



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO COMERCIAL.

**Análisis de las variaciones de precio en el mercado
inmobiliario del Gran Concepción para el periodo
2010 – 2015, a través del modelo predictivo
autómatas celulares.**

Autor : Matías Barrios Vásquez.
Profesor Guía : Dr. Luis Améstica Rivas.
Profesor Co – Guía : Dr. Antonino Parísí Fernández.

Chillán, diciembre 2016



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESCUELA INGENIERÍA COMERCIAL

Chillán, 11 de enero de 2017.

Informe: Memoria de Título

En relación a la evaluación de la Memoria para optar al Título de Ingeniero Comercial, denominada "ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE PRECIO EN EL MERCADO INMOBILIARIO DEL GRAN CONCEPCIÓN PARA EL PERIODO 2010-2015, A TRAVÉS DEL MODELO PREDICTIVO AUTÓMATAS CELULARES", del alumno Matías Barrios Vásquez.

Teniendo en cuenta las exigencias de la Carrera de Ingeniería Comercial y en especial las referidas a la actividad de titulación, la comisión de examinación califica el presente informe con 6,8 puntos (escala de 1 a 7).

Atentamente,


Luis Améstica Rivas
Profesor Guía


Edinson Cornejo Saavedra
Profesor Informante



Alvaro Acaña Hormazabal
Jefe de Carrera

Agradecimientos

Mis agradecimientos se hacen extensivos a familia y amigos, que me han dado su apoyo y confianza, tanto durante la elaboración de esta tesis como a lo largo de toda mi formación profesional, quienes con sus certeros consejos y paciencia han contribuido excepcionalmente en mi vida universitaria. También a otros muchos compañeros de universidad y amigos que me han ayudado en innumerables ocasiones a lo largo de toda la carrera y que además han sabido entender mis ausencias durante la realización de esta investigación.

Del mismo modo quiero extender mi gratitud a mis profesores guías por su constante apoyo en el desarrollo de mi memoria de título, y al Dr. Luis Améstica por confiar en mis habilidades, aconsejarme en los momentos necesario para ser un mejor profesional el día de mañana y además de escogerme como alumno para desarrollar la investigación que me ayudará a optar al grado de Ingeniero Comercial.

Resumen

La presente tesis busca comprobar si existe un contagio en las expectativas de los inversores que participan en el mercado inmobiliario, a través del modelo autómatas celulares, el cual se basa en el funcionamiento de sistemas celulares mediante el contagio. Por lo tanto, siguiendo en la misma línea la investigación tiene por objetivo predecir el sentido de las variaciones de los precios en el mercado inmobiliario del Gran Concepción, y en conjunto con ello comprobar si los resultados son producidos por una verdadera predicción del modelo o solo es por situación del azar, obteniendo como principales resultados que el modelo y valor observado de la muestra son independientes y en consecuencia, se concluye que el modelo a un 55% porcentaje de predicción no posee la capacidad predictiva de signo en la variaciones de precio en el Gran Concepción.

Palabras claves: mercado inmobiliario, autómatas celulares, finanzas conductuales, modelos de predicción.

Contenido

<i>Agradecimientos</i>	2
<i>Resumen</i>	4
<i>Abreviaturas y Acrónimos</i>	8
<i>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</i>	10
<i>1.2 OBJETIVOS</i>	12
1.2.1 Objetivo General:	12
1.2.2 Objetivos Específicos:.....	12
<i>1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO</i>	12
<i>2. Las finanzas y las decisiones en el mercado inmobiliario.</i>	16
2.1 Asignación de precio.	16
2.1.2 Plusvalía.	18
2.1.3 El mercado inmobiliario y las finanzas.	18
2.2.1 Finanzas conductuales aplicadas al sector inmobiliario.....	21
2.2.2 Mercado Inmobiliario.....	25
2.2.3 Los inmuebles.....	25
<i>2.3 El mercado inmobiliario y sus efectos</i>	27
2.3.1 Burbuja inmobiliaria.....	28
2.3.2 Crisis Subprime 2008.	30
<i>2.4 Modelos predictivos de variaciones de precios inmobiliarios.</i>	31
2.4.1 Autómatas Celulares.....	35
2.4.3 Redes Neuronales.	43
2.4.4 Precios Hedónicos.	47
2.4.5 ARIMA.....	50
<i>2.5 Mercado Inmobiliario en Chile.</i>	55

2.5.1 Efectos de la reforma tributaria en el mercado inmobiliario.	58
2.6 Mercado Inmobiliario en Concepción.....	59
2.6.1 Antecedentes generales sobre el Gran Concepción.	59
2.7 Características de las comunas del Gran Concepción.	61
2.7.1 Comuna de Concepción.....	61
2.7.2 Comuna de Chiguayante.....	62
2.7.3 Comuna San Pedro de la Paz.....	63
2.7.4 Comuna de Talcahuano.	64
2.7.5 Comuna de Hualpén.	65
2.7.6 Comuna de Penco.	65
2.6.7 Antecedentes Demográficos.....	66
2.8 Caracterización del sector inmobiliario y de la construcción.	68
2.8.1 Modalidad en la transacción.	71
3. Datos.....	76
3.1 Hipótesis.....	76
3.2 Diseño de los Automatas Celulares.....	77
3.2.1 Diseño de las células.....	77
3.2.2 Diseño de la vecindad.....	78
3.3.3 Diseño de los estados y efecto contagio.....	78
3.3.4 Cálculo promedio células vecinas.	80
3.3.6 Cálculo de predicción del próximo estado.	80
3.3.7 Obtención del porcentaje de predicción.	80
3.3.8 Evaluación de la capacidad predictiva.....	81
4.1 Análisis de los resultados.	85
5.1 Conclusión.	88
Bibliografía.....	89

<i>Anexos</i>	93
Anexo n°1: Mapa del Gran Concepción.	93
Fuente: Schovelin, 2013	93
Anexo n°2: precios del metro cuadrado en el Gran Concepción.	94
Anexo n°3: variaciones en los precios del metro cuadrado en el Gran Concepción. ...	96
Anexo n°4: promedio vecinos del Gran Concepción.....	98
Anexo n°5: aciertos o errores.....	100

Abreviaturas y Acrónimos

ARIMA	: modelo auto regresivo de media móvil.
BCCh	: Banco Central de Chile.
BCI	: Banco de Crédito e Inversiones.
CChC	: Cámara Chilena de la Construcción.
FAC	: función auto correlacionada.
FACP	: función auto correlacionada parcial.
IMACEC	: indicador mensual de actividad económica.
IVA	: impuesto al valor agregado.
MINVU	: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
LEU	: Laboratorio de Estudios Urbanos.
OCDE	: Organización de Cooperación y Desarrollo Económico.
TGR	: Tesorería General de la República.
TPM	: Tasa de Política Monetaria.
UF	: unidad de fomento.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Este trabajo utiliza como herramienta principal los Autómatas Celulares, los cuales son una técnica matemática que permite modelar comportamientos complejos de distintos sistemas a través de la interacción simple entre individuos de dichos sistemas. Esta técnica nace a finales de la década de los '40, introducida por Ulam, poco tiempo después de aparecidos los computadores (Rechtman, 1991). Un autómata celular se define como un modelo discreto, basado en un panel con un conjunto finito de células, donde cada una de ellas puede adoptar un estado de un conjunto finito de estados posibles, dada su interacción con otras células. En otros trabajos, se puede ver que la aplicación de Autómatas Celulares ha entregado buenos resultados en la modelación de procesos complejos, como es el caso de del crecimiento urbano, obteniendo mejores resultados que las metodologías convencionales en esa área.

También se ha visto la aplicación de esta metodología en el campo de las finanzas, en el caso particular de las inversiones de renta variable (acciones de empresas), entregando mejores predicciones y rentabilidades superiores que las entregadas por estrategias ingenuas.

De lo anteriormente expuesto, emerge la intuición de la aplicación de Autómatas Celulares al mercado inmobiliario, puesto que tanto la oferta como la demanda de este mercado está determinado por decisiones tomadas por inversionistas, lo que en consecuencia podría significar que los cambios en el valor promedio del metro cuadrado del suelo del Gran Concepción estarían obedeciendo a una estructura compleja adaptativa, es decir, contagio de las expectativas de los agentes que participan, similar al caso que ocurre en el mercado de renta variable.

Así, esta investigación busca obtener consistentemente un resultado que ratifique la efectividad de la aplicación de Autómatas Celulares en sistemas adaptativos complejos, aplicándolo esta vez al mercado de inmobiliario del Gran Concepción en la región del Bio Bio.

En este trabajo se utilizan datos mensuales de un periodo de tiempo comprendido desde enero 2012 hasta diciembre del 2015. Estos datos fueron entregados por el Laboratorio de Estudios Urbano del Departamento de Planificación y Diseño Urbano de la Universidad del Bio Bio al valor promedio de oferta del metro cuadrado del suelo de las comunas: Centro, Norte, Lzo. Arenas, Costanera, Camino a Penco, Nonguen, Lonco, Boca Sur, San Pedro, Penco, Lirquén, Chiguayante, Talcahuano Centro, San Vicente, Hualpén, Higuera/Salinas, perteneciente al Gran Concepción, estos datos son sometidos a la metodología de autómatas celulares, donde cada comuna representa una célula.

De lo anteriormente expuesto, cada célula es sometida a una función de proyección de estados y de esa forma obtener la predicción del estado siguiente para cada comuna, finalmente aplicar un test estadístico para comprobar y evaluar la capacidad predictiva del modelo.

En la primera parte, se presenta un marco teórico donde se acerca las finanzas al mercado inmobiliario internacional como nacional, luego en una segunda parte se describen los principales modelos predictivos en las variaciones de los precios, en el cual se detalla acerca de los sistemas complejos adaptativos y de la metodología de autómatas celulares. En la tercera parte se describen los datos empleados, la hipótesis y la metodología aplicada en este trabajo, especificando el diseño y características de los autómatas utilizados. En la cuarta parte se analizan los resultados obtenidos. Finalmente, en la quinta parte se plantean las conclusiones de este trabajo y algunas observaciones.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Analizar las variaciones de precios en el mercado inmobiliario del Gran Concepción para el periodo 2012 – 2014, utilizando el modelo predictivo autómatas celulares.

1.2.2 Objetivos Específicos:

1. Describir los modelos predictivos para las variaciones de precios en el mercado inmobiliario.
2. Caracterizar el mercado inmobiliario chileno y los factores que influyen en el precio de los bienes raíces en el Gran Concepción.
3. Analizar la aplicabilidad del modelo de autómatas celulares en el mercado inmobiliario chileno a partir de la experiencia internacional utilizados en el mercado bursátil
4. Aplicar el modelo de autómatas celulares al mercado inmobiliario del gran Concepción para el periodo 2012-2014, analizando estadísticamente su capacidad predictiva.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO PROPUESTO

Para muchos inversionistas, el mercado inmobiliario constituye un instrumento de renta factible para la obtención de beneficios económicos. Sin embargo, de aquello surge un problema propio de dicho mercado, que radica en muchos casos en la poca liquidez que tienen los bienes inmuebles. A pesar de lo anterior y según la literatura, se ha demostrado que a través del tiempo la rentabilidad de los bienes inmuebles no se ve afectada por la poca liquidez del mercado, puesto que en el largo plazo los retornos para los inversionistas son altos.

En el año 2014, en el diario “El Mercurio” se publicó un artículo referente al mercado inmobiliario chileno, en el cual se exponía lo siguiente: “Expertos prevén desalentador escenario en el mercado inmobiliario para el periodo 2014 – 2015”¹. Para muchos economistas, la actual situación del país atraviesa un periodo de estancamiento, con la incertidumbre de cuánto tiempo durará y que ha desembocado en que algunos bancos endurezcan sus condiciones para ofertar créditos hipotecarios y con ello dificultan que las personas puedan conseguir financiamiento para obtener casa propia, sumado además a la reforma tributaria lo que ha afectado los precios. Por ello, un evidente aumento de los impuestos a las empresas sumado al escenario internacional, ha afectado las inversiones, denotando una caída, con lo cual afectaría negativamente la demanda inmobiliaria de las compañías.

Aunque es un escenario cíclico, el nivel de incertidumbre ha aumentado en los distintos agentes económicos, los cuales buscan en forma creciente herramientas que le permitan tomar mejores decisiones y anticiparse a los eventos que afecten sus inversiones, siendo el mercado inmobiliario uno de los más difíciles de poder modelar y predecir. Es así como, en el área de las finanzas, la economía urbana, geografía y otras, buscan instrumentos que les ayuden a minimizar los riesgos de precios; dedicándose a estudiar el comportamiento o dirección de las variaciones de estos precios, para luego de esta manera poder ganarle al mercado.

En este sentido, cada vez existe un mayor número de investigadores que se han enfocado a desarrollar herramientas predictivas con el fin de anticiparse al comportamiento del mercado. A lo largo de la década, con lo cual el área de finanzas se ha encargado de incorporar diferentes instrumentos de otras disciplinas tales como: la física y la química para modelar la administración de carteras y con ello disminuir el riesgo en los instrumentos de renta variable. Algunas de las principales temáticas que se ha incorporado al mundo de las finanzas son: Algoritmos genéticos, Redes Neuronales, Fractales, Lógica Borrosa y Autómatas Celulares, entre otras.

¹ El Mercurio (31/05/2014), “Expertos prevén desalentador escenario en el mercado inmobiliario para el periodo 2014 – 2015”, economía.

La aplicación común de los autómatas celulares en finanzas, es el predecir el comportamiento de las acciones del mercado bursátil. No obstante, una aplicación pocas veces trabajada es predecir las variaciones del mercado inmobiliario. Se puede decir que ocupar este modelo matemático es casi lógico, puesto que los autómatas celulares básicamente son una teoría de contagio, entre células vecinas, por lo cual es fácil imaginar esta analogía en el mercado inmobiliario, particularmente en el precio de los terrenos.

Para aplicar el modelo de autómatas celulares al mercado inmobiliario del Gran Concepción, se utilizarán los datos provenientes del Laboratorio de estudios urbanos (LEU), de la facultad de arquitectura, construcción y diseño perteneciente a la casa de estudios Universidad del Bio Bio. Los datos vienen dados por el área territorial denominada Gran Concepción y que está integrada por los siguientes centros urbanos: Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, Penco y San Pedro.

El Laboratorio de estudios urbano optó por la determinación de los sectores en función de cierta homogeneidad socio económica, y por otra parte la división distrital realizada por los estudios del INE para el censo 2002.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Las finanzas y las decisiones en el mercado inmobiliario.

2.1 Asignación de precio.

La formación de los precios del suelo en el medio urbano depende de factores que son no solo numerosos, sino además muy diversos: considera desde la calidad del subsuelo para un determinado uso, hasta el prestigio del barrio en el que se encuentra, incluido su potencialidad de uso futuro. Algunos de los factores que pueden determinar y modificar en el mediano y largo plazo el precio del suelo son: los cambios en los instrumentos de planificación territorial, la modificación en la estructura socioeconómica de la población, las variaciones de los niveles de seguridad urbana, las nuevas valoraciones sociales de un sector de la ciudad o la construcción cercana de una carretera o de un centro de servicios, entre otros (Sabatini, 1990).

Por lo demás, el precio del suelo, considerado como un dato económico de transacción, depende de la valoración social que ese suelo obtenga. Esa valoración es tributaria a su vez de la diversidad de factores antes subrayada, como también de la valoración del suelo en el juego de la oferta y de la demanda en el mercado. La existencia de potenciales compradores le otorga al suelo la calidad de recurso transable, por lo tanto valorable. Es a partir de ese momento que entran en juego los factores que permitirán la fijación de un precio de transacción.

En consecuencia, la valoración social del suelo antecede la fijación económica del precio. La literatura anglosajona y francófona y, en menor medida, la literatura hispana ofrece una gran cantidad de modelos de valoración del suelo urbano (Sabatini, 1990). En general, esos modelos se refieren a las características particulares del mercado territorial, a los componentes del precio del suelo y a los factores de variación de los precios.

Según Derycke (1987), entre los modelos clásicos americanos destacan el modelo de Wingo y el modelo de William Alonso, de carácter más general que el anterior. Entre los modelos clásicos franceses se destacan el modelo de Gérard Maarek y el modelo de René Mayer. Ambos intentan perfeccionar los modelos americanos. “Todos estos modelos tienen en común el esfuerzo por vincular el precio de los terrenos a los costos de transporte, además de integrar los mecanismos de formación de los valores del suelo a la teoría del crecimiento urbano” (Derycke, 1987)

El mercado del suelo presenta cuatro características que contribuyen a modificar el precio (Granelle, 1967). Estas son las siguientes:

- Es un mercado de imperfección en la competencia.
- Es un mercado de especulación.
- Es un mercado complementario del mercado de la construcción y, producto de las anteriores.
- Es un mercado fuertemente orientado al alza.

Además, los autores franceses coinciden en que el valor agrícola del suelo; los costos de ordenación del suelo; las rentas de escasez (plusvalías por la demora de puesta en situación urbanizada) y de situación (todas las particularidades del emplazamiento) y la accesibilidad del terreno, son componentes esenciales del precio final. A su vez, Derycke (1987) insiste en la existencia de tres factores a su juicio preponderantes en la variación y formación del precio: “la distancia al centro; la red de transporte y el crecimiento urbano”.

2.1.2 Plusvalía.

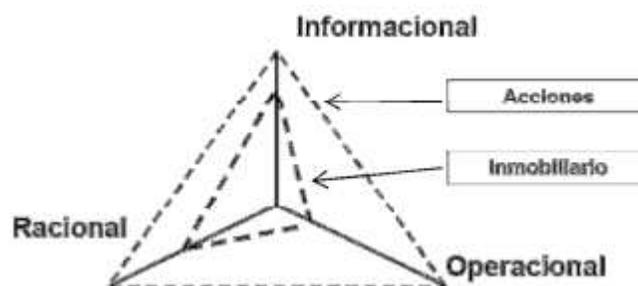
El porcentaje de incremento del precio es relativo, variable y dependerá de cada inmueble. “Una persona puede comprar una casa hoy y mañana cambia el plan regulador despertando el interés y demanda de las inmobiliarias, pasado mañana vende la misma casa pero como terreno. Puede ser casi exponencial la rentabilidad” (Marchant, 2012)

Si bien la mayoría de las causales de pérdida o incremento del valor no dependen de los usuarios, hay acciones que ayudarán a elevar el valor. Por ejemplo, mantener en perfecto estado la propiedad. “Siempre es importante la mantención de la vivienda con obras complementarias acordes al segmento y categoría del inmueble” (Marchant, 2012).

2.1.3 El mercado inmobiliario y las finanzas.

La inversión en el mercado inmobiliario, requiere comprender tanto el mercado local como los mercados globales (Downs, 2006). Esta singularidad, como otras que diferencian el sector inmobiliario de otros sectores como el financiero, deberá tenerse en cuenta en la definición de estrategias y metodologías de inversión. En la Figura N° 1 se representa gráficamente una comparación entre el mercado financiero y el mercado inmobiliario (Sabal, 2008).

