



Título: La inocencia
Autor: Jose Jaime Baena
Técnica: Carboncillo
Año: 1999

Efectos de la variación del precio del dólar en el sector de la construcción en Medellín, 2012 - 2016

Effects of the variation of the Dollar Price in the Construction Sector in Medellín, 2012 - 2016

Recibido: 23-01-2017 • Aprobado: 03-05-2017 • Página inicial: 127 - Página final: 153

Elsy Dalia Castaño Rodríguez*
Marisol Valencia Cárdenas**

Resumen: el sector de la construcción tiene grandes beneficios para la sociedad a nivel social y económico. Las variaciones del precio del dólar americano generan efectos sobre la economía colombiana pero aún no se visualizan análisis sobre posibles efectos de éstas sobre el sector de la construcción. Este trabajo tiene como objetivo principal identificar efectos que ha generado el incremento del precio del dólar sobre el sector de la construcción en la ciudad de Medellín en los últimos cinco años. Se utiliza un análisis basado en revisión documental, también en el método Delphi y un modelo de regresión simple, con el fin mostrar evidencias y de visualizar los problemas desde un punto de vista amplio. Los resultados permiten visualizar que el precio del dólar, en efecto, ha generado algunos cambios en el sector de la construcción colombiana, como aumento en costos, problemas de rentabilidad, de inversión, entre otros aspectos.

Palabras clave: impacto del dólar, importaciones, estrategias financieras, crecimiento económico, estimación estudios sectoriales: sector de construcción.

Abstract: The construction sector has great benefits for society at a social and economic level. Variations of the American dollar have effects on the Colombian economy, but there is not analysis of the possible effects of these on the construction sector in the city of Medellín. This work has as main objective to identify effects that has generated the increase of the dollar price on the construction sector in the city of Medellín, in the last 5 years. We used qualitative and quantitative analysis, using document review, Delphi method and a regression model, in order to visualize problems from a broad point of view. The results show that the price of the dollar has in fact generated some changes in the Colombian construction sector, as it is shown in the document.

Keywords: Dollar Impact, financial markets, Model Construction and Estimation Sectorial Studies: Construction sector.

JEL: L74, C51, F43

* Estudiante de Administración Financiera, Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, Medellín - Colombia. dalibanco7244@gmail.com

Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6096-2859>

** MSc. en Estadística. PhD en Ingeniería y docente del Tecnológico de Antioquia, Medellín - Colombia. mvalencia@unal.edu.co

Enlace ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3135-3012>

Effets de la variation du prix du dollar dans le secteur de la construction à Medellín, 2012 – 2016

Résumé: le secteur de la construction a de grands avantages pour la société au niveau économique et social. Les variations du prix du dollar américain engendrent des effets sur l'économie colombienne mais ne sont pas affichés analyse sur les effets de celles-ci sur le secteur de la construction. Ce travail a comme objectif principal l'identification des effets qui a entraîné l'augmentation du prix du dollar sur le secteur de la construction dans la ville de Medellín dans les cinq dernières années. On utilise une analyse fondée sur révision documentaire, également dans la méthode Delphi et un modèle de régression simple, afin de montrer des preuves et d'afficher les problèmes d'un point de vue global. Les résultats permettent de visualiser que le prix du dollar, en effet, a entraîné certains changements dans le secteur de la construction colombienne, comme l'augmentation de coûts, des problèmes de rentabilité de l'investissement, entre autres.

Mots-clés: impact du dollar, importations, des stratégies financières, construction de modèle et d'estimation, études sectorielles: secteur de la construction.

Efeitos da variação do preço do dólar no sector da construção em Medellín, 2012 – 2016

Resumo: o sector da construção tem grandes benefícios para a sociedade a nível social e económico. As variações do preço do dólar americano gerar efeitos sobre a economia colombiana mas ainda não exibida análise sobre os possíveis efeitos destes sobre o sector da construção. Este trabalho tem como objetivo principal identificar os efeitos que levou ao aumento do preço do dólar sobre o sector da construção na cidade de Medellín nos últimos cinco anos. Ela é usada uma análise baseada em análise documental, também sobre o método Delphi e um modelo de regressão simples, a fim de mostrar provas e para visualizar os problemas a partir de um ponto de vista amplo. Os resultados permitem a visualização de que o preço do dólar, com efeito, conduziu a algumas mudanças no sector da construção, tais como um aumento de custos, problemas de rentabilidade, investimentos, entre outros aspectos.

Palavras-chave: impacto do dólar, as importações, estratégias financeiras, crescimento económico, estimativa, estudos sectoriais: sector da construção.

Introducción

El sector de la construcción es un fragmento de la industria que a medida que ha transcurrido el tiempo ha tomado más fuerza e importancia en la economía nacional (Posada, 2011) sobre todo por sus proyectos de vivienda de interés social tanto gratuitos como subsidiados (El País, 2015); es por esto que el desarrollo de nuevos proyectos de construcción de viviendas y demás estructuras de espacios físicos se ha convertido en un tema de gran importancia y crecimiento económico en Antioquia. Entre dichos proyectos se encuentran, entre otros, las construcciones y ampliaciones de puentes, vías y carreteras, obras civiles que benefician la comunicación y fácil conexión entre ciudades, regiones o zonas, con el fin de promover el comercio y el desarrollo.

El objetivo principal de esta investigación está encaminado a la identificación de diferentes efectos y problemas que puede causar la variación del precio del dólar americano (Tasa Representativa del Mercado – TRM) sobre el sector de la construcción en la ciudad de Medellín. Por ello se partirá de una revisión de la literatura acerca de algunos aspectos asociados a dicha moneda, por ejemplo, en relación con la compra de materias primas (importación), la inversión a corto y largo plazo, las ventajas o desventajas que traen las aperturas comerciales y posibles negociaciones externas para el sector, entre otros aspectos.

También se analizará si la variación en el dólar puede cruzarse con otro tipo de problemas del país y generar más consecuencias graves para la industria colombiana. Para ello se debe ampliar la búsqueda de autores que establecen algunos vínculos entre éstos, por ejemplo, López (2010) analiza la situación de la industria colombiana luego de la apertura económica de la década de los 90, y sostiene que es imperante la revisión de las consecuencias de entonces y las condiciones actuales de la industria para aumentar su integración al comercio mundial.

Hay diversos estudios que relacionan efectos negativos del aumento o disminución del dólar sobre diferentes sectores de la economía colombiana (Vanegas, Botero y Restrepo, 2014), en los cuales se ha demostrado la importancia de su análisis para la toma de decisiones de quienes participan en el mercado cambiario. La importancia de las variaciones en el valor de las divisas principales es debido al movimiento diario de éstas en los diferentes mercados cambiarios mundiales; a su vez, la facilidad e importancia que tienen y ofrecen estos mercados mundiales atraen cada vez más a un mayor número de participantes.

