

**UN MODELO ECONÓMTRICO PARA DETERMINAR EL VALOR DE VENTA DE
PROYECTOS INMOBILIARIOS EN LA CIUDAD DE SANTIAGO****AN ECONOMETRIC MODEL TO DETERMINE THE VALUE OF SALE OF REAL STATE
PROJECTS IN SANTIAGO CITY****Fernando Rowland López**

Profesor Jornada Completa (Instructor Académico) – Ingeniero Comercial
Departamento de Ingeniería Comercial – Universidad Técnica Federico Santa María
fernando.rowland@usm.cl

Resumen en español

La ciudad de Santiago se encuentra ubicada en la Región Metropolitana de Santiago, es la capital de la República de Chile y habitan en ella 6.257.516 habitantes. No existe un estudio acabado que muestre cuales son las principales variables que inciden en el valor de venta final de los proyectos inmobiliarios de la ciudad de Santiago. Por ello, utilizando un modelo de regresión lineal con una base de datos de 552 proyectos inmobiliarios en un rango de 14 años, determinamos qué variables son las que más influyen en el valor final de un proyecto inmobiliario en Santiago. Encontramos que las variables más influyentes en el precio final son el precio del terreno, costo de construcción y otros gastos inmobiliarios.

Palabras Claves: Ciudad de Santiago, Proyectos inmobiliarios, Modelo de regresión lineal
Clasificación JEL: C01; G21; R15

Abstract in english

Santiago city is located in Metropolitan Region of Santiago, it is the capital of the Chilean Republic and 6,257,516 inhabitants live there. There is no finished study that shows the main variables that affect the final sales value of the real state projects of Santiago city. Therefore, using a linear regression model with a database of 552 real state projects in a range of 14 years, we determine which variables are the ones that most influence the final value of a real state Project in Santiago. We find that the most influential variables in the final price are the price of the land, construction cost and other real state expenses.

Keywords: Santiago city, Real state projects, Linear regression model
JEL Classification: C01; G21; R15

1. INTRODUCCIÓN

El sector inmobiliario en Chile siempre ha estado fuertemente ligado al crecimiento del país y a los ciclos económicos registrados históricamente, existe una fuerte correlación en la inversión del sector y el ciclo económico que se vive en el país (Cowan, 2013). En el ámbito de la venta de activos inmobiliarios, el precio de las viviendas ha experimentado un aumento considerable en los últimos años, la escasez de oferta de terrenos en zonas urbanas del gran Santiago junto con la creciente demanda habitacional en las comunas más céntricas junto con el mayor acceso al crédito y decrecimiento en las tasas de interés podrían ser algunos de los factores responsables de este aumento en el precio de las viviendas (García, 2008)

El mercado inmobiliario y financiero son altamente sensibles a los cambios macroeconómicos de un país, cambios como la tasa de interés juegan un papel determinante que resulta en importantes consecuencias para la economía, ya que la variación de éste tiene relación con el endeudamiento de las personas y su consumo (Sutton, Mihaljek, & Subelyte, 2017). Por un lado, los créditos hipotecarios constituyen la forma habitual de acceso al mercado inmobiliario para la mayoría de la población y las empresas. Se pone así en marcha un proceso de endeudamiento cuya dimensión y riesgo se verá influido por factores como el volumen de capital disponible y las tasas de interés vigentes en los mercados, el nivel de apalancamiento permitido a las entidades financieras o las condiciones exigidas a los demandantes de crédito (Mendez, 2017). Casos como las burbujas inmobiliarias son ejemplos de cómo el precio de las viviendas y sus variaciones impactan fuertemente en la economía y han sido las causantes de varias crisis mundiales.

Para los desarrolladores inmobiliarios el conocer el precio de venta resulta ser una de las informaciones más valiosas del mercado, debido a que les permite conocer hasta cuanto podrían pagar por la compra de terrenos y la rentabilidad esperada del proyecto, entendiendo que los costos de construcción son establecidos por la industria con bastante precisión.

En la literatura se pueden encontrar estudios sobre modelos para la determinación del precio de un inmueble, el más usado es el modelo de precios hedónicos (Ridker & Henning, 1967), el cual estableció el impacto que tienen las características propias del inmueble y las de su entorno para poder determinar el precio o las variaciones de éste. La teoría de los precios hedónicos, por lo tanto, ayuda a identificar el peso relativo de cada uno de los atributos internos y externos de un inmueble para explicar su valor.

En la actualidad el método que tiene la unidad de riesgo de los bancos en Chile para evaluar los proyectos inmobiliarios se basa en el valor de mercado que se conoce de las distintas zonas en gestión inmobiliaria. Debido a que no se cuenta con un modelo que permita proyectar eficientemente el valor futuro de una vivienda que se está estudiando financiar, generalmente esa estimación se hace a partir de la información de mercado con la que cuenta la institución en ese momento, la cual no siempre explica el valor que tienen los inmuebles. Es por esto, que contar con un modelo econométrico que determine el valor proyectado de la vivienda a financiar resulta ser muy importante a la hora de determinar las garantías futuras que respaldarán los créditos entregados por los bancos.

Este estudio usará una base de datos que actualmente es utilizada diariamente por un banco comercial en Chile con información recopilada hace 14 años de los proyectos financiados por el banco. Dentro de esta base es posible encontrar toda la información con respecto al proyecto que se financió y las condiciones del crédito de éste.

Esta base se divide en proyectos inmobiliarios en extensión (casas) y de altura (edificios), es usada diariamente para llevar el control de todos los proyectos financiados junto con los desembolsos parciales de sus líneas de crédito asociadas y la posibilidad de hacer seguimiento a las garantías que se encuentran hipotecadas. Con esto, se determinará mediante un modelo de regresión lineal las variables de la base de datos que mejor explican el precio de venta de un inmueble.

En los siguientes apartados presentaremos el estado del arte, metodología, resultados y conclusiones y recomendaciones.