Figura N° 1: comparación entre mercado financiero e inmobiliario.



Fuente: Sabal (2008).

Tal como se desprende de la Figura n° 1, el mercado de valores cuenta con un nivel de eficiencia racional, operacional e informacional, significativamente superior al mercado inmobiliario. En primer lugar, el mercado inmobiliario cuenta con una eficiencia informacional menor que el mercados de valores; en éste último, la información sobre las transacciones llevadas a cabo por el mercado es fácilmente accesible e instantánea, mientras que, en el mercado inmobiliario, la información es de difícil acceso y se obtiene, principalmente, de las redes de intermediarios, las cuales en general, son reacias a compartir información (Sabal, 2008).

La eficiencia informacional se ve influenciada por la categoría de producto inmobiliario, esto es, residencial, oficinas, industrial, retail u hotelero, siendo el mercado residencial el menos eficiente (por encontrarse atomizado y desestructurado) y el mercado de oficinas el que cuenta con mayor transparencia.

En segundo lugar, el mercado inmobiliario es significativamente menos eficiente operacionalmente que el mercado de valores, dado que los altos costos de transacción restringen el arbitraje en la formación de los precios (lo cual no se ajusta a las hipótesis de la teoría de los mercados eficientes).

Finalmente, la eficiencia racional es menor que en el mercado de valores. La toma de decisiones de inversión en un producto tangible, como es el inmobiliario, basado en gran parte en la localización, disminuye la racionalidad del tomador de decisiones, el cual en muchos casos acaba actuando irracionalmente.

También se evidenciaron que el sector inmobiliario se rige más por criterios emprendedores y por el instinto y la experiencia de sus directivos, anteponiendo el sentimiento inversor a los modelos cuantitativos (Farragher & Kleinman, 1996)

Estas singularidades del mercado inmobiliario derivan en ciertos aspectos que deben tenerse en cuenta en la inversión inmobiliaria, entre ellos (Downs, 2006):

- La ausencia de un método estandarizado para medir los retornos de los proyectos inmobiliarios así como la dificultad de establecer su valor.
- La falta de transparencia comparada con el mercado de valores.
- La tendencia de los promotores de crear una sobre-oferta en el mercado debido a un inadecuado conocimiento de la realidad del mercado finalista y por una creencia arrogante en su habilidad de tener éxito.

Factores diferenciadores del mercado inmobiliario, como por ejemplo, la indivisibilidad de los inmuebles, las dificultades en la valoración, la falta de transparencia, los altos costos de transacción o la lentitud del ajuste de los precios ante nueva información, dificultan que la inversión en inmuebles tenga el mismo potencial de atracción que otros vehículos financieros como la renta fija. No obstante, dichas ineficiencias del mercado inmobiliario son correspondidas mediante una prima de riesgo en la rentabilidad de los vehículos inmobiliarios (McCoy, 2006).

Las singularidades del sector inmobiliario, que cuenta con correlaciones significativamente diferenciadas respecto otros activos financieros, ha causado que, en las últimas décadas, el interés de los inversores haya crecido enormemente (Brueggeman & Fisher, 1993) lo que ha permitido el desarrollo de nuevos vehículos de inversión y financiación así como un crecimiento en el volumen de inversión. Este interés se ha visto correspondido con un aumento de los documentos de investigación relacionados con el sector inmobiliario basados, en su gran mayoría, en las hipótesis de la economía neoclásica.

2.2.1 Finanzas conductuales aplicadas al sector inmobiliario.

El sector inmobiliario se caracteriza por su heterogeneidad. La Figura N° 2, representa el impacto que tiene el sector inmobiliario en numerosas disciplinas que van desde el urbanismo, la construcción, la gestión de las propiedades, la valoración, la inversión o la finanzas (Royston, 2009)

Figura N°2: impacto del sector inmobiliario.



Fuente: Black et al (2003).

En este sentido, la influencia que ejercen numerosas disciplinas en el sector inmobiliario implica una complejidad que conlleva que la investigación del mismo no pueda llevarse a cabo únicamente mediante los modelos económicos y financieros de la teoría financiera moderna sino que deberán aplicarse otras visiones para su estudio (Black, Gordon, Diaz, Gibler, & Grisson, 2003).

No obstante lo anterior, los departamentos económicos y financieros de las escuelas de negocios han generado un elevado número de investigaciones de calidad que han sido ventajosas para el sector inmobiliario, pero que también han supuesto una limitación a la investigación en el sector. En este sentido, en EEUU y en el mundo académico en general, los especialistas que más han publicado respecto al sector inmobiliario son los economistas y los financieros (Webb, 1995). Investigadores como Andrews, Grissom o Liu ilustran el dominio de la perspectiva económica en el análisis del sector inmobiliario.

Por un lado, Andrews utiliza una amplia definición de economía a través de una perspectiva institucional y por otro lado, Grissom y Liu (1994) unen el marco institucional de la economía del suelo al acercamiento positivista de la economía neoclásica. Investigadores financieros de referencia en el sector inmobiliario como Brown, Matysiak, Hoesli o MacGregor, han basado sus publicaciones en las teorías de carteras de Markowitz, la teoría del mercado de capitales de Sharpe y la teoría del mercado eficiente de Fama, todas ellas enmarcadas dentro de la teoría financiera moderna (Brown & Matysiak, 2000).

De este modo, el sector académico ha logrado acercar el lenguaje de los mercados financieros al sector inmobiliario, teniendo en cuenta que el marco académico en la disciplina financiera, en general, se encuentra gobernado por el estudio de los instrumentos de patrimonio y de deuda (Brown & Matysiak, 2000). En este sentido, las hipótesis en las que se basa la teoría financiera moderna, han servido de base para el desarrollo de la mayor parte de los documentos de investigación publicados en las últimas décadas tanto en la temática de los mercados financieros como, posteriormente, en la investigación del sector inmobiliario.

En la medida que la inversión en inmuebles tomaba importancia, también lo hacía la publicación de documentos que investigaban sobre dicho sector; éstos documentos de investigación inmobiliarios tomaron de referencia, en su mayoría, las hipótesis de la escuela financiera moderna; la razón de la influencia de dicha escuela se debe a que, con el tiempo, los mercados inmobiliarios han introducido nuevos vehículos de inversión y financiación cada vez más similares a los instrumentos financieros creando similitudes entre los dos mercados; de hecho, en las últimas décadas, los modelos financieros se han ido implementando en el sector inmobiliario.

No obstante, el significativo éxito de la teoría financiera moderna en los profesionales del mercado financiero no se ha visto trasladado, en parte, al mercado inmobiliario. Dichas

dudas, en parte, son atribuidas a que las teorías modernas han sido desarrolladas alrededor de la hipótesis de mercado perfecto.

La delimitación de los estudios del mercado inmobiliario con la economía implica que la investigación sobre la estrategia de inversión concierne a los modelos de selección usados en las escuelas económicas. Estos paradigmas de selección racional son apropiados en la visión positivista lógica de la economía neoclásica en el análisis de problemas (Blaug, 1997), cuyos modelos se han centrado en hipótesis referentes a los comportamientos humanos imponiendo limitaciones en la toma de decisiones, preferencias conductuales y asignación de características a los mercados.

Sin embargo, estas hipótesis referidas a los comportamientos humanos son limitadas e ignoran muchos aspectos de la realidad de los mercados (Black, Gordon, Diaz, Gibler, & Grisson, 2003). El sector inmobiliario se encuentra lejos de ser perfecto y sus imperfecciones (como la falta de un mercado de comercialización central, la gestión imperfecta de la información, o la existencia de un producto heterogéneo e ilíquido) generan numerosos problemas para su adopción.

Es por ello, que gestores e investigadores se han mantenido cautos en la aplicación simple de la teoría moderna financiera. De hecho, la aplicación de la teoría de carteras para calcular una cartera óptima de activos inmobiliarios en un fondo de múltiples activos ha sido criticada en numerosos casos (MacGregor & Nanthakuraman, 1992)

Por otro lado, en la medida que la teoría financiera moderna ha ido adquiriendo relevancia en las últimas tres décadas, han aparecido investigaciones que han retado sus hipótesis a través de la evidencia empírica. Una escuela muy crítica con las hipótesis y modelos de las finanzas modernas ha sido la escuela conductual que ha puesto en duda, por ejemplo, la asunción del inversor racional que busca maximizar su riqueza (Black, Gordon, Diaz, Gibler, & Grisson, 2003).

Como se ha visto anteriormente, las investigaciones realizadas sobre el sector inmobiliario desde una perspectiva financiera están mayoritariamente realizadas en base a las hipótesis de la teoría financiera moderna. Del análisis de la economía y las finanzas conductuales así como del estado del arte de las finanzas en el sector inmobiliario, se desprende la posibilidad de aportar valor mediante la aplicación de las teorías de la escuela financiera conductual al sector inmobiliario (MacGregor & Nanthakuraman, 1992). Se identifican las siguientes temáticas de análisis que pueden ser interesantes de analizar desde una perspectiva conductual:

- Análisis del comportamiento de los inversores en los mercados: la diversificación insuficiente, la compra-venta excesiva, la decisión de la venta, la decisión de la compra.
- Comprensión de las ineficiencias de los mercados.
- La gestión de carteras.
- Los efectos del agente/consultor en el sector inmobiliario.
- La valoración de los activos y los precios en los mercados.
- Las finanzas corporativas: expedición de acciones, estructura de capital y de inversión, dividendos, modelos de gestión de la irracionalidad.
- Fondos de inversión cerrados (Closed ended funds) y comovimiento (comovement).

Es importante mencionar pero, que si se limita el estudio del sector inmobiliario a una corriente o escuela, no podrá aprovecharse la riqueza que ofrece el análisis a través de diferentes visiones (Royston, 2009). El análisis de inversiones aplicando conjuntamente teorías de distintas escuelas económicas, como por ejemplo la teoría financiera moderna, las finanzas conductuales, el realismo crítico o la visión naturalista (referida al estudio de la toma de decisiones analizando los factores por los cuales se toman estas decisiones), mejora los resultados de la toma de decisiones. Es por ello, que la utilización de diferentes modelos permitirá optimizar la toma de decisiones de inversión en el mercado inmobiliario (Royston, 2009).

2.2.2 Mercado Inmobiliario.

Se reconoce como mercado inmobiliario a las diferentes acciones comerciales que pueden presentarse con los bienes raíces que pertenecen al sector de la construcción (UNAD, 2013). De esta manera, se generan relaciones en la que participan diferentes actores que intervienen en estas acciones comerciales, son los oferentes, el bien inmueble y los demandantes.

Es importante conocer las diversas características que cada uno de ellos posee, de manera que se identifiquen adecuadamente, por lo que es pertinente conocerlos mejor su comportamiento en el área específica del sector.

2.2.3 Los inmuebles.

Los inmuebles o bienes raíces, se denomina a las diferentes construcciones que cumplen con ciertas características de tipo físico, ambiental y de uso, de acuerdo en el contexto en el que se encuentren localizados y dentro de ellos se incluyen: las casas de habitación unifamiliar, bifamiliar y multifamiliares; apartamentos, oficinas, locales, bodegas, lotes, y construcciones institucionales, entre otros (UNAD, 2013). Lo cual los convierte en objetos de transacción, debido a las circunstancias que poseen las personas dentro de una sociedad de consumo y las necesidades del medio.

Los inmuebles representan el objeto de las transacciones en torno a los cuales giran las relaciones de compradores y vendedores. Satisfacen necesidades de seguridad, bienestar, techo, confort, inversión y producción; además cumplen funciones específicas de acuerdo con su uso.

Según este último, los inmuebles pueden clasificarse en residenciales, comerciales, industriales, rurales, e institucionales (UNAD, 2013). En la siguiente tabla, se puede apreciar la clasificación correspondiente, la cual no es rígida, ya que cada vez se especializan y diversifican los usos mucho más:

Tabla N° 1: Clasificación de los bienes inmuebles.

USO	TIPO	PRESENTACIÓN
Residencial	Unifamiliar. Bifamiliar. Multifamiliar.	Casas. Departamentos. Conjuntos residenciales.
Comercial	Individuales, en Centros comerciales o en Parques Empresariales.	Oficinas. Locales. Bodegas. Parqueaderos.
Rural y Semirural	Individuales o conjuntos de propiedad común	Lotes. Fincas. Condominios Campestres.
Institucional	Instituciones educativas. Organizaciones turísticas. Clubes. Instituciones médicas.	Colegios, Universidades. Hoteles, centros culturales. Recreativos. Hospitales, consultorios.

Fuente: UNAD, 2006.

Por otra parte, 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.

2.3 El mercado inmobiliario y sus efectos.

En el año 2011 los investigadores Reinhart y Rogoff (Reinhart & Rogoff, 2008), desarrollan un estudio el cual abarca más de ochocientos años de historia sobre crisis económicas – desde el “default²” inglés del siglo XIV hasta la “crisis subprime” en Estados Unidos- en esta investigación se elabora una tipología de aquellas crisis y se constatan importantes regularidades empíricas, entre sus descubrimientos destacan que los ciclos significativos de incremento en la movilidad internacional de capitales producen crisis bancarias, por otra parte, se descubrió que el sobreendeudamiento interno incide decididamente, junto a la deuda gubernamental, como factores de crisis en muchos países y que éstas con frecuencias emanan de los centros financieros y se transmiten mediante shocks en las tasas de interés y colapsos en los precios de los “comodities³”, produciendo así, a partir de los países centrales, crisis de deuda soberana en otros. Sin embargo, uno de los hallazgos más destacados del estudio mencionado y más enfatizado por sus autores es la relación generalizada y persistente entre las crisis bancarias y los ciclos en los precios de las acciones y sobre todo en la vivienda.

A su vez, explorando la relación de elementos comunes en las crisis, Roubini y Mihn (2010), repasan la burbuja especulativa de Holanda en la década de 1630, la burbuja del Mar del Sur en 1720, la primera crisis financiera global en 1825, la de 1907 y la Gran depresión de los treinta iniciadas en EEUU y las múltiples crisis posteriores a los ochentas, recurriendo a explicaciones conceptuales desde Keynes hasta Minsky.

Por otra parte, la expansión crediticia y el endeudamiento inducen prácticas especulativas en los mercados inmobiliarios y bursátiles, con alternancia secuencial o simultaneidad, que luego se expresan en burbujas más o menos locales o globales. Un ejemplo para ilustrar

² Default: impago de deuda soberana, decisión que adopta un gobierno al caer en cesación de pago.

³ Comodities: materias primas que son transadas en la bolsa de valores (oro, plata, petróleo, etc).

este proceso, es mencionar la crisis ocurrida en Florida antes de la Gran Depresión en los Estados Unidos.

Luego de la primera guerra mundial y de sus consecuencias en el dinamismo económico, los bancos norteamericanos otorgaban generosos préstamos a quienes deseaban endeudarse para adquirir propiedades o títulos. A partir del año 1919, el entusiasmo de las personas más pudientes se orientó a los bienes inmobiliarios de Florida, para luego en el año 1926, ocurriera una disminución en la demanda inmobiliaria, aunque los precios seguían al alza, entonces se desató un mecanismo que luego se volvería a ver reflejado en el año 2008, el cual consiste en falso optimismo, es decir, los bancos aconsejaban inversiones desproporcionadas, lo que como consecuencia desencadenaba en una burbuja inmobiliaria seguida de una burbuja en el mercado de acciones (Daher, 2013).

2.3.1 Burbuja inmobiliaria.

Una burbuja inmobiliaria es un incremento excesivo e injustificado de los bienes inmuebles o bienes raíces, ocasionado generalmente por la especulación. En una burbuja, los precios se incrementan sin que para ello exista una razón lógica. Mientras que los mercados internacionales vivían en la incertidumbre y el pánico por el reventón de la burbuja inmobiliaria durante el 2007, el escenario económico chileno presentaba un sueldo mínimo de \$ 144.000, sueldo promedio de alrededor de \$ 400.000, precios promedios de las viviendas entre las UF 800 y UF 2.000, IMACEC entre 4,2% y 4,4%, inflación que bordeaba el 4% y Tasa de Política Monetaria (TPM) de 6,25% (Rubilar, 2015).

El diario La Segunda, afirmó en su artículo “A cinco años de la crisis subprime: cómo vivió la banca chilena su mayor sequía de dólares”, publicado el 30 de septiembre de 2013, que la Bolsa chilena se contagió con el impacto de la Crisis Subprime, perdiendo casi un 20% durante las primeras semanas tras el caos internacional. Luego fueron los fondos de

las AFP y los bancos chilenos los afectados, porque tenían una estrecha relación con Wall Street.

“Al ser Chile un país muy globalizado, los bancos, AFP y los fondos soberanos que tenían platas invertidas fuera del país vivieron momentos de intranquilidad, sobre todo cuando cae Lehman Brothers. Desde ese día, nadie más pudo dormir tranquilo porque ninguna institución estaba a salvo de quebrar, salvo la FED”, recuerda el gerente general de Banco Estado en aquel entonces, Pablo Piñera, quien había asumido en el cargo cuatro meses antes. Agudizándose los problemas cuándo la crisis que golpeó a Wachovia, banco estadounidense que era una de las principales contrapartes de las entidades bancarias chilenas y uno de los mayores proveedores de líneas de créditos en dólares.

Según el artículo del diario La Segunda, la primera semana de octubre de 2008 el Ministerio de Hacienda ordenó a la Tesorería General de la República (TGR) que depositara US\$ 1.000 millones en el Banco Estado, Banco Santander, Banco de Crédito e Inversiones y Banco de Chile, acción que generó molestia en el resto de la industria que acusó trato discriminatorio. Sin embargo, el coordinador de Hacienda de esa época, Luis Felipe Céspedes, defiende la decisión, puesto que “la necesidad era clara: dar una inequívoca señal de que se utilizarían todos los instrumentos necesarios para reducir el impacto de la crisis en la economía local, porque la provisión de liquidez en dólares era crucial.

Los actores locales veían como sus contrapartes externas estaban afectadas de manera significativa por el escenario internacional, lo que podía significar la necesidad de contar con mayores niveles de dólares que los previstos”

En el mismo artículo, el economista Pablo Piñera enfatizó que “Hacienda decidió actuar con rapidez e inyectar dólares al mercado local en la forma prescrita por el marco

institucional vigente y al mismo tiempo, se le solicitó al Banco Central la licitación de dichos depósitos en su calidad de agente fiscal. El resultado fue que la estrechez de dólares se solucionó en forma rápida y el temor de consecuencias adversas para la economía y el crédito por este impacto se diluyó” (Rubilar, 2015).

