de la liquidez en la economía que caracterizó gran parte de los años noventa señalaba un ritmo de expansión insostenible para la actividad constructora, que se hizo evidente durante la posterior crisis a finales de esta década.

Un estudio efectuado por C. Riffart en los países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo en 1995, indica que los ciclos económicos del sector tienden a aparecer con una amplitud cercana a los cinco años.

Las cifras disponibles en el DANE reflejan que durante los últimos años la industria, la construcción, el comercio y los servicios de transporte se han consolidado como los sectores dinámicos que más aportan al crecimiento. Sobresale que la construcción se consolidó como la actividad más dinámica en la fase de recuperación económica luego de la crisis de 1998-1999. Para los años 2007 y 2008 la tasa anual de crecimiento de la construcción se ubicó en niveles

superiores a 10%. Sin embargo, el sector presenta actualmente una corrección natural a ritmos de actividad más sostenibles y acordes con su potencial.

El PIB de la construcción está compuesto por dos grandes ramas: La primera está relacionada con los trabajos de construcción de edificaciones, que agrupa el valor agregado de la construcción de edificaciones residenciales -tanto a nivel urbano como rural-, edificios no residenciales, reparación de edificios y mantenimientos, y alquiler de equipos de construcción. La segunda rama se compone de los trabajos asociados con la ingeniería civil, que abarca la construcción de carreteras, vías férreas, puertos y alcantarillados. En la última década las obras civiles han tenido una fase expansiva importante, mientras que el ciclo de las edificaciones presenta importantes señales de contracción, lo cual sugiere que los importantes resultados descritos para el sector construcción están siendo jalonados por el subsector de obras civiles.

En cuanto a la edificación de viviendas, desde mediados de 2000 las licencias han presentado una tendencia creciente que parece reducirse en una pequeña cuantía para la segunda mitad de 2007. Durante el segundo trimestre de 2007, el número de licencias aprobadas -medidas en metros cuadrados- alcanzó su punto máximo, para finalmente presentar una pequeña caída en el tercer trimestre de ese mismo año. De otra parte, los datos del PIB de edificaciones presentaron durante el mismo período tasas de crecimiento cercanas al 4%, valores similares a los observados durante la primera mitad de la década de los noventa. Es importante señalar que el crecimiento de las licencias aprobadas para vivienda de interés social (VIS)¹ ha venido en ascenso.

No menos importante en el análisis del sector de la construcción son las consideraciones sobre el costo financiero del crédito hipotecario. Los cambios en las tasas de intervención del Emisor se transmiten de forma mucho más rezagada e indirecta sobre las tasas hipotecarias, ya que hay otros factores que determinan su nivel. En algunos estudios aplicados para Colombia (Huertas, Jalil, Olarte y Romero, 2006) se ha estimado que este rezago, en general, tarda entre cuatro y seis semestre. Así, para las tasas hipotecarias éste se ubicaría entre ocho y diez trimestres. En la actualidad, el sector de la construcción representa alrededor de 6,3% del PIB y 4,9% del empleo total del país.

¹ VIS: Vivienda de Interés Social. Su valor es menor o igual a 135 salarios mínimos legales mensuales vigentes en Colombia.

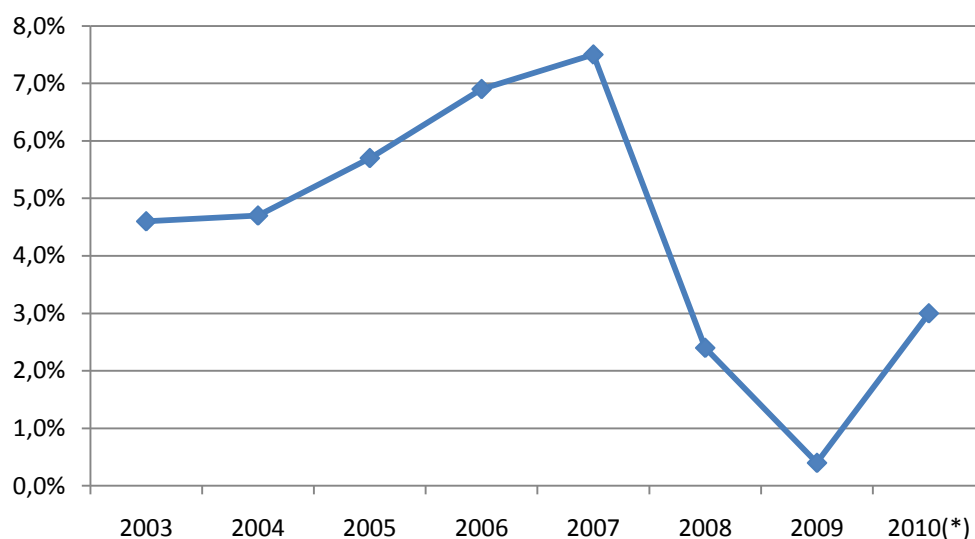
NO VIS: Aquella vivienda cuyo valor supera los 135 salarios mínimos legales mensuales vigentes en Colombia.

3.3 EL PRODUCTO INTERNO BRUTO EN COLOMBIA

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado.

En la última década se han observado fluctuaciones importantes en su comportamiento, siendo particularmente llamativo el hecho de que de un año a otro se haya pasado de un crecimiento del 7.5% en 2007 a uno del 2.4% en 2008, lo que representa una disminución del 68%. Esto se puede apreciar mejor en el gráfico 2.

GRAFICO 2. Evolución del PIB en Colombia desde 2003



Fuente: DANE

Así, el crecimiento promedio del PIB en los últimos 4 años ha sido del 3.3%, habiendo llegado en 2009 a estar muy cercanos a una recesión, con un crecimiento tan sólo del 0.4%. Por lo anterior, es de especial relevancia el análisis del PIB y su relación con la industria de la construcción, tomando en cuenta que éste es uno de los sectores que más peso tiene en la composición del indicador conforme a las cifras de producción en Colombia.

3.4 EL FILTRO DE HODRICK Y PRESCOTT

El Filtro de Hodrick y Prescott es una herramienta cuyo objetivo primario es obtener el componente de tendencia de una serie de tiempo al trabajar únicamente con los ciclos. Este filtro fue publicado hacia 1980 por Robert J.

Hodrick y Edward C. Prescott², quienes han sido estudiosos de los ciclos económicos y hoy en día hacen parte del grupo investigativo de prestigiosas universidades en los Estados Unidos.

3.4.1 MODELO

Sea y_t una serie de tiempo para $t = 1, 2, \dots, T$. Si τ_t es la tendencia de esta serie, entonces la medida de las fluctuaciones cíclicas está dada por: $c_t = y_t - \tau_t$.

El objetivo del modelo es determinar el ciclo de una serie de tiempo. Para ello encuentra la tendencia que más se ajusta a la serie dada y a partir de ella encuentra el ciclo.