Dichas variaciones también afectan las exportaciones, generando cambios en los ingresos para los exportadores (Gutiérrez, 2013) según sea la variación. La necesidad de importación de materias primas a costos inesperados, genera la necesidad de hacer ajustes en los precios de venta de las obras e inmuebles, e incluso una disminución de rentabilidad, con el fin de no ver afectados a sus clientes ni sus posiciones como oferentes en el mercado competitivo (El País, 2015). Es importante entonces, tener un conocimiento de los antecedentes que tienen que ver con el tema en el país con el fin de destacar o categorizar, y posiblemente proyectar, los posibles cambios a futuro sobre la compra de materias primas importadas para el sector de la construcción en la ciudad de Medellín. Las variaciones en el valor del dólar desempeñan un papel importante en todo el mundo, pues las expectativas del valor futuro de esta divisa afecta desde las tasas de interés hasta las inversiones a largo plazo (Bonifaz, 2004).

Frente a lo anterior, en esta investigación se responderán varias preguntas: ¿Cuáles son los problemas frente a la inversión en el sector de la construcción en Medellín, debido a la variación del dólar? ¿En qué medida la variación del dólar puede ser significativa frente a las variaciones en la inversión del sector de la construcción de la ciudad? ¿Cuáles estrategias puede tomar el sector constructor regional para mitigar los efectos de la variación del precio del dólar para la adquisición de materias primas de importación?

En primer lugar, se realizará una revisión de literatura que mostrará, de forma cualitativa, los diferentes aspectos asociados a efectos que permiten afirmar que la divisa del dólar ha afectado de forma positiva o negativa el sector de la construcción en Medellín, haciendo énfasis en edificaciones. En segundo lugar, se usa una indagación a expertos: el método Delphi, para validar lo encontrado, y con ello determinar los problemas que causan los cambios del precio del dólar sobre algunas variables del sector. En tercer lugar, se usa el modelo estadístico de regresión lineal para analizar qué efecto cuantitativo se aprecia en el índice de costos de la construcción por la variación de dicha moneda.

El método Delphi se basa en la toma de opiniones de un grupo de expertos que para este trabajo serán del sector de la construcción de la ciudad de Medellín, buscando realizar un consenso general a partir de la comparación de opiniones de expertos y confirmar si hay más evidencias sobre los resultados del análisis documental que permitan explicar dichos efectos de la variación del dólar. Con el modelo estadístico de regresión lineal se busca cuantificar el efecto del dólar sobre la variable **índice de costos** de construcción de la ciudad de Medellín, con datos comprendidos en el periodo entre 2012 y 2016 (agosto), determinando pruebas que deriven en el aumento del precio total de las edificaciones.

A continuación, se presenta una revisión de literatura donde se evidencian todos los hechos, aspectos y problemas que muestran cómo la variación del dólar ha impactado el sector de la construcción colombiana, haciendo énfasis especial en la ciudad de Medellín. Para ello se ubica cada problema encontrado en una subsección diferente, y en cada una de estas se revisan aspectos generales, por cada una de las categorías pero finalmente, se resumen los principales resultados de la revisión donde se muestran dichos efectos sobre el sector analizado, a nivel nacional, resaltando algunos aspectos encontrados sobre el sector de la construcción en Medellín.

Efecto Pass through: Uno de los elementos que más preocupa a las autoridades de política económica es el pass through o la transmisión de la tasa de cambio sobre los precios de los bienes de la economía. La razón es sencilla, en la medida en que suba el precio del dólar, el precio de los bienes importados también lo debería hacer (Dinero, 2015).

El sector constructor se convirtió, hacia el año 2015, es uno de los mayores importadores de materia prima de Colombia, anualmente compró en el exterior más de US\$300.000 en acero, cerámica, vidrio, pinturas y acabados, motivo por el cual es necesario estar atentos a la variación del precio de la divisa, ya que, según Camacol, podrá verse afectado el precio de la vivienda (Revista en Obra, 2015).

Es importante notar que no es sólo el monto del aumento de la TRM sino que los cambios repentinos no dan suficiente tiempo a una empresa para adaptarse rápidamente al cambio que ello implica para el flujo de caja, listas de precios o compromisos adquiridos. Adicional a esto, mantienen la posición de asumir dichas diferencias en costes con la idea de no perjudicar a sus clientes, viendo al mismo tiempo la oportunidad de que se aproveche al máximo la oferta nacional de bienes de capital (Portafolio, 2015).

Cuando la tasa de cambio (COP/USD) aumenta, es natural que sea mayor el precio de la materia prima que deba ser importada del exterior, pero éste hecho tiene otras implicaciones que pueden afectar al productor o al consumidor. La afirmación siguiente resalta el problema del aumento de los precios en el sector de la construcción:

Así como ocurre con el precio de la gasolina, que depende de las fluctuaciones internacionales del petróleo, en el caso de la construcción el valor de los bienes importados y de aquellos cuyo valor se ajusta en la misma medida que el precio internacional son definitivos para establecer el costo de un proyecto inmobiliario,

enespecial porque, según el DANE,¹ el costo de los materiales para la cimentación y estructuras representa cerca de 21% del total (Dinero, 2015).

Si el precio de la obra no es aumentado, el incremento de los costos de los proyectos de construcción podría repercutir en un problema de disminución de rentabilidad para el constructor, que no siempre altera dicho precio para respetar los acuerdos de pago o para sostener su competitividad en el mercado (El País, 2015). De esta manera se observa que el incremento del dólar no siempre repercute en el aumento de los precios de las obras realizadas.

Problemas de competitividad y desaceleración: Vanegas, Botero y Restrepo, (2014) afirman que la capacidad para competir se basa en una combinación de los factores claves de éxito que redundan en un menor precio, una calidad y servicio de categoría mundial; además, las empresas serán competitivas si sus precios son tan o más bajos que los precios de sus rivales. Esto sugiere que todo el ciclo productivo debe llevar a un buen precio para competir, pero esto se dificulta cuando los costos de las materias primas aumentan por la variación del dólar. Si se adicionan los problemas de falta de tecnologías, infraestructura, calidad de muchas empresas colombianas, se tendría que afirmar que no es alta la capacidad de sostenibilidad de la industria colombiana. Pero estas categorías no están suficientemente ilustradas en este artículo.

La sostenibilidad y competitividad de una empresa puede afectarse si no es apropiada la capacidad instalada de las industrias nacionales para la atención de las demandas internas; en general, se afecta si existen problemas en los bienes de capital como la maquinaria, inmuebles e instalaciones (González, 2016).

Como no todas las industrias son iguales, existen factores divergentes que explican su competitividad; entre los que se pueden citar: la concentración del mercado, las barreras de entrada, la intensidad de capital y complejidad técnica, además de la capacidad de exportación para firmas comercializadoras internacionales (Vanegas, Botero y Restrepo, 2014), y que, si se lleva al análisis de la variación del dólar, haría que las empresas que deben importar materias primas a altos costos, y exportar a muy bajos ingresos, afecten su competitividad aún más.

Lo anterior muestra que los aumentos en el precio del dólar pueden afectar el ciclo productivo y con ello la competitividad que genera una falta de sostenibilidad empresarial, aspectos que ocurren en muchas industrias, incluidas las de la construcción.

¹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

En anteriores trabajos de investigación, se analizan algunas causas de detrimentos que se han visualizado en el sector de la construcción, pues han encontrado, por ejemplo:

En el período 2001-2010 la industria creció, en promedio, un 3,2% por año, y los servicios un 3,9%, al igual que la minería, pero la economía tuvo un crecimiento del 4,7% gracias a la recuperación del sector de la construcción de obras civiles y edificaciones. En lo corrido del periodo 2010–2012, el crecimiento anual del PIB industrial fue del 1,3%, muy por debajo del crecimiento del periodo anterior (3,2%)” (Santa María, *et al*, 2013).