2.3.2 Crisis Subprime 2008.

El reventón de la sobrevaloración inmobiliaria en los mercados europeos y principalmente en Estados Unidos, sumado a la constante alza de precios en las propiedades en el escenario chileno en los últimos años, nos llevó a realizar este estudio para analizar si existe la posibilidad de que se esté gestando esta atmósfera en Chile y para comprender este contexto se explicarán conceptos como lo que significa “burbuja” para la economía, de qué manera se determina el “precio” de un activo en materia inmobiliaria y cuáles son los tipos de “ingresos” que pueden recibir las personas por su actividad laboral ante un empleador determinado. (Correa, 2015)

Stiglitz (1990), Case y Shiller (2003), coinciden en que el término “burbuja” es una situación donde la excesiva confianza del público en aumentos del precio de un activo, produce que el valor de éste suba temporalmente, lo que podemos traducir en que los individuos que adquieren una vivienda, gastan más en ella, porque tienen la convicción de que el valor será mayor en el futuro, por lo tanto recuperarán su inversión inicial con ganancias. Krainer y Wei (2004), señalan que una burbuja económica se produce cuando “el valor de un activo se desvía del fundamental”, mientras que Lind (2008), la define como “el precio que aumenta dramáticamente para luego caer de la misma forma”. Por esta razón, el alza en los precios de las viviendas promueve la alta demanda de la inversión en el sector inmobiliario (Arshanapalli y Nelson, 2008).

BCI Estudios del Banco Crédito e Inversiones (2014) definió, en términos simples, que estamos frente a una burbuja de un activo, cuando “su precio se eleva sobre lo que corresponde a su valor intrínseco, usualmente de forma rápida y con gran atención pública. Se han propuesto diversas causas para la generación de burbujas: manía especulativa, excesos de liquidez, comportamientos de manada y excesiva inflación, entre otras”.

Agrega BCI Estudios que “mientras los activos suben de valor, no hay mayor problema. De hecho, aquellos agentes que poseen los activos a un precio “inflado”, tienden a consumir más, debido a un efecto riqueza. Esto puede dar un impulso adicional al crecimiento por la vía de consumo y apalancamiento. Sin embargo, luego de que revienta la “burbuja”, varios desbalances se hacen evidentes”.

Por parte de la literatura empírica, la OCDE en el 2005, señaló que era importante examinar la razón entre el precio-ingreso, en que si sube por sobre su promedio de largo plazo, los precios estarían sobrevalorados, además el organismo agregó que otro indicador fundamental es la evolución de las tasas de interés de los créditos hipotecarios y que éstas cuando se encuentran a la baja, dejarían entrever indicios de burbuja en los precios (OCDE , 2005).

La OCDE enfatiza también que la relación precio-arriendo es un indicador que se debe estudiar con el paso del tiempo, porque se compara la evolución del precio real con el valor fundamental, en que Mikhed y Zemcik (2009), argumentan que variables como los costos de construcción, la tasa de créditos hipotecarios, la “salud del mercado accionario, población, el ingreso personal y el valor del arriendo, justifican el cambio en el precio de las viviendas”.

2.4 Modelos predictivos de variaciones de precios inmobiliarios.

Los modelos predictivos agrupan una variedad de técnicas estadísticas de modelización, aprendizaje automático y minería de datos actuales e históricos reales, para de esta forma realizar predicciones en el futuro o en acontecimiento no conocidos (Nyce, 2007).

Sin embargo, en el área de los negocios los modelos predictivos extraen patrones de los datos históricos y transaccionales para identificar riesgos y oportunidades, en este sentido, los modelos predictivos identifican relaciones entre diferentes factores que permiten valorar el riesgo o bien realizar probabilidades asociadas sobre la base de un conjunto de condiciones, guiando de esta forma a los agentes a la toma de decisiones en las operaciones organizacionales.

Por otro lado, el efecto funcional que pretenden estas iniciativas técnicas es que el análisis predictivo provea una probabilidad para cada componente estudiado, con el objeto de determinar, informar o influir en los procesos de toma de decisión en la organización en los cuales participe gran número de personas como por ejemplo: evaluación de riesgo de crédito, detección de fraudes, entre otros.

Tabla N° 2: Modelos predictivos en las variaciones de precios.

Modelos.	Autor.	Definición.
<i>Autómatas Celulares</i>	John Von Neumann – Stanislaw Ulam (1940).	Modelo matemático para un sistema dinámico que evoluciona en pasos discretos. Es adecuado para modelar sistemas naturales que puedan ser descritos como una colección masiva de objetos simples que interactúen localmente unos con otros.

<p><i>Algoritmos Genéticos</i></p>	<p>John Henry Holland (1970).</p>	<p>Son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos.</p>
<p><i>Redes Neuronales</i></p>	<p><i>Warren McCulloch - Walter Pitts (1943).</i></p>	<p>Las redes de neuronas artificiales (denominadas habitualmente como RNA o en inglés como: "ANN"1) son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso biológico. Se trata de un sistema de interconexión de neuronas que colaboran entre sí para producir un estímulo de salida.</p>

<p><i>Precios Hedónicos</i></p>	<p>Rosen (1947).</p>	<p>Metodología que parte de la idea que el conjunto de características que componen un bien heterogéneo tienen un reflejo en su precio de mercado. Por ello, se asume que el precio de dicho bien puede ser descompuesto en función de sus diferentes atributos y por tanto, se puede asignar un precio implícito a cada uno de dichos atributos una vez estimada la ecuación de precios hedónicos.</p>
<p><i>ARIMA</i></p>	<p>Box – Jenkins (1976).</p>	<p>Es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Se trata de un modelo dinámico de series temporales, es decir, las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes.</p>

Fuente: elaboración propia, a partir de Cepeda A, González G (2009).

2.4.1 Autómatas Celulares.

Los autómatas celulares fueron diseñados por John Von Neumann y Stanislaw Ulam en los años 40. Desde su creación los autómatas celulares han sido estudiados demostrando su importancia y transversalidad en distintas áreas de estudio, por lo que son de interés en diferentes disciplinas (Rechtman, 1991).

Los autómatas celulares se pueden definir como un sistema dinámico formado por un conjunto de elementos sencillos idénticos entre sí, pero que en conjunto son capaces de demostrar comportamientos complejos globales.

Al identificar la estructura que poseen los autómatas celulares resaltan ciertamente algunos componentes básicos (Aguilera, 2006):

- Un plano bidimensional o un espacio n-dimensional dividido en un número de subespacios homogéneos, conocidos como celdas. La homogeneidad establece que todas las celdas utilizan la misma regla de actualización.
- Cada celda puede estar en uno de un conjunto finito de estados.
- Una vecindad definida para cada celda, la que consiste en un conjunto contiguo de celdas. De esto se desprende la condición de localidad, la que se refiere a que las células solo capturan información de sus vecinas.
- Una regla de evolución, la cual define el estado de cada celda dependiendo del estado inmediatamente anterior de su vecindad. Esta evolución es determinada por una función matemática que captura la influencia de la vecindad sobre la celda en cuestión.

- Un “reloj virtual de cómputo”, el cual generará “tics” o pulsos simultáneos a todas las celdas indicando que debe aplicarse la regla de evolución donde cada celda cambiará o mantendrá su estado. Este componente hace que se cumpla la condición de paralelismo, la cual significa que todas las células son actualizadas al mismo tiempo.

De esta forma, los Autómatas Celulares tienen la característica de permitir evaluar la evolución de una colonia dado que permiten calcular o predecir el estado del periodo siguiente a partir de su estado actual, considerando el nivel actual de influencia entre los componentes de la colonia. Principalmente es por esta característica que los Autómatas Celulares son efectivos al momento de simular sistemas adaptativos complejos.

Sin embargo, los Autómatas Celulares no sólo son utilizados para la simulación de sistemas adaptativos, sino que también son utilizados como una alternativa al enfoque tradicional de expresión de los sistemas mediante las ecuaciones diferenciales que describen el comportamiento de sus variables, incluso en algunos trabajos se ha propuesto su uso como herramienta para la solución de las ecuaciones asociadas a ciertos sistemas⁸, además de otros usos (Bon, Dab, Kapral, & A, 1996).

Entonces, en términos generales, tenemos que los Autómatas Celulares pueden ser descritos como una estructura de células o “entes” comunicados entre sí de forma regular de manera que el comportamiento de cada uno está afectado por el de sus vecinos (Bon, Dab, Kapral, & A, 1996).

Quedando clara la definición de los Autómatas Celulares, se puede ahora pasar a revisar algunos ejemplos de Autómatas conocidos:

- Un caso conocido de Autómata Celular Unidimensional es la “punta de flecha de Sierpinski”. En este caso, el autómata cuenta con una vecindad compuesta por los dos vecinos más próximos y código decimal de función de transición.

- Otro caso conocido es el autómata denominado como el juego de la vida de Conway. El cual es un autómata celular cuya rejilla es una matriz bidimensional infinita. La evolución de este autómata está determinada por el estado inicial o configuración y no necesita ninguna entrada de datos posterior. Los vecinos que influyen en cada autómata son los 8 que lo rodean. Cada autómata individual puede tener valor 0 o 1 (Conway, Berlekamp, & Guy, 1983).

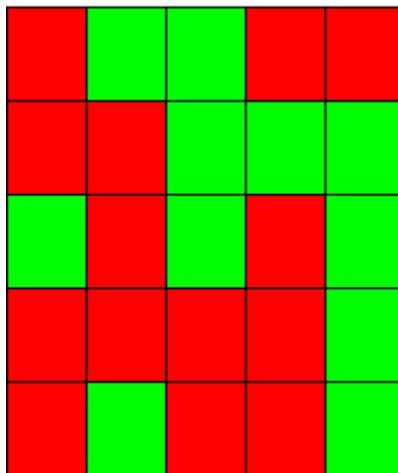
La función de transición está especificada de la siguiente forma:

- Un autómata en estado 0 cambia a 1 (nacimiento) si 3 de sus vecinos están en 1, en otro caso sigue en 0.
- Un autómata en estado 1 sigue en estado 1 si 2 o 3 de sus vecinos están en estado 1.

Donde, si el estado cambió de 1 a 0, significa muerte, si cambia de 0 a 1, significa nacimiento, si se mantiene en 1 significa que sigue con vida y si se mantiene en 0 sigue muerto.

A manera de ejemplo, la situación descrita se presenta en Figura N° 3 y Figura N° 4:

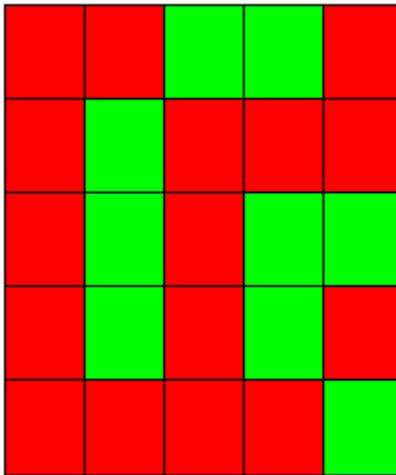
Figura N° 3: primera generación de células.



Fuente: Cepeda A, González G (2009).

. La Figura N° 3 muestra la primera generación de células, consideremos las celdas verdes como las vivas y las rojas muertas. Siguiendo la regla mencionada de 3-3, la segunda generación deberá ser como muestra la Figura 4. Para ejemplificar aún más, consideremos la celda central la cual está viva y rodeada de 2 celdas vivas y 6 muertas, esto implica que para la segunda generación, la celda deberá estar muerta.

Figura N° 4: segunda generación de células.



Fuente: Cepeda A, González G (2009).

Como se puede apreciar en la Figura 4, la celda central está muerta en la segunda generación, respondiendo a la regla planteada.

De esta manera, la conformación del llamado “tablero de ajedrez” cambia en cada periodo, y las generaciones futuras se encuentran determinadas por la primera matriz, es decir de la primera generación. De todas maneras, y aunque las reglas sean simples, los resultados que genera este modelo pueden replicar sistemas complejos. Así, un autómata celular es un sistema dinámico discreto, cuya evolución es consecuencia de reglas locales.

Un punto importante del “Juego de la Vida” es que es un juego de “cero jugadores”, es decir, la evolución está determinada por un estado inicial, que no necesita de la alimentación de un jugador humano. Así esta segunda generación, evoluciona en saltos discretos de tiempo y en todas las direcciones (Conway, Berlekamp, & Guy, 1983).

2.4.2 Algoritmo Genético.

Durante siglos, para solucionar los diferentes problemas de optimización, se han desarrollado una infinidad de métodos iterativos, basados en cálculos de gradientes. Sin embargo, estos métodos suelen estar limitados a la vecindad de punto inicial de búsqueda, obteniendo solo un alcance local. Esto es porque seleccionan la dirección de exploración en función del gradiente, lo que además supone una serie de condiciones sobre la derivabilidad de la función objetivo, que en muchos casos pueden no darse (Galeon, 2012).

Los Algoritmos Genéticos son un modelo de optimización la cual tiene sus asentamientos en la estructura de modelos basado la Teoría de la Evolución de las Especies, planteada por Charles Darwin, en la que se afirma que sólo los más aptos quienes van sobreviviendo al paso del tiempo y además son estos quienes pueden reproducirse.

Los Algoritmos Genéticos tienen por objeto buscar la autoselección dentro de las potenciales variables que pueden determinar el comportamiento de alguna variable. Cada una de estas posibles candidatas a ser variables explicativas dentro del modelo, corresponden a un gen, que según las características de un individuo puede ser activo o recesivo. Entonces cualquier modelo puede ser representado mediante su “código genético”, que nos dice que genes se encuentran activos y cuáles no en su organismo (Meruane & Heylen, 2011)

Los Algoritmos Genéticos usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor o puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. En la naturaleza esto equivaldría al grado de efectividad de un organismo para competir por unos determinados recursos. Cuanto mayor sea la adaptación de un individuo al problema, mayor será la probabilidad de que el mismo

sea seleccionado para reproducirse, cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma.

Este cruce producirá nuevos individuos – descendientes de los anteriores – los cuales comparten algunas de las características de sus padres. Cuanto menor sea la adaptación de un individuo, menor será la probabilidad de que dicho individuo sea seleccionado para la reproducción, y por tanto de que su material genético se propague en sucesivas generaciones (Meruane & Heylen, 2011).

Siguiendo con lo anterior, de esta manera se produce una nueva población de posibles soluciones, la cual reemplaza a la anterior y verifica la interesante propiedad de que contiene una mayor proporción de buenas características en comparación con la población anterior. Así a lo largo de las generaciones las buenas características se propagan a través de la población. Favoreciendo el cruce de los individuos mejor adaptados, van siendo exploradas las áreas más prometedoras del espacio de búsqueda. Si el algoritmo genético ha sido bien diseñado, la población convergerá hacia una solución óptima del problema.

El poder de los Algoritmos Genéticos proviene del hecho de que se trata de una técnica robusta, y pueden tratar con éxito una gran variedad de problemas provenientes de diferentes áreas, incluyendo aquellos en los que otros métodos encuentran dificultades. Si bien no se garantiza que el Algoritmo Genético encuentre la solución óptima del problema, existe evidencia empírica de que se encuentran soluciones de un nivel aceptable, en un tiempo competitivo con el resto de algoritmos de optimización combinatoria (Galeon, 2012).

En el caso de que existan técnicas especializadas para resolver un determinado problema, lo más probable es que superen al Algoritmo Genético, tanto en rapidez como en eficacia. El gran campo de aplicación de los Algoritmos Genéticos se relaciona con aquellos problemas para los cuales no existen técnicas especializadas. Incluso en el caso en que dichas técnicas

existan, y funcionen bien, pueden efectuarse mejoras de las mismas hibridándolas con los Algoritmos Genéticos (Galeon, 2012).

Los algoritmos genéticos presentan variadas ventajas y desventajas (Alfaro, 2012):

- Operan de forma simultánea con varias soluciones, en vez de trabajar de forma secuencial como las técnicas tradicionales.
- Cuando se usan para problemas de optimización, resultan menos afectados por los máximos locales (falsas soluciones) que las técnicas tradicionales, sobretodo en espacios multimodales (de varios máximos).
- Funcionan de forma independiente de la función objetivo, mientras que los métodos tradicionales suelen requerir una gran cantidad de información extra, como las derivadas en el caso de las técnicas basadas en el gradiente.
- Usan operadores probabilísticos, en vez de los típicos operadores determinísticos de las otras técnicas.

Entre las desventajas, se pueden nombrar las siguientes:

- Pueden tardar mucho en converger, o no converger en absoluto, dependiendo en cierta medida de los parámetros que se utilicen; tamaño de la población, número de generaciones, etc.
- Si los operadores y parámetros del algoritmo no son adecuados, este puede converger prematuramente a un máximo local.

2.4.3 Redes Neuronales.

El concepto, puede ser explicado como un gran sistema computacional paralelo, capaz de resolver problemas altamente complejos. Esta organizada de manera de que su funcionamiento es una representación de cómo funciona el cerebro humano, varias neuronas interconectadas entre sí formando una compleja red (González & Jiménez, 2003).

1. El modelo matemático de las Redes Neuronales.

Las redes neuronales artificiales son modelos matemáticos simples que implementan una función matemática f tal que:

$$f: X \rightarrow Y \quad (1)$$

Siendo X lo que ingresa de dato e Y la respuesta que se requiere.

La naturaleza de la red viene del hecho de que la función f es la composición de otras funciones g que además pueden ser una composición de otras funciones estableciendo una cadena de funciones interconectadas que a la larga forman una red matemática.

2. El modelo neuronal

La neurona es la unidad de proceso de información de la red. Existen tres elementos que se pueden identificar:

- Un set de sinapsis: éstos son links interconectados en el que cada uno aplica una cantidad de fuerza a la señal que recibe. Siendo x_j la señal que ingresa (input) a la sinapsis j de la neurona k , w_{kj} el peso que la neurona aplica en el input de esa sinapsis. Si el estímulo es positivo la sinapsis será excitadora, si el estímulo es negativo, la sinapsis asociada será inhibitoria.

- Un sumador: suma al input pesado señales de las sinapsis combinándolas en un modo lineal.
- Una función de activación: este elemento limita la amplitud del output de la neurona. Este límite acota la neurona output en el intervalo de valores de 0 a 1 o en el intervalo de -1 a 1.

Una característica principal de la red es reconocida controlando el nivel de conectividad entre las neuronas. Este control se hace cambiando las cargas en las sinapsis.

3. La estructura neuronal

La estructura neuronal puede ser caracterizada como un set finito de neuronas interconectadas. Estas neuronas siguen procesos elementales (PE) que realizan una función matemática definida. Los PE son identificados con números de 1 a N. Cada PE recibe outputs de otras neuronas y las adopta como inputs para la función que implementa. Los PE procesan dicho input en su función y luego derivan un output como resultado único al próximo PE interconectado a él, dando lugar a un régimen de proceso de alimentación hacia adelante.