La formulación del modelo es la siguiente:

El primer término de la ecuación representa la suma de las desviaciones de la serie respecto a la tendencia al cuadrado $c_t = y_t - \tau_t$ y es una medida del grado de ajuste las cuales penalizan el componente cíclico. El segundo término es un múltiple λ de la suma de los cuadrados de las segundas diferencias de los componentes de tendencia y es una medida del grado de suavidad. Este segundo término penaliza variaciones en la tasa de crecimiento del componente tendencial. Cuanto más grande sea el valor de λ , más alta es la penalidad. La elección de λ es aleatoria, pero Hodrick y Prescott estiman que, para datos trimestrales, un valor de $\lambda = 1600$ es razonable, bajo el supuesto de que cualquier perturbación que tiene efectos durante 8 o más años tiene carácter permanente.

3.5 REGRESION LINEAL

Este modelo permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria Y cuando X toma un valor específico. Es representado por la siguiente ecuación:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

² Edward C. Prescott, premio Nobel de Economía en 2004.

Dónde:

β_0 representa la ordenada en el origen Y de la ecuación

β_1 representa la pendiente

ε_i es un error aleatorio y representa la variación de y que no es estimada por la relación lineal.

La regresión lineal múltiple estima los coeficientes de la ecuación lineal con más de una variable independiente, que mejor prediga el valor de la variable dependiente.

La ecuación que representa el modelo es la siguiente:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

La regresión lineal proporciona dos resultados relevantes:

- Los valores de la variable dependiente en función de la variable independiente
- La variación marginal de la variable dependiente provocada por una variación unitaria de la variable independiente.

El objetivo del modelo es que la ecuación lineal esté más cerca de los valores individuales de y para que la variabilidad en torno a la ecuación lineal sea menor que la variabilidad en torno a la media.

4. METODOLOGIA

El presente trabajo explora la relación que existe entre la construcción de vivienda y algunas variables macroeconómicas, así como su comportamiento a lo largo del tiempo.

Como indicador de construcción se toma la serie histórica de metros cuadrados (m²) de vivienda nueva construida en la ciudad de Cali, Bogotá y el acumulado de las seis principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira). Estos datos se obtienen en la página web oficial del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y corresponden a valores trimestrales comprendidos entre el segundo trimestre de 1997 y el cuarto trimestre de 2009.

Las variables macroeconómicas analizadas corresponden al producto interno bruto (PIB), el desempleo (%d), la inflación (π) y la tasa de interés hipotecaria (%i). Estos datos se extraen de series estadísticas históricas publicadas en las páginas oficiales del Banco de la República y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Los datos de desempleo e inflación se encuentran en periodos mensuales, por lo que es necesario convertirlos a periodos trimestrales para ajustarlos a los parámetros de estudio.

La tasa hipotecaria corresponde a la ofrecida por los bancos nacionales para vivienda No VIS y se calcula ponderando la tasa mensual de cada banco, con base en el monto colocado para crédito hipotecario. También es necesario ajustar esta tasa mensual a una tasa trimestral.

El estudio de estas variables se divide en dos etapas:

- Cálculo de tendencia y ciclo de las variables
- Relación entre las variables

4.1 TENDENCIA Y CICLO

La primera etapa consiste en determinar la tendencia y el ciclo de las series históricas, tanto de las variables macroeconómicas descritas como de los metros cuadrados construidos en las ciudades sobre las cuales se efectuó el análisis.

Para tal efecto se utiliza como herramienta de análisis el filtro de Hodrick y Prescott, el cual permite descomponer una serie histórica (y) en términos de tendencia (τ) y ciclo (c), como ya se indicó.

Los autores de la metodología definen el ciclo como las fluctuaciones recurrentes en la actividad real respecto a una tendencia, la cual no es más que un camino suave pero variable.

$$c_t = y_t - \tau_t$$

El valor de tendencia (τ) es el resultado de desarrollar la siguiente ecuación, expresada en notación matricial:

$$\tau = (I + \lambda A^T A)^{-1} Y$$

En la expresión anterior, I corresponde a la matriz identidad de tamaño (T x T).

La matriz A es de tamaño (T-2 x T)

$$A =$$

La matriz A^T es la transpuesta de A, de tamaño (T x T-2)

El filtro exige la utilización del parámetro λ , el cual modula la suavidad de la tendencia. Aunque no existe consenso en la manera de escogerlo, Hodrick y Prescott sugieren el valor de 1600 para series trimestrales. Además, $\lambda = 1600$ produce ciclos relativamente regulares.

Para el presente trabajo se adopta $\lambda = 1600$

El vector Y representa los valores de la serie histórica.

Los datos de la serie Y_t se emplean en logaritmo para que el componente c_t quede expresado directamente en términos de desviaciones porcentuales de la serie respecto a la tendencia, que se consideran como una estimación del ciclo de la serie.

Para la aplicación del filtro de Hodrick y Prescott se definen las siguientes variables, las cuales se ordenan cronológicamente en períodos trimestrales:

- Metros cuadrados de vivienda nueva construida (m²)
- Producto interno bruto (PIB)
- Tasa de desempleo (%d)
- Tasa de inflación (π)
- Tasa de interés hipotecario (%i)

La aplicación del modelo para cada una de las variables se hace con la función MMULT de Excel.

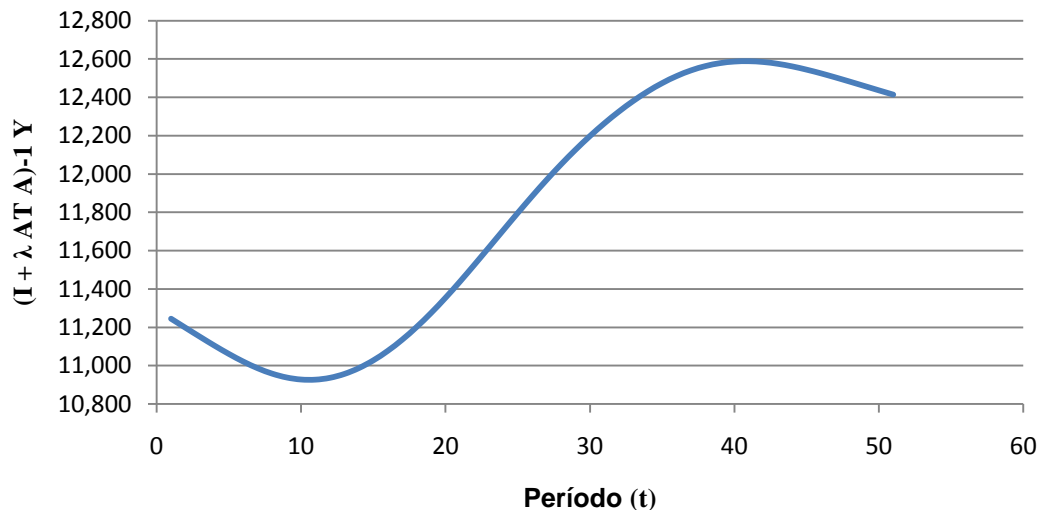
El filtro arroja como resultado un vector (τ) con los valores de tendencia de cada una de las variables analizadas.