Según dicho estudio, el principal problema de desaceleración de la industria en el último año (2012) estuvo asociada al lento crecimiento de la economía mundial y al bajo desempeño del sector de la construcción. Santa María, *et al*, proponen algunas alternativas para mejorar el sector, pues se requiere profundizar en aspectos más estructurales para acelerar la construcción de infraestructura, mejorar la formación del capital humano, y mejorar la coordinación entre las entidades para elevar la productividad industrial.

Santa María, *et al*, afirma que la desaceleración de la industria puede relacionarse con variables como la inflación, el PIB, políticas monetarias y fiscales, el aumento del precio del petróleo, entre otras del sector de la construcción, afectando el desempeño industrial en los últimos años Santa María, *et al* (2013). La desaceleración del sector de la construcción incidió en el desempeño de sectores industriales como caucho y plástico (-4,9%); minerales no metálicos (-0,8%); muebles (-3,0%); cemento (-3,4%); otros (-3,0%). Este desempeño tuvo como efecto una caída del 27% en la edificación en Bogotá y sus alrededores que tiene una participación cercana al 55% del total de la actividad. Este choque de oferta deberá ser contrarrestado con una mejor ejecución de los programas de vivienda y obras civiles a cargo del nivel central y de las entidades territoriales (Santa María, *et al*, 2013).

Aumento en el precio de la vivienda: Camacol,² mediante sus análisis realizados en la economía, indicó que el aumento del precio del dólar tiene efectos negativos para la importación de materias primas para el sector de la construcción. Hace diez años la demanda en este sector era de menos de US\$500 millones en materias primas, pero hoy dicha demanda está cerca de US\$2.000, esto es pasar del 8% al 20% de productos importados para la construcción (González, 2015).

² Cámara Colombiana de la Construcción y la Infraestructura, asociación gremial de carácter permanente, civil, sin ánimo de lucro, de orden nacional, consultora del Gobierno Nacional en la formulación de políticas concernientes a la industria de la construcción y canalizador de recursos que se concretan en planes y actividades para atender las necesidades directas de los constructores.

Si los constructores aumentan la cantidad de materia prima importada para la elaboración de sus proyectos, aumentará el valor de sus importaciones.

Dinero (2015) afirma que en el caso de la construcción, el valor de los bienes importados y de aquellos cuyo valor se ajusta en la misma medida que el precio internacional son definitivos para establecer el costo de un proyecto inmobiliario, en especial porque, según el DANE, el costo de los materiales para la cimentación y estructuras representa cerca de 21% del total, lo cual hace que sea obligante el aumento del precio de la vivienda.

La empresa constructora podría asumir las diferencias entre el aumento en costos y los precios pactados, disminuyendo sus ganancias con el fin de no perder la competitividad y posición que mantienen en el mercado (González, 2015). Sin embargo, no todas lo hacen, ya que disminuyen su sostenibilidad.

Esta situación de la afectación de los precios de vivienda se ha vivido con mayor énfasis durante el año 2016, donde se hicieron algunas afirmaciones en la Feria Internacional de la Construcción ExpoCamacol, que suponen intervenciones del Gobierno. En la inauguración de dicha feria, el vicepresidente de la República Germán Vargas Lleras aseguró que los recursos para los programas de vivienda “Mi Casa Ya” estaban asegurados: *en momento de recortes, me alegra decirles que la plata para las casas de los colombianos no se tocará*. Este mensaje hace respirar tranquilos a los empresarios nacionales, sobre todo a los participantes de la cadena de valor de la construcción que se reúnen en Plaza Mayor,³ en la segunda feria más relevante de la construcción en América Latina (Ortiz, 2016).

Ortiz (2016) afirma que el 2016 tuvo gran afectación en los precios de los insumos de la construcción, situación que vive toda la cadena de construcción, no por menos, el componente de materiales e insumos aumentó 5,32% en los últimos doce meses en el Índice de Costos de la Construcción de Vivienda - ICCV (DANE, 2016). Esto tiene un impacto directo sobre el costo de intermediarios como constructores y de los mismos colombianos que adquieren vivienda, pues sólo los materiales representan el 66,05% del total del costo de una unidad habitacional. Con ExpoCamacol se inauguró el denominado Comité Nacional de Exportadores del Sector Constructor, que empieza con 60 empresas listas para cruzar fronteras. Para la ministra de Comercio, María Claudia Lacouture, esta iniciativa fortalecerá a un sector que debe ser el motor de la llamada “nueva economía”. Con esa idea, por ahora, el Gobierno apuesta a la construcción con

³ Centro de Ferias y Convenciones de Medellín – Colombia.

su capacidad de inversión, ahora más limitada y la confianza de que servirá para revertir la desaceleración del país, según Ortiz (2016).

Aperturas comerciales: Los diferentes tratados de libre comercio que Colombia ha firmado se convierten en un reto para los empresarios nacionales. En materia de construcción, Fierros (2016) afirma que dichos tratados han exigido tener mejores diseños e índices de calidad e innovación, ya que Colombia podría convertirse en un lugar atractivo para que constructoras internacionales desarrollen proyectos de obras civiles o edificaciones. Otro hecho es el posible aumento en inversión extranjera para proyectos inmobiliarios del país, lo cual generaría más ingresos gracias a los tratados comerciales. Sin embargo, para tener mejor calidad, podrían requerirse mejores materias primas importadas e innovación en materiales y diseños, lo cual se dificulta en términos de rentabilidad cuando hay una alta volatilidad en el dólar. A nivel internacional se resalta la importancia de la innovación en la construcción, Zubizarreta *et al.* (2016), se basa principalmente en aspectos relativos al proyecto, insumos y diseños (Ozorhon & Oral, 2016).

Donde más se puede beneficiar el sector con los TLC es en la oferta de materiales, equipos e insumos para la construcción, ya que podrían estar al acceso una mayor gama de productos principalmente en materia de acabados (Fierros, 2016).

Gracias a los TLC es posible que se produzca un generoso crecimiento económico del país, lo cual puede llevar a un incremento sustancial de la finca raíz como medio de inversión que, sumado a la falta de tierra y escasez de oferta, producirá mayores alzas en los precios de la vivienda.

De esta forma, se debe aprovechar la sana competencia entre los subsectores que dinamizan el negocio que, con un buen manejo, impactarán positivamente para que más colombianos puedan adquirir vivienda con mejores estándares de calidad (Fierros, 2016). Sectores como el de la construcción deben estar fortalecidos y ayudar a jalonar la industria nacional.

Gutiérrez (2013), menciona que algunos sectores de la economía, entre ellos el constructor, no generan un crecimiento en las exportaciones, creando un desequilibrio en la balanza comercial, debido a que cuando el precio del dólar baja se incrementan las importaciones generando una baja productividad de la industria y aumentando el mercado informal, pero si sube se incentiva la producción nacional, dejando de recurrir a las importaciones haciendo que el mercado colombiano se dispare al alza y equilibre los precios, y el poder

adquisitivo *per cápita* este más acorde al nivel de ingresos de la población, favoreciendo también el empleo y el flujo de efectivo.