2. DESARROLLO

A continuación, presentaremos el estado del arte, metodología, resultados y conclusiones y recomendaciones.

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Rubro inmobiliario

Coremberg (2000) expone que el mercado inmobiliario se refiere a la superposición de distintos submercados, donde idealmente se realizan transacciones de carácter disímil, dada su heterogeneidad con respecto a la localización, antigüedad, financiamiento, calidad, tenencia, así como en función de su determinación como bien de consumo o de capital.

La vivienda es un bien de consumo si el análisis se concentra en la demanda de sus servicios, pero si se aglutina en la demanda por inventarios, entonces el análisis se focaliza en la vivienda como un bien de capital. (Friedman, 1962)

La relación del rubro inmobiliario con las personas no solo tiene un vínculo económico. Según Maslow (1945) en su teoría de las necesidades de las personas establece que en primer lugar las personas atienden sus necesidades fisiológicas y luego atienden sus necesidades de seguridad, en este caso la seguridad viene dado por la necesidad de contar con un lugar donde vivir que presenten las condiciones necesarias de seguridad y confort. Es por esto, que el sector inmobiliario está íntimamente ligado a las necesidades de las personas.

El desarrollo inmobiliario es esencial para la economía del país, ya que es una impulsora del sector económico. En Chile se ha presenciado un crecimiento importante durante los últimos años. Por ejemplo, desde 2004 se han vendido en promedio 130.000 viviendas por año, un 30% más que lo observado durante la década de los 90. Asimismo, la inversión privada en el sector alcanzó casi los 5.000 millones de dólares en 2007, lo que constituye cerca del 5% del PIB chileno (BBVA, 2008).

En aspectos generales podemos separar la definición de bien mueble con inmueble entre las cosas corporales, según que ellas puedan o no transportarse de un lugar a otro sin cambiar su naturaleza. (Acuña, 2003)

Dentro de esa definición de inmueble, se puede llevar para el mercado inmobiliario las siguientes particularidades:

- La importancia, ya que para la mayoría de las personas la vivienda constituye el gasto de consumo más importante, y la decisión de inversión de mayor relevancia de todo su ciclo vital (Caridad y Ocerin & Brañas, 1997).
- Además, dentro de la literatura existente para el mercado inmobiliario de viviendas se enmarcarán las propuestas por (Harsman & Quigley, 1992), las cuales mencionan tres características para las viviendas:
 - **La complejidad de la vivienda**, ya que esta puede tener para el usuario final una gran variedad de demandas y debe satisfacer las necesidades individuales de las personas y sus familias.
 - **La fijación de la vivienda** ya que está relacionada directamente a las leyes urbanísticas y lugares específicos de las ciudades, junto con su característica antes mencionada de un inmueble.
 - **La durabilidad en el tiempo de las viviendas**, esta condición afecta el mercado inmobiliario existente y el nuevo, influenciando la generación de nuevos proyectos o el mercado de segunda mano de las viviendas existentes para satisfacer las preferencias de los usuarios.

Estas tres características son las que indican que el proceso de la estimación del precio de la vivienda es un tema bastante complejo por la cantidad de factores a considerar. En este trabajo daremos énfasis en las características geográficas y cuantitativas de las viviendas en su estado de preevaluación, es decir, desde el punto de vista de un desarrollador inmobiliario cuando está presentando el proyecto a entidades financieras.

2.1.2. Ciclo inmobiliario

El mercado inmobiliario, similar a los otros mercados al igual que la economía en general, se desarrolla imparcialmente. El análisis de los cambios en los actores de la actividad en el mercado inmobiliario y el dinamismo de sus principales agregados permiten la identificación de componentes específicos en el camino de su desarrollo (Trojanek, 2008):

- **Tendencia:** Representando el desarrollo a largo plazo del mercado inmobiliario.
- **Fluctuaciones cíclicas:** Niveles de fluctuaciones en fenómenos dados que ocurren con una regularidad variada debido a cambios en las condiciones económicas.
- **Fluctuaciones de temporada:** Repetidas regularmente en forma anual, son fluctuaciones de procesos económicos que son el resultado del impacto de factores naturales, así como como los factores institucionales o legales en el curso de estos procesos.
- **Fluctuaciones al azar:** Son fluctuaciones irregulares en la actividad económica que son consecuencia de influencias al azar con factores incidentes.

El sector inmobiliario resulta ser macroeconómicamente clave, cualitativa y cuantitativamente, por sus complejas relaciones intersectoriales y por su muy significativa ponderación entre las variables e indicadores productivos y financieros. No casualmente los gobiernos recurren a él como instrumento para incentivar la economía e incrementar el empleo (Daber, 2013)

De acuerdo con Glenn Muller (2015) el ciclo inmobiliario puede ser descompuesto en cuatro etapas:

- **Recuperación:** En esta fase se produce una renovación del capital que tiene efectos multiplicadores sobre la actividad económica generando una fase de crecimiento económico y por tanto de superación de la crisis. La economía está en expansión cuando la actividad general en la fase de recuperación supera el auge del ciclo económico inmediatamente anterior.
- **Expansión y auge:** Momento más elevado del ciclo económico. En este punto se producen una serie de rigideces que interrumpen el crecimiento de la economía, propiciando el comienzo de una fase de recesión.
- **Desaceleración:** Corresponde a la fase descendente del ciclo. En la recesión se produce una caída importante de la inversión, la producción y el empleo. Una crisis es una recesión particularmente abrupta. Si además durante la recesión la economía cae por debajo del nivel mínimo de la recesión anterior, estamos frente a una contracción.
- **Contracción:** el punto más bajo del ciclo. Se caracteriza por un alto nivel de desempleo y una baja demanda de los consumidores en relación con la capacidad productiva de bienes de consumo, como los Bienes Raíces (bienes de consumo “durable”). Durante esta fase los precios bajan o permanecen estables.