El cálculo del vector (c) con los valores del ciclo, se efectúa restando cada valor τ_t del correspondiente valor y_t .

Estos resultados se presentan también en gráficos en los que puede apreciarse el comportamiento de las variables en términos de tendencia y ciclo.

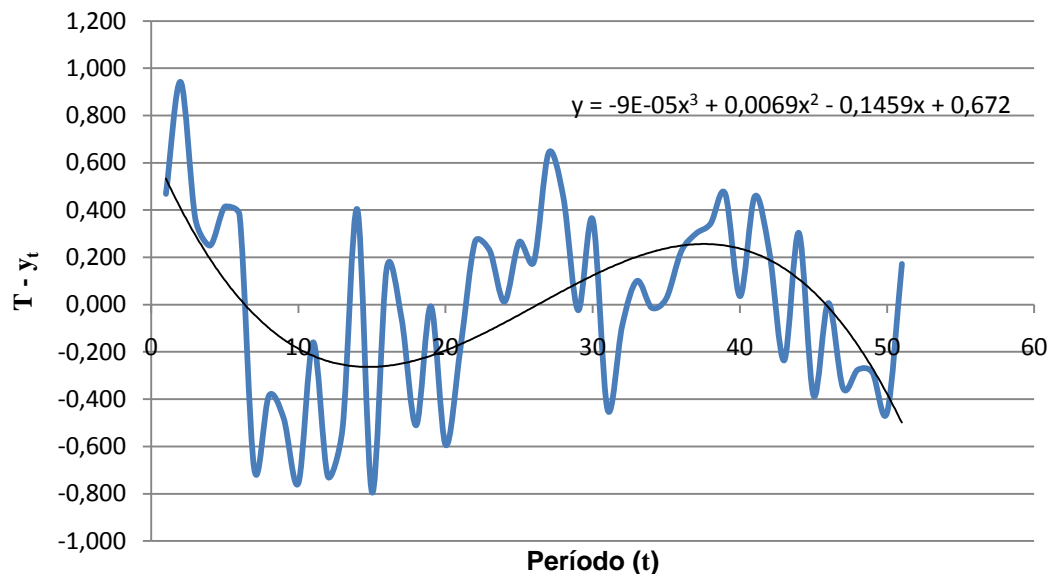
A manera de ejemplo, el Gráfico 3 presenta los resultados de tendencia y el gráfico 4 el ciclo, obtenidos al aplicar el filtro de Hodrick y Prescott al área construida (m²) en la ciudad de Cali entre el segundo trimestre de 1997 y el cuarto trimestre de 2009

GRAFICO 3. Tendencia del área de vivienda construida en Cali (m²)



Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 4. Ciclo del área de vivienda construida en Cali (m²)



Fuente: Elaboración propia

En los gráficos anteriores se puede observar cómo la construcción en la ciudad de Cali presenta una tendencia creciente y un ciclo claramente definido.

Al gráfico del ciclo se le agrega la línea de tendencia de tipo polinómica de grado 3 y se presenta la ecuación de la misma.

Visualmente puede determinarse que, durante el período de análisis, la construcción en Cali tuvo un ciclo de aproximadamente diez años, comenzando en el período 5 (segundo trimestre de 1998) y el período 45 (segundo trimestre de 2008).

4.2 RELACIÓN ENTRE VARIABLES

4.2.1 REGRESION

En las regresiones lineales se define como variable dependiente el área construida (m²) y como independiente cada una de las variables ya mencionadas (PIB, %d, π y %i). Se utiliza la herramienta Análisis de Datos de Excel para el cálculo de las regresiones.

Lo que se busca es observar cuál es la reacción que tiene la industria de la construcción frente a los cambios que sufre la economía, o por lo menos algunas de sus variables más significativas, y si ésta existe, determinar si se presenta inmediatamente o con algún rezago.

Para tal efecto se correlacionan los metros cuadrados construidos en cada período con los datos de cada una de las demás variables en el mismo período, de tal manera que se pueda observar la reacción inmediata.

Adicionalmente se realizan correlaciones entre el área construida y todas las variables simultáneamente con el fin de estimar el comportamiento de la construcción ante las variaciones que sufren las variables mencionadas en conjunto.

4.2.2 REZAGOS

Para detectar si la reacción se presenta con un rezago, bien sea hacia adelante o hacia atrás de un período (trimestre en este caso), se correlacionan los metros cuadrados construidos en cada período (t) con los datos de cada una de las demás variables en el trimestre inmediatamente anterior ($t-1$).

De igual manera se hacen regresiones que correlacionan el área construida (m^2) en el período t con las variables en $t-2$ y $t-3$, y así poder determinar si el rezago es aún mayor.

Además se realizan regresiones lineales entre el área construida (m^2) en el período t , correlacionándola con los valores de las demás variables en los períodos posteriores, es decir, en $t+1$, $t+2$ y $t+3$, con el ánimo de detectar si por el contrario, lo que se presenta es un adelanto en el comportamiento de la industria de la construcción frente al desarrollo de la economía.

Con la intención de explorar aún más la relación entre la construcción y cada una de las variables macroeconómicas estudiadas, se hacen también regresiones múltiples, donde se correlacionan simultáneamente el área construida (m^2) en el período t con los datos de cada una de las demás variables en los períodos anteriores (t , $t-1$, $t-2$ y $t-3$), y con los datos de cada una de las demás variables en los períodos posteriores (t , $t+1$, $t+2$ y $t+3$).

Después de realizar cada una de las regresiones se analiza esencialmente los resultados de dos parámetros: la significancia y el signo de la relación.

La significancia se determina observando el valor de la probabilidad arrojada por el análisis de regresión, cuyo valor representa la probabilidad de que el modelo no sea explicado por la relación entre sus variables. De este modo, valores altos de

probabilidad indicarán que el modelo no se explica por la relación entre sus variables, así que la relación entre ellas tiene una baja significancia. Por el contrario, valores bajos de probabilidad indicarán que el modelo es explicado por la relación entre sus variables, así que la relación entre ellas presenta significancia alta.

Para el presente trabajo se define la siguiente escala, que permite calificar la significancia entre las variables:

TABLA 1. Significancia entre Variables

Probabilidad	Significancia
0 - 0.01	Alta
0.01 - 0.05	Media
0.05 - 0.10	Baja
> 0.10	Ninguna

El segundo parámetro corresponde al signo del coeficiente (β) que resulta del análisis de regresión, el cual determina el sentido de la relación entre el área construida (m^2) y la variable con que se correlaciona.

En caso de presentarse signo positivo (+) la relación entre las dos variables será directa, es decir, si la variable independiente aumenta la variable dependiente también aumenta, aunque no necesariamente en la misma proporción. De igual manera, si la variable independiente disminuye la variable dependiente también disminuirá.

Por otro lado, un signo negativo (-) en el coeficiente significará que la relación entre las dos variables es inversa. Si la variable independiente aumenta la variable dependiente disminuye y si la variable independiente disminuye la variable dependiente aumenta.