Metodología

Esta investigación mostrará resultados cualitativos, derivados de la revisión documental, seguidos de resultados cuantitativos que se basan en los resultados de un análisis descriptivo de un *método Delphi* y de un modelo de regresión lineal, que muestra evidencia de un efecto cuantitativo sobre la variable de índice de costos para la ciudad de Medellín.

Método Delphi: Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos como un todo, tratar un problema complejo. Sus características son el mantenimiento del anonimato de los participantes, retroacción o *feedback* controlado y respuesta estadística de grupo (Landetta, 1999). Este método es un proceso sistemático e iterativo encaminado hacia la obtención de las opiniones de un grupo de expertos, los pasos para aplicarlo se pueden observar en la Figura 1. Este método se ha aplicado en la investigación y elaboración de las tablas simétricas de *Input* y *Output* (IEAE, 2001), en la identificación de los factores clave de fidelización entre proveedor y cliente en el sector eléctrico (Muruais & Sánchez, 2012), pero también, en métodos para efectuar pronósticos, como el trabajo de Tabares, Velásquez, & Valencia, (2014) donde pronostican demandas de energía, basadas en el método Delphi y una técnica Bayesiana. También se pueden encontrar más aplicaciones en la literatura relacionadas con algunos pronósticos usando Delphi, en diferentes contextos (Valencia, Ramírez, Tabares y Velásquez, 2014).

Las influencias negativas de los participantes se evitan gracias al anonimato de los mismos, el *feedback* permite la transmisión de información libre de ruidos entre los expertos a lo largo de las iteraciones que se dan en el proceso, y la respuesta estadística de grupo garantiza que todas las opiniones sean tomadas en consideración en el resultado final. Se van a analizar las causas encontradas en la parte cualitativa como también algunas estrategias propuestas que se encontraron para mitigar los problemas derivados de la variación del precio del dólar.

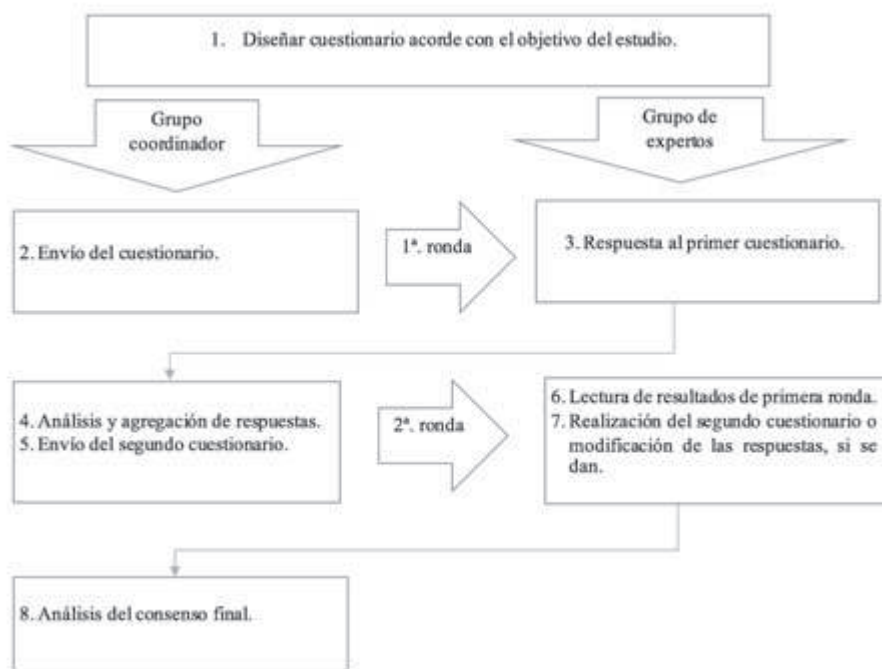


Figura 1. Proceso del método Delphi

Elaboración propia a partir de Landeta (1999).

Modelos de regresión: El modelo de regresión lineal ha sido ampliamente aplicado en diferentes investigaciones (Abreu, Siqueira, Cardoso & Caiaffa, 2008; Chen, 2011; Makridakis *et al.*, 1979), pero en especial, para el sector de la construcción se pueden referenciar el sector de la construcción en Colombia: hechos estilizados y principales determinantes del nivel de actividad (Camacol, 2008) y en el análisis del costo de construcción de viviendas basados en variables económicas (Pérez, 2010).

Los modelos de regresión han sido útiles para determinar la asociación entre variables tanto cualitativas como cuantitativas, pero siempre habrá una variable respuesta o dependiente que será la variable explicada. Dentro de los principales propósitos de estos modelos se encuentran: estimar los efectos que generan las variables independientes o explicativas sobre la variable respuesta o dependiente, analizando si la incrementan o la disminuyen; describir y predecir el valor de la respuesta ‘Y’ a partir de valores particulares la (s) explicativa (s) (Valencia , Ramírez, Tabares y Velásquez, 2014).

El modelo de regresión permite establecer la relación o efecto entre una o más variables explicativas “X” y una variable respuesta “Y”. Cuando sólo se emplea una variable “X” este modelo es llamado Modelo de Regresión Simple, cuando hay más de una “X” se denomina Modelo de Regresión Múltiple. En este trabajo se utiliza un modelo de regresión simple para mostrar una evidencia sobre uno de los efectos a evaluar.

Ecuación de un modelo de regresión lineal simple, con una variable regresiva con dependencia temporal:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Dónde:

Y_t es la variable respuesta a ser explicada.

X_t : la variable explicativa o regresiva.

ε_t : es un error aleatorio que se espera tenga una distribución normal.

Para el análisis de estadísticas regionales o nacionales el DANE reporta indicadores como los índices de costos de la construcción de vivienda o de construcciones pesadas (DANE, 2016). Usando dichas estadísticas públicas, se dice que la variable respuesta (Y_t) será el Índice de Costos de la Construcción en Medellín, y la variable explicativa (X_t) es el precio del dólar mensual. El coeficiente β_1 , expresa si la relación entre el precio del dólar (X_t) y el índice de costos (Y_t) es positiva o negativa y, además si es estadísticamente significativa. El modelo se usará sólo para mostrar una evidencia cuantitativa, pero es necesario aclarar que no constituye el único método usado para determinar todas las conclusiones de esta investigación.

Aplicación a la investigación propuesta: Con el fin de valorar el nivel de experticia de las personas a considerar en el estudio se usó una escala de calificación de 1 a 5 (donde 1 es el más bajo y 5 es el más alto); para ello se evaluaron dos criterios en la entrevista directa como los más importantes para determinar el nivel de experticia de los que respondieron las encuestas.

Criterio de experiencia en el sector construcción:

- Si la persona tiene menos de 1 año: 2
- Si la persona tiene entre 1 y 2 años: 3

- Si la persona tiene entre 2 y 4 años: 4
- Si tiene más de 5 años, la calificación es de 5.

Criterio de conocimiento, según el nivel educativo:

- Bachiller: 2
- Técnico / Tecnólogo / Profesional: 3
- Especialización: 4
- Maestría: 5

Las calificaciones de los expertos se dan en la Tabla 1.