Los PE están organizados en capas. Cada capa es un set de neuronas que comparten los mismos inputs y derivan su output al mismo destino (próxima neurona o capa de PE). Existen tres tipos de capas en una red. Cada tipo de capa define un nivel y cada nivel a su vez, realiza una función distinta (Fausett, 1994).

- Capa de ingreso o input: Este es el primer nivel de la red. La capa de input recibe la información desde fuentes externas (fuera de la red) y las lleva al próximo nivel. Esta capa no procesa la información.
- Capas ocultas: son identificadas por todos los PE que procesan la información mandada por las capas de input. La información procesada es hecha por los PE

gracias a una función matemática que trabaja sobre los datos ingresados. Un PE implementa solo una función matemática previamente definida como la función de activación de la neurona. La red puede tener más de una capa oculta. El número de capas puede variar de una a un gran número de ellas. Las capas ocultas pueden estar interconectadas entre ellas de diferentes maneras, secuencialmente o paralelamente.

- Capas de salida u output: esta capa recibe las salidas de las capas ocultas y las deriva la respuesta de la red al receptor externo.

4. Funciones matemáticas de la Red Neuronal

Las redes como dijimos anteriormente, trabajan mediante procesos elementales, cada PE tiene una función matemática llamada función de activación. Las funciones de activación de los PE son diversas, las principales son:

- Función de Propagación: esta función se aplica en la capa input. Cada input x_j es multiplicado por la intensidad de la sinapsis o el peso w_{kj} de la neurona k. Luego, son todos sumados sobre j para producir el output en la neurona k. El resultado es positivo para una salida de excitación o negativa para un output de inhibición.
- Función de Activación: también llamada función de transferencia. Esta es la función más relevante ya que es la responsable del complejo poder de computar y la detección de patrones de la red neuronal. La función de activación es una función matemática sobre las entradas así como los rangos de salida desde 0 a 1 o desde -1 a +1. El valor de salida establece el nivel de actividad de la neurona. Un valor de 0 (o -1) quiere decir inactividad y el valor 1 (+1) es para actividad plena. Las neuronas son identificadas por la función que implementan.

Las funciones (de transferencia) más usadas son:

Tabla N° 3: Funciones de transferencia.

Función de transferencia	Definición
<i>Función Step</i>	Tiene aplicaciones en ingeniería de control y procesamiento de señales, representando una señal que se enciende en un tiempo específico y se queda encendida indefinidamente.
<i>Función Logística</i>	Función matemática que aparece en diversos modelos de crecimiento de poblaciones, propagación de enfermedades epidémicas y difusión en redes sociales. Dicha función constituye un refinamiento del modelo exponencial para el crecimiento de una magnitud.
<i>Función de Gauss</i>	Los centros y anchura de estas funciones pueden ser adaptados, lo cual las hace más adaptativas que las funciones sigmoidales o logísticas.

Fuente: elaboración propia, a partir de Alfaro A, 2012.

2.4.4 Precios Hedónicos.

La idea sobre la cual se basa el modelo, es que un bien raíz está constituido por un conjunto de atributos, entonces su precio de mercado se puede explicar como un agregado de los precios individuales de cada atributo. Mediante las herramientas que nos entrega la Estadística (Econometría), es posible cuantificar la contribución de cada uno de los atributos analizados al valor global.

En otras palabras, el modelo permite identificar la importancia relativa de cada atributo en el valor asignado por el mercado a un bien raíz, mediante lo cual es posible determinar cómo cambiará dicho valor al variar la cantidad y calidad en que se encuentra presente cada uno de estos atributos, y consecuentemente, predecir precios.

El modelo crea una función de precio, cuyos parámetros sean los atributos del bien raíz a analizar. La aplicación estándar del método se ocupa la siguiente ecuación del precio:

$$P = f(I, V, U, Z, E) \quad (2)$$

Donde P corresponde al precio del bien raíz, el cual será determinado por la función f.

Los argumentos se agrupan en cinco grandes categorías:

- I: características inherentes al inmueble (Superficie del terreno, superficie construida, arquitectura y diseño, calidad de materiales, etc.).

- V: características del vecindario (Nivel socioeconómico, seguridad, tipo de residentes, etc.).
-
- U: características de ubicación del bien raíz (Área residencial comercial o industrial, distancia geográfica y accesibilidad)
- Z: características determinadas por la ubicación del bien raíz en el plano regulador.
- E: externalidades presentes en el entorno (áreas verdes, contaminación, etc.).

La forma funcional f en no necesariamente corresponde a una expresión lineal, debido a que la relación entre el precio y las variables explicativas suele no serlo. Es decir, a medida que aumenta la cantidad de un atributo, por ejemplo la superficie, la magnitud del impacto sobre el precio final no se calcula como una razón constante. La experiencia empírica demuestra que la relación entre el precio y las variables explicativas tiende a adoptar formas funcionales logarítmicas (por ejemplo, el impacto de cambios en la superficie sobre el precio tiende a decaer a medida que aumenta significativamente la superficie).

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 * X_{1i} + \beta_2 * X_{2i} + \dots + \beta_n * X_{ni} + \varepsilon \quad (3)$$

Donde x_{ki} son los atributos a modelar de la i -ésima de la vivienda. Estos son los argumentos de la función por tanto conocidos y β_k son los parámetros asociados al atributo x_k . Y ε_i un error aleatorio. Al expresar la ecuación de precios de esta manera se puede crear una base de datos con los bienes raíces ya vendidos, de los cuales se conoce su precio y sus atributos. Luego aplicando regresiones logarítmicas conocemos los parámetros asociados a cada atributo, los cuales indican el aporte de cada argumento al precio. Para validar la elección de dicho modelo se emplearán los estadígrafos R^2 ajustado, t de Student y el test de Fisher (F), basados en las pruebas más comunes en las investigaciones citadas.

A partir de una ecuación hedónica es posible elaborar un modelo de determinación y simulación de precios que permite, entre otras cosas, determinar cuánto valora el mercado el cambio en alguna característica del proyecto (por ejemplo una nueva estación de metro). Para ello, se estima el precio en ausencia de la característica y luego se la compara con aquél que la incorpora. El diferencial entre ambas predicciones representa la valorización que según el modelo debiera experimentar el bien raíz producto de la ejecución del proyecto.

Es así como se pretende determinar cuál es la Valorización por parte del mercado la creación de nuevas líneas del Metro y así conocer si la disminución de tiempos de viajes que genera el metro, se ven reflejados en un alza en los precios de las viviendas aledañas a las estaciones de Metro.

Un problema siempre presente en regresiones de modelos hedónicos es el de la multicolinealidad entre las variables explicativas del precio de la vivienda. En general, es esperable que casas grandes también tengan muchos dormitorios, varios baños y estén ubicadas en buenos barrios, y estén construidas con mejores materiales, etc. Asimismo, es muy posible que las viviendas que no tengan agua ni alcantarillado también se encuentren en barrios marginales y sean más pequeñas, y tengan menos dormitorios y estén construidas con materiales de menor calidad. El resultado de este fenómeno es que tiende a existir asociación entre las variables, por lo que las muestras obtenidas de un universo cualquiera tenderá a mostrar altos grados de multicolinealidad, es decir, de correlación o asociación, entre varias de las variables que contengan (Mantegna, 1999).

Una forma de manejar el problema de la multicolinealidad es utilizar componentes principales de las variables correlacionadas. Estos componentes principales pueden ser entendidos como una transformación de los datos que resume la información contenida en un conjunto de variables con algún grado de correlación entre ellas en un reducido número

de factores no correlacionados entre sí, y que mantiene una importante proporción de la variabilidad existente en el conjunto original de variables (Mantegna, 1999).

2.4.5 ARIMA.

Se aplica la metodología propuesta por Box y Jenkins (1976), que consiste en estimar modelos autor regresivos de media móvil (ARIMA) con el fin de encontrar el mejor ajuste para datos longitudinales. Los modelos ARIMA predicen los valores futuros de la serie a partir de su comportamiento pasado, sin necesidad de identificar los factores subyacentes en los movimientos de la variable en el tiempo. Por este motivo, se les conoce como modelos no estructurales.

El caso más simple de modelos no estructurales para datos longitudinales es el proceso de media móvil. Sea u_t (con $t = 1, 2, \dots, T$) un proceso ruido blanco, con $E(u_t) = 0$ y $var(u_t) = \sigma^2$, luego:

$$y_t = \mu + \mu_t + \theta_1 * \mu_{t-1} + \theta_2 * \mu_{t-2} + \dots + \theta_q * \mu_{t-q} \quad (4)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^q \theta_i * \mu_{t-i} + \mu_t \quad (5)$$

En este caso, t es el tiempo; $E(u_t)$ es la esperanza matemática de u_t ; $var(u_t)$ es la varianza constante; σ^2 es una varianza; y_t es la media móvil; μ es un parámetro perteneciente a la media móvil.

Un proceso de media móvil es una combinación lineal de procesos de ruido blanco, de modo que y_t depende de valores presentes y pasados de un término de perturbación caracterizado como ruido blanco. De este modo, $E(y_t) = \mu$.

En un modelo autorregresivo (AR), el valor presente de y depende de valores pasados de y más un término de error. Un proceso autor regresivo de orden p se expresa:

$$y_t = \mu + \mu_1 + \tau_1 * y_{t-1} + \tau_2 * y_{t-2} + \dots + \tau_q * y_{t-p} \quad (6)$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \varphi_i * y_{t-i} + \mu_t \quad (7)$$

En este caso φ y τ son parámetros autor regresivos.

En el caso de modelos AR, una propiedad deseable es la estacionariedad de los coeficientes; de no cumplirse esta condición, el modelo provocaría que los valores previos del término de error tengan un efecto no decreciente sobre el valor de y_t a medida que pasa el tiempo, lo cual resulta contraintuitivo y en muchos casos poco factibles. La estacionariedad de un modelo AR de orden p se visualiza en raíces de la ecuación característica dentro del círculo unitario (Viego & Broz, 2012)

De este modo, un modelo ARMA (p, q) (modelo mixto que incluye tanto términos autorregresivos, AR, como de medias móviles, MA) refiere a una serie que sigue un proceso que puede ser modelado con p términos autor regresivos y q términos de media móvil. Se debe aclarar, no obstante, que las series involucradas deben ser estacionarias; es decir, no presentar ningún tipo de tendencia en la media o su varianza. Si las series objeto de pronóstico cumplen esta condición, se dice que son integradas de orden 0, $I(0)$. Sin

embargo, la mayor parte de las series económicas expresan algún tipo de tendencia que las vuelve no estacionarias (Viego & Broz, 2012).

Con todo, aunque una serie pueda seguir un proceso no estacionario, es frecuente que sus diferencias sean estacionarias. Por ello, la identificación de modelos ARIMA requiere conocer el grado de integración de las series a predecir y por ende, la cantidad de veces que debe ser diferenciada una serie hasta conseguir una progresión estacionaria. De este modo, se dice que una serie sigue un proceso ARIMA (p, r, q) donde p y q representan los términos autor regresivos y de media móvil respectivamente y r denota el grado de integración (Viego & Broz, 2012).

La metodología implica 5 grandes pasos:

1. ***Eliminación de tendencias en la media (conocida como tendencia determinística) y en la varianza (tendencia estocástica), con el objetivo de conseguir estacionariedad en las series involucradas. En este paso corresponde asimismo determinar si hay algún tipo de estacionalidad que deba ser modelado.*** Este paso es fundamental para determinar el orden de integración de la serie y por ende, la cantidad de veces que debe ser diferenciada para obtener una secuencia estacionaria. Operativamente, esto se evalúa con la prueba de Dickey Fuller, especificada como sigue:

$$y_t = \rho * y_{t-1} + \mu_t \quad (8)$$

Donde ρ es un coeficiente de auto correlación; Y_{t-1} es el valor de la variable de interés en el periodo $t-1$ y u_t es el error o ruido blanco. La prueba consiste en evaluar si $\rho=1$, en cuyo caso se concluye que la serie sigue un proceso de caminata aleatoria y por ende, no estacionario. Restando Y_{t-1} a ambos lados de la expresión anterior, se obtiene que:

$$D(y_t)Y = (\rho - 1) * Y_{t-1} + \mu_t \quad (9)$$

Donde $D(Y_t)$ representa al término Y_t diferenciado. Si $\rho=1$ es equivalente a probar si $(\rho-1)=1$ en la expresión anterior. Dickey y Fuller (1979) probaron que el coeficiente que acompaña a Y_{t-1} no sigue una distribución conocida. Por este motivo, calcularon sus valores críticos. Asimismo, la prueba puede admitir distintas especificaciones, por ejemplo incluir intercepto o tendencia de tipo determinística. Dado que los valores críticos se modifican según la especificación que adopte la prueba, es importante revisar si las conclusiones que se derivan de la prueba se mantienen de una especificación a otra. Por otro lado, en un trabajo posterior, Dickey y Fuller (1981) incluyeron rezagos de la primera diferencia de Y_t en la regresión de prueba para admitir la posible existencia de auto correlación serial. Esta variante se conoce como Dickey Fuller aumentado.

La prueba de Dickey Fuller debe ser aplicada a la serie original y en el caso de no rechazarse la nula bajo ninguna especificación (lo cual equivale a admitir que la serie no es estacionaria), debe probarse con la serie en primeras diferencias. El proceso secuencial sigue hasta rechazar la nula. Así, la prueba aplicada secuencialmente permite conocer el orden de integración de las series a predecir.

2. ***Examen de los gráficos de las funciones de auto correlación (en adelante FAC) y auto correlación parcial (en adelante FACP) con el fin de identificar qué componentes autor regresivos o de media móvil utilizar en la estimación del modelo.*** En particular, los procesos autor regresivos de orden p suelen exhibir una *FAC* de aspecto decreciente en forma exponencial y eventualmente algunos componentes sinusoidales. Esta función debe ser complementada con la *FACP*, que se vuelve cero a partir del rezago $p+1$ en adelante. Varios paquetes estadísticos

ofrecen un intervalo de confianza de 95% del valor de la *FACP* (que es aproximadamente $\pm 2/T^{0.5}$, donde T es el tamaño muestral).

Los valores de la *FAC* de un proceso *MA(q)* se vuelven nulos a partir del retardo $q+1$ en adelante. En este caso, también es posible utilizar el intervalo de confianza para el valor de la *FAC*.

En la práctica, las *FAC* y de *FACP* no muestran procesos autor regresivos o de media móvil puros, sino que más bien corresponden a casos mixtos, difíciles de identificar. Por ello, este tipo de modelos implican bastante de prueba y error. Recientemente se han propuesto criterios de información (como el de Akaike, Schwartz, etc.) o el error de predicción como guía en la selección del modelo *ARIMA* más adecuado (Brockwell y Davis, 1987; Brockwell y Davis, 2002).

3. ***Aplicar los algoritmos de cálculo para estimar los coeficientes que mejor ajustan al modelo ARIMA especificado.*** Los métodos más utilizados son máxima verosimilitud o mínimos cuadrados no lineales.
4. ***Validación del modelo estimado a fin de verificar que cumpla con las especificaciones de un proceso estacionario univariado.*** En particular, los residuos deben ser independientes entre sí y tener media y varianza constantes en el tiempo (es decir, deben ser ruido blanco; esto se puede verificar con el contraste de Ljung-Box o mediante el correlograma de los residuos). Si la estimación no es adecuada, se deberá retornar al paso 1.
5. ***Evaluación de la capacidad predictiva del modelo estimado.*** El error de predicción equivale a la diferencia entre el pronóstico y el valor observado en cada periodo. Dado que el error puede ser positivo o negativo, no es posible sumar los errores de

predicción. Por ello, generalmente se toman sus cuadrados (error medio cuadrático, *EMC*) o valores absolutos (error medio absoluto, *EMA*). Tomados individualmente, la magnitud de ambas medidas no resulta de utilidad, sino que deben ser comparadas con las que surgen de modelos alternativos para los mismos datos y periodo muestral. El modelo con menores *EMC* o *EMA* será el de mejor capacidad predictiva (en presencia de datos atípicos es más conveniente utilizar el *EMA* que el *EMC* como criterio de evaluación de capacidad predictiva).

Es posible, además descomponer el error de predicción, en proporción de sesgo, proporción de varianza y de covarianza. El componente de sesgo mide hasta qué punto la media de las predicciones es diferente de la media de los datos observados (es decir, si la predicción está sesgada). Análogamente, el componente de varianza mide la diferencia entre la variación de la predicción y la de los valores observados. El componente de covarianza captura cualquier parte no sistemática del error de predicción (Granger y Newbold, 1986).

2.5 Mercado Inmobiliario en Chile.

La experiencia internacional reciente demostró que los ciclos del sector inmobiliario y su propagación al resto de la economía juegan un papel preponderante en el desarrollo de vulnerabilidades financieras (buenos ejemplos son Estados Unidos, España e Irlanda). Por lo general, estos ciclos dependen del grado de riesgo crediticio de los hogares (crédito hipotecario) y de las empresas inmobiliarias y constructoras (crédito comercial) y tienen efectos directos sobre las instituciones financieras que otorgaron los créditos, e indirectos sobre los inversionistas inmobiliarios. Dada la importancia del mercado de viviendas en el sistema financiero y macroeconómico, distintas autoridades y académicos se han abocado al estudio de los precios de bienes raíces y sus determinantes principales (Silva & Vio, 2015)

En efecto, existe abundante literatura que analiza la relación entre los precios de viviendas y sus determinantes de oferta y demanda en economías avanzadas (Gilondro, Subhanji, & Zhu, 2011). Sin embargo, la evidencia es escasa para las economías emergentes. En particular, en América Latina no todos los países tienen información de estos precios y cuando la tienen, las series de tiempo son cortas y cubren solo algunas ciudades (Cubeddu, Tovar, & Tsounta, 2012). En Chile, algunos estudios han abordado el problema utilizando el índice de precios de viviendas de Santiago (Parrado, Cox, & Fuenzalida, 2009)

El sector inmobiliario contribuye de manera notoria a la actividad económica y es una de las variables más importantes en lo que respecta a la estabilidad financiera. Esto se explica por la cantidad de agentes económicos que intervienen en la producción, comercialización y financiación de una vivienda: la empresa inmobiliaria que decide invertir en un proyecto inmobiliario, la empresa constructora a la que se encarga la construcción de dicho proyecto, la familia o el inversionista que adquiere la vivienda, la entidad financiera que financia la compra de dicha vivienda a través de un crédito hipotecario, entre otros. Es por ello que resulta fundamental comprender la dinámica del sector inmobiliario y sus fundamentos, tanto por el lado de la demanda como de la oferta. Son varios los estudios que identifican la inversión residencial como uno de los mejores indicadores adelantados del ciclo económico, de manera que constituye una alerta temprana de futuras expansiones o recesiones económicas (Mayer & Somerville, 1996).

