



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

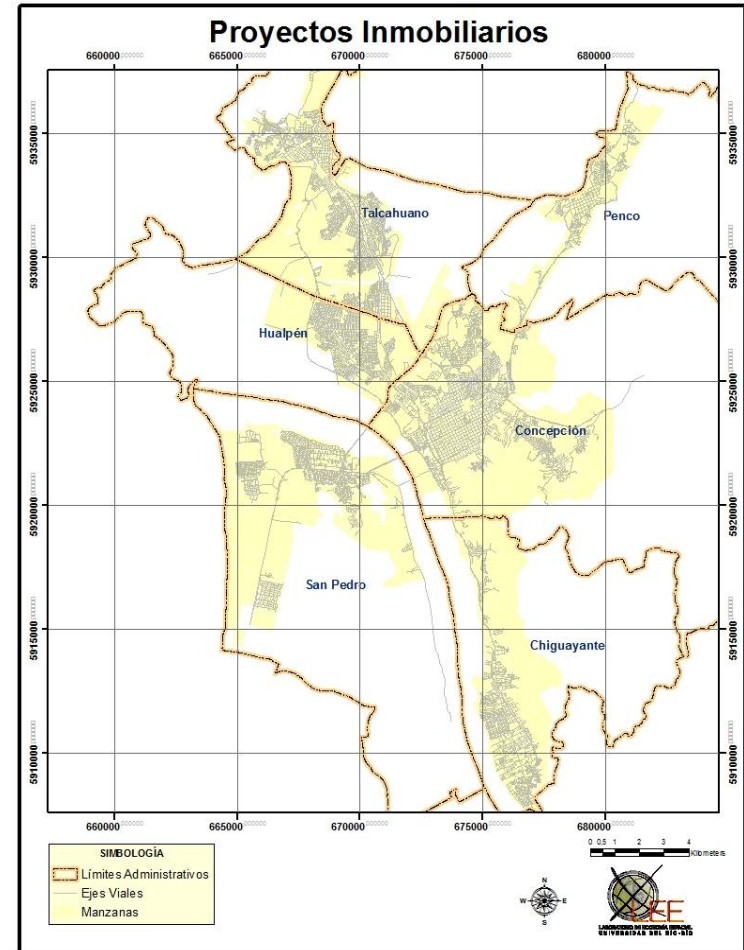
Presentación pública de Proyecto de Tesis

Modelo para maximizar ingresos de nuevos proyectos inmobiliarios, seleccionando la mejor combinación de características de las viviendas, en una localización dada.

Doctorando: Roberto Schovelin Surhoff  
Director de Tesis: Doc. Josep Roca Cladera

# Localización

- Chile, America del Sur
- Ciudad Concepción Metropolitano
- Población proyectada al año 2013 de 943.916 habitantes (INE)
- La segunda ciudad mas poblada del país.
- Concepción Metropolitano incluye cinco comunas.



# Origen del Problema

- Dificultades que enfrenta el gestor o inversionista inmobiliario para diseñar viviendas, que respondan a las necesidades del mercado.
  - Muchas características y atributos que combinar.
  - Muchas restricciones a enfrentar.

# Objetivo Principal

- Desarrollar un modelo para encontrar la combinación de características o atributos que debe tener una vivienda de un proyecto inmobiliario, que maximice el ingreso del gestor inmobiliario.


# Objetivos Secundarios

- Identificar las características propias de la vivienda y su localización que influyen en su precio.
- Construir un modelo que relacione el precio con las características propias de la vivienda y su localización.
- Identificar las principales restricciones económicas, físicas, arquitectónicas y legales, tanto internas como externas que tiene un proyecto inmobiliario.
- Construir y probar un modelo matemático, relacionando tanto las características de las viviendas, como las restricciones de un proyecto inmobiliario.

# Alcances del Trabajo

- Los modelos se desarrollaron con todos los proyectos de viviendas vigentes entre los años 2008 y 2010.
- Los modelos son para calcular los ingresos de los proyectos inmobiliarios.
- Los costos no se incorporan.
- La vigencia de los modelos es temporal.