Resultados

Tabla 1
Calificaciones de expertos

Valores cuantitativos de 0,0 a 5,0	Experto						
	1	2	3	4	5	6	7
Criterios	1	2	3	4	5	6	7
Experiencia	4	5	5	4	4	4	4
Conocimiento	4	5	5	4	3	5	3
Promedio	4	5	5	4	3,5	4,5	3,5

Elaboración propia, 2016.

Un grupo de 7 expertos en el sector de la construcción es el que hará parte del proceso del *método Delphi* para esta investigación. De acuerdo con sus conocimientos y experiencia en el tema se promedia un nivel de experticia de 4.21 (de la Tabla 1) para el grupo en general. Dicho y analizado esto, se puede concluir que son aptos para la aplicación del *método Delphi*, pues se encuentra en la más alta escala de calificación, ya que mientras más se acerque a 5 es mejor. Cuando la calificación sea inferior a 3,5 se considera que el grupo no aporta adecuada información en el proceso, porque se acerca a 1.

La Tabla 2 muestra los principales aspectos encontrados según la revisión documental, que sintetizan la relación entre el sector de la construcción y la variación del dólar.

Tabla 2
Problemas encontrados

Aspecto	Referencias
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pass through</i> o la transmisión de la tasa de cambio sobre los precios de los bienes de la economía. • En el sector de la construcción ha aumentado el porcentaje de materias primas importadas que afectan el costo de la obra, que repercute en el precio al comprador o en disminución de la rentabilidad del constructor cuando éste requiere sostenibilidad en el mercado. 	(Dinero, 2015); (Revista en Obra, 2015); (Manrique, 2015); (El Tiempo, 2016); (El Nuevo Siglo, 2015); (González, 2016); (DANE, 2016); (Vanegas, Botero y Restrepo, 2014); (El País, 2015).
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultades de Competitividad y desaceleración. • Industria nacional poco competitiva. • Competitividad entre las constructoras por la repercusión de la variación de los precios al comprador. 	(Santa María, <i>et al</i> , 2013); (Portafolio, 2015); (Vanegas, Botero y Restrepo, 2014).
<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de las aperturas comerciales. • Exigen mayor nivel en diseño y calidad de las obras, que se dificulta en términos rentables con la volatilidad del dólar. • Hay oportunidad para el ingreso de dinero con inversión extranjera. 	(Fierros, 2016); (Dinero, 2005); (Gutiérrez, 2013); (Comunidad Andina, 2016); (Revista Semana, 2015).

Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la Tabla 2 los efectos que se están presentando en relación con la variación del dólar en el sector de la construcción no están únicamente vinculados a los costos de las materias primas; dicha variación puede repercutir en los cambios de los precios de las obras, así como en la rentabilidad de las constructoras, la calidad de los materiales de construcción, o también, en el ingreso de dinero, debido a la posibilidad de inversión extranjera de multinacionales que deseen, bien sea participar como inversionistas en obras ya existentes o crear sus propias obras en el país.

Se estimó un modelo de regresión, donde el valor del dólar a fin de mes es la variable explicativa X_t y el Índice de Costos de Construcción de Medellín (DANE, 2016). Con este modelo se busca mostrar evidencias cuantitativas sobre la manera en que el dólar puede afectar a una variable relativa al Costo de la Construcción de Vivienda en la ciudad, comprobando otros hechos recopilados en la revisión documental con una prueba de inferencia estadística.

Se utiliza un nivel de confianza del 99% para determinar las conclusiones, lo cual es equivalente al nivel de significancia del 1% ($\alpha=0.01$).

Modelo estimado: Las variables usadas se observan en la ficha técnica de la Tabla 3.

Tabla 3
Ficha técnica de ICCV Medellín

Modelo	Modelo de regresión simple.
Variable respuesta Y_t	Índice de costos de la construcción de vivienda (ICCV), valor mensual, de Medellín.
Variable explicativa X_t	Valor del dólar a fin de mes.
Cantidad de datos	56.
Período	Enero de 2012- agosto de 2016.

Elaboración propia, 2016.

El modelo estimado también muestra significancia del valor de la TRM sobre el ICCV de Medellín. Lo anterior puede verse en la Tabla 4, donde se aprecia en la segunda columna (*Coefficientes*) el valor estimado del coeficiente del modelo, y en la última columna la Probabilidad o valor p que es inferior a un nivel de significancia elegido ($\alpha=0.01$), para ambos parámetros. Además, el valor positivo del coeficiente de la variable dólar a fin de mes, en la línea 2 y segunda columna (0.018512) indica que a medida que crece el dólar, el índice de los costos es mayor, indicando que se corrobora también en Medellín, que los costos de la construcción se incrementan al aumentar el dólar.

Tabla 4
Tabla de parámetros estimados

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	162,231257	2,19058095	74,0585534	5,476E-56
Dólar fin de mes	0,01851157	0,00094875	19,5115852	4,026E-26

Elaboración propia, 2016.

También es muy alto el porcentaje de explicación de variabilidad que define el coeficiente de determinación (R^2), con un valor de 87,58%, lo cual indica un buen nivel de ajuste y da confiabilidad en la evaluación del efecto de incremento del ICCV.

Validación: Al analizar la normalidad de los residuales de los modelos, en el gráfico de cuantiles normales se aprecia que sí se cumple la distribución normal para estos (ver Figura 2), no se ven puntos muy aislados ni muchos desvíos. Se comprueba que los residuales se comportan según una distribución normal. Pero, debido a que en la prueba de incorrelación de Ljung Box, el νp es menor de alfa, hay una correlación de orden 1 en los residuales, que no puede ignorarse y que implica que el modelo sólo es útil para identificar que hay relaciones significativas entre la TRM y dichos costos ICCV en Colombia, pero no para efectuar un pronóstico posterior al período de análisis.

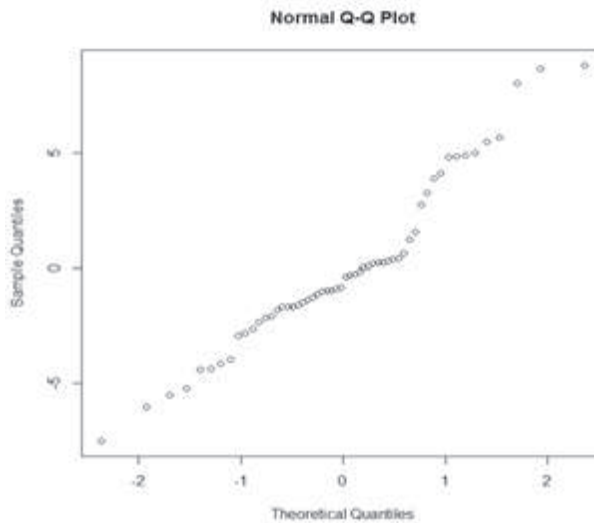


Figura 2. Gráfico de probabilidad normal de residuales del modelo 2

Elaboración propia, 2016.

En la Figura 2 se aprecia que la mayoría de los puntos caen en el intervalo (-2,2) de los cuantiles teóricos normales, además, no hay desvíos extremos de la tendencia lo cual muestra el comportamiento adecuado en los residuales.