A modo de ejemplo, en Chile al año 2010 el 65% de los hogares es propietario de la vivienda que habita. Esta cifra es superior al promedio mundial de 61% y similar a la de varios países avanzados (EE.UU., Canadá, Australia, entre otros), aunque algo inferior a la de países vecinos ya que el promedio para América Latina es 73% (Fay, 2005). Entre los hogares propietarios de vivienda, 58% financió la compra mediante un crédito hipotecario, mientras que 49% hizo uso de algún subsidio para adquirir su vivienda (Ministerio de Desarrollo Social, 2015). Estas cifras ponen de manifiesto la importancia de entidades privadas y públicas en el desempeño del sector inmobiliario.

En cuanto a la relevancia de la inversión en inmuebles en el balance de los hogares, los últimos datos disponibles muestran que más de la mitad (58,4%) de la deuda de los hogares es hipotecaria (Banco Central de Chile, 2014). Las consecuencias del mal funcionamiento del sector inmobiliario fueron evidentes en la reciente crisis financiera que afectó gravemente a varios países. En los últimos 30 años los precios de la vivienda experimentaron una continua tendencia alcista en gran parte del mundo, destacando una fuerte correlación entre países (Ahearne, y otros, 2005).

No solo las series de precio de vivienda mostraron esta tendencia, sino también indicadores como la razón entre precio de vivienda e ingreso disponible o la razón entre precios de compra y arriendos. Si bien existieron varios factores que, en cierta medida, justificaron el alza de precios (reducción en las tasas de interés, estándares de crédito menos restrictivos, creación de empleo, cambios demográficos), la literatura más reciente ha puesto mayor énfasis en dos aspectos que resultaron relevantes para entender el comportamiento de los precios en la última década: la especulación y las restricciones a la oferta.

La importancia de las restricciones a la oferta inmobiliaria, ya sea por regulaciones sobre los usos del suelo o por las características geográficas del territorio, ha sido un tema de interés central en la discusión sobre la evolución más reciente del mercado inmobiliario. A nivel internacional, diversos trabajos han encontrado una relación significativa entre restricciones a la oferta y alza de precios de la vivienda; tanto en Estados Unidos, como en China, Australia, Nueva Zelanda y varios países de Europa una parte importante del incremento del valor de las viviendas se explica por condiciones más restrictivas para desarrollar proyectos inmobiliarios.

2.5.1 Efectos de la reforma tributaria en el mercado inmobiliario.

La entrada en vigencia de la reforma tributaria por el gobierno en el año 2014, tendrá efectos los cuales serán en forma gradual a medida que pasen los años. Anteriormente, el IVA no tenía efecto en el sector inmobiliario, puesto que estos bienes estaban exentos del pago de impuesto. Luego de la puesta en marcha de la reforma ésta gravará sobre las ganancias de capital generadas por las ventas de las viviendas, sin embargo solo afectará a las viviendas adquiridas posterior al año 2014 (Develop Gestión Comercial, 2014).

Es importante señalar que el IVA es un impuesto al valor agregado y grava al consumo, es un impuesto que debe pagar el comprador y que el vendedor podrá descontar los IVAs pagados de sus compras.

Dentro del costo de las empresas inmobiliarias están: terrenos, construcción, servicios de ingeniería y arquitectura, costos administrativos, entre los más relevantes, y los terrenos que están afectos a IVA, por lo que el efecto neto de este impuesto, para el comprador, será incrementado aproximadamente en un 12% del valor actual de las propiedades que se encuentren entre las 1.000 UF y las 3.000 UF (Gana, R 2014).

Por otra parte, un efecto de la reforma tributaria en sector inmobiliario, es que a medida que el valor de propiedad es mayor, en general el costo del terreno es más incidente en el valor de la propiedad, y como los terrenos no están afectos a IVA resulta ser que a mayor valor de propiedad, menor es el % de su incremento total, por efecto del terreno. Así por ejemplo una propiedad de 8.000 UF se verá incrementado su valor en un 5%, en relación al 12% de una propiedad en el rango de las 2.000 UF.

2.6 Mercado Inmobiliario en Concepción.

2.6.1 Antecedentes generales sobre el Gran Concepción.

La siguiente investigación se realizará sobre el Gran Concepción, cuya área urbana corresponde a la provincia de Concepción en la región del Bío Bío Chile. La región se localiza geográficamente en el paralelo 36° y 38°30' latitud sur, entre el meridiano 71° y 73°40' de longitud oeste. El Gran Concepción está ubicado entre los paralelos 36°12' y 37°15' de latitud sur, entre los grados 73°12' y 72°40' de longitud oeste; a 500 Km. del sur de Santiago. Así mismo el Concepción metropolitano es la principal agrupación urbana de la región contando con 65.900 hectáreas y que se subdivide en seis administraciones comunales, las cuales son: Concepción, Talcahuano, San Pedro, Chiguayante, Hualpén y Penco. En el año 2010 se contempló una población de 735.234 habitantes y la que está constituida por 196.992 hogares.

A su vez la comuna principal y con mayor cantidad de habitantes es Concepción, en la que emplaza el gobierno regional y además se concentra la mayor parte de edificaciones en altura en esta ciudad. Se debe agregar además que en orden de importancia le siguen las comunas de Chiguayante y San Pedro de la Paz, que no obstante de ser nuevas, a diferencia de Concepción poseen un crecimiento rápido en lo que corresponde a desarrollo inmobiliario, por lo cual en estas nuevas comunas recientemente han experimentado construcciones en altura. Por otra parte, la comuna de Talcahuano es antigua, y se ha subdividido dando de esta manera origen a la comuna de Hualpén, que es la que concentra mayor desarrollo inmobiliario de ambas.

La comuna de Penco también es antigua y de crecimiento inmobiliario lento, sin embargo cuenta con terrenos aptos y con vista al Océano Pacífico para urbanizaciones futuras. Estas

En la tabla N° 4, se muestran las cifras de la población de las principales comunas del Gran Concepción, aportadas por el censo del año 2002.

Tabla N°4: población de las comunas del Gran Concepción.

Comuna	Población 2002.		Superficie.	
	N°	%	Km2	%
Concepción	216.061	32,05%	221,6	33,63%
Talcahuano	163.576	24,26%	92,2	13,99%
San Pedro	80.447	11,93%	112,5	17,07%
Chiguayante	81.302	12,06%	71,5	10,85%
Penco	46.016	6,83%	107,6	16,33%
Hualpén	86.772	12,87%	53,6	8,13%
Total Gran Concepción	674.174	100,00%	659,0	100,00%
Total Región	1.816.562	-	37.062,60	-
% Gran Concepción / Región	-	37,11%	-	1,78%

Fuente: INE, 2012.

2.7 Características de las comunas del Gran Concepción.

2.7.1 Comuna de Concepción.

En la comuna de Concepción se ubica el casco histórico de la ciudad de Concepción, además de ser la capital y de ser el principal centro cultural de la zona sur de Chile. La principal actividad económica que se desarrolla en la comuna es el comercio. Al mismo tiempo es la zona residencial más antigua del Gran Concepción, cuenta con talleres y bodegas en las cuales se desarrolla actividades de pequeñas y medianas empresas, dicho lo anterior es una comuna que concentra las funciones comerciales y de servicios, en conjunto con actividades educacionales, defensa y deportivas. Por poseer la característica de ser el

centro del comercio es apreciado desde un punto de vista habitacional, no obstante, desalienta su infraestructura antigua y alto valor del suelo, es por ello que la mayor parte de la oferta se concentra en edificios como parte de la vivienda de los habitantes. Actualmente, las autoridades se han propuesto estimular la renovación urbana en los sectores antiguos de la comuna, dando de esta manera a sus habitantes subsidios.

Por otro lado, el 27 de febrero del año 2010 ocurrió un hecho telúrico de gran importancia, puesto que esto cambió la situación de la comuna, ya que las viviendas de los sectores antiguos de Concepción quedaron destruidas. También cabe mencionar que las posibilidades de expansión son limitadas y el sector más amplio que se dispone corresponde al Fundo Nonguen, pero sin embargo ha sido declarado parque nacional, lo que conlleva como posibilidad de expansión solamente considerar la renovación urbana.

2.7.2 Comuna de Chiguayante.

El sector de Chiguayante nace originalmente como un sector residencial, cercano a la comuna de Concepción, lo que a través del tiempo ha conllevado a unirse a esta ciudad. Esta zona se caracteriza principalmente por ser una comuna habitacional de población flotante, es decir, que la mayoría de sus habitantes labora en otra comuna. Sus actividades económicas predominantes están relacionadas al comercio menor talleres e industrias.

Por otra parte, en el año 1998 Chiguayante obtuvo el título de comuna independiente e incorpora a su territorio importantes barrios que radican los niveles socioeconómicos medios alto y alto. Desde un punto de vista habitacional, su buen clima y tranquilidad la hacen atractiva, no obstante, la limitación de su estructura vial es un elemento que desalienta a muchos habitantes, puesto que la congestión vehicular que se genera afecta de manera negativa. Con respecto a su dimensión socioeconómica, esta comuna es

heterogénea, porque se observa una clara limitación en la localización de los distintos grupos socioeconómicos.

Cabe mencionar que la comuna posee una superficie de 44,5 km² y una población de 81.254 habitantes y ya ha urbanizado la superficie plana que posee y gran parte de los cerros de menor pendiente. Aunque dispone de mayor superficie en cerros, éstos tienen una pendiente muy pronunciada y suelos que aumentan el costo de la urbanización, teniendo como única posibilidad de expansión el proyecto de la Costanera Norte, la cual implica arrebatar 400 hectáreas al río Bío Bío para el uso inmobiliario.

2.7.3 Comuna San Pedro de la Paz.

En un principio surge como la prolongación residencial de los sectores bajos de Concepción al otro lado del río Bío Bío, la población inicialmente laboraba en las comunas vecinas de Concepción y Coronel. Después del terremoto de 1960, se construye un barrio residencial piloto denominado “Villa San Pedro”, para los sectores socioeconómicos medios, el cual consolida este sector como residencial. A través del tiempo ha desarrollado actividades económicas tanto en el sector industrial menor como en el de servicios, sin embargo, actualmente la mayoría de la población labora en comunas vecinas.

Por otra parte, en el año 1995 San Pedro obtiene el título de comuna independiente, además desarrollando un mayor crecimiento inmobiliario, duplicando su población en pocos años.

Agregando además, que su bello entorno, adornado por cerros verdes, el río Bío Bío, el océano Pacífico y tres hermosas lagunas más la ausencia de empresas, es su atractivo inmobiliario. La falta de buenos servicios en el ámbito comercial, financiero y de salud son sus falencias. La población es bastante heterogénea, sin embargo, a consecuencia de

erradicaciones de poblaciones marginales de otros sectores a esta nueva comuna, se han formado algunos guetos que son preocupantes.

En cuanto a su superficie, la comuna alcanza a 112,5 km² y una población de 80.284 habitantes. Su posibilidad de expansión es buena, puesto que todavía cuenta con territorios planos frente al mar y además los cerros son con pendiente suave lo que facilita la urbanización y con ello bajos costos de construcción.

2.7.4 Comuna de Talcahuano.

Surge inicialmente como área residencial y de servicio vinculada al puerto de Talcahuano. En los años cuarenta y cincuenta, durante el periodo de industrialización, se establece como la zona de la industria pesada del país, encabezada por la siderúrgica Huachipato. Por otra parte, también en la comuna se emplaza el principal puerto naval, con un importante astillero y parte de la industria pesquera de la región. De igual manera es importante mencionar que las actividades económicas de servicio e industria emplean a una importante parte de la población de Talcahuano, como también a la mano de obra de comunas vecinas.

En cuanto al nivel socioeconómico de la población de Talcahuano, esta se sitúa en los niveles medio bajo y bajo. Además, la contaminación, malos olores y la deficiente infraestructura de servicios hacen poco atractiva esta comuna para los sectores socioeconómicos más altos.

Otro punto es que actualmente, el Casino Marina Sol ha desarrollado una zona de esta comuna, que originalmente era de pajonales y se ha desarrollado un importante sector residencial. En lo referente al comercio, destaca importantemente el Mall Plaza el Trébol,

el cual es el principal sector de comercio del Gran Concepción en conjunto con el centro comercial de Concepción.

Por otro lado, la comuna posee una superficie de 285.492 km² y una población de 277.752 habitantes. Las posibilidades de expansión de esta zona son limitadas, puesto que el sector más atractivo es la península de Tumbes, sin embargo, esta pertenece a la armada de Chile.

2.7.5 Comuna de Hualpén.

El sector de Hualpén, se pobló significativamente después del terremoto de 1960, puesto que en este despoblado sector se construyeron las nuevas viviendas y poblaciones para albergar a las personas afectadas.

En el año 2004 Hualpén fue creada como comuna, anterior a esa fecha formaba parte de la comuna Talcahuano. Siguiendo en la misma línea, Hualpén es una comuna residencial en la que la población actual e histórica labora en comunas vecinas, especialmente en la industria de la comuna de Talcahuano. Además es un sector con habitantes en los niveles socioeconómicos medio – bajo y bajo. Siendo una comuna cercana a los sectores industriales y sumados a ello los altos índices de inseguridad y droga, imposibilita el crecimiento de la comuna.

Hualpén cuenta con posibilidades para la expansión, siendo la única alternativa las cercanías del río Bío Bío por el lado norte, sin embargo, estos terrenos son bajos y con altos riesgos de inundación.

2.7.6 Comuna de Penco.

Sus orígenes son de barrio residencial, de población ligada a la industria artesanal de la pesca. Durante la primera mitad del siglo veinte, el sector es reconocido como un importante balneario a nivel nacional, por su hermosa y tranquila playa rodeada de un hermoso paraje. Alrededor de la mitad del siglo pasado, se instala una empresa nacional fabricante de artículos de loza y una empresa productora de azúcar de caña, consolidándola como una localidad obrera. Con los sucesivos problemas y cierres que enfrentaron las empresas de la localidad, la comuna se empobreció haciéndose un lugar poco atractivo para vivir, hasta el día de hoy. La ventaja de esta comuna son las posibilidades de expansión que presenta, los cerros que son de menor pendiente ofrecen una buena posibilidad de expansión, por la hermosa vista al mar que brindan es por ello que es una de las comunas con mayor potencial de desarrollo inmobiliario a futuro.

2.6.7 Antecedentes Demográficos.

El terreno disponible y la densidad poblacional de cada comuna es distinta, algunas comunas como: San Pedro, Penco y Hualpén, existe aún la posibilidad de terrenos los cuales pueden ser utilizados para urbanización, muy por el contrario sucede en el caso de Concepción, Talcahuano y Chiguayante, comunas en las cuales no existen terrenos planos para la expansión de la urbanización. Por lo tanto, su desarrollo estará basado en la densificación en áreas de renovación urbana y eventualmente, en el desarrollo del proyecto Costanera Norte para Chiguayante.

En la siguiente tabla N° 5, se muestra la población, superficie y números de hogares por comunas, aportado por el censo 2002.

Tabla N° 5: Superficie, población, densidad, hogares, por comunas del Gran Concepción en el año 2002. (CENSO)

Comuna	Superficie km2	Población (Hab.)	Densidad Hab/Km2	N° Hogares
Concepción	221,60	216.061	975,00	58.825
Talcahuano	92,20	163.576	1774,14	42.565
San Pedro	112,50	80.447	715,08	21.318
Chiguayante	71,50	81.302	1137,09	21.590
Penco	107,60	46.016	427,66	12.003
Hualpén	53,60	86.772	1618,88	22.603
Total	659	674.174	6.648	178.904

Fuente: INE, (2002).

De la tabla anteriormente expuesta, se puede decir que, llama la atención como Concepción siendo la comuna más grande su densidad poblacional no sea la mayor, esto se debe a que al interior de la zona se encuentra el Fundo Nonguén, declarado santuario de la naturaleza, y el Cerro Caracol, que se encuentra bajo la denominación de parque, lo que por consiguiente se traduce en que ambos terrenos no pueden ser utilizados para la urbanización, además es por ello que el desarrollo inmobiliario es más fuerte en los sectores de San Pedro y a futuro lo sea Penco.

2.8 Caracterización del sector inmobiliario y de la construcción.

2.8.1 Relevancia del sector construcción.

La importancia del sector construcción o inmobiliario es que aporta el 8,8% del valor de la producción en la octava región, lo que en conjunto con ello es el sector que genera el mayor nivel de empleo. El Concepción Metropolitano es la segunda ciudad más importante en Chile y que a comienzos de los años noventa experimenta un gran auge. No obstante, el sector inmobiliario se ha caracterizado por presentar ciclos económicos acentuados. Es importante agregar que en los años 1990 y 1997, el sector inmobiliario nacional e incluyendo el sector inmobiliario regional, creció a mayores tasas que el resto de las actividades del país. Después de la crisis asiática (1997) y hasta el 2002 incluido, este sector pasó por profunda crisis, en la que la mayor parte de las empresas inmobiliarias locales se declararon en quiebra. Luego a partir del año 2004, empieza a resurgir un nuevo auge en el sector inmobiliario, pero con menor relevancia que en el periodo 1990 – 1997 al menos en lo que concierne a los precios (Schovelin, 2013).

En el caso del terremoto de 8,8 que afectó a la zona el 27 de febrero de 2010, la región tuvo un freno brusco en el sector inmobiliario, aunque el impacto ha sido menor a lo esperado y se ha ido normalizando durante los siguientes años. En los primeros tres meses post terremoto, los permisos de construcción se congelaron, no obstante, esta situación se ha ido recuperando a través del tiempo. Dicho lo anterior, el primer impacto que se produjo fue la disminución en la demanda de edificios y un aumento en la demanda de viviendas, situación la cual se ha ido revirtiendo durante los últimos años.

Por otro lado, las inmobiliarias nacionales no resultaron gravemente afectadas, puesto que a las ventas de stock que manejaban, les permitieron ir cumpliendo con los compromisos económicos. Adicionalmente, los proyectos de reconstrucción les permitieron mantener su actividad en los periodos más críticos del año. Debido a lo anterior, el país, a pesar del terremoto ha logrado cifras de crecimiento del PIB en un 5,2% en el año 2010.

El sector de la construcción e inmobiliario del Gran Concepción, nace a partir de una industria ligada a la construcción de casas, oficinas, locales comerciales y construcción de edificios habitacionales en el sector privado. Hasta la década del setenta no eran muchos los edificios de viviendas que se emplazaban en el Gran Concepción, los edificios no superaban los 10 pisos de altura en los sectores céntricos. En el resto de la ciudad, habían edificios de no más de cinco pisos, pero algo más alejados de la ciudad, en aquellos tiempos no existía gran variedad de ofertas y los departamentos competían como una alternativa menos costosa que las viviendas independientes.