2.1.3. Mercado inmobiliario en Santiago

En los últimos tiempos la demanda por vivir en Santiago ha aumentado considerablemente, los barrios antiguos de casas han pasado a convertirse en zonas altamente densificadas por viviendas en altura, esto es consecuente con que la Región Metropolitana concentre el 76% de la inversión inmobiliaria nacional (BBVA, 2017). Este sector es altamente sensible a la industria de la minería con mayor énfasis en las regiones del norte del país, debido a esto, en etapas de disminución en la actividad minera los precios y la oferta de unidades se ve disminuida.

Junto con la minería, el mercado inmobiliario nacional es altamente sensible a las condiciones crediticias debido a que al tener mejores tasas para el endeudamiento la demanda por propiedades aumenta (BBVA, 2017).

2.1.4. Burbujas inmobiliarias

“La economía inmobiliaria, por su habitualmente alta participación en el producto y en el empleo, y por su rol estratégico en la articulación entre el sector financiero y la economía real, es un factor determinante y detonante de los ciclos de auge y recesión y de las crisis económicas” (Daber, 2013)

Las imperfecciones del mercado inmobiliario se ven acentuadas por varios factores que están relacionados con su mercado, las especulaciones de sus externalidades y el valor de los terrenos y la plusvalía, además de los riesgos asociados a los créditos otorgados para la construcción y compra de propiedades aumentan dichas imperfecciones y la distorsionan aún más.

Las burbujas inmobiliarias suelen partir con una demanda mayor que la oferta disponible en la economía, donde el tiempo de reposición para atender esta demanda suele tener un tiempo considerable, esto sumado a los especuladores y la alta inversión pueden provocar una subida insostenible de los precios de la vivienda. Cuando la oferta logra sobrepasar esta demanda es cuando se produce el rompimiento de la burbuja y es cuando los precios empiezan a caer, generalmente de forma abrupta.

Otra causa de los efectos de la burbuja inmobiliaria es explicada por Thornton (2004) donde señala que las burbujas inmobiliarias son las que mejor muestran las fallas del gobierno y sus crisis inmobiliarias, donde las políticas del gobierno hacen que la gente tenga más poder adquisitivo aumentando el valor de las propiedades, luego cuando las tasas de interés suben y los precios de las propiedades bajan, las personas que invirtieron en propiedades no tienen los medios para solventar los costos. Como consecuencia, los propietarios pierden sus inmuebles y hay repercusiones en el rubro de la construcción, aumentando el desempleo. A nivel macroeconómico esto tiende arrastrar al país a una recesión o depresión (Thornton, 2004).

2.1.5. Actores del rubro inmobiliario

Dentro del mercado inmobiliario existen distintos agentes que se relacionan entre sí. Dentro de estos se pueden identificar los movimientos económicos que suceden en el mercado y el dinamismo que estos tienen. Dentro de este marco existe un ente regulatorio, el cual es el Banco Central. La importancia del Banco Central radica en que es el responsable de establecer las políticas monetarias y económicas del país. (Banco Central de Chile, 2017).

Este intercambio económico se inicia con la demanda de viviendas por los compradores, el cual puede ser para satisfacer sus necesidades básicas o también como alternativa de inversión, la cual satisfecerá una necesidad secundaria de índole económica (Maslow, 1945). Para esto, en el mercado debe existir una oferta del producto, en este caso una vivienda. Esta oferta puede estar físicamente disponible en el stock del mercado o como una futura venta a realizar, la que se puede encontrar con nombres como venta en verde (cuando la venta se hace en el momento que se está construyendo la futura vivienda), o venta en blanco (cuando la venta se está realizando cuando se tienen los permisos y no se ha iniciado la construcción).

Esta oferta se encuentra canalizada por las inmobiliarias, las cuales para materializar estas ofertas piden créditos a entidades financieras. Es aquí donde las instituciones financieras realizan sus colocaciones otorgando créditos comerciales a las inmobiliarias, y créditos habitacionales o de consumo a los futuros propietarios. Todo esto regulado en la economía por el Banco Central de Chile.

2.1.6. Entidad Financiera

Se entiende como entidad financiera a cualquier entidad o agrupación que tiene como objetivo y fin ofrecer servicios de carácter financiero y que van desde la simple intermediación y asesoramiento al mercado de los seguros o créditos bancarios.

Estas entidades son las responsables de otorgar el financiamiento necesario para los proyectos inmobiliarios, donde cada una tiene sus propios métodos de evaluación y requerimientos para dar acceso al crédito, todo realizado bajo la regulación de la Super Intendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF). La SBIF es una institución pública creada en 1925, autónoma, con personalidad jurídica de duración indefinida y se relaciona con el gobierno a través del Ministerio de Hacienda (SBIF, 2018).

El mandato que le impone la Ley General de Bancos a la SBIF es supervisar las empresas bancarias, así como de otras entidades, en resguardo de los depositantes u otros acreedores y del interés público y su misión es velar por el buen funcionamiento del sistema financiero (SBIF, 2018).

2.1.7. Colocaciones por tipo de deudor

De acuerdo con las estadísticas de colocaciones del Banco Central de Chile (2012), entre los deudores se distinguen créditos de consumo, vivienda, comerciales y de comercio exterior.

Los créditos de consumo se clasifican los créditos en cuotas que corresponden al monto de dinero que otorgan los bancos a las personas para la adquisición de bienes o pago de servicios, normalmente son pactados para ser pagado en cuotas en el corto o mediano plazo (1 a 4 años); se consideran también los sobregiros en cuenta corriente de las personas y el uso de las tarjetas de crédito; finalmente el leasing que es una operación de arrendamiento financiero que consiste en la adquisición de un bien, a petición de su cliente, por parte de una sociedad financiera especializada, posteriormente tal sociedad entrega en arrendamiento el bien al cliente con opción de compra al vencimiento del contrato. Los créditos de consumo representan algo más del 10% del total de las colocaciones por tipo de deudor.