Para analizar correctamente la relación que tiene la industria de la construcción con las variaciones de la economía es necesario evaluar los dos parámetros de manera conjunta, por lo que se define la escala de calificación así:

TABLA 2. Escala de significancia

<i>Para relación directa</i>		<i>Para relación inversa</i>	
<u>Probabilidad</u>	<u>Significancia</u>	<u>Probabilidad</u>	<u>Significancia</u>
0 - 0.01	+++	0 - 0.01	---
0.01 - 0.05	++	0.01 - 0.05	--
0.05 - 0.10	+	0.05 - 0.10	-
> 0.10	0	> 0.10	0

De esta manera es posible determinar simultáneamente el grado de significancia que tiene la relación entre las variables y el signo de la misma.

Además se asigna una calificación numérica a la significancia, con base en la clasificación anterior, otorgándole un punto (1) a cada signo, manteniendo su signo, de tal manera que:

TABLA 3. Calificación de significancia

+++	=	3	---	=	-3
++	=	2	--	=	-2
+	=	1	-	=	-1

5. RESULTADOS

Después de ejecutar el filtro de Hodrick y Prescott y hacer los cálculos de regresión se realiza un análisis numérico y gráfico tanto de tendencia y ciclo como de relación entre variables, obteniendo los siguientes resultados:

5.1. TENDENCIA Y CICLO

Los resultados obtenidos de tendencia y ciclo son notablemente diferentes entre lo que sucede con la construcción de vivienda y lo que sucede con las variables macroeconómicas.

Para el caso del área de vivienda nueva construida se observa un comportamiento relativamente igual en los resultados de tendencia y ciclo obtenidos para Cali, Bogotá y las seis ciudades principales.

5.1.1. TENDENCIA

5.1.1.1. Área construida (m²)

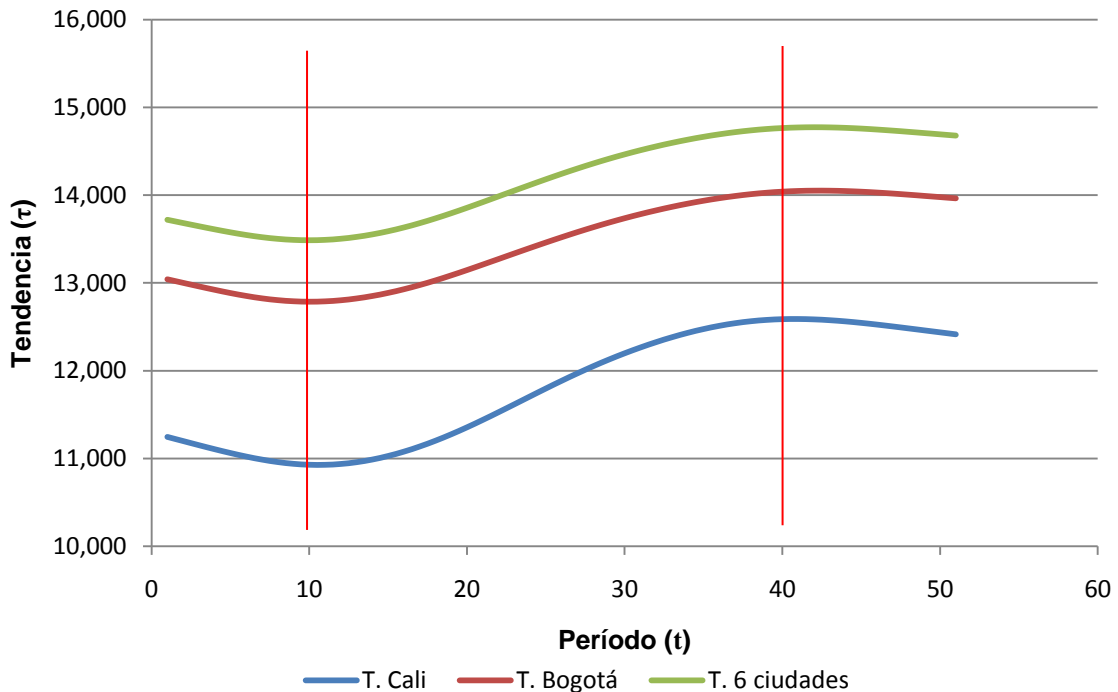
Al comienzo de la serie se presenta una tendencia con comportamiento decreciente, la cual tiene un punto de inflexión alrededor del período 10, es decir, entre el tercer trimestre de 1999 y el primer trimestre de 2000.

Después de esto la tendencia se invierte y tiene un comportamiento creciente hasta alcanzar un punto alrededor del período 40, es cual se ubica entre el último trimestre de 2006 y el primero de 2007.

A partir de este momento la tendencia vuelve a ser decreciente, manteniéndose así hasta ahora, aunque con una pendiente menor que al inicio del período de análisis.

Este período está comprendido entre el segundo trimestre de 1997 y el cuarto trimestre de 2009, y el resultado obtenido refleja claramente la situación que ha vivido la industria de la construcción en Colombia en los últimos años, enmarcada en un entorno económico y definida por momentos históricos de gran relevancia.

GRAFICO 5. Comparativo entre tendencias de ciudades (m²)



Fuente: Elaboración propia

La primera etapa de la serie, de tendencia decreciente, muestra los efectos de la crisis hipotecaria y económica de finales de los noventa. Durante este período las empresas constructoras de vivienda se preocupaban más por subsistir que por incrementar su participación en el mercado.

Para la segunda etapa se observa un cambio drástico en el comportamiento de la vivienda nueva, generado por el aumento en la oferta inmobiliaria durante este período de evidente auge de la construcción.

A finales de esta década empieza a saturarse el mercado y la sobreoferta hace que algunas de las empresas constructoras dejen de construir nuevos proyectos de vivienda, lo cual explica el segundo cambio en la tendencia. Aunque la tendencia vuelve a ser decreciente, la pendiente es menos fuerte que a finales de los noventa, posiblemente debido al incentivo en tasa hipotecaria ofrecido para la compra de vivienda nueva.

Esta tendencia se observa de manera consistente en todas las ciudades objeto del presente estudio, tal como lo muestra el gráfico 5.

5.1.1.2. Producto Interno Bruto (PIB)

En el caso del PIB el gráfico de la tendencia es siempre creciente, comportándose prácticamente como una recta de pendiente positiva. Aunque en los datos del PIB se observa que no necesariamente el valor de cada trimestre es mayor que el anterior, al analizarlos como tendencia estos mismos valores presentan un comportamiento constantemente creciente.

Resulta también interesante analizar el comportamiento que en cuanto a tendencia tiene la variación del PIB.

5.1.1.3. Variación del PIB (Δ PIB)

Para el caso de la variación del PIB (Δ PIB) se observa un comportamiento totalmente diferente en cuanto a tendencia y ciclo respecto a lo que sucede cuando se analiza el PIB de manera absoluta.

La tendencia es creciente durante la mitad del período de análisis y durante la segunda mitad, a partir del último trimestre de 2005 o primero de 2006 cambia de sentido, mostrando una curva similar a una parábola invertida.