Las casas independientes se construían por iniciativa y con financiamiento de los propios usuarios de las viviendas, con arquitectura e ingeniería única y en el mejor de los casos se construían casas pareadas, para que el inversionista pudiera vender o arrendar ambas (Schovelin, 2013).

En esos años, la ampliación de los barrios residenciales de la ciudad se daba hacia el sector de Chiguayante y surgen los sectores de Lonco y Villuco. En estos sectores, nacidos básicamente de un loteo simple, se construyen casas independientes y de alto precio, siendo posteriormente el Estado quien financia la urbanización correspondiente. Los proyectos de viviendas más masivos, con urbanización incorporada, los llevaba a cabo el Estado y correspondían a viviendas básicas para estratos socioeconómicos de menores recursos, con subsidio parcial o total. Hasta la década del setenta, los proyectos mayores habían sido la Villa San Pedro de la Paz, Remodelación Paicaví, Hualpencillo y los sectores LAN A al C.

A finales de la década del setenta, una iniciativa privada urbaniza un nuevo y enorme sector denominado “Lomas de San Andrés”, en terrenos de la comuna de Concepción cercano al aeropuerto. El método consiste en lotear y urbanizar, para que luego los dueños construyeran. Es debido al éxito alcanzado por esta urbanización, que redefine el sector hacia el que se expande el área residencial medio alto del Concepción Metropolitano durante la década de los ochenta, hace que surjan nuevos proyectos durante la década de los noventa.

En esa época se lotean y urbanizan simultáneamente otros sectores como Vilumanque camino a Penco, Idahue y posteriormente Mitrinhue camino a Santa Juana y el más exitoso, Andalué en la comuna de San Pedro de La Paz. Posterior al año 2000 surgen urbanizaciones como Lonco Parque. Actualmente se desarrollan otras urbanizaciones en torno a Andalué como El Venado y La Península de Andalué. Todas estas urbanizaciones exitosas son loteos de terrenos con su correspondiente urbanización, de buena calidad, en un entorno atractivo orientado a la construcción de viviendas sobre 4.000 UF6, es decir, al segmento socioeconómico medio alto y alto. Estas urbanizaciones se han caracterizado por reglamentar el tipo y tamaño de viviendas que se pueden construir, no obstante los proyectos de construcción de viviendas son diseñados, construidos y financiados por los propios dueños. Por tanto, el negocio de las constructoras en estos casos ha sido solamente la venta de terrenos urbanizados.

En la década de los ochentas, no existían proyectos masivos orientados al segmento socioeconómico capaz de adquirir viviendas entre 2.000 y 4.000 UF, normalmente este segmento debía comprar departamentos, construir una vivienda o comprar una ya usada, en el caso urbano. En algunos casos, en la periferia de la ciudad también existían urbanizaciones precarias, en las que este segmento podía construir su propia vivienda. Destaca en este caso lo ocurrido en los Huertos Familiares en San Pedro, el borde del Río Bío Bío caminos a los pueblos de Santa Juana y Penco, en que lotes grandes se subdividen aisladamente y los compradores construyen sus viviendas. Recién a finales de la década del ochenta las empresas privadas comienzan a ofrecer proyectos de viviendas masivas, con

urbanizaciones propias. Entre estas nuevas urbanizaciones masivas de fines de los ochenta destacan el sector de Colón 9000 en la actual Comuna de Hualpén, de Machasa en la comuna de Chiguayante y; posteriormente, el conjunto residencial Las Américas, en la actual Comuna de Hualpén y El Parque residencial Laguna Grande en San Pedro de la Paz. Durante la última década, muchos de estos proyectos recurren a sectores ya consolidados, como Los Huertos Familiares, las Lomas de San Sebastián, Andalué y otros para construir casas en condominios. De esta manera pueden situar viviendas en lugares más exclusivos, en que los terrenos son más costosos. Sin embargo, también han aparecido proyectos de viviendas enormes como el de San Pedro del Valle y San Pedro del Mar en la comuna de San Pedro de La Paz, con viviendas terminadas, entre 1800 y 4000 UF, en nuevas urbanizaciones.

El gran impulso a las empresas constructoras se da al final de la década de los ochenta, cuando el Estado deja de construir viviendas y delega en empresas constructoras privadas la ejecución de las obras de las viviendas sociales. Esto se debe a que el Estado pasa de un rol de constructor de viviendas a un rol de subsidiar el costo de éstas. Para el sector socioeconómico que adquiere viviendas entre 2.000 UF y 4.000 UF, las constructoras no sólo ofrecen el loteo sino también la vivienda. La modalidad de las constructoras hasta la década del noventa era diseñar el inmueble, financiar su construcción y vender las viviendas.

2.8.1 Modalidad en la transacción.

En la década de los cuarenta, las transacciones de terrenos y viviendas usadas se realizaban directamente o con intermediario (corredor de propiedades), entre el propietario e interesados, esta práctica era ineficiente, puesto que el agente con mayor experiencia tenía ventajas en la transacción. Es por el motivo anteriormente dicho, que en el año 1943 se promulgo la Ley 7.747, la cual reguló el corretaje de propiedades, permitiendo de esta manera que personas naturales o jurídicas pudiesen ser intermediarios en la compra – venta

de una vivienda. El marco regulatorio hizo que el mercado de las viviendas se profesionalizara, ahora la labor del corredor de propiedades era ser el intermediario entre oferentes y demandantes de viviendas. Sin embargo, esta actividad se concentraba en ventas aisladas de terrenos y viviendas que cada corredor llevaba. La labor del corredor consistía en publicar la oferta de manera que los compradores pudiesen, centralizadamente, enterarse de las ofertas disponibles en el mercado y a su vez, se dedicaban a intermediar en el arriendo de viviendas.

Con el pasar del tiempo hasta el año 1977, el corretaje de propiedades permaneció regulado por el ministerio de economía. En el año 1986 se derogó el Decreto de inscripción obligatoria de los corredores de propiedades en el Registro Nacional de Corredores de Propiedades, quedando la actividad sin limitaciones ni exigencias. En la actualidad sólo es necesario iniciar actividades como corredor de propiedades para ejercer, sin embargo, debido a las bajas barreras de entrada y la nula especialización, los corredores no tenían acceso a las nuevas viviendas construidas masivamente y éstas eran comercializadas directamente por las constructoras.

Al final de la década de los ochenta, algunas empresas empiezan proyectos inmobiliarios masivos y recurren a corredores de prestigio para encargarles a ellos su comercialización. Como inicialmente estas alianzas resultaron exitosas, entonces comenzó una masificación de esta actividad, sin embargo, esta situación hizo que los corredores de propiedades se vieran sobrepasados por la cantidad de viviendas y contratos que pasaban a tener a su cargo, por otra parte, este sistema en que las empresas constructoras construyen viviendas y los corredores de propiedades se encargan de comercializarlas se mantiene sin mayores modificaciones hasta finalizar la década de los noventa.

Por otra parte, la crisis económica de los países asiáticos encontró al sector inmobiliario en un boom económico, con un stock de viviendas mayor a lo habitual, además de tratarse de empresas constructoras de origen local y regional, sin grandes capitales que puedan

respaldar sus situaciones financieras, éstas no pudieron hacer frente a la crisis, y lo que trajo como consecuencia que un gran porcentaje de inmobiliarias se acogieran a quiebra, al no poder cumplir sus obligaciones con los bancos. Algunas empresas de prestigio como CPM y SVAL, que habían construido las más grandes urbanizaciones con viviendas hasta ese momento, tales como, Parque Las Américas y Parque Residencial Laguna Grande, no pudieron soportar la crisis, lo cual conllevó a la desaparición de estas empresas.

En aquellos años el mercado inmobiliario se mantuvo deprimido por aproximadamente cuatro años y las empresas que no quebraron por sobre stock, terminaron en la quiebra por baja actividad. De lo anterior mencionado, se puede decir que esto permitió que los primeros años del nuevo milenio, trajera consigo la llegada de nuevas empresas constructoras con mayores capitales, provenientes de Santiago y más diversificadas en su actividad. Estas empresas ya contaban con niveles de especialización mayor, además existía un gestor inmobiliario, una empresa constructora, una entidad financiera y una entidad que comercializaba las viviendas.

En el Gran Concepción, se registran actualmente 17 empresas en el rubro de la construcción, sin embargo, de éstas solo cuatro están dedicadas a la construcción de viviendas, pero en pequeña escala. Por el contrario, las demás empresas se dedican básicamente a labores específicas de apoyo a la industria de la construcción. A un nivel local, la más importante sin duda es la empresa VALMAR, la que actualmente se encuentra desarrollando todo el sector que rodea el Casino “Marina del Sol” (Schovelin, 2013).

En cuanto a los corredores de propiedades, se registran 72 en el Gran Concepción, la gran mayoría se dedica a intermediar y ofrecer viviendas en arriendo y ocasionalmente, a la transacción de viviendas usadas. Sólo aquellas que además tienen el giro de inmobiliaria, se dedican a la transacción de viviendas nuevas.

Por otra parte, en relación a las empresas inmobiliarias, la cantidad es mucho mayor, ya que en el Gran Concepción se registran 33, de las cuales solo 3 son relevantes en relación al número de viviendas que comercializan. El resto de los proyectos grandes, como Olas de San Pedro y San Pedro del Valle, son liderados por empresas de presencia nacional, provenientes de Santiago.

Por tradición el rubro inmobiliario en la región y en el país ha sido un foco poco profesionalizado, por ejemplo, en las empresas constructoras participan profesionales constructores, arquitectos e ingenieros calculistas, siendo los dos últimos preferentemente asesores externo, sin embargo, para llevar la gestión de los proyectos no han contratado profesionales, es por ello, que la rotación de estas empresas en el tiempo es alta, y sobre todo durante ciclos económicos descendentes. También es importante mencionar que en las corredoras de propiedades y las inmobiliarias han tenido aún menor presencia de profesionales en el área de administración.

Actualmente, el nuevo milenio ha mejorado a las empresas inmobiliarias que operan en la región, las cuales tienen presencia nacional, menor riesgo financiero, tienen más acceso a financiamiento y están más diversificadas. Aunque han incorporado tecnología en los procesos de producción, aún tienen falencias importantes en la gestión de proyectos, esto debe principalmente a que los profesionales que en ella laboran son todavía profesionales de la construcción como arquitectos, constructores e ingenieros de cálculo estructural y como no cuentan con profesionales en el área de gestión y venta, no tienen procedimientos en esos ámbitos. Además, tampoco incorporan nuevas herramientas en control de la producción más eficientes y se conforman con clásicas herramientas de programación y control, como Carta Gantt y mallas Pert (Schovelin, 2013).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3. Datos.

Los datos utilizados en la investigación corresponden al valor del metro cuadrado de oferta en el suelo del Gran Concepción, correspondiente a los siguientes centros urbanos: Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, San Pedro y Penco – Lirquén.

Estos datos fueron entregados por el Laboratorio de Estudios Urbano del Departamento de Planificación y Diseño Urbano de la Universidad del Bio Bio y consta de 72 observaciones mensuales correspondidas entre Enero 2010 y Diciembre 2015. Luego para efectos metodológicos, se calculó las variaciones de los precios durante el periodo estudiado, el cual nos arrojó una muestra final de 71 observaciones (ver anexo 3).

$$\text{Variación del Precio} = \frac{P_{n-1} - P_n}{P_{n-1}} \quad (10)$$

Dónde:

- P: precio del metro cuadrado.
- n: corresponde al mes.

3.1 Hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis, es importante tener en consideración que los diferentes agentes que participan en el mercado inmobiliario son sistemas complejos adaptativos, por lo que de esta forma, cada participante va actualizando y retroalimentando su toma de decisiones, a partir de la información que va obteniendo del mercado y otros participantes.

Por lo tanto, los cambios que se realizaran en el mercado serán incorporados por los agentes participantes, lo que ocasionará cierta influencia a través del contagio de las expectativas.

Se puede decir que dado que los precios del suelo son fijados por agentes, son aceptados y a la vez pagados por éstos, los que a sus vez asumimos que son sistemas complejos

adaptativos, la aplicación de Autómatas Celulares a una muestra entregaría evidencia de que existe cierto grado de contagio que explicaría en parte la variaciones de los precios.

Las condiciones para aceptar esta hipótesis son:

- Obtener un indicador de predicción de signo mayor a 55% o igual.
- El porcentaje de predicción de signo debe cumplir con un criterio de significancia estadística. Para esto será considerado el test de significancia el Test de acierto Direccional planteado por Pesaran y Timmerman (Parisi & Parisi, 2012).

3.2 Diseño de los Autómatas Celulares.

Para el diseño de los Autómatas Celulares es necesario definir: la naturaleza de sus células, la vecindad, los estados y la regla de migración.

3.2.1 Diseño de las células.

Para la investigación se determinó que la células corresponderán a los centros urbanos del Gran Concepción: Concepción, Talcahuano, Hualpén, Chiguayante, San Pedro y Penco – Lirquén. En el anexo 1, se entrega un mapa del Gran Concepción, en conjunto con la ubicación de las comunas.

De forma metodológica, para la aplicación de los autómatas celulares solo se consideró el nombre de la comuna como diferenciación de las demás células, es por esto que no se consideró otros atributos tales como: distancia geográfica, o su ubicación.

3.2.2 Diseño de la vecindad.

La vecindad para cada comuna (o célula) está definida como el conjunto de las comunas (o células) restantes. Es decir, todas las comunas son vecinas de todas y por lo tanto, todas ejercerán influencia. La distancia, y por ende la influencia, entre las comunas está determinada por la correlación entre éstas. Por lo tanto, tenemos 5 vecindades que contienen las mismas comunas pero que están distribuidas de diferente forma de acuerdo a sus correlaciones.

3.3.3 Diseño de los estados y efecto contagio.

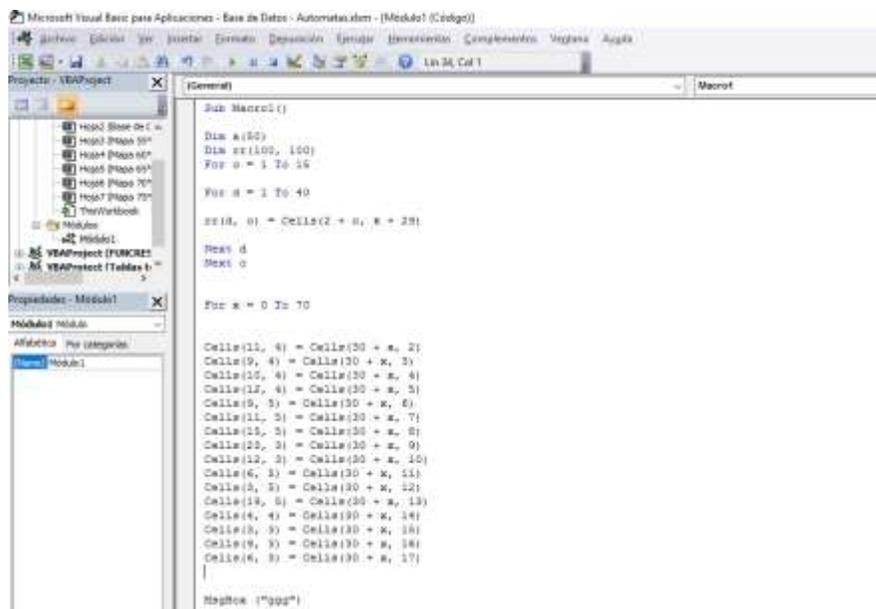
De las 72 observaciones que componen la muestra, se obtuvieron 71 variaciones porcentuales en los precios del suelo del Gran Concepción, las cuales serán transformadas a “estados”, los que se definirán de la siguiente manera:

- Si la diferencia porcentual es mayor a cero, entonces el estado correspondiente será a 1. Lo que indica que la variación en el precio en el metro cuadrado ha estado al alza ese mes con respecto al mes anterior.
- Si la diferencia porcentual es menor a cero, entonces el estado correspondiente será a 0. Lo que indica que la variación en el precio del metro cuadrado ha estado a la baja con respecto al mes anterior.

Por lo cual, el objetivo de los autómatas celulares es estimar el precio del metro cuadrado del suelo del Gran Concepción para cada comuna, el que indicará si irá al alza, baja o se mantendrá.

Para ver el efecto contagio, se realizó la siguiente macro para tener una visualización de como las variaciones se contagian entre las comunas:

Figura N° 6: macro contagio en las variaciones de los precios.



Fuente: elaboración propia.

La Figura N° 6, es una programación en macro de excel, con la cual se puede visualizar de manera gráfica como es el efecto de contagio en las variaciones de precios, tomando de esta manera la base de datos con las variaciones de las diferentes comunas del Gran Concepción.

3.3.4 Cálculo promedio células vecinas.

De los estados de las 16 comunas del Gran Concepción que se obtuvieron en el punto 3.3.3, se debe promediar los resultados obtenidos entre las comunas vecinas, para obtener un porcentaje de predicción (ver anexo n°4).

3.3.6 Cálculo de predicción del próximo estado.

Dada la función influencia antes descrita, consideraremos la siguiente regla de migración:

- Si la influencia total es mayor que cero, entonces la predicción para el estado futuro de la célula será +1, implicando que la variación en el precio del metro cuadrado de esa comuna deberá aumentar.

- Si la Influencia Total es menor que cero, entonces la predicción para el estado futuro de la célula será 0, implicando que la variación en el precio del metro cuadrado de esa comuna deberá disminuir.

3.3.7 Obtención del porcentaje de predicción.

Una vez que se cuenta con todas las predicciones, éstas deben ser evaluadas. Para esto se consideró el porcentaje de predicción de signo (PPS), es decir, se calculó el porcentaje de aciertos obtenidos en la predicción de la dirección del cambio de los estados.

El PPS se obtiene comprobando si el signo de la predicción es igual a la ocurrida realmente. Así, si la predicción tiene igual signo que lo observado, se asigna un 1, si no se acierta, se obtiene un 0. Luego, se calcula el porcentaje de aciertos del total de predicciones evaluadas (ver anexo n°5).

3.3.8 Evaluación de la capacidad predictiva.

Para la evaluación de la capacidad predictiva del modelo se tomó en cuenta el test de acierto direccional propuesto por Pesaran – Timmerman (1992), el cual es útil cuando se está evaluando la capacidad predictiva de un modelo de proyección de signo. Al respecto, el desempeño relativo de los modelos de proyección generalmente se mide sobre la base de número de aciertos correctos del signo de la variación futura del precio del suelo del Gran Concepción. Por otra parte el test de direccional testea la siguiente hipótesis:

H_0 : la proyección basada en el modelo y el valor observado son independientes.

H_1 : la proyección basada en el modelo y el valor observado no son independientes.

De esta manera busca argumentos estadísticos para justificar la capacidad predictiva del modelo y que se debe a que efectivamente hay una correlación entre la serie proyectada y la serie observada y no una simple coincidencia de los datos.