La Tabla 5 corrobora que el modelo sí cumple el supuesto de normalidad en los residuales, dado el valor p de la prueba de Jarque Bera, además, se comprueba también el supuesto de homocedasticidad con la prueba de Bartlett (p -value = 0.2117 mayor del $\alpha=0.01$). Sin embargo, el valor p de la prueba de incorrelación de orden 1 da muy bajo, por tanto, se debe corregir dicha correlación existente.

Para esto se estima un modelo *Arima*⁴ a los residuales.

Tabla 5
Validación de residuales

Validación de la normalidad en residuales
Jarque Bera Test
X-squared = 3.1026, df = 2, p-value = 0.212
Prueba de incorrelación en residuales
Box-Ljung test
X-squared = 34.283, df = 1, p-value = 4.765e-09
Prueba de homocedasticidad de varianza
Bartlett's K-squared = 14.399, df = 11, p-value = 0.2117

Elaboración propia, 2016.

Corrección al problema de correlación: Se estimó un Modelo AR(1) para los residuales, con un coeficiente $ar=0.8382$ y error estándar, 0.0784, el cual cae en un Intervalo de Confianza al 99% ($Z=2.58$), así: $0.8382 \pm 2.58 * 0.0784$, encontrando el rango (0.636255, 1.04015) que al no incluir el cero, indica que el ajuste de dicho modelo es significativo su ajuste. La ecuación del modelo final que permite ajustar y pronosticar con todos los supuestos debidamente validados, método de series de tiempo que puede verse aplicado en Salazar *et al.* (2015) está dada por (2).

$$ICVMED=162,231257+0,01851157*Dólar + AR(1) \quad (2)$$

La ecuación (2) muestra que el coeficiente del dólar es positivo, indicando el aumento que produce sobre el índice de costos *ICVMED*.

⁴ Auto Regresive Integrated Moving Average (Auto Regresivo, Integrado, y de Medias Móviles).

Resultados del método Delphi: La encuesta aplicada se basó en los principales aspectos encontrados en la revisión de la literatura. A continuación, se muestran los principales resultados derivados del consenso con expertos, donde se han encontrado distintos aspectos que relacionan la variación del dólar con los problemas del sector de la construcción.

Según la opinión del grupo de expertos, en los últimos 5 años las variaciones que el dólar ha tenido si han afectado el sector (Figura 3), ya que no solo influyen en las compras de materias primas para la construcción sino también en cualquier otra transacción que tenga relación con esta moneda extranjera, y en general el desarrollo de sus proyectos.

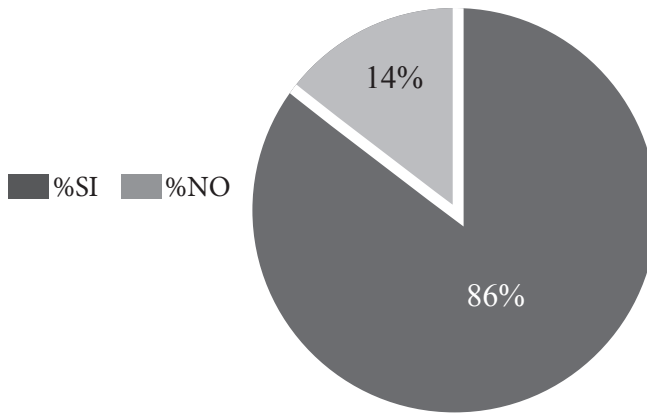


Figura 3. Se afecta el sector por las variaciones del dólar

Elaboración propia, 2016.

Como se puede evidenciar en la Figura 4, algunas de las variables más impactantes según la percepción de los expertos, que reflejan la afectación del precio del dólar son: aumento de los precios de materias primas, el aumento en precios de viviendas u otro tipo de obras, el aumento de las tasas de interés, seguido de la disminución de inversión para nuevos proyectos y menos materias primas importadas.

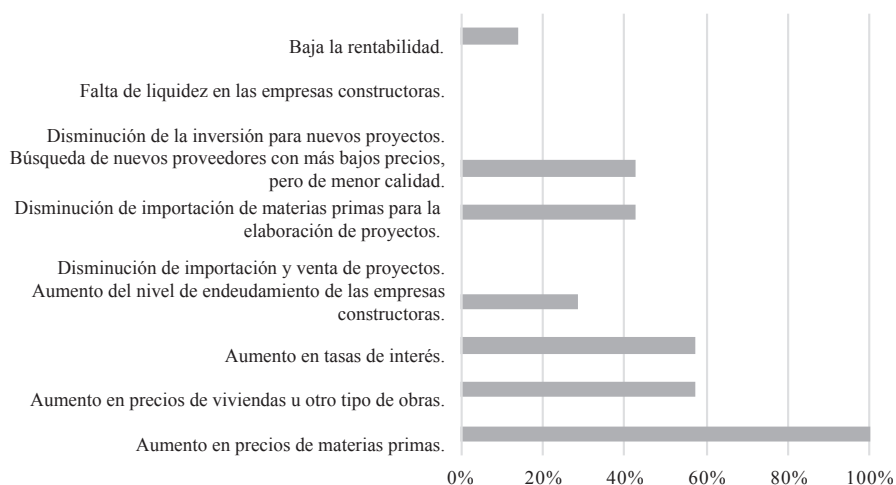


Figura 4. Variables que reflejan estar afectadas por cambios en la TRM

Elaboración propia, 2016.

A pesar de lo anterior, la desaceleración económica del sector (Figura 5) antioqueño sólo la señala un 29% de los expertos. Es decir, la mayoría creen que el sector lleva un buen desempeño.

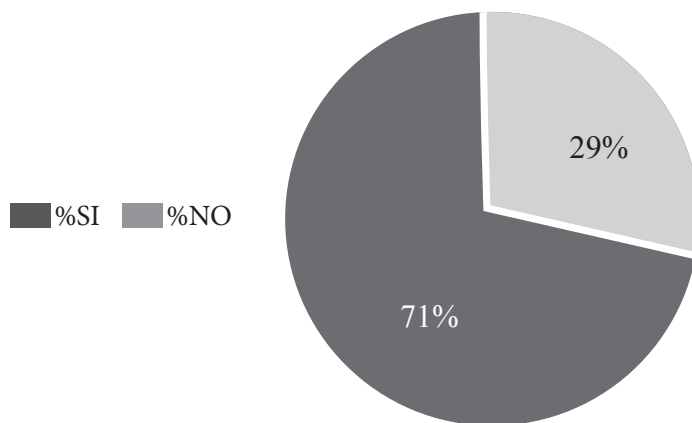


Figura 5. Desaceleración del sector

Elaboración propia, 2016.

Dadas las variaciones de la TRM, los expertos participantes concluyen, individualmente, que las inversiones en construcción se ven afectadas principalmente por el aumento inesperado del nivel de endeudamiento, y en el retraso de elaboración de los proyectos de inversión, seguido del retraso en las entregas (Figura 6).