Los créditos para la vivienda son préstamos que entregan los bancos para la adquisición de una propiedad ya construida, un terreno, como también para la construcción de viviendas. Habitualmente se extienden con la garantía de la hipoteca sobre el bien adquirido o construido; normalmente es pactado para ser pagado en el mediano o largo plazo (8 a 40 años, aunque lo usual son 20 años). En esta categoría se consideran las operaciones con letras de crédito y los préstamos con mutuos hipotecarios. Estos últimos, son un tipo de crédito con garantía hipotecaria que se financia con recursos propios de la entidad que lo otorga. Pueden ser endosables o no, lo que significa que la entidad que otorgó dicho Mutuo puede vender el crédito a un tercero. Los préstamos para la vivienda representan cerca de 25% del total de las colocaciones por tipo de deudor.

Los créditos comerciales constituyen el monto de dinero que otorgan los bancos a empresas de diverso tamaño para satisfacer las necesidades de capital de trabajo,

adquisición de bienes, pago de servicios orientados a la operación de la empresa o para refinanciar pasivos con otras instituciones y proveedores de corto plazo y que normalmente son pactados para ser pagado en el corto o mediano plazo (desde 30 días en adelante). En esta categoría se consideran los préstamos a través de líneas de crédito, tarjetas de crédito leasing y factoring. El factoring o factoraje es una alternativa de financiamiento dirigida preferentemente a pequeñas y medianas empresas que consiste en un contrato por el que la empresa usuaria encomienda el cobro de sus créditos con clientes a una empresa especializada, la compañía de factoring o sociedad factor. Esta empresa especializada, además, presta servicios de financiación, garantía, administración y gestión de los créditos a cobrar. Los créditos comerciales son los más importantes de las colocaciones por tipo de deudor, representando algo más del 50%.

Los créditos de comercio exterior son aquellos que dan los bancos para financiar importaciones o exportaciones de empresas. Bajo esta categoría se clasifican las operaciones por cartas de crédito, letras de cambio o pagarés provenientes del pago de operaciones de comercio exterior efectuadas bajo la forma de cobranza y los avales y fianzas, relacionados directamente con las operaciones de comercio exterior, entre otros. La duración de estos créditos se concentra en el corto plazo (hasta un año). En este caso su participación en el total es del orden de 10%.

En este estudio nos enfocaremos en los créditos comerciales otorgados a empresas inmobiliarias y constructoras y a los créditos para la vivienda otorgados hacia las personas.

2.1.8. Desarrolladores inmobiliarios

Los desarrolladores inmobiliarios se dedican a la gestión inmobiliaria, es un proceso de negocio multifacético que involucra una variada gama de actividades, tales como la compra y desarrollo del suelo, renovación de edificios y otros tipos de proyectos de naturaleza similar. Los desarrolladores son los coordinadores desde la idea hasta la ejecución física y explotación del proyecto (Peiser & Frej, 2003).

Un proyecto inmobiliario típico sería la compra de un terreno con el objeto de crear algo que le entregue mayor valor en su presentación final. Esto se podría dar mediante la construcción de cualquier activo en un terreno, para esto los desarrolladores pasan desde la creación de la idea de negocio hasta la construcción física de las obras, finalizando con la gestión de venta de las unidades materializadas.

Cuando los desarrolladores inmobiliarios requieren financiar sus proyectos, éstos recurren a la banca. Los bancos financian a las empresas entregando créditos comerciales para que éstas realicen sus proyectos inmobiliarios. Generalmente, el producto que se utiliza para estos casos es financiamiento en base a líneas de financiamiento con créditos del tipo Bullet. Los créditos bullet son aquellos cuyo monto se paga en su totalidad al vencimiento, tanto en capital como intereses (Moreno, 2014).

Se usan estos tipos de crédito por la naturaleza del negocio inmobiliario y el modelo de negocios que existe, ya que un desarrollador inmobiliario que quiera financiar su proyecto necesita que éste se encuentre terminado para poder empezar a venderlo, esto genera un desfase en el tiempo que se otorga el crédito y el periodo en el que se tiene la fuente de

pago del crédito. Es por esto, que el crédito bullet es un producto que se hace calzar su vencimiento con la fecha en la cual se empiezan a recibir los flujos por la venta del proyecto financiado.

2.1.9. Personas

Las personas son las que demandan las propiedades, las que entran en el ciclo inmobiliario comprando propiedades para su uso o inversión. Para esto, las personas utilizan diferentes medios para hacer la compra efectiva de los bienes, donde la más común es el financiamiento vía deuda bancaria, usando los productos hipotecarios que ofrecen los bancos. Este ciclo hace que los bancos estén presentes por dos lados del mercado; por un lado, se encuentran financiando los proyectos inmobiliarios vía deuda comercial, y por el otro se encuentran financiando a las personas para la compra de las unidades de estos proyectos mediante créditos hipotecarios.

De acuerdo con un informe de la SBIF (2018), “Después de los créditos comerciales, los préstamos hipotecarios para la vivienda son el principal activo en el balance de las entidades bancarias (20% aproximadamente del total de activos y 27% del total de colocaciones). Donde las colocaciones bancarias para la vivienda han experimentado un crecimiento muy significativo durante las últimas décadas. Para el periodo 1983-2017, la tasa de crecimiento promedio real anual de las colocaciones para la vivienda fue de 11%. Estas colocaciones aumentaron su importancia dentro del total, pasando de 9% a 27% del stock y de 5% a 24% del PIB, en el mismo periodo”.

Dentro de la oferta de productos hipotecarios se distinguen los tres que lideran el mercado de créditos hipotecarios colocados, estos son los Mutuos Hipotecario Endosable, Mutuo Hipotecario No endosable y letras hipotecarias.