Para la aplicación del test y examinar la precisión direccional de las proyecciones del modelo, se compara el signo del valor proyectado con el signo del valor observado en cada i -ésima observación del conjunto, donde el signo indica la dirección en que se moverá, por ejemplo: al alza si es positivo o a la baja si es negativo. Si los signos coinciden aumentan la

efectividad del modelo de proyección y en caso de no existir coincidencia, aumenta el error de la predicción.

El porcentaje de aciertos en la predicción del signo se denomina ratios de éxito, y se define como:

$$SR = m^{-1} \sum_{i=1}^m I_i [y_i, \dot{y}_i > 0] \quad (11)$$

Dónde:

- M: es el número de observaciones.
- I: es una función indicador que toma valor “1”, cuando el argumento es cierto y “0” cuando el argumento es falso.
- Y_i : variación observada.
- \dot{y}_i : variación proyectada.

Si no hay coincidencia entre el signo proyectado y el signo observado, el producto entre ambos será negativo y en consecuencia, el modelo evidenciará un error en el pronóstico por lo que la función tomará el valor de 0. Luego, al aplicar sumatoria se tendrá como resultado el número total de aciertos en la proyección de signo. Finalmente, al dividir la suma en el número de pronósticos realizados, se obtiene el ratio de éxito y que puede ser interpretado como la probabilidad de que el modelo acierte en la predicción de signo⁴.

Por otra parte, el ratio de éxito en el caso de independencia de \dot{y} e y , está dada por:

$$SRI = P * \dot{P} + (1 - P) * (1 - \dot{P}) \quad (12)$$

⁴ Este ratio de éxito es también conocido como porcentaje de predicción de signo.

Dónde:

- P: número de variaciones observadas con signo positivo.
- \hat{P} : número de variaciones proyectadas con signo positivo.

Cuya varianza será:

$$VAR(SRI) = m^{-2}[m(2\hat{P} - 1)^2P(1 - P) + m(2P - 1)^2\hat{P}(1 - \hat{P}) + 4P\hat{P}(1 - P)(1 - \hat{P})](13)$$

Además la varianza de SR se define como:

$$VAR(SR) = m^1 * SRI * (1 - SRI) \quad (14)$$

Finalmente el test de direccional se calcula de la siguiente manera:

$$DA = \left[(VAR(SR) - VAR(SRI))^{-\left(\frac{1}{2}\right)} * (SR - SRI) \right] \quad (15)$$

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los autómatas celulares anteriormente descritos. Las conclusiones se presentan por comunas en conjunto con su porcentaje de predicción.

Tabla N° 6: resultados de la metodología.

Comunas	P	^P	SR	SRI	VAR (SR)	VAR (SRI)	Des. Estand. (SR)	Des. Estand. (SRI)	Test DA
Centro	49,30%	9,86%	49,30%	50,0%	0,00337838	0,00219345	0,058123818	0,046834259	0,03442282
Norte	45,07%	19,72%	52,11%	49,8%	0,00337832	0,00127654	0,058123315	0,03572869	0,04584518
Lzo. Arenas	1,41%	0,00%	98,59%	2,8%	0,00036488	0,00018765	0,019101779	0,013698557	0,01331268
Costanera	2,82%	5,63%	91,55%	10,8%	0,00130094	0,0009321	0,036068521	0,030530246	0,01920527
Cam.Penco	2,82%	0,00%	97,18%	5,5%	0,00069937	0,00036994	0,026445601	0,019233811	0,01815022
Nonguen	38,03%	1,41%	60,56%	47,5%	0,00336973	0,00302095	0,058049406	0,05496319	0,01867569
Lonco	29,58%	26,76%	52,11%	49,1%	0,00337737	0,00107975	0,058115162	0,032859568	0,04793351
Boca Sur	12,68%	47,89%	45,07%	53,7%	0,00336008	0,00190202	0,057966193	0,043612198	0,0381845
San Pedro	47,89%	12,68%	45,07%	50,2%	0,00337832	0,00190202	0,058123315	0,043612198	0,0384226
Penco	2,82%	0,00%	97,18%	5,5%	0,00069937	0,00036994	0,026445601	0,019233811	0,01815022
Lirquen	0,00%	2,82%	97,18%	2,8%	0,00036994	0,00036994	0,019233811	0,019233811	0
Chiguayante	52,11%	29,58%	40,85%	49,6%	0,00337818	0,00060561	0,05812208	0,024609144	0,05265516
Thno. Centro	40,85%	0,00%	59,15%	48,3%	0,00337458	0,00326512	0,058091147	0,05714121	0,01046248
San Vicente	1,41%	0,00%	98,59%	2,8%	0,00036488	0,00018765	0,019101779	0,013698557	0,01331268
Hualpen	1,41%	0,00%	98,59%	2,8%	0,00036488	0,00018765	0,019101779	0,013698557	0,01331268
Higueras/Salinas	0,00%	0,00%	100,00%	0,0%	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

La efectividad de esta metodología tiene relación directa con el número de comunas en el mercado. Un bajo número de comunas consideradas podría no reflejar algún nivel de influencia entre agentes ya que podría no constituir un mercado para los inversionistas o agentes.

Además se observa que los porcentajes de aciertos en la proyección (SR), son bastantes buenos, pero que por otra parte, al ser analizado por el test de acierto direccional propuesto por Pesaran – Timmerman (1992), se puede concluir que al comparar el test DA con el valor crítico de una tabla de distribución normal (z), el cual es de 1,96 para un nivel de significancia del 5%, se puede afirmar que dado que el nivel crítico es menor al valor del test DA, no se rechaza la hipótesis nula, en la que se plantea que la proyección basada en el modelo y valor observado de la muestra son independientes y en consecuencia, se concluye que el modelo no posee la capacidad para predecir signo en la variaciones de precio en el Gran Concepción.

Otra posible explicación de la baja capacidad de predicción del modelo en las otras comunas, tengan menos liquidez o la composición de sus suelos se hayan modificado alterando la valoración por metro cuadrado promedio. En otras palabras, es posible que el cambio en la valoración del metro cuadrado se deba solamente a un cambio en la composición del suelo en la comuna y no efectivamente a un alza de precios en los bienes raíces de esa comuna. Por ejemplo, si en cierta comuna se construyen casas derribando edificios, la base del promedio podría cambiar sin que cambien los precios de los otros edificios, como también si en alguna comuna se construye una cárcel, tendría como consecuencia una baja en el precio de los suelos, por el contrario, cerca de alguna comuna podría construirse una nueva autopista con lo cual el precio del metro cuadrado del terreno iría al alza.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1 Conclusión.

En este trabajo se analizó una muestra correspondiente a valor promedio de oferta por metro cuadrado construido en el Gran Concepción, para las comunas: Centro, Norte, Lorenzo Arenas, Costanera, Camino Penco, Nonguen, Lonco, Boca Sur, San Pedro, Penco, Lirquén, Chiguayante, Talcahuano centro, San Vicente, Hualpén e Higuera-Salinas.

Sin embargo, es posible realizar un modelo para la predicción en las variaciones de precios del metro cuadrado del suelo del Gran Concepción, utilizando la metodología autómatas celulares. En la investigación se pudo evidenciar que para las comunas del Gran Concepción no existe una capacidad predictiva para las variaciones en los precios, por lo tanto, se puede deducir que entre las comunas no existe influencia significativa de los agentes que participan en el mercado inmobiliario, es decir, que los resultados no indican un efecto contagio fuerte, ya que no se obtienen buenos porcentajes de predicción de signo al basarnos en los estados de estas comunas.

Sin embargo, esto no necesariamente rechaza la hipótesis de este trabajo, ya que no se cuenta actualmente con una base de datos completa con los precios, por lo que estos resultados podrían deberse a un problema por falta de datos más que en la metodología empleada, además otro posible problema es que no se consideraron otras variables para el contagio de las variaciones, tales como podría ser: la distancia entre las comunas, el tamaño geográfico, entre otras cualidades. Por otra parte, se deja en evidencia que esta investigación puede ser útil para ser contrastada con algún otro modelo predictivo tales como podrían ser: ARIMA, redes neuronales, algoritmos genéticos, etc; puesto que en el mercado inmobiliario se han hecho pocos estudios que realicen la misma línea investigativa de esta tesis.

Bibliografía

- Aguilera, F. (2006). Predicción del Crecimiento Urbano Mediante Sistemas de Información Geográfica y Modelos Basados en Autómatas Celulares. *GeoFocus*, 81-112.
- Ahearne, A., Ammer, J., Doyle, B., Kole, L, Martin, y otros. (2005). *House Prices and Monetary Policy: A Cross-Country Study*. United States: International Finance Discussion.
- Alfaro, A. (2012). *Metodología para la optimización del número y distribución de sensores para el monitoreo de una viga utilizando algoritmos genéticos*. Santiago: Universidad de Chile.
- Black, R., Gordon, M., Diaz, J., Gibler, K., & Grisson, T. (2003). Behavioral Research in Real Estate, A Search for the Boundaries. *Journal of Real Estate Practice and Education*, 85-122.
- Blaug, M. (1997). *Economic theory in retrospect*. Cambridge: Cambridge university.
- Bon, J., Dab, D., Kapral, R., & A, L. (1996). Lattice Gas Automata for Reactive Systems. *Physics Reports* , 55-147.
- Brown, G., & Matysiak, G. (2000). *Real estate investment: A capital market*. United Kingdom: Pearson Education.
- Brueggeman, W., & Fisher, J. (1993). *Real estate finance and investments*. United States: Irwin.
- Conway, J., Berlekamp, E., & Guy, R. (1983). *Winnings ways for your mathematical plays*. New York: Academic Press.
- Cubeddu, L., Tovar, C., & Tsounta, E. (2012). *Latin America: Vulnerabilities under*. IMF Working Paper.
- Daher, A. (2013). El sector inmobiliario y las crisis económicas. *EURE*, 47-76.

- Derycke, P. (1987). *La economía Urbana*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Develop Gestión Comercial. (22 de Mayo de 2014). *Develop Gestión Comercial*. Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de Develop Gestión Comercial: <http://develop.cl/reforma-tributaria-en-sector-inmobiliario/>
- Downs, A. (2006). *The Dynamics of real estate capital*. United States: Urban Land.
- Farragher, E., & Kleinman, R. (1996). A Re-Examination of Real Estate. *Journal of Real Estate Portfolio*, 31-39.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of neural networks*. New Yersey: Prentice - Hall.
- Fay, M. (2005). *The Urban Poor in Latin America*. United States: World Bank Publications.
- Galeon, A. (2 de Noviembre de 2012). *Galeon*. Recuperado el 21 de Octubre de 2016, de Galeon: <http://eddyalfaro.galeon.com/geneticos.html>
- Gilondro, E., Subhanji, J., & Zhu, H. (2011). Determinants of House Prices. *International Journal of Central Banking*, 163-204.
- González, I., & Jiménez, J. (2003). *Redes Neuronales aplicadas a la predicción del precio del tipo de cambio. Rolling vs. Recursivo*. Santiago: Universidad de Chile.
- Granelle, j. (1967). *Essai sur la formation des prix du sol dans l'espace urbain*. Paris: Universidad de Paris.
- MacGregor, B., & Nanthakuraman, N. (1992). The allocation to property in the. *Journal of Property*, 5-32.
- Mantegna, S. (1999). *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*. Cambridge: University Cambridge.

- Marchant, H. (31 de Julio de 2012). *Portal Inmobiliario*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2016, de Portal Inmobiliario: <http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticiaID=18498>
- Mayer, C., & Somerville, C. (1996). Regional housing supply and credit constraints. *New England Economic Review*, 39-51.
- McCoy, B. (2006). *The Dynamics of real estate capital markets*. United States: Urban Land Institute.
- Meruane, V., & Heylen, W. (2011). An hybrid real genetic algorithm to detect structural damage using modal properties. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 1559-1573.
- Nyce, C. (2007). Predictive Analytics. *American Institute for Chartered Property Casualty Underwriters*, 1.
- OCDE . (2005). *Recent House Price Developments: The Role of Fundamentals*. United States: Economic Outlook.
- Parisi, F., & Parisi, A. (2012). *Teoría de Inversiones*. Santiago: Ediciones Copygraph.
- Parrado, E., Cox, P., & Fuenzalida, M. (2009). Evolución de los Precios de Vivienda. *Economía Chilena*, 51-68.
- Rechtman, R. (1991). Una introducción a células autómatas. *UNAM*, 23-29.
- Reinhart, C., & Rogoff, K. (2008). *Is the 2007 US subprime financial crisis so different?. An international historical comparison*. United States: American Economic Review.
- Royston, P. (2009). *Notes of commercial real estate and investment market*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Rubilar, V. (2015). *Especulación inmobiliario, ¿Mito o Realidad?* Santiago: Universidad de Chile.

- Sabal, J. (2008). *Finance in Real Estate*. Barcelona: ESADE.
- Sabatini, F. (1990). Precios del suelo y edificación de viviendas. *EURE*, 63-72.
- Schovelin, R. (2013). *Modelo para maximizar ingresos de nuevos proyectos inmobiliarios, por medio de la selección de la mejor combinación de atributos y características de las viviendas, para una determinada localización*. . Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya .
- Silva, C., & Vio, C. (2015). Los precio de viviendas y factores macroeconómicos: El caso de Chile. *Economía Chilena*, 4-24.
- UNAD. (12 de Junio de 2013). *UNAD*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de UNAD: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102806/102806%20EXE%20MODULO%20ACADEMICO/leccin_2__componentes_del_mercado_inmobiliario.html
- Viego, V., & Broz, D. (2012). *Un modelo de predicción de precios forestales basados en la metodología Box-Jenkins*. Argentina: Técnicas Forestales de Entre Ríos.
- Webb, A. (1995). Evaluating the real estate journals: the mainstream finance. *Journal of Real Estate Research* , 217-226.

Anexo n°2: precios del metro cuadrado en el Gran Concepción.

Precio promedio por Mes UF (m²)																
Meses	Centro	Norte	Lzo. Arenas	Costanera	Cam.Penco	Nonguen	Lonco	Boca Sur	San Pedro	Penco	Lirquen	Chiguayante	Thno. Centro	San Vicente	Hualpen	Higueras/Salinas
ene-10	7,13	2,63	0	0	1,69	3,46	1,97	0	3,14	2,78	0	3,3	5,37	0	0	1,75
feb-10	7,83	2,65	0	1,48	0,6	0,7	6,93	0	3,89	0	0	3,13	1,27	0	0	0
mar-10	5,77	4,98	0	1,65	0	4,64	3,37	0	4,03	0	0	8,82	2,5	0	0	0
abr-10	10,73	3,22	4,01	0	1,8	1,38	6,24	1,54	3,67	0	0	3,46	0	0	0	1,71
may-10	9,64	3,88	3,97	0	0	3,36	2,48	1,62	3,79	1,79	0	2,79	0	0	0	0
jun-10	9,3	3,76	0	0	0	2,06	8,5	0,49	4,04	0	0	2,1	4,07	0	4,04	0
jul-10	5,43	5,2	0	0	4,68	2,03	5,66	0,49	3,33	0	0	2,81	3,08	0	0	6
ago-10	7,43	3,7	0	1,24	4,4	1,32	4,67	0,49	3,03	0	0	2,31	1,7	0	0	0
sept-10	11,84	4,36	3,95	1,24	0	3,99	4,61	0	4,13	0	0	4,23	5,59	0	0	0
oct-10	10,21	4,16	0	1,19	0	2,36	3,85	0	4,69	6,8	0	5,01	0	0	0	0
nov-10	12,66	4,6	0	10,42	0	4,52	4,37	0	3,21	0	0	3,97	6,23	0	0	0
dic-10	15,43	2,89	0	0	0	1,57	4,72	0,33	3,53	0	0	2,26	4,6	0	0	0

ene-11	14,8	3,66	0,12	0	0	1,84	4,29	0,32	4,67	0	0	1,82	6,92	0	0	1,1
feb-11	12,89	3	0	0	0	6	3,28	0	3,33	0	0	2,84	5,43	0	0	0
mar-11	8,31	4,06	0	0	1,75	0,6	3,37	0	7,67	2,46	0	2,72	6,22	0	0	1,38
abr-11	10,94	4,26	0	0	0	7,9	4,11	0	3,25	0	0	2,31	4,65	0	0	0
may-11	10,06	3,97	0	0	0	1	0	1,06	3,77	0	0	2,77	4,6	0	0	1,36
jun-11	10,8	4,15	0	0	0	0,47	7,5	1,2	4,09	0	0	3,09	3,05	0	0	0
jul-11	16,41	5,53	0	0	1,93	2,2	3,91	0,78	4,18	0	0	1,64	4,91	0	0	0
ago-11	8,64	6,51	0	0	0	1,32	4,29	0,51	2,72	0	0	2,53	3,82	0	0	0
sept-11	9,75	2,93	0	0	0	1,99	5,17	0,79	2,56	0	0	1,42	4,91	0	0	0
oct-11	4,7	3,59	0	0	0,8	0,69	4,58	0	3,58	0	0	2,02	4,06	0	0	0
nov-11	17,53	4,02	0	0	5,38	0	3,75	1,66	7,92	2,1	0	2,92	2,92	0	0	0
dic-11	6,4	4,3	0	0	0	0	8	0	5,68	0	0	4,57	6	0	0	0

ene-12	26,05	3,5	0	0	0	1,73	0	1,48	4,53	2,1	0	4,65	4,09	3,3	0	0
feb-12	12,5	8,45	0	0	8,84	0,29	4,97	0	3,8	0	0	5,57	2,93	4,5	0	0
mar-12	7,2	0,3	0	0	0	0,6	3,06	0	4,01	0	0	5,76	0,77	0	0	0
abr-12	17,66	2,98	0	0	0	1,62	6	2,9	3,62	5,56	0	4,17	4	0	0	0
may-12	8,38	3,6	0	0	0	4,07	13	0	1,93	0	0	4,2	4	0	0	0
jun-12	9,22	3,5	0	0	0	4,99	5,64	0	3,84	0	0	3,14	3,5	0	0	0
jul-12	13,08	3	0	0	2,7	2,21	4,34	0,4	16,41	0	0	0,99	5,01	0	0	0
ago-12	19,19	4,35	0	4	2,7	0,85	16	0,4	10,27	0	0	4,33	3,27	0	0	0
sept-12	10,69	4,28	0	0	1,58	0,93	8,8	0,4	3,45	0	0	2,16	7,34	0	0	0
oct-12	8,53	3,63	0	0	2,5	0	4,61	0,71	0	0	0	2,59	4,13	0	0	0
nov-12	17,31	5,63	0	0	0	0,77	6,95	0	3,46	0	0	3,29	2,84	0	0,24	0
dic-12	11,8	6,03	0	0	0	3,3	5,87	0	3,83	0	0	2,71	3,37	0	0	0