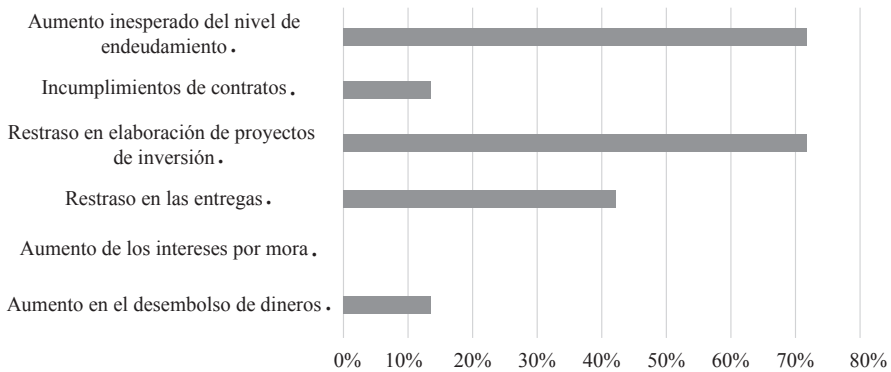


Figura 6. Factores en que afectan las inversiones

Elaboración propia, 2016.

Con base en el conocimiento y experiencia del grupo evaluado, los expertos opinan que puede haber medidas para que el impacto del precio del dólar sea reducido, de ellas, las más importantes en su orden son: la mejora de la competitividad empresarial, la solicitud de subsidios de vivienda.

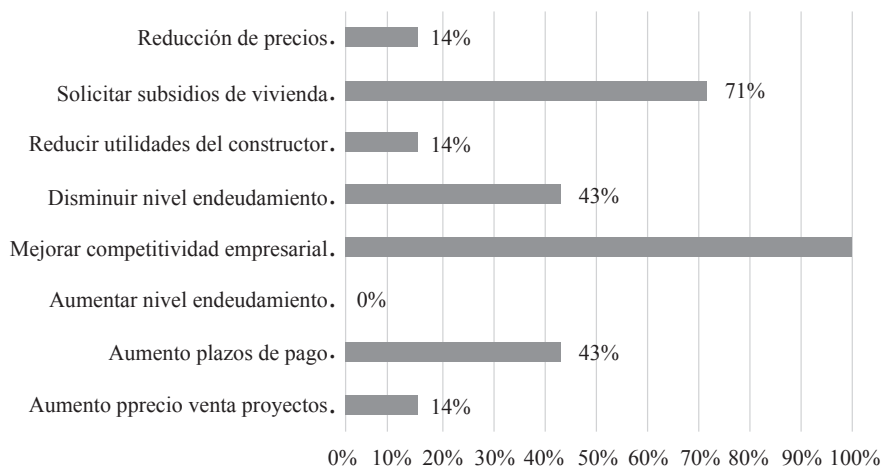


Figura 7. Medidas de reducción de impacto

Elaboración propia, 2016.

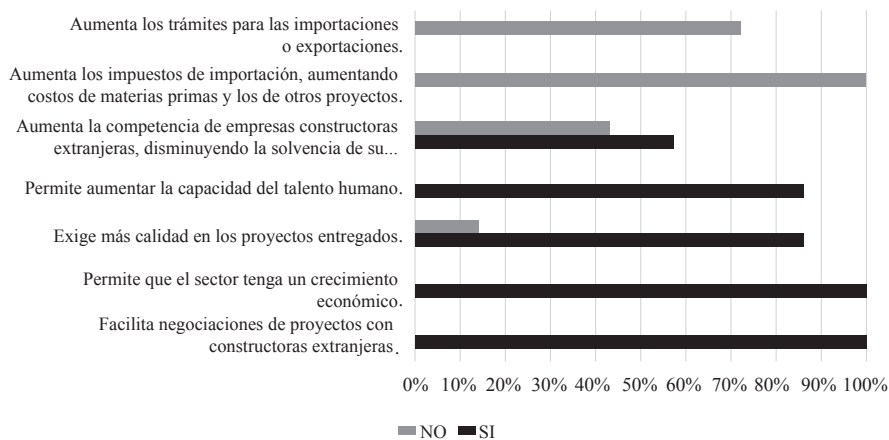


Figura 8. Factores que afecta o beneficia el TLC

Elaboración propia, 2016.

El TLC ha afectado de manera general la economía, y para el sector constructor algunas de las variables en las que más se ha evidenciado su impacto, según la opinión de los expertos (Figura 8), es en la facilidad de las negociaciones de proyectos con constructoras extranjeras, ya que permite el crecimiento económico del sector, el aumento de la capacidad de talento humano, y se promueve la calidad de los proyectos, entre otras.

Luego de presentar los resultados de la primera ronda evaluada al grupo de expertos, estos continuaron firmes con su primera opinión acerca de las preguntas realizadas frente al tema de investigación propuesta sobre el impacto del precio del dólar en el sector constructor.

A continuación, se muestran los principales impactos sobre el sector de la construcción, derivados de la variación del dólar (Tabla 6), según los métodos de investigación utilizados.

Tabla 6
Síntesis de los principales impactos

Factor	Método
El aumento del dólar incrementa precios de materias primas, así como el índice de costos de la construcción.	Revisión documental, Método Delphi, modelo de regresión.
Aumento en precios de viviendas u otro tipo de obras.	Revisión Documental, Método Delphi.
Aumento en tasas de interés.	Método Delphi.
Disminución de materias primas importadas.	Método Delphi.
Retraso en elaboración de proyectos de inversión.	Revisión Documental, Método Delphi.
Aumento inesperado del nivel de endeudamiento.	Método Delphi.
Retraso en las entregas.	Método Delphi.
Dificulta la mejora de calidad y competitividad.	Revisión documental.

Elaboración propia, 2016.

Así mismo, se pueden resumir a continuación unas posibles medidas importantes que pueden ayudar a reducir los efectos de la variación.

Tabla 7

Factores para la mitigación de los efectos de la variación del dólar

Factor	Método
Mejorar la competitividad empresarial, que exige mejorar la calidad de las obras y diseños, lo que también exige que el productor de materias primas de construcción también mejore su calidad.	Revisión documental, Delphi.
Solicitar subsidios del gobierno.	Revisión documental, Delphi.
Aumento en plazos de pagos.	Delphi.
Disminuir el nivel de endeudamiento.	Delphi.

Elaboración propia, 2016.

Conclusiones

Se encontró que la variación del dólar que afecta los costos de materias primas, y repercute no sólo en los precios de la vivienda cuando dicha moneda incrementa, también aumentan las tasas de interés, en problemas de inversión, en el retraso en la elaboración de proyectos del sector de la construcción, en el aumento inesperado del nivel de endeudamiento, y retrasos en las entregas, tal como se aprecia en la tabla de síntesis de impactos encontrados. La Tabla 6 resume los principales hallazgos basados en la revisión documental, el método Delphi y el modelo de regresión. El modelo de regresión sólo muestra evidencia de cómo se afecta e Índice de Costo de Vivienda, que permite comprobar que a medida que aumenta el valor del dólar también incrementa el índice de costos de vivienda por el efecto positivo, y el hecho de ser estadísticamente significativo, dado el valor p encontrado.

Los problemas encontrados muestran que el sector constructor debe procurar mitigar los efectos de estas variaciones para evitar un deterioro económico o de pérdida de sostenibilidad y de competitividad en casos de incrementos inesperados del dólar, a partir de estrategias que les permitan estar preparados.

De acuerdo con las encuestas aplicadas al grupo de expertos del sector constructor de Medellín, y como se señaló anteriormente, dentro de las medidas

de mitigación del impacto encontradas en la investigación, se encuentran la mejora de la competitividad empresarial, la mejora de calidad y diseños de obras, solicitar subsidios o apoyos del gobierno, aumentar los plazos de pagos en deudas adquiridas, y disminuir el nivel de endeudamiento.