2.1.10. Evaluación inmobiliaria bancaria

En la práctica usualmente cada banco tiene su departamento de evaluación de riesgos, en casos más específicos estos tienen una unidad totalmente dedicada a la evaluación de riesgos inmobiliarios. Esta unidad tiene por función velar por los estándares crediticios del banco, entregando un análisis riguroso del cliente y el proyecto a realizar.

Este análisis está compuesto de cuatro pilares fundamentales.

- **La experiencia del cliente:** Se analiza la experiencia que ha tenido el cliente realizando el tipo de proyectos y la familiaridad que tiene con el tema inmobiliario y de construcción.
- **Solvencia del cliente:** Se analiza la solvencia del cliente mediante el patrimonio y los activos líquidos que lo compongan, indicadores financieros como el leverage son claves para determinar la solvencia y estructurar créditos de acuerdo con sus valores.
- **Producto:** En este punto se evalúa que es lo que se está construyendo y su valor futuro que tendrá una vez ejecutado y puesto en ventas, este punto es el más relevante para este trabajo, ya que de aquí se conoce el precio de venta que se estimará para el proyecto, dependiendo del tipo de proyecto que se está realizando.

- **Financiamiento:** Este punto sirve para definir el porcentaje de financiamiento que el banco está dispuesto a entregar de acuerdo con la inversión total que presenta el proyecto.

Luego de saber la estructura de financiamiento, se puede observar cual será el aporte que debe realizar el cliente y el banco. El financiamiento entregado por el banco estará limitado al monto total de venta del proyecto inmobiliario.

Dentro de estas variables la que incide en la toma de decisiones del inversionista es la del costo de terreno, ya que usualmente un gestor inmobiliario toma esta variable para poder determinar en primera instancia cuanto puede llegar a pagar por el terreno para poder hacer atractiva la inversión. Esto se explica debido a que los gestores inmobiliarios al tener el estudio de cabida saben cuánto pueden llegar a construir y a cuanto pueden vender, por lo que dejan el saldo del terreno como variable para conocer hasta cuanto pueden pagar para obtener las utilidades proyectadas. Debido a esto, las variables del costo de terreno, costo de construcción, superficie construida y otros gastos inmobiliarios son los más interesantes de analizar para conocer el precio de venta de un proyecto, sirviendo como guía tanto al banco como al gestor inmobiliario.

2.2. Metodología

2.2.1. Información utilizada

La fuente de datos a utilizar será de datos transversales, los cuales consisten en datos de una o más variables recopilados en el mismo punto del tiempo (Guajarti & Porter, 2009). Esta información recopilada engloba 552 proyectos inmobiliarios pertenecientes a la a las distintas comunas de la Región Metropolitana, los cuales se componen por proyectos de casas y edificios. Estos proyectos fueron aprobados por un banco comercial en un intervalo de 14 años. Además, se indican todas las variables de un proyecto que son manejadas como información básica para la toma de decisiones en la unidad de riesgo inmobiliario. Dentro de estas variables se mencionan: mandante, nombre del proyecto, tipología, número de unidades, superficie de terreno, superficie a construir, ventas totales, valor de venta por unidad, costo de terreno, costo de construcción, otros costos inmobiliarios, información de localización geográfica y fecha de aprobación e inicio de construcción.

Esta información pertenece al sistema centralizado de la unidad de riesgo inmobiliario, la cual es usada diariamente por los analistas de riesgo para controlar los proyectos que ya fueron aprobados, además resulta una importante herramienta para conocer el estado de las garantías de los proyectos financiados. Con la base de datos descrita se podrá usar una regresión lineal múltiple para poder explicar el valor de venta proyectado a través de variables endógenas de los proyectos.

2.2.2. Software utilizado

El software utilizado para este trabajo fue STATA. STATA es un paquete estadístico diseñado para el análisis descriptivo de datos y la implementación de diferentes técnicas de estimación (STATA, 2019).

2.2.3. Análisis de regresión lineal

Para analizar la regresión se realizarán mediante el programa STATA las siguientes pruebas y supuestos para garantizar la validez del modelo:

- Resumen estadístico de los parámetros
- Matriz de correlación entre los coeficientes de la regresión múltiple
- Análisis estadístico de la regresión y resumen ANOVA
- Pruebas de significancia individuales para cada uno de los coeficientes de la regresión múltiple mediante la Prueba de Ramsey
- Prueba de multicolinealidad
- Análisis de los residuos y prueba de Shapiro-Wilk.
- Distancia de Cook
- Prueba de Heteroestaticidad (Test de Breusch – Pagan)
- Corrección de Heteroestaticidad mediante errores robustos

2.2.4. Regresión lineal múltiple

La fórmula de la regresión lineal a utilizar será de la forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \beta_3 \times X_3$$

Donde:

Y = Venta proyectada [UF]

X1= Costo Construcción [UF]

X2= Costo Otros gastos [UF]

X3= Costo Terreno [UF]

La fórmula de la ecuación lineal es de la siguiente manera:

Venta proyectada = $\beta_0 + \beta_1 \times \text{Costo construcción} + \beta_2 \times \text{Costo Otros gastos} + \beta_3 \times \text{Costo Terreno}$

2.3. Resultados

2.3.1. Análisis de los parámetros

2.3.1.1. Correlación de las variables

Las variables no estarían correlacionadas por tener un valor menor a 1. Pero existe una alta posibilidad de correlación entre el valor de venta total con el valor de terreno. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Correlación de las variables.

	costo_~r	costo_~t	costo_~s	unidades	venta_~l	sup_te~o	sup_co~t
costo_terr	1.0000						
costo_const	0.6984	1.0000					
costo_otros	0.5882	0.7359	1.0000				
unidades	0.1201	0.5103	0.4392	1.0000			
venta_total	0.8307	0.9492	0.7626	0.4641	1.0000		
sup_terreno	0.1825	0.2148	0.0429	-0.1124	0.1651	1.0000	
sup_const	0.5144	0.7276	0.5901	0.6454	0.7205	0.1020	1.0000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.2. Regresión lineal con todas las variables

El modelo tiene un R cuadrado del 96%, lo cual estaría explicando el 96% de la variable dependiente (Valor de venta total). Al tener un valor de F de 2.866 y una probabilidad “p” menor al 5%, se rechazaría la hipótesis nula indicando que el modelo es aceptable.