ene-13	25	6,23	6,56	0	3,5	2,44	0	0	4,44	0	0	3,82	2,54	0	0	0
feb-13	6,28	4,98	6,56	0	0	0,59	8,86	0,93	4,47	0	0	4,5	3,76	0	0	0
mar-13	12,66	7,09	0	0	0	2,87	3,63	1,93	3,16	3,2	0	4,79	3,21	0	0	0
abr-13	12,69	0	5,4	0	0	3,27	8,09	1,58	5,35	3	0	3,35	4,68	0	0	0
may-13	6,58	3,55	19,67	0	0	0,63	9,53	1	5,88	1	0	3,23	7,9	0	0	0
jun-13	21	3,55	0	0	0	1,91	5,55	1,46	3,89	2,09	0	4,32	7,7	0	0	0
jul-13	17,43	3,99	0	0	0	1,71	8,5	0	2,13	0	0	4,34	7,49	0	0	0
ago-13	14,63	3,61	4,99	0	5	1,51	0	1,36	1,92	2,9	0	3,03	4,69	0	0	0
sept-13	19	4,44	0	0	3,79	1,51	4,91	0,88	3,82	0	0	2,74	3,37	0	0	0
oct-13	9,01	4,63	0	0	0	1,44	0	0,39	4,88	0	0	3,59	3,6	4,29	0	0
nov-13	33	6,85	0	0	3,59	0,61	42,5	0,39	5,2	0	0	3,95	1,69	0	0	0
dic-13	10,68	5,55	0	0	0	0,61	0	1	0	0	0	2,12	3,83	0	0	0

ene-14	16,26	5,15	2,44	0	0	5,86	0	0,77	4,98	0	0	2,55	4,16	0	0	0
feb-14	17,14	4,9	0	0	0	7,68	0	0	3,91	0	0	3,46	5,42	0	0	0
mar-14	15,22	5,06	2,44	0	0	4,09	5,41	0	3,7	0	0	2,99	1,75	0	0	0
abr-14	16,8	3,98	2,33	0	0	1,63	4,52	4,26	4,69	0	0	4,01	3,2	0	0	0
may-14	8,37	5,6	0	0	0	5,54	4,33	0,38	4,16	0	0	3,5	3,8	0	8	0
jun-14	13,1	4,41	0	0	0	10,97	3,71	1,88	2,54	0	0	3,22	4,47	0	6	0
jul-14	8,55	4,28	0	0	0	10,91	7,38	0,37	6,29	0	0	3,82	5,82	0	2,56	0
ago-14	12,64	3,69	0	0	0	7,86	4,67	0	5,74	0	0	3,93	4,6	0	0	0
sept-14	28,04	1,1	0	0	0	9,79	5,16	0	3,9	0	0	4	4,7	0	0	0
oct-14	14,51	6,15	0	0	3,65	10,79	5,29	2,41	3,23	2,32	0	2,19	4,8	0	1,1	0
nov-14	16,42	5,73	0	0	0	2	3,11	0,5	3,32	4	0	3,23	4,69	0	11	0
dic-14	8,65	0	0	0	0	0,62	6,25	0,43	3,88	0	0	2,91	2,83	0	0	0

ene-15	8,62	7,69	0	0	0	1,81	0	0,37	4,46	3,67	0	2,55	21,6	0	0	0
feb-15	18,53	7,53	0	0	0,92	0	0	0	0	0	0	3,48	6,87	0	0	0
mar-15	9,21	0	0	0	0	1,44	3,51	0,49	4,8	0	0	4	4,62	0	0	0
abr-15	7,64	11,08	0	0	0	1,13	0	0,48	0	0	0	3,6	0	0	0	0
may-15	7,89	0	0	0	0	0,95	4,83	0	4,43	0	0	4	4,38	0	0	0
jun-15	9,27	5,26	0	0	0	0,95	0	0,48	4,69	0	0	5,3	1,2	0	0	0
jul-15	24,36	6,11	0	0	0	0,94	0	0	6,32	0	0	3,6	2,88	0	0	0
ago-15	18,93	7,62	0	0	0	0,61	0	2,18	6,96	0	0	4,34	3,36	0	0,35	0
sept-15	0	0	0	0	0	9,19	0	0	0	0	0	3,6	6,06	0	0	0
oct-15	0	0	0	0	0	0,56	0	0	5,7	0	0	3,51	12	0	0	0
nov-15	9,5	0	0	0	0	2,2	0	4,08	7,41	0	0	3,43	0	0	0	0,9
dic-15	11,26	5,52	0	0	0	0	0	4,16	0	0	0	2,2	0	0	0	0,9

Fuente: Laboratorio de Estudio Urbanos.

Anexo n°3: variaciones en los precios del metro cuadrado en el Gran Concepción.

Meses	Centro	Norte	Lzo. Arenas	Costanera	Cam.Penco	Nonguen	Lonco	Boca Sur	San Pedro	Penco	Lirquen	Chiguayante	Thno. Centro	San Vicente	Hualpen	Higuera/Salinas
ene-10																
feb-10	0,09817672	0,00760456	0	0	-0,644970414	-0,79768786	2,517766497	0	0,2388535	-1	0	-0,05151515	-0,76350093	0	0	-1
mar-10	-0,26309068	0,87924528	0	0,114864865	-1	5,62857143	-0,513708514	0	0,03598972	0	0	1,81789137	0,96850394	0	0	0
abr-10	0,85961872	-0,35341365	0		-1	0	-0,70258621	0,851632047	0	-0,08933002	0	0	-0,60770975	-1	0	0
may-10	-0,10158434	0,20496894	-0,009975062	0	-1	1,43478261	-0,602564103	0,05194805	0,03269755	0	0	-0,19364162	0	0	0	-1
jun-10	-0,03526971	-0,03092784	-1	0	0	-0,38690476	2,427419355	-0,69753086	0,06596306	-1	0	-0,24731183	0	0	0	0
jul-10	-0,41612903	0,38297872	0	0	0	-0,01456311	-0,334117647	0	-0,17574257	0	0	0,33809524	-0,24324324	0	-1	0
ago-10	0,36832413	-0,28846154	0	0	-0,05982906	-0,34975369	-0,174911661	0	-0,09009009	0	0	-0,17793594	-0,44805195	0	0	-1
sept-10	0,5935397	0,17837838	0	0	-1	2,02272727	-0,012847966	-1	0,3630363	0	0	0,83116883	2,28823529	0	0	0
oct-10	-0,13766892	-0,04587156	-1	-0,040322581	0	-0,4085213	-0,164859002	0	0,13559322	0	0	0,18439716	-1	0	0	0
nov-10	0,23996082	0,10576923	0	7,756302521	0	0,91525424	0,135064935	0	-0,31556503	-1	0	0,20758483	0	0	0	0
dic-10	0,21879937	-0,37173913	0	-1	0	-0,65265487	0,080091533	0	0,09968847	0	0	-0,43073048	-0,26163724	0	0	0

ene-11	-0,04082955	0,26643599	0	0	0	0,17197452	-0,091101695	-0,03030303	0,32294618	0	0	-0,19469027	0,50434783	0	0	0
feb-11	-0,12905405	-0,18032787	-1	0	0	2,26086957	-0,235431235	-1	-0,2869379	0	0	0,56043956	-0,21531792	0	0	-1
mar-11	-0,3553142	0,35333333	0	0	0	-0,9	0,027439024	0	1,3033033	0	0	-0,04225352	0,14548803	0	0	0
abr-11	0,31648616	0,04926108	0	0	-1	12,16666667	0,21958457	0	-0,57627119	-1	0	-0,15073529	-0,25241158	0	0	-1
may-11	-0,08043876	-0,06807512	0	0	0	-0,87341772	-1	0	0,16	0	0	0,1991342	-0,01075269	0	0	0
jun-11	0,07355865	0,04534005	0	0	0	-0,53	0	0,13207547	0,08488064	0	0	0,11552347	-0,33695652	0	0	-1
jul-11	0,51944444	0,33253012	0	0	0	3,68085106	-0,478666667	-0,35	0,02200489	0	0	-0,46925566	0,60983607	0	0	0
ago-11	-0,47349177	0,17721519	0	0	-1	-0,4	0,097186701	-0,34615385	-0,3492823	0	0	0,54268293	-0,22199593	0	0	0
sept-11	0,12847222	-0,5499232	0	0	0	0,50757576	0,205128205	0,54901961	-0,05882353	0	0	-0,43873518	0,28534031	0	0	0
oct-11	-0,51794872	0,22525597	0	0	0	-0,65326633	-0,114119923	-1	0,3984375	0	0	0,42253521	-0,17311609	0	0	0
nov-11	2,72978723	0,11977716	0	0	5,725	-1	-0,181222707	0	1,2122905	0	0	0,44554455	-0,28078818	0	0	0
dic-11	-0,63491158	0,06965174	0	0	-1	0	1,13333333	-1	-0,28282828	-1	0	0,56506849	1,05479452	0	0	0

ene-12	3,0703125	-0,18604651	0	0	0	0	-1	0	-0,20246479	0	0	0,01750547	-0,31833333	0	0	0
feb-12	-0,52015355	1,41428571	0	0	0	-0,83236994	0	-1	-0,1611479	-1	0	0,19784946	-0,28361858	0,36363636	0	0
mar-12	-0,424	-0,96449704	0	0	-1	1,06896552	-0,384305835	0	0,05526316	0	0	0,03411131	-0,73720137	-1	0	0
abr-12	1,45277778	8,93333333	0	0	0	1,7	0,960784314	0	-0,09725686	0	0	-0,27604167	4,19480519	0	0	0
may-12	-0,52548131	0,20805369	0	0	0	1,51234568	1,166666667	-1	-0,46685083	-1	0	0,00719424	0	0	0	0
jun-12	0,10023866	-0,02777778	0	0	0	0,22604423	-0,566153846	0	0,98963731	0	0	-0,25238095	-0,125	0	0	0
jul-12	0,4186551	-0,14285714	0	0	0	-0,55711423	-0,230496454	0	3,2734375	0	0	-0,68471338	0,43142857	0	0	0
ago-12	0,46712538	0,45	0	0	0	-0,61538462	2,686635945	0	-0,3741621	0	0	3,37373737	-0,34730539	0	0	0
sept-12	-0,44293903	-0,01609195	0	-1	-0,414814815	0,09411765	-0,45	0	-0,66407011	0	0	-0,50115473	1,24464832	0	0	0
oct-12	-0,202058	-0,15186916	0	0	0,582278481	-1	-0,476136364	0,775	-1	0	0	0,19907407	-0,4373297	0	0	0
nov-12	1,02930832	0,55096419	0	0	-1	0	0,507592191	-1	0	0	0	0,27027027	-0,31234867	0	0	0
dic-12	-0,31831311	0,07104796	0	0	0	3,28571429	-0,155395683	0	0,10693642	0	0	-0,17629179	0,18661972	0	-1	0

ene-13	1,11864407	0,0331675	0	0	0	-0,26060606	-1	0	0,15926893	0	0	0,4095941	-0,2462908	0	0	0	
feb-13	-0,7488	-0,20064205	0	0	0	-1	-0,75819672	0	0	0,00675676	0	0	0,17801047	0,48031496	0	0	0
mar-13	1,01592357	0,42369478	-1	0	0	3,86440678	-0,590293454	1,07526882	-0,29306488	0	0	0,06444444	-0,1462766	0	0	0	0
abr-13	0,00236967	-1	0	0	0	0,13937282	1,228650138	-0,18134715	0,69303797	-0,0625	0	-0,3006263	0,45794393	0	0	0	0
may-13	-0,48148148	0	2,642592593	0	0	-0,80733945	0,177997528	-0,36708861	0,09906542	-0,66666667	0	-0,0358209	0,68803419	0	0	0	0
jun-13	2,19148936	0	-1	0	0	2,03174603	-0,417628541	0,46	-0,33843537	1,09	0	0,3374613	-0,02531646	0	0	0	0
jul-13	-0,17	0,12394366	0	0	0	-0,10471204	0,531531532	-1	-0,45244216	-1	0	0,00462963	-0,02727273	0	0	0	0
ago-13	-0,16064257	-0,0952381	0	0	0	-0,11695906	-1	0	-0,09859155	0	0	-0,30184332	-0,37383178	0	0	0	0
sept-13	0,2987013	0,2299169	-1	0	-0,242	0	0	-0,35294118	0,98958333	-1	0	-0,09570957	-0,28144989	0	0	0	0
oct-13	-0,52578947	0,04279279	0	0	0	-1	-0,04635762	-1	-0,55681818	0,27748691	0	0	0,31021898	0,06824926	0	0	0
nov-13	2,66259711	0,47948164	0	0	0	-0,57638889	0	0	0,06557377	0	0	0,10027855	-0,53055556	-1	0	0	0
dic-13	-0,67636364	-0,18978102	0	0	-1	0	-1	1,56410256	-1	0	0	-0,46329114	1,26627219	0	0	0	0

ene-14	0,52247191	-0,07207207	0	0	0	8,60655738	0	-0,23	0	0	0	0,20283019	0,08616188	0	0	0	0
feb-14	0,05412054	-0,04854369	-1	0	0	0,3105802	0	-1	-0,21485944	0	0	0,35686275	0,30288462	0	0	0	0
mar-14	-0,11201867	0,03265306	0	0	0	-0,46744792	0	0	-0,05370844	0	0	-0,13583815	-0,67712177	0	0	0	0
abr-14	0,10381078	-0,21343874	-0,045081967	0	0	-0,60146699	-0,164510166	0	0,26756757	0	0	0,34113712	0,82857143	0	0	0	0
may-14	-0,50178571	0,40703518	-1	0	0	2,39877301	-0,042035398	-0,91079812	-0,1130064	0	0	-0,12718204	0,1875	0	0	0	0
jun-14	0,5651135	-0,2125	0	0	0	0,9801444	-0,143187067	3,94736842	-0,38942308	0	0	-0,08	0,17631579	0	0	-0,25	0
jul-14	-0,34732824	-0,02947846	0	0	0	-0,00546946	0,989218329	-0,80319149	1,47637795	0	0	0,1863354	0,30201342	0	0	-0,57333333	0
ago-14	0,47836257	-0,13785047	0	0	0	-0,27956004	-0,367208672	-1	-0,08744038	0	0	0,02879581	-0,20962199	0	0	-1	0
sept-14	1,21835443	-0,70189702	0	0	0	0,24554707	0,104925054	0	-0,32055749	0	0	0,0178117	0,02173913	0	0	0	0
oct-14	-0,48252496	4,59090909	0	0	0	0,10214505	0,025193798	0	-0,17179487	0	0	-0,4525	0,0212766	0	0	0	0
nov-14	0,13163336	-0,06829268	0	0	-1	-0,81464319	-0,412098299	-0,79253112	0,02786378	0,72413793	0	0,47488584	-0,02291667	0	0	9	0
dic-14	-0,47320341	-1	0	0	0	-0,69	1,009646302	-0,14	0,1686747	-1	0	-0,09907121	-0,39658849	0	0	-1	0

ene-15	-0,00346821	0	0	0	0	1,91935484	-1	-0,13953488	0,14948454	0	0	-0,12371134	6,63250883	0	0	0	0
feb-15	1,14965197	-0,02080624	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	0	0,36470588	-0,68194444	0	0	0	0
mar-15	-0,50296816	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0,14942529	-0,32751092	0	0	0	0
abr-15	-0,17046688	0	0	0	0	-0,21527778	-1	-0,02040816	-1	0	0	-0,1	-1	0	0	0	0
may-15	0,03272251	-1	0	0	0	-0,15929204	0	-1	0	0	0	0,11111111	0	0	0	0	0
jun-15	0,17490494	0	0	0	0	0	0	-1	0	0,05869074	0	0	0,325	-0,7260274	0	0	0
jul-15	1,62783172	0,16159696	0	0	0	-0,01052632	0	-1	0,34754797	0	0	-0,32075472	1,4	0	0	0	0
ago-15	-0,2229064	0,24713584	0	0	0	-0,35106383	0	0	0,10126582	0	0	0,20555556	0,16666667	0	0	0	0
sept-15	-1	-1	0	0	0	14,0655738	0	-1	-1	0	0	-0,17050691	0,80357143	0	0	-1	0
oct-15	0	0	0	0	0	-0,9390642	0	0	0	0	0	-0,025	0,98019802	0	0	0	0
nov-15	0	0	0	0	0	2,92857143	0	0	0,3	0	0	-0,02279202	-1	0	0	0	0
dic-15	0,18526316	0	0	0	0	-1	0	0,01960784	-1	0	0	-0,35860058	0	0	0	0	0

Anexo n°4: promedio vecinos del Gran Concepción.

Promedio Vecinos															
Centro	Norte	Lzo. Arenas	Costanera	Cam.Penco	Nonguen	Lonco	Boca Sur	San Pedro	Penco	Lirquen	Chiguayante	Thno. Centro	San Vicente	Hualpen	Higueras/Salinas
40%	33%	50%	75%	0%	50%	50%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
80%	33%	25%	25%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
0%	33%	25%	50%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
60%	33%	25%	25%	0%	25%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	25%	0%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
60%	67%	50%	50%	0%	50%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	0%	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
60%	67%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20%	33%	25%	75%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
60%	33%	25%	25%	0%	25%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	33%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	0%	25%	50%	0%	25%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
40%	67%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	50%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
60%	67%	50%	50%	0%	50%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20%	67%	25%	50%	0%	25%	50%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
40%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	75%	100%	100%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	25%	0%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	33%
40%	33%	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	67%	50%	50%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
40%	67%	25%	50%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

20%	33%	25%	50%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	33%	50%	50%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
20%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	25%	50%	0%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	33%	50%	50%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
60%	33%	25%	25%	0%	25%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	50%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	0%	25%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	67%	50%	25%	0%	50%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	67%	25%	75%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	0%	75%	0%	25%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	50%	33%
20%	67%	25%	25%	50%	25%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	50%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	50%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	67%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	67%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	0%	25%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	33%	25%	50%	0%	25%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	25%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	67%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	67%	25%	50%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	25%	25%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	50%	0%	0%
20%	33%	50%	50%	50%	25%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	33%
20%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
40%	33%	0%	25%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
20%	33%	25%	50%	0%	25%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
40%	33%	50%	50%	0%	50%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	0%	25%	25%	0%	25%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
20%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
40%	33%	0%	25%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	33%	25%	25%	0%	25%	50%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Anexo n°5: aciertos o errores.

Aciertos o Errores.															
Centro	Norte	Lzo. Arenas	Costanera	Cam.Penco	Nonguen	Lonco	Boca Sur	San Pedro	Penco	Lirquen	Chiguayante	Thno. Centro	San Vicente	Hualpen	Higueras/Salinas
0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1

0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
49,30%	52,11%	98,59%	91,55%	97,18%	60,56%	52,11%	45,07%	45,07%	97,18%	97,18%	40,85%	59,15%	98,59%	98,59%	100,00%	