5.1.1.4. Desempleo

Durante todo el período de análisis la tendencia del desempleo presenta un comportamiento similar al de una recta de pendiente negativa. Esto indica que en términos generales esta variable ha venido decreciendo, y se proyecta que siga con la misma tendencia.

5.1.1.5. Inflación

La inflación también presenta una tendencia decreciente durante todo el período de análisis, aunque ya no de una manera tan clara como con el desempleo. Esta tendencia decreciente ha sido evidente en el país durante varios años y puede ser fruto de las políticas de control de la inflación ejercidas por el Banco de la República.

5.1.1.6. Tasa hipotecaria

Para el caso de la tasa hipotecaria se observa una marcada tendencia decreciente desde el comienzo del período de análisis hasta un punto alrededor del trimestre

16 (segundo trimestre de 2006), para después continuar con una pendiente más suave aunque igualmente negativa.

Este período coincide con el inicio del auge de la construcción ya mencionado, durante el cual los bancos han optado por mantener unas tasas hipotecarias bajas, dinamizando la colocación de créditos para compra de vivienda.

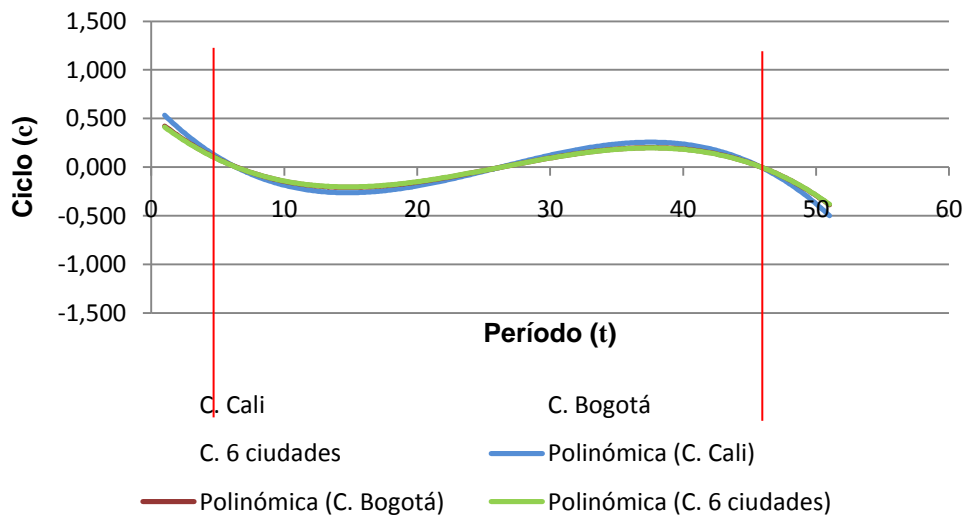
5.1.2. CICLO

5.1.2.1. Área construida (m²)

Haciendo un análisis gráfico se observa que la construcción de vivienda nueva presenta un comportamiento cíclico similar durante el período de análisis en las ciudades de estudio. Este gráfico presenta una pendiente negativa al comienzo de la serie, luego una pendiente positiva en el tercio central, y nuevamente pendiente negativa hacia el final de la misma. (Ver gráfico 6.)

Entre estos cambios de pendiente la curva pasa por el punto cero aproximadamente en el período 5 (segundo trimestre de 1998) y el período 45 (segundo trimestre de 2008), de lo cual puede determinarse visualmente que, durante el período de análisis, la construcción de vivienda presenta un ciclo con una amplitud de 40 períodos (40 trimestres), lo cual corresponde a diez años.

GRAFICO 6. Comparativo entre ciclos de ciudades



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2. Producto Interno Bruto (PIB)

Durante el período de estudio los resultados del filtro muestran un comportamiento cíclico del PIB, en el cual se observa claramente un ciclo con una amplitud de aproximadamente ocho años, comprendido entre el primer trimestre de 2001 y el primer trimestre de 2009.

Además se hizo el análisis del comportamiento de la tendencia y el ciclo de la variación del PIB (Δ PIB)

5.1.2.3. Variación del PIB (Δ PIB)

La curva del ciclo es mucho más achatada que la del PIB cuando se toman los valores absolutos, desplazándose cerca y alrededor del eje X (valor cero), siendo bastante difícil determinar la amplitud del ciclo.

Entonces prácticamente puede decirse que la variación del PIB no tiene un comportamiento cíclico, lo cual puede deberse a las políticas contra cíclicas adoptadas por el Banco de la República para la regulación de las fluctuaciones de la economía.

5.1.2.4. Desempleo

Se observa un comportamiento cíclico suave, con una amplitud aproximada de seis años, comprendido entre el período 4 y el período 28, que corresponden al cuarto trimestre de 2001 y el cuarto trimestre de 2007 respectivamente.

5.1.2.5. Inflación

Aunque el gráfico del ciclo de la inflación también es achatado y cercano al eje X, es posible observar un comportamiento cíclico de esta variable. Probablemente sea también resultado de las políticas y controles aplicados por el Banco de la República.

5.1.2.6. Tasa hipotecaria

El comportamiento cíclico también se evidencia en el desarrollo de esta variable, con una amplitud de aproximadamente seis años, marcado fuertemente por la disminución de las tasas en 2006 y 2007.

5.2. RELACIÓN ENTRE VARIABLES

A continuación se presentan los resultados de la contrastación con regresiones lineales para encontrar la relación que existe entre cada una de las variables macroeconómicas y el área de vivienda nueva construida en Cali, Bogotá y las seis ciudades principales. Los resultados se presentan en los siguientes cuadros de resumen:

5.2.1. VARIACIÓN DEL PIB (Δ PIB)

Los metros cuadrados construidos en la ciudad de Cali se relacionan con la variación del PIB en los períodos t , $t-1$, $t-2$ y $t-3$ (hacia atrás) para identificar si existe algún tipo de rezago. De igual manera se relacionaron con la variación del PIB hacia adelante, es decir en los períodos t , $t+1$, $t+2$ y $t+3$.

La calificación de significancia se define como el promedio de las calificaciones asignadas a cada uno de los valores obtenidos de los coeficientes β .

TABLA 4. Correlación entre área construida en Cali y la variación del PIB, con rezago del PIB.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	+++	+	++	1.50
	R2	2.64%	18.79%	6.40%	12.06%	
Modelo múltiple	β	0	+++	+++	++	2.00
	R2		39.38%			
						1.75

Analizando individualmente los resultados obtenidos en cada uno de los períodos de estudio se observa que existe una relación fuerte entre el área de vivienda construida en la ciudad de Cali con la variación que tuvo el PIB en el trimestre inmediatamente anterior. En el mismo trimestre de análisis no existe relación entre estas dos variables.

El signo positivo indica que la relación es directa, es decir, a medida que la variación del PIB presenta un incremento, éste se verá reflejado en el comportamiento del sector de la construcción de vivienda de la ciudad.