En las variables independientes se observa que la superficie de construcción tiene un valor “p” mayor al 5%, lo cual no la haría significativa para el modelo, además la variable unidades tiene un alto error estándar por la cual tampoco sería significativa para el modelo.

Todas las demás variables independientes tienen un valor “p” menor al 5% por lo que resultan significativas para el modelo.

Acá se obtienen las variables independientes definitivas las cuales se interpretan de la siguiente manera:

Si los Otros costos inmobiliarios se incrementan en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 0,35 unidades de fomento. Si el costo de construcción incrementa en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1,19 unidades de fomento. Si el valor del terreno se incrementa en una unidad de fomento el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1.58 unidades de fomento. Por cada unidad adicional en un proyecto el valor de venta del proyecto se incrementa en 206,17

unidades de fomento y si la superficie construida aumenta en un metro cuadrado el valor de venta se incrementa en 0.173 unidades de fomento.

Esto lo podemos apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultado de la regresión lineal.

Source	SS	df	MS			
Model	3.6117e+13	5	7.2234e+12	Number of obs =	552	
Residual	1.3760e+12	546	2.5202e+09	F(5, 546) =	2866.22	
Total	3.7493e+13	551	6.8045e+10	Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 0.9633	
				Adj R-squared	= 0.9630	
				Root MSE	= 50201	

venta_total	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
costo_terr	1.583148	.0584792	27.07	0.000	1.468277	1.69802
costo_const	1.189461	.0320411	37.12	0.000	1.126522	1.252399
costo_otros	.3510673	.0613104	5.73	0.000	.2306343	.4715004
unidades	206.179	32.48594	6.35	0.000	142.3663	269.9918
sup_const	.1734849	.4118074	0.42	0.674	-.6354359	.9824057
_cons	-8813.938	3993.351	-2.21	0.028	-16658.15	-969.7258

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.3. Regresión lineal con modelo restringido

Aunque el valor del R cuadrado bajó a 95%, el modelo sigue siendo válido y significativo. Acá se obtienen las variables independientes definitivas las cuales se interpretan de la siguiente manera:

Si los Otros costos inmobiliarios se incrementan en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 0,437 unidades de fomento. Si el costo de construcción incrementa en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1,30 unidades de fomento. Si el valor del terreno se incrementa en una unidad de fomento el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1.41 unidades de fomento.

Esto lo podemos apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Modelo de regresión restringido.

Source	SS	df	MS			
Model	3.5972e+13	3	1.1991e+13	Number of obs =	552	
Residual	1.5207e+12	548	2.7750e+09	F(3, 548) =	4321.01	
				Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 0.9594	
				Adj R-squared	= 0.9592	
Total	3.7493e+13	551	6.8045e+10	Root MSE	= 52678	

venta_total	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
costo_otros	.4372624	.0632081	6.92	0.000	.3131025	.5614222
costo_const	1.301422	.0284784	45.70	0.000	1.245482	1.357362
costo_terr	1.412718	.0546115	25.87	0.000	1.305445	1.519992
_cons	-3130.651	4082.211	-0.77	0.443	-11149.35	4888.045

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

Aplicando la prueba de Ramsey se observa suficiente información estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que hay variables omitidas dentro del modelo. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Prueba de Ramsey.

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of venta_total
Ho: model has no omitted variables
F(3, 545) = 5.22
Prob > F = 0.0015

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.4. Análisis de multicolinealidad

Mediante el análisis VIF podemos apreciar que las variables independientes no tienen multicolinealidad, ya que sus valores son menores a 10. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Prueba de multicolinealidad.

Variable	VIF	1/VIF
costo_const	3.80	0.262923
costo_otros	3.56	0.280731
costo_terr	1.93	0.517794
Mean VIF	3.10	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.5. Prueba de Skewness y Kurtosis

De acuerdo con la prueba de Skewness y Kurtosis, el modelo tendría un valor de Skewness de 0.4988 indicando que la cola de la derecha es más prominente a ese lado. Como la Kurtosis es de valor 0, ésta se identifica como una Mesocúrtica normal. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis de Skewness y Kurtosis.

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
Residuales	536	0.4988	0.0000	41.50	0.0000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.6. Prueba de Shapiro Wilk

De acuerdo con la prueba de Shapiro-Wilk, todas las variables y los residuales tendrían normalidad ya que el p-valor para cada termino comprueba la hipótesis nula de que el coeficiente es igual a cero, por lo que un p-valor menor al 0,05 rechazaría la hipótesis nula e indicaría que habría normalidad en las variables. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7. Prueba de Shapiro-Wilk.

. swilk venta_total

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
venta_total	536	0.90320	34.671	8.550	0.00000

. swilk costo_terr

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
costo_terr	536	0.77182	81.724	10.618	0.00000

. swilk costo_const

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
costo_const	536	0.92378	27.299	7.974	0.00000

. swilk costo_otros

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
costo_otros	536	0.83516	59.040	9.834	0.00000

. swilk Residuales

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Residuales	536	0.92507	26.836	7.933	0.00000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.7. Modelo de regresión restringido sin puntos outliers

De acuerdo con la distancia de Cook, se pudo obtener que valores se salían de los parámetros y resultaban ser extremos para la regresión, con los datos obtenidos se pudo ver que había un punto que sobrepasaba el valor teórico de Cook de 1, el cual indicaba que era un punto Outlier, este punto fue eliminado de la base de datos, con esto el R cuadrado de la regresión se elevó a 0.9794.