Referencias

- Abreu, M., Siqueira, A., Cardoso, C. y Caiaffa, W. (2008). Ordinal logistic regression models: application in quality of life studies. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(4) 581-91. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18797732>
- Bonifaz, A. (2004). El dólar estadounidense: el impacto de sus fluctuaciones. *Revista Latinoamericana de Economía*, 35(136). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11825946003>
- Camacol. (2008). *El sector de la construcción en Colombia: hechos estilizados y principales determinantes del nivel de actividad*. Recuperado de http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/EE_Inv2008119101141_0.pdf
- Cardona, D., González, J., Rivera, M. y Cardenas, E. (2013). Regresión lineal en un problema de pobreza. *Interacción*, 12, 73-84. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistainteraccion/volumen12/art4.pdf>
- Comunidad Andina. (2016). Recuperado de <http://www.comunidadandina.org/Seccion.aspx?id=152>
- DANE. (Julio de 2016). Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indice-de-costos-de-la-construccion-de-la-vivienda>
- Dinero. (27 de Mayo de 2005). Protección costosa. Recuperado de <http://www.dinero.com/caratula/edicion-impresia/articulo/proteccion-costosa-/4784>
- Dinero. (5 de agosto de 2015). Los precios del dólar ponen a pensar a los constructores colombianos. Recuperado de <http://www.dinero.com/edicion-impresia/pais/articulo/los-constructores-colombianos-ponen-ojos-incremento-del-precio-del-dolar/211943>
- Dinero. (1 de septiembre de 2016). Las alertas del sector construcción y la vivienda en Colombia. Recuperado de <http://www.dinero.com/edicion-impresia/pais/articulo/los-retos-del-sector-construccion-y-la-vivienda-en-colombia/231435>

- El Nuevo Siglo. (1 de abril de 2015). Recuperado de <http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/4-2015-d%C3%B3lar-afectar%C3%ADa-precio-de-materiales-de-construcci%C3%B3n.html>
- El País. (18 de marzo de 2015). Sector de la construcción, motor del crecimiento de la economía. Recuperado de <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/sector-construccion-motor-crecimiento-economia>
- El Tiempo. (27 de Enero de 2016). No solo petróleo, otras exportaciones claves caen: Banco Mundial. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/economia/indicadores/banco-mundial-anuncia-reduccion-en-importaciones-de-materias-primas-en-el-2016/16492849>
- Fierros, R. (15 de julio de 2016). *Papel Del Sector De La Construcción En Colombia Con La firma del TLC*. Recuperado de <http://fierros.com.co/revista/ediciones-2011/edicion-20-2/opinion-5/papel-del-sector-de-la-construccion-en-colombia-con-la-firma-del-tlc.htm>
- González, J. (2016). Bienes de capital. Recuperado de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/bienes-de-capital.html>
- González, S. (16 de septiembre de 2015). Leve golpe del dólar al precio de la vivienda. *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/economia/leve-golpe-del-dolar-al-precio-de-vivienda-articulo-586638>
- Gutiérrez, C. (Noviembre de 2013). *Efectos de la revaluación del peso colombiano*. Facultad de Ciencias Económicas. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10892/1/Ensayo%20de%20grado%20Efectos%20de%20la%20revaluacion%20en%20Colombia.pdf>
- IEAE. (2001). *Tablas input-output*. Universidad del País Vasco. Recuperado de <http://www.idescat.cat/cat/idescat/biblioteca/docs/recerca/informe2003-landeta-upv.pdf>
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi*. Barcelona, España: Ariel.
- López, L. (20 de Agosto de 2010). Transformación productiva de la industria en Colombia y sus regiones después de la apertura económica. *Cuadernos de Economía*, 29(53), 239-286. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/18619/31940>
- Manrique, F. (Marzo de 2015). Precios de la construcción podrían ser impactados por alza del dólar. *Diario del Huila*. Recuperado de <http://www.diariodelhuila.com/actualidad/precios-de-la-construccion-podrian-ser-impactados-por-alza-del-dolar-cdgint20150305084424100>

- Muruais, J. y Sánchez, J. (2012). *Factores clave de fidelización*. Universidad Alfonso X , Madrid. Recuperado de <http://www.uax.es/publicacion/aplicacion-del-metodo-delphi--para-identificar-los-factores-clave-de-fidelizacion.pdf>
- Ochoa, J. y Mora, A. (8 de Octubre de 2014). Prácticas de presupuesto de capital. *I8(39)*, 21. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17230/ecos.2014.39.7>
- Ortiz, D. (25 de agosto de 2016). Cadena de la construcción busca hacer quite al dólar caro. *El Colombiano*. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/negocios/cadena-de-construccion-hace-quite-al-efecto-dolar-HI4846898>
- Ozorhon, B. & Oral, K. (2016). Drivers of Innovation in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 04016118.
- Pérez, V. (2010). *Análisis del costo de construcción de viviendas basados en variables económicas*. Pasantia, Sartenejas. Recuperado de <http://159.90.80.55/tesis/000148426.pdf>
- Portafolio. (16 de marzo de 2015). Alza del dólar les pasa la cuenta de cobro a las empresas. *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/alza-dolar-les-pasa-cuenta-cobro-empresas-35344>
- Portafolio. (17 de septiembre de 2015). Sector edificador debe ajustarse a efectos del dólar. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/sector-edificador-debe-ajustarse-efectos-dolar-22932>
- Posada, M. (2011). *Responsabilidad civil en la construcción*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de <http://docplayer.es/1243175-La-responsabilidad-civil-en-la-construccion-mateo-posada-arango.html>
- Revista en Obra. (6 de marzo de 2015). Alza del dólar también afecta al sector constructor. Recuperado de <http://www.arcoconstruccion.com/es/noticias/alza-del-dolar-tambien-afecta-al-sector-constructor>
- Revista Semana. (30 de mayo de 2015). Azucareros bajo la lupa. *Semana*. Recuperado de <http://www.semana.com/economia/articulo/azucareros-bajo-la-lupa/429551-3>
- Salazar, J., Valencia, M., Trochez, J. y Guarín, V. (2015). Modelo contrafactual aplicado al sector cárnico colombiano. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*. 4(2), 43-53.

- Santa María, M., Perfetti, M., Piraquive, G., Nieto, V., Timote, J. y Cespedes, E. (2 de agosto de 2013). Evolución de la industria en Colombia. *Archivos de Economía*, 402, 42. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/402.pdf>
- Valencia, M., Ramírez, S., Tabares, J. y Velásquez, C. (2014). *Métodos de pronósticos - clásicos y bayesianos con aplicaciones*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12560/1/MarisolValenciaCardenas.2014>
- Vanegas, G., Botero, C. y Restrepo, A. (2014). Una aproximación mediante lógica difusa al análisis de la competitividad empresarial. *Administration and Organizations*, 17(33), 9-32.

Para citar este artículo:

- Castaño, E. y Valencia, M. (2017). Efectos de la variación del precio del dólar en el Sector de la Construcción en Medellín, 2012 - 2016. *En-Contexto*, 5(7), 127-153.