El modelo múltiple presenta una significancia todavía mayor que la presentada por el modelo simple. El valor de 1.75 representa el promedio de las dos calificaciones de significancia (simple y múltiple) y se trabaja en valor absoluto para compararla con otros modelos.

TABLA 5. Correlación entre área construida en Cali y la variación del PIB, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	2.64%	4.26%	2.51%	-2.88%	
Modelo múltiple	β	++	+++	+	0	1.50
	R2		22.96%			
						0.75

En el modelo simple, para el caso de los trimestres posteriores al período de análisis no se observa relación alguna entre los metros cuadrados construidos y la variación del PIB.

La situación es diferente cuando se analiza el modelo múltiple, pues se observa una fuerte relación con la variación del PIB en el trimestre inmediatamente posterior al período de estudio. La calificación de significancia promedio del modelo hacia adelante es 0.75, inferior al valor obtenido en el modelo hacia atrás, por lo que se puede determinar que la construcción en Cali tiene más relación con las variaciones del PIB en los trimestres anteriores que con las variaciones a futuro.

Este mismo ejercicio se realizó para el área de vivienda nueva construida tanto en Bogotá como en las seis ciudades principales, con los siguientes resultados:

TABLA 6. Correlación entre área construida en Bogotá y la variación del PIB, con rezago del PIB.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	++	++	1.00
	R2	3.01%	1.31%	14.79%	12.67%	
Modelo múltiple	β	0	0	+++	++	1.25
	R2		31.91%			

1.13

TABLA 7. Correlación entre área construida en Bogotá y la variación del PIB, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	3.01%	-0.30%	-2.65%	-3.01%	
Modelo múltiple	β	++	++	0	0	1.00
	R2		14.07%			

0.50

TABLA 8. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del PIB.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	+	++	++	1.25
	R2	3.48%	5.25%	14.06%	12.48%	
Modelo múltiple	β	0	+	+++	++	1.50
	R2		34.56%			

1.38

TABLA 9. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	3.48%	1.32%	-2.51%	-3.15%	
Modelo múltiple	β	++	++	0	0	1.00
	R2	16.68%				
						0.50

Para el caso de Bogotá y las seis ciudades principales se observa que el comportamiento es similar a lo que sucede con Cali. No se presenta relación entre los metros cuadrados construidos y las variaciones futuras del PIB, cuando se analiza el modelo simple.

Hay relación con las variaciones del PIB en los trimestres hacia atrás, y esta relación también es directa. En ambos casos, como se muestra en la tabla 10, las calificaciones promedio de significancia son más altas en los modelos hacia atrás que en los modelos hacia adelante.

TABLA 10. Comparativo entre significancias por rezagos

	Rezago del PIB	Rezago de los m2
Cali	1.75	0.75
Bogotá	1.13	0.50
6 ciudades	1.38	0.50

5.2.2. DESEMPLEO

Se presentan también los resultados de las regresiones que relacionan los metros cuadrados de vivienda nueva construida con la tasa de desempleo nacional, obteniendo los siguientes resultados:

TABLA 11. Correlación entre área construida en Cali y el desempleo, con rezago del desempleo.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	40.32%	39.40%	36.90%	42.86%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	-	-0.25
	R2		41.82%			
						1.63

Existe una fuerte relación entre los metros cuadrados construidos y la tasa de desempleo cuando el análisis se hace con el modelo simple. Esta relación es inversa, así que a medida que el desempleo va en una dirección el comportamiento del sector de la construcción es totalmente contrario. Si la tasa de desempleo aumenta disminuirá el valor de metros cuadrados construidos. Si el desempleo disminuye el valor de metros cuadrados se incrementará.

Cuando se utiliza el modelo múltiple prácticamente no hay relación.

TABLA 12. Correlación entre área construida en Cali y el desempleo, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	40.32%	44.32%	46.46%	52.97%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	-	-0.25
	R2		62.39%			
						1.63

El comportamiento hacia adelante es exactamente igual al que se observa cuando el análisis se hace hacia atrás. Este resultado sugiere que la relación que existe entre estas dos variables opera en ambos sentidos, de tal manera que si la construcción de vivienda se incrementa el desempleo disminuirá, lo cual es totalmente válido teniendo en cuenta que éste es uno de los sectores de la economía que más empleo genera.

TABLA 13. Correlación entre área construida en Bogotá y el desempleo, con rezago del desempleo.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	46.99%	48.88%	40.89%	57.88%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	---	-0.75
	R2		58.00%			
						1.88

TABLA 14. Correlación entre área construida en Bogotá y el desempleo, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	46.99%	58.66%	50.77%	62.98%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	--	-0.50
	R2		68.81%			
						1.75

TABLA 15. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del desempleo.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	25.06%	32.77%	38.94%	47.44%	
Modelo múltiple	β	0	0	--	0	-0.50
	R2		63.06%			
						1.75

TABLA 16. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	--	0	-2.00
	R2	25.06%	20.67%	10.80%	2.80%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		12.43%			
						1.00

Revisando los resultados obtenidos para Bogotá y las seis ciudades principales se mantiene presente la fuerte relación inversa entre las dos variables. De igual manera se sigue observando que esta relación se presenta tanto en el análisis hacia atrás como en el análisis hacia adelante.

5.2.3. INFLACIÓN

También se hacen regresiones para encontrar el tipo de relación que existe entre la construcción de vivienda y la inflación, y se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 17. Correlación entre área construida en Cali y la inflación, con rezago de la inflación.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	--	-	--	---	-2.00
	R2	6.45%	4.25%	7.52%	12.16%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	--	-0.50
	R2		21.81%			
						1.25

TABLA 18. Correlación entre área construida en Cali y la inflación, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	--	0	0	0	-0.50
	R2	6.45%	2.07%	-0.63%	1.20%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		5.47%			
						0.25

La relación entre estas dos variables es inversa, tal como lo indica el signo negativo, y es más significativa cuando se relaciona con los trimestres anteriores al del análisis que cuando se relaciona con los trimestres hacia adelante.

TABLA 19. Correlación entre área construida en Bogotá y la inflación, con rezago de la inflación.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	--	--	--	-1.50
	R2	-0.27%	6.47%	7.45%	11.41%	
Modelo múltiple	β	0	--	0	--	-1.00
	R2		21.32%			
						1.25

TABLA 20. Correlación entre área construida en Bogotá y la inflación, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	-0.27%	-1.07%	1.42%	0.33%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		-2.09%			
						0.00

TABLA 21. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la inflación.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	--	--	---	-1.75
	R2	1.77%	6.94%	9.21%	11.68%	
Modelo múltiple	β	0	-	-	--	-1.00
	R2		23.57%			
						1.38

TABLA 22. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	1.77%	-0.70%	1.85%	1.63%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		0.91%			
						0.00

Tanto en el caso de Bogotá como el de las seis ciudades principales se sigue observando el mismo comportamiento que se observa para la ciudad de Cali.

La relación entre el área construida (m^2) es fuerte cuando se compara con la inflación en los trimestres hacia atrás, y esta relación es inversa. No existe relación cuando se compara la construcción de vivienda con el comportamiento de la inflación a posteriori.