Tabla 8. Modelo de regresión restringido sin puntos outliers.

Source	SS	df	MS			
Model	3.0325e+13	3	1.0108e+13	Number of obs =	535	
Residual	6.3931e+11	531	1.2040e+09	F(3, 531) =	8395.73	
Total	3.0964e+13	534	5.7985e+10	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9794	
				Adj R-squared =	0.9792	
				Root MSE =	34698	

venta_total	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
costo_terr	1.427645	.0408404	34.96	0.000	1.347416	1.507873
costo_const	1.218864	.0231329	52.69	0.000	1.173421	1.264308
costo_otros	.7844516	.0693492	11.31	0.000	.6482191	.920684
_cons	-6977.147	2773.831	-2.52	0.012	-12426.18	-1528.118

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.8. Prueba de Heteroscedasticidad

2.3.8.1. Prueba de Breusch-Pagan

De acuerdo con los resultados de la prueba de Breusch-Pagan se tiene suficiente información para rechazar la hipótesis nula y confirmar la presencia de Heteroestaticidad. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 9.

Tabla 9. Prueba de heteroscedasticidad de Breusch-Pagan.

Source	SS	df	MS			
Model	3.0325e+13	3	1.0108e+13	Number of obs =	535	
Residual	6.3931e+11	531	1.2040e+09	F(3, 531) =	8395.73	
Total	3.0964e+13	534	5.7985e+10	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9794	
				Adj R-squared =	0.9792	
				Root MSE =	34698	

venta_total	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
costo_terr	1.427645	.0408404	34.96	0.000	1.347416	1.507873
costo_const	1.218864	.0231329	52.69	0.000	1.173421	1.264308
costo_otros	.7844516	.0693492	11.31	0.000	.6482191	.920684
_cons	-6977.147	2773.831	-2.52	0.012	-12426.18	-1528.118

```
. estat hettest
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
```

```
Ho: Constant variance
```

```
Variables: fitted values of venta_total
```

```
chi2(1) = 258.99
```

```
Prob > chi2 = 0.0000
```

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.9. Corrección de Heteroscedaticidad mediante errores robustos

Para corregir la Heteroestaticidad de la varianza se hace la regresión lineal usando errores robustos. Usando errores robustos, el error estandarizado toma un valor más exacto para la predicción. La existencia de Heteroestaticidad no significa que el modelo sea invalido, pero sí hace que la predicción sea menos confiable.

De acuerdo con los resultados de la regresión, el 98% de la varianza es explicada por el modelo presentado y sus coeficientes son los siguientes:

Si los Otros costos inmobiliarios se incrementan en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 0,784 unidades de fomento. Si el costo de construcción incrementa en una unidad de fomento, el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1,22 unidades de fomento. Si el valor del terreno se incrementa en una unidad de fomento el valor de venta total del proyecto se incrementa en 1.43 unidades de fomento. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 10.

Tabla 10. Regresión con errores robustos.

Linear regression	Number of obs =	535
	F(3, 531) =	3394.01
	Prob > F =	0.0000
	R-squared =	0.9794
	Root MSE =	34698

venta_total	Robust					[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.	t	P> t			
costo_terr	1.427645	.0628291	22.72	0.000	1.304221	1.551069	
costo_const	1.218864	.0339764	35.87	0.000	1.15212	1.285609	
costo_otros	.7844516	.0993866	7.89	0.000	.5892124	.9796908	
_cons	-6977.147	2905.848	-2.40	0.017	-12685.51	-1268.779	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

2.3.10. Modelo de regresión final

TOTAL VENTA = $1.22 \times \text{Costo construcción}(UF) + 0.784 \times \text{Costo Otros gastos}(UF) + 1.43 \times \text{Costo Terreno}(UF) - 6977$

3. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados anteriormente, se puede concluir que las variables encontradas si tienen directa relación con el precio de venta que tendría un proyecto inmobiliario en la Región Metropolitana. Con los datos obtenidos se pudo llegar a la conclusión que el precio de venta si es explicado por las variables “Costo de construcción”, “Precio del terreno” y “otros gastos inmobiliarios”. Esto guarda relación con el supuesto inicial que el precio del terreno es el factor más influyente en el precio de venta final que tendría un proyecto inmobiliario, pero que se puede ajustar aún más teniendo la variable del costo de construcción y los otros gastos inmobiliarios. Es necesario contar con estas tres variables ya que en este trabajo no se hizo la separación de tipologías en cuanto a proyectos de edificación en altura y en extensión, dejando que la regresión sea una genérica para cualquier tipo de proyecto de la Región Metropolitana.

Otro factor importante para la determinación de las variables a utilizar es que guarda relación con las mismas variables que se usan en la unidad de riesgo inmobiliario para presentar un proyecto inmobiliario y conocer la inversión total presentada por cliente. Al ser las mismas variables, esta regresión puede ser utilizada como método analítico para determinar una posible venta total de los proyectos inmobiliarios presentados ya que son esas mismas variables las que entregan los clientes en sus evaluaciones. Con esto, se tendría de primera fuente la primera estimación de un posible nivel de ventas para cada

proyecto presentado que tiene relación con las estimaciones reales que se han efectuado mediante estudios realizados en terreno por tasadores especializados.

El tener esta regresión servirá como un filtro adicional a la hora de evaluar proyectos inmobiliarios y en ningún caso será reemplazante de los métodos actuales de evaluación de precios de venta, pero representaría una reducción en los tiempos de respuesta hacia el cliente ya que al ser una pre evaluación se tendría una respuesta más ágil en la decisión de si se continua con la evaluación y la posterior realización del estudio inmobiliario formal, el cual ya tiene un costo adicional para el cliente. Con esto, se reducirían los tiempos de respuesta hacia el cliente y se mejorarían las relaciones comerciales entre banco y cliente.