# Metodología General


- Las viviendas se desagregaron en; departamentos, casas independientes y casas en condominio.
  - Se definieron las características de:
    - La localización.
    - Del proyecto inmobiliario
    - Las viviendas.
  - Se recogieron en terreno las características de todos los proyectos que estaban comercializando viviendas nuevas.
- 

# Metodología General


- Las viviendas se desagregaron en; departamentos, casas independientes y casas en condominio.
- Se definieron las características de:
  - La localización.
  - Del proyecto inmobiliario
  - Las viviendas.
- Se recogieron en terreno las características de todos los proyectos que estaban comercializando viviendas nuevas.



# Metodología General

- Se seleccionaron formas funcionales para representar el modelo hedónico.
- Se construyeron modelos hedónicos de precios de vivienda, incorporando características de la vivienda, del proyecto y su localización, para obtener los coeficientes. 
- Se identificaron las restricciones que puede tener una vivienda y un proyecto inmobiliario.


# Metodología General

- Se seleccionaron formas funcionales para representar el modelo hedónico.
- Se construyeron modelos hedónicos de precios de vivienda, incorporando características de la vivienda, del proyecto y su localización, para obtener los coeficientes.
- Se identificaron las restricciones que puede tener una vivienda y un proyecto inmobiliario. 

# Metodología General

- Se seleccionaron formas funcionales para representar el modelo hedónico.
- Se construyeron modelos hedónicos de precios de vivienda, incorporando características de la vivienda, del proyecto y su localización, para obtener los coeficientes.
- Se identificaron las restricciones que puede tener una vivienda y un proyecto inmobiliario.

# Metodología General

- Se construyeron modelos para maximizar ingresos del proyecto inmobiliario, que están en función del precio y cantidad de viviendas.
  - El precio está en función de las características de la vivienda proporcionados por modelo hedónico, en la localización escogida y restricciones.
  - La cantidad depende de la superficie de la vivienda, del terreno en que se emplaza, la densidad permitida u ofrecida por el gestor y otras restricciones 

# Modelo Opt. Planta de Edificios

***Max. Valor Planta = Nro. de Deptos. \* Precio Deptos.***

*En que:*

***Precio Depto. = exp( Cte +  $\sum$  Var(2:42) + Var(43))***

*Nota: Se excluyen las variables 9,11,18,20,22,23,28 y 32, porque no fueron significativas.*

***-Var.43 = (Var.33)/(Var.34+Var.35+Var.36+2-Var.39+(Var.40\*2))***

***-Cuando la localización está dada, el modelo solo combina de la variable 21 a la 42***

***-La variable 26 tiene coeficiente cero porque no fue significativa***

S/A .... Restricciones:

- Ocho de orden, variables enteras binarias y valores extremos.
- Seis arquitectónicas para que la vivienda cumpla con estándares de habitabilidad.
- Dos físicas y legales asociadas a la localización.
- Diez económico asociadas al inversionista y la localización.

# Modelo Opt. Casas Independientes

***Max. Valor Proyecto = Nro. de Casas. \* Precio Casas***

***En que:***

***Precio Casa. = exp( Cte +  $\sum$  Var(2:33)+ Var(34))***

*Nota: Se excluyen las variables 4,5,6,7,8,9,10,13,14,17,19 y 33, porque no fueron significativas.*

***-Var. 34 = (Var. 24)/((Var. 26+Var. 27+Var. 28+Var. 30+(Var. 31\*2)+2)***

***-Cuando la localización está dada, el modelo solo combina de la variable 21 a la 33***

***-Las var. 27 y 28 tiene coeficiente cero porque no fueron significativas***

S/A .... Restricciones:

Siete de orden, variables enteras binarias y valores extremos.

Cinco arquitectónicas para que la vivienda cumpla con estándares de habitabilidad.

Cinco físicas y legales asociadas a la localización.

Trece económico asociadas al inversionista y la localización.