5.2.4. TASA HIPOTECARIA

La relación entre la construcción de vivienda y la tasa hipotecaria se presenta a continuación:

TABLA 23. Correlación entre área construida en Cali y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	-	-2.50
	R2	42.81%	38.73%	27.78%	10.87%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		32.48%			
						1.25

TABLA 24. Correlación entre área construida en Cali y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	42.81%	42.15%	36.37%	30.22%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		49.82%			
						1.50

TABLA 25. Correlación entre área construida en Bogotá y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	42.60%	47.97%	49.75%	45.17%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		41.09%			
						1.50

TABLA 26. Correlación entre área construida en Bogotá y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	42.60%	31.36%	29.12%	24.24%	
Modelo múltiple	β	--	0	0	0	-0.50
	R2		51.37%			
						1.75

TABLA 27. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	50.53%	55.92%	55.64%	42.87%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		47.50%			
						1.50

TABLA 28. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago del área construida.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	---	---	---	---	-3.00
	R2	50.53%	37.55%	32.28%	24.94%	
Modelo múltiple	β	---	0	0	0	-0.75
	R2		60.42%			
						1.88

Analizando el modelo simple se observa una relación muy fuerte entre las dos variables, con una calificación de significancia de 3.00 prácticamente en todos los períodos de estudio.

Esta relación también presenta signo negativo, así que es inversa.

En el modelo múltiple la relación entre las dos variables es, para efectos prácticos, nula.

5.2.5. REGRESIÓN CON MÚLTIPLES VARIABLES

Los metros cuadrados construidos en las seis principales ciudades del país se relacionan simultáneamente con todas las variables de estudio (Δ PIB, %d, π y %i) en los períodos t, t-1, t-2 y t-3 (hacia atrás).

Analizando el modelo de múltiples variables, con rezago de las mismas, se observa que la construcción de vivienda se relaciona más fuertemente con la tasa de interés hipotecario, de manera inversa (Ver tabla 29).

De igual manera se correlaciona la construcción de vivienda con todas las variables en conjunto con rezago de la construcción, es decir, en los períodos t, t+1, t+2 y t+3, tal como se muestra en la tabla 30.

TABLA 29. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y todas las variables simultaneas, con rezago de las variables.

		Δ PIB	% d	% π	% i
Modelo múltiple en t	β	0	0	0	---
	R2		58.02%		
Modelo múltiple en t-1	β	0	0	0	---
	R2		64.13%		
Modelo múltiple en t-2	β	+	0	0	---
	R2		70.61%		
Modelo múltiple en t-3	β	0	0	0	---
	R2		52.76%		

TABLA 30. Correlación entre área construida en las seis ciudades principales y todas las variables simultaneas, con rezago del área construida.

		Δ PIB	% d	% π	% i
Modelo múltiple en t	β	0	0	0	---
	R2		58.02%		
Modelo múltiple en t+1	β	0	--	+++	---
	R2		66.03%		
Modelo múltiple en t+2	β	-	0	0	--
	R2		46.90%		
Modelo múltiple en t+3	β	0	--	0	0
	R2		43.30%		

En este caso sigue siendo marcada la relación inversa entre la construcción de vivienda y la tasa hipotecaria. Llama la atención la fuerte relación directa que se presenta un trimestre adelante entre la construcción y la inflación.

5.2.6. RELACIÓN ENTRE CICLO DE LA CONSTRUCCIÓN Y CADA UNA DE LAS VARIABLES

Después de haber determinado el ciclo de la construcción, se realizan regresiones lineales para contrastar este resultado con los datos de cada una de las variables macroeconómicas en estudio.

Según la metodología utilizada por Arango et al (2007, p.11), ésta relación se establece comparando el ciclo de la construcción con las variables completas (ciclo + tendencia) de los demás factores.

Las tablas que se presentan a continuación ilustran los resultados obtenidos:

5.2.6.1. Variación del PIB (Δ PIB)

Se realizan regresiones hacia atrás y hacia adelante para encontrar la relación que existe entre la variación del PIB y el ciclo de la construcción.

TABLA 31. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago del PIB.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	+++	+	1.00
	R2	2.36%	2.14%	17.19%	7.07%	
Modelo múltiple	β	0	+	+++	++	1.50
	R2	31.36%				
						1.25

TABLA 32. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la variación del PIB, con rezago de la construcción.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	2.36%	1.76%	-2.65%	-2.89%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		16.68%			
						0.00

Se observa una fuerte relación directa en los períodos anteriores, especialmente dos trimestres hacia atrás. Con respecto a los períodos posteriores no se evidencia relación alguna.

5.2.6.2. Desempleo (%d)

Se presentan también los resultados obtenidos al correlacionar el ciclo de la construcción con la tasa de desempleo nacional:

TABLA 33. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago del desempleo.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	-3.33%	-3.44%	-1.10%	-3.59%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		3.97%			
						0.00

TABLA 34. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y el desempleo, con rezago de la construcción.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	+	0.25
	R2	-3.33%	-1.89%	-2.28%	7.04%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	-	-0.25
	R2		-0.79%			
						0.00

Puede decirse que no existe relación entre el ciclo de la construcción en Colombia y la tasa de desempleo.

5.2.6.3. Inflación (% π)

También se hacen regresiones para determinar el tipo de relación que existe entre el ciclo de la construcción y la tasa de inflación.

TABLA 35. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la inflación.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	++	0	0	0	0.50
	R2	5.97%	-1.69%	-0.27%	1.78%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		4.59%			
						0.25

TABLA 36. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la inflación, con rezago de la construcción.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	++	++	0	0	1.00
	R2	5.97%	7.52%	1.00%	0.57%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		8.13%			
						0.50

5.2.6.4. Tasa hipotecaria (%i)

La relación entre el ciclo de la construcción y la tasa hipotecaria se presenta a continuación:

TABLA 37. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la tasa.

		t	t-1	t-2	t-3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	0	0.00
	R2	-1.90%	-3.70%	-3.09%	-3.85%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		-8.82%			
						0.00

TABLA 38. Correlación entre el ciclo de la construcción en las seis ciudades principales y la tasa hipotecaria, con rezago de la construcción.

		t	t+1	t+2	t+3	Calificación de significancia
Modelo simple	β	0	0	0	+	0.25
	R2	-1.90%	2.23%	5.43%	8.80%	
Modelo múltiple	β	0	0	0	0	0.00
	R2		11.99%			
						0.13

5.3. HALLAZGOS

La tabla 39 muestra el comparativo entre los resultados que se esperaba obtener y los que finalmente se obtienen, confirmando la contundencia de los resultados teóricos.

TABLA 39. Resultados esperados vs obtenidos.

		Resultado esperado	Resultado obtenido	
			Rezago factor	Rezago m ²
Variación PIB	Δ PIB	+	+	+
Desempleo	%d	-	-	-
Inflación	π	-	-	-
Tasa hipotecaria	i	-	-	-

Se confirman contundentemente las relaciones esperadas entre las variables de estudio: área construida (m²), PIB, tasa de desempleo (%d), tasa de inflación (π) y tasa de interés hipotecario (%i).