Dentro de los métodos actuales que tiene la unidad de riesgo inmobiliario, los cuales son estimar los precios de venta mediante precios de mercado y análisis de tasadores en terreno en base a la competencia y producto a desarrollar, se pudo aclarar que estos son necesarios y deberán seguir siendo válidos en el proceso de la evaluación de riesgo del proyecto inmobiliario.

A pesar de todo, el modelo de regresión lineal no esta exento de errores ya que se han dejado fuera de la regresión variables potenciales que podrían tener impacto en el precio de venta de un proyecto futuro. Variables como la tipología del proyecto afectan en el precio dependiendo de la magnitud de estos ya que el costo de construcción podría tener importantes economías de escala por la gran cantidad de unidades a construir. La ubicación de los proyectos también se dejó fuera y es un factor que influye en el precio final de venta por la directa relación que guarda con los niveles aspiracionales de la gente y el costo de construcción debido a la logística y mano de obra de cada lugar. Todas estas variables se dejaron fuera de la evaluación para poder determinar una regresión que explicara de manera simple y rápida el precio que podría tener un proyecto inmobiliario cualquiera en la Región Metropolitana, teniendo en cuenta las tres variables mas poderdantes en una inversión de este tipo.

Al evaluar la regresión lineal usando la información obtenida de la base de los últimos 257 estudios inmobiliarios realizados entre los años 2017 y 2019, se observa el número de casos dependiendo del porcentaje de error entre la estimación del valor de venta total de un proyecto y el obtenido mediante el estudio inmobiliario. Esto lo podemos apreciar en la Tabla 11.

Tabla 11. Casos de acuerdo al porcentaje de error de la regresión.

% Error	Casos	% Incidencia
5%	132	51%
10%	202	79%
15%	236	92%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de un banco comercial.

Como resultado se obtiene que el 51% de las estimaciones del total de estudios tenían un 5% de error. El 79% de las estimaciones tenían un 10% de error o menos y el 92% de todos los casos tenían un error del 15% o menos.

El poder tener otra forma de pre evaluar los proyectos se hace necesario para poder ser complementada con la información de mercado actual que se tiene ya que esta información podría estar influenciada por factores exógenos a la evaluación del proyecto inmobiliario puro entregando información errónea para la toma de decisión por parte del evaluador de riesgos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIF. (2018). Cifras financieras - Dicimebre 2017. *Abif Informa*, 1-7.
- Acuña, J. A. (2003). *Los Bienes*.
- Banco Central de Chile. (2012). *Estadísticas de colocaciones*. Santiago: Estudios economicos estadísticos .
- Banco Central de Chile. (2013). EFECTOS DEL RIESGO FINANCIERO EN FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Economía Chilena*, 134-148.
- Banco Central de Chile. (2017). *Banco Central de Chile*. Obtenido de <http://www.bcentral.cl/web/guest/funciones>
- BBVA. (2008). *Situación Inmobiliaria en Chile*. Santiago.
- BBVA. (2017). *Situación Inmobiliaria en Chile 2017-2018*. Santiago.
- Caridad y Ocerin, J., & Brañas, P. (1997). El precio de la vivienda urbana. La disyuntiva superficie/ubicación: Una ampliación. *I Congreso de ciencia regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI* (págs. 792-812). Cadiz: Universidad de Cadiz.
- Coremberg, A. (2000). *El Precio de la Vivienda en Argentina: un Análisis Económico*. Papeles de Población.
- Cowan, K. (2013). *Sector inmobiliario y estabilidad financiera*. Santiago: Banco Central.
- Daber, A. (2013). El sector inmobiliario y las crisis económicas. *EURE*, 47-76.
- Economipedia. (2015). *Economipedia*. Obtenido de <http://economipedia.com/definiciones/entidad-financiera.html>
- FMI. (2000). *Manual de estadísticas monetarias y financieras*. Fondo monetario internacional.
- Friedman, M. (1962). *Price Theory*. Chicago: Aldine Publishing Co.
- García, J. (2008). *Políticas públicas y precio de la vivienda*. Madrid: Departamento de economía y empresa de la universitat Pompeu Fabra.
- Guajarti, D., & Porter, D. (2009). *Econometría*. Mexico: Mcgraw Hill.
- Harsman, B., & Quigley, J. (1992). *Housing Markets and Housing Institutions: An International Comparison*. Kluwer Academic Press, Boston.
- Maslow, A. (1945). *A Theory of Human Motivation*.

- Mendez, G. (2017). De la hipoteca al desahucio: ejecuciones hipotecarias y vulnerabilidad territorial en España. *Revista de Geografía Norte Grande*.
- Ministerio de Hacienda. (2018). *Hacienda*. Obtenido de <http://www.hacienda.cl/glosario/politica-monetaria.html>
- Moreno, J. (2014). Bonos financieros focalizados en Bullet y en America. *UNEMI*, 72-80.
- Muller, G. (2015). Real State cycles. *Real Estate Investment Strategist*, (págs. 8-20). Denver.
- Peiser, R., & Frej, A. (2003). *Professional Real Estate Development, Second Edition: The ULI Guide to the Business*. Washington D.C: ULI - Urban Land Institute.
- Ridker, R., & Henning, J. (1967). The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution. *The Review of Economics and Statistics*, 246-257.
- SBIF. (2018). *Informe de flujos de credito para la vivienda*. Santiago.
- SBIF. (2018). *SBIF*. Obtenido de <https://www.sbif.cl/sbifweb/servlet/ConozcaSBIF?indice=7.5.1.1&idContenido=10001>
- STATA. (2019). *STATA*. Obtenido de <https://www.stata.com/why-use-stata/>
- Sutton, G., Mihaljek, D., & Subelyte, A. (2017). Interest rates and house prices in the United States and around the world. *BIS Working papers N°665*, 1-53.
- Thornton, M. (2004). *The Economics of housing bubbles*.
- Trojanek, R. (2008). *Price Fluctuations in the housing markets*. Poznan: Wyd AE.