# Modelo Opt. Casas en Condominio

***Max. Valor Proyecto = Nro. de Casas. \* Precio Casas***

***En que:***

***Precio Casas = exp( Cte +  $\sum$  Var(2:32) + Var(33))***

*Nota: Se excluyen las variables 4,5,6,7,9,11,13,15,17,18,19,21,24 y 30, porque no fueron significativas.*

***-Var.33 = (Var.23)/((Var.25+Var.26+Var.27+Var.28+Var.29+2+(Var.31\*2))***

***-Cuando la localización está dada, el modelo solo combina de la variable 20 a la 32***

***-La variable 20 tiene coeficiente cero porque no fue significativa***

S/A .... Restricciones:

Seis de orden, variables enteras binarias y valores extremos.

Cinco arquitectónicas para que la vivienda cumpla con estándares de habitabilidad.

Cinco físicas y legales asociadas a la localización.

Once económico asociadas al inversionista y la localización.

# Productos del Proyecto de Tesis

- Ingreso a obtener por comercialización de proyecto inmobiliario proyectado.
- Metros cuadrados totales a construir de viviendas.
- El número de viviendas, por modelo de viviendas.
- Superficie por modelo de vivienda.
- Precio total y del m<sup>2</sup>, por modelo de vivienda.
- Conjunto de características específicas de cada modelo de viviendas.



# Aplicación Modelos de Diseño

- Para validar modelos se probaron en 18 casos reales (seis de edificios, siete de casas independientes y cinco de casas en condominio).
- El primer se aplicó modelos hedónicos para comparar precio hedónico con precio real.
- Luego manteniendo las restricciones reales se probaron los modelos.
  - Siempre se pueden fijar variables, como por ejemplo el número de viviendas, número de baños u otra característica que el gestor inmobiliario desee fijar.

- En Departamentos la diferencia de precio máxima entre precio real y el estimado por modelo hedónico fue de 8,14% y podía llegar a 8,16%.
- En Casas Independientes la diferencia de precio máxima entre el precio real y el precio estimado por modelo hedónico, fue de 6,1% y por podía llegar a 8,5%.
- En casas en condominio la diferencia máxima de precio entre precio real y precio estimado por modelo hedónico, fue de 5,3% y por podía llegar a 6,9%.
- Como modelo matemático es para diseñar un solo modelo de vivienda, se volvía a ejecutar, descontando la superficie ocupada por los departamentos o casas previamente diseñados, hasta ocupar toda la planta o la superficie de terreno.
- En todos los casos el modelo diseñó buenas alternativas.

# Ejemplo de cómo funciona el Modelo para diseñar plantas de departamentos

- Proyecto en San Pedro de la Paz barrio San Pedro del Valle.
- Diseñar tres departamentos para un edificio de 7 plantas en un terreno de 4.557,61 m<sup>2</sup>, en que superficie a ocupar es de 479,7 m<sup>2</sup>.
- Como restricción económica un precio de 34 UF/m<sup>2</sup>.
- VIDEO:

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	DEPARTAMENTOS Localización San Pedro del Valle							
2								
3	Superficie Terreno	4757,61						
4	Superficie. Planta Const.	479,7						
5	Superficie. Planta Tot	501,22						
6	Superficie Primera Planta	1 dep menos						
7	Superficie última Planta	Solo 2 dep grandes						
8	Precio m2 max	35						
9	Superficie Max Dep	140						
10	Número de Dep. por Planta	7						
11	Número plantas Edificio	7						
12	Dor Max	5						
13	Dor Min	1						
14	Superficie pro Min	7						
15	Superficie pro Max	18						
16								
17								
18								
19	Variable	Coef	Dato de Loc.					
20	(Constante)	6,786315938	1					
21	VFB1	0,359948194	0					
22	VFB2	-0,185692034	0					
23	VFB3	-0,144456391	0					
24	VFB4	-0,102606324	0					
25	VFB5	-0,197493944	0					
26	Facilidad de Accesibilidad desde y hacia la ciudad (1 = Alta,2 = media,3 = baja)	-0,559938386	1					
27	Grado de Homogeneidad del sector (1 = Alta,2 = medio,3 = bajo)	0,076736817	1					
28	Cercanía Supermercado (1 =menos de Tres Cuadras)	-0,41137142	0					
29	Cercanía a colegios o escuela (1 = 6 cuadras o menos)	-0,278393761	1					
30	Cercanía a Hospitales o Clínicas (1 = cinco cuadras o menos)	0,167512919	1					
31	Cercanía a Pubs o Discotecas (1 = dos Cuadras o menos)	0,529889244	0					
32	Cercanía a plazas o parques (1 = dos cuadras o menos)	0,472659457	1					
33	Cercanía a empresas con fuentes de contaminación (0 = no 1 = sufre efectos directos)	0,444259951	0					
34	Grado de urbanización del sector (pavimentación, alcantarillado, iluminación).(1 = Buena,2 = M	-0,206153869	1					
35	Belleza del sector (1 = Feo sin bellezas naturales o contaminados, 2=con algunos entornos ver	-0,121817266	4					
36								
37								
38	Cantidad de Variantes de Departamentos (Cantidad)	0,050614702	3					
39	Posee ascensor (1 = Si, 0= no)	0,52648454	1					
40	Número de departamentos por planta (Cantidad)	-0,030409512	7					
41								
42								
43	Tipo piso y ventana (1=Aluminio Simple Alfombra, 2= Aluminio Simple Alfombra, 3= Aluminio Simp	-0,277737024	3					
44								