Se puede establecer, según los resultados obtenidos de la relación entre Δ PIB y el área construida (m²), que ésta sigue al PIB y no al contrario, como se muestra en la tabla 10.

Para el caso de la tasa de desempleo (%d) y la tasa de interés hipotecario (%i), no se logra vislumbrar una causalidad para las cifras trabajadas trimestralmente, lo que sugiere que la influencia de ambas variables opera para periodos muy superiores o muy inferiores al correspondiente periodo del PIB.

La inflación promedio trimestral resulta también un predictor aceptable a tres rezagos para la actividad de la construcción.

TABLA 40. Resultados esperados vs obtenidos (construcción vs variables analizadas simultáneamente)

		Resultado esperado	Resultado obtenido	
			Rezago factor	Rezago m ²
Variación PIB	Δ PIB	+	0	0
Desempleo	%d	-	0	0
Inflación	π	-	0	0
Tasa hipotecaria	<i>i</i>	-	-	-

Cuando se analiza el modelo con todas las variables simultáneamente se encuentra que la construcción de vivienda sólo tiene relación significativa con la tasa de interés hipotecaria. Esta relación es inversa, tal como se esperaba.

Sin embargo, se esperaba que existiera algún tipo de relación con las demás variables, pero los resultados muestran que no existe relación entre ellas y la construcción.

TABLA 41. Resultados esperados vs obtenidos (ciclo de la construcción vs cada una de las variables)

		Resultado esperado	Resultado obtenido	
			Rezago factor	Rezago m ²
Variación PIB	Δ PIB	+	+	+
Desempleo	%d	-	0	0
Inflación	π	-	0	0
Tasa hipotecaria	<i>i</i>	-	0	0

Al relacionar el ciclo de la construcción con cada una de las variables de manera independiente se observa relación directa únicamente con la variación del PIB, como era de esperarse.

Con las demás variables no se observa ningún tipo de relación.

5.4. RESULTADOS MARGINALES

5.4.1. RELACION ENTRE TENDENCIAS

Las relaciones entre las tendencias resultan totalmente significativas debido a su naturaleza, ya que relacionan directamente dos ecuaciones rectilíneas.

TABLA 42. Correlación entre tendencia de área construida y tendencia del PIB

	<u>Probabilidad t</u>
Cali	1.90E-16
Bogotá	4.05E-18
6 ciudades	1.24E-17

Los resultados del análisis de regresión son prácticamente cero, lo que significa que la relación entre las tendencias es perfecta.

6. CONCLUSIONES Y DISCUSION FINAL

La construcción de vivienda en Colombia es una actividad que está estrechamente relacionada con las fluctuaciones de la tasa hipotecaria.

Para estudios con variables macroeconómicas analizadas de manera individual, la variación histórica del PIB resulta un buen predictor del comportamiento de la construcción de vivienda en Colombia, mientras que el desempleo y la inflación no presentan una relación significativa con la actividad edificadora.

Con este trabajo se logra establecer una metodología para el estudio de variables cíclicas, al tiempo que se aborda la posibilidad de adelantar el pronóstico de la tendencia de la actividad de la construcción con rezagos trimestrales de hasta tres periodos en Δ PIB (afectación positiva) y la tasa hipotecaria (afectación negativa).

Se espera que el trabajo motive investigadores a modelar formulaciones que puedan especificar más precisamente estas predicciones, como por ejemplo el desarrollo de un modelo de pronóstico que permita conocer con anticipación el área probable de vivienda a construir, basándose en los datos de las variables macroeconómicas aquí planteadas.

7. ALCANCE Y LIMITACIONES

El propósito del presente trabajo es realizar un análisis exploratorio que permita aplicar los resultados económicos obtenidos al sector empresarial. No pretende ser un trabajo profundo en econometría, sin embargo puede robustecerse el aspecto metodológico teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Utilizar un criterio más actualizado para escoger rezagos y minimizar la pérdida de información, tales como el Criterio de Información de Akaike y Schwartz.
- Hacer un contraste previo de raíz unitaria para determinar si los datos de la serie responden a un comportamiento estacional y así validar el uso del filtro de Hodrick y Prescott.
- Emplear un modelo completo en el que se involucren todas las variables independientes con todos los rezagos para evitar el uso de los ponderadores de significancia que resulta en realidad no ser un indicador lo suficientemente robusto. Sólo sería válido si existiera simetría en las pruebas "T".

BIBLIOGRAFIA

- Arango, Luis E.; Arias, Fernando; Florez, Luz; Jalil, Munir. *Cronología de los ciclos de negocios recientes en Colombia*. Borradores de Economía 461. Banco de la República de Colombia. 2007
- Burns, Arthur F; Mitchell, Wesley C. *Measuring Business Cycles*. National Bureau of Economic Research, NBER. 1946
- Cárdenas, Mauricio; Hernández, Mónica. *El sector financiero y la vivienda*. Estudio realizado por Fedesarrollo para Asobancaria. Bogotá. 2006
- Del Rio, Ana. *Agregación temporal y filtro Hodrick-Prescott*. Centro de Estudios Monetarios y Financieros. Madrid. 1999.
- Huertas, Carlos; Jalil, M.; Olarte, S.; Romero, J.V. "Algunas consideraciones sobre el canal del crédito y la transmisión de tasas de interés en Colombia", Borradores de Economía 351. Banco de la República de Colombia. 2006
- Junguito, Roberto; López, Enrique; Misas, Martha; Sarmiento, Eduardo. *La edificación y la política macroeconómica*. Borradores Semanales de Economía, Banco de la República. Bogotá. 1995.
- Muñoz S., Evelyn; Kikut, Ana Cecilia. El filtro de Hodrick y Prescott: una técnica para la extracción de la tendencia de una serie. Banco Central de Costa Rica. 1994.
- Newbold, Paul; Carlson, William; Thorne, Betty. *Estadística para Administración y Economía*. Capítulo 12. 6ª Edición. Pearson Prentice Hall, Madrid 2008.
- Paredes, Dusan; Aroca, Patricio. *Metodología para estimar un índice regional de costo de vivienda en Chile*. Cuadernos de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 2008.
- Riffart, Christine. *Cycle immobiliere et politique du logement: comparaison internationale et etude du cas britannique*. Revue de L'OECD No. 52, Janvier 1995
- Tomura, Hajime. *A model of housing boom and bust in a small open economy*. Working Paper. Bank of Canada. 2008.
- Zuccardi, Igor Esteban. *Crecimiento y ciclos económicos. Efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento colombiano*. Dirección de Estudios Económicos, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá. 2002.

<http://www.banrep.gov.co>

<http://www.camacol.org.co>

<http://www.cenac.org.co>

<http://www.dane.gov.co>

<http://www.econlink.com.ar/ciclos-economicos>, Lic. Pablo Díaz Almada.

<http://www.fedesarrollo.org.co>

<http://www.nber.org/books/burn46-1>