# Ejemplo de cómo funciona el Modelo para proyectos de Casas Independientes

- Proyecto a Distancia Geográfica de 6,35Km. y real de 7,4 Km. al centro comercial.
- Diseñar dos modelos de Casas Independientes con un total de 60 viviendas, en un terreno de 15.535 m<sup>2</sup>.
- Como restricción económica un precio por m<sup>2</sup> de 29 UF.
- VIDEO:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		<b>CASAS INDEPENDIENTES</b>								
3										
4		<b>Superficie Total Terreno</b>				<b>15535,2</b>				
5		<b>% Areas Comunes del total del terreno</b>				<b>40%</b>				
6		<b>Precio m2 max</b>				<b>29</b>				
7		<b>Superficie Max construido Vivienda</b>				<b>75</b>				
8		<b>Superficie Min terreno Vivienda</b>				<b>110</b>				
9		<b>Tamaño Max Construido terreno Ind.</b>				<b>0,9</b>				
10		<b>Tamaño Min Construido terreno ind.</b>				<b>0,4</b>				
11		<b>Dor Max</b>				<b>5</b>				
12		<b>Dor Min</b>				<b>1</b>				
13		<b>Baños Min</b>				<b>1</b>				
14		<b>Superficie pro Min</b>				<b>8,57</b>				
15		<b>Superficie pro Max</b>				<b>18</b>				
16										
17										
18										
19										
20		<b>Variable</b>	<b>Coef</b>	<b>Dato de Loc.</b>						
21		Constante	6,876198672	1						
22	2	<b>Dist. Geog.</b>	-0,05524906	6,35						
23	3	<b>Dist. Real</b>	0,026941479	7,4						
24	11	<b>Cercanía a calle principal (1 = una cuadra (avenida))</b>	0,151653595	1						
25	12	<b>Cercanía a colegios o escuela (1 = 6 cuadras o menos)</b>	0,18247481	0						
26	15	<b>Cercanía a estadios</b>	-0,25928709	0						
27	16	<b>Cercanía a plazas o parques (1 = dos cuadras o menos)</b>	0,202841364	1						
28	20	<b>Belleza del sector (1 = Feo sin bellezas naturales o con)</b>	0,032345318	3						
29										
30										
31	22	Cantidad de variantes de viviendas (del proyecto)	0,044416655	2						
32	21	Cantidad de Viviendas (del proyecto)	-0,000349957	60						
33										
34										
35	32	Calidad Construcción (1=Aluminio Simple Alfombra Rec b	0,057290215	2						
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										

# Ejemplo de cómo funciona el Modelo para proyectos de Casas en Condominio

- Proyecto a Distancia real de 10,26 Km. del centro comercial de Concepción.
- Diseñar dos modelos de Casas en Condominio con un total de 68 viviendas en un terreno de 7.970 m<sup>2</sup>.
- Como restricción económica un precio por m<sup>2</sup> de 28 UF.
- VIDEO:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		<b>CASAS EN CONDOMINIO</b>								
3										
4		<b>Superficie Total Terreno</b>								
5		<b>% AreasComunes</b>								
6		<b>Precio m2 max</b>								
7		<b>Superficie Max construido Vivienda</b>								
8		<b>Superficie Min terreno Vivienda</b>								
9		<b>Tamaño Max Construido terreno Ind.</b>								
10		<b>Tamaño Min Construido terreno ind.</b>								
11		<b>Dor Max</b>								
12		<b>Dor Min</b>								
13		<b>Baños Min</b>								
14		<b>Superficie pro Min</b>								
15		<b>Superficie pro Max</b>								
16										
17										
18										
19										
20		<b>Variable</b>	<b>Coef</b>	<b>Dato de Loc.</b>						
21		<b>Constante</b>	2,89757345	1						
22	3	<b>Dist. Real</b>	-0,05194829	10,26						
23	8	<b>Grado de Homogeneidad del sector (1 = Alta,2 = medio,3 = bajo)</b>	-0,21938337	3						
24	10	<b>Cercanía Supermercado (1 =menos de Tres Cuadras)</b>	0,60020641	0						
25	12	<b>Cercanía a colegios o escuela (1 = 6 cuadras o menos)</b>	-1,09162778	0						
26	14	<b>Cercanía a empresas con fuentes de contaminación (0 = no 1 = sufre efectos directos)</b>	0,52438265	1						
27	16	<b>Belleza del sector (1 = Feo sin bellezas naturales o contaminados, 2=con algunos ent)</b>	0,36748135	2						
28										
29										
30	20	<b>Número de viviendas total del Condominio</b>		68						
31										
32										
33	32	<b>Calidad Construcción (1=Aluminio Simple Alfombra Rec basico, 2= Aluminio Simple Alfom)</b>	-0,11683884	2						
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										



# Aporte del Proyecto al estado del Arte

- Diseño económico de proyectos inmobiliarios y de sus viviendas.
- Utilización de resultados de modelos hedónicos para contribuir a diseñar proyectos inmobiliarios.
- Uso de herramientas de optimización para diseñar económicamente viviendas y proyectos inmobiliarios.

# Conclusiones

- Es una herramienta para ayudar al gestor inmobiliario a diseñar la viviendas, si quiere maximizar el ingreso que puede obtener por el proyecto inmobiliario.
- El modelo de optimización siempre fue capaz de converger a un resultado.
- El modelo de optimización busca maximizar el precio del proyecto inmobiliario.
- El modelo de optimización es para diseñar un modelo de vivienda por proyecto, pero el criterio utilizado para que diseñara más modelos de viviendas seleccionado por el usuario fue efectivo.
- Las combinaciones de variables y atributos que enfrenta el gestor inmobiliario son tantas, que es imposible que éste pueda optimizarlas sin la ayuda de un modelo matemático.

- Mientras más variables se incorporan al modelo de optimización, mayor es la cantidad de variables que entrega el modelo.
- Cuando existe más de una combinación de variables o atributos que maximiza el ingreso del proyecto, el gestor debe decidir cual le conviene.
- Existen restricciones que son más críticas que otras. Pero no son éstas las únicas que influyen en el diseño que se obtiene.
  - La superficie efectiva que puede ocupar una vivienda siempre es muy restrictiva, y resulta ocupada completamente en todos los casos que se probó el modelo.
  - La restricción económica precio por metro cuadrado resulta también ser muy restrictiva en departamentos, ya que el comprador adquiere superficie habitable.

- El modelo de optimización, en la mayoría de los casos probados, no utilizó la disponibilidad máxima en balcones y terrazas, debido a que el modelo privilegió otros atributos.
- Por diseño se proponen una serie de restricciones para el modelo de optimización, pero el gestor inmobiliario puede personalizarlo, e incorporar otras adicionales, si lo estima necesario o conveniente.
- Mientras mayor es la cantidad de proyectos inmobiliarios que hay por superficie equivalente en la ciudad, mejores son los resultados obtenidos en el modelo hedónico y más variables significativas se pueden obtener.
- El modelo de optimización se puede modificar para que maximice o minimice otras variables, como por ejemplo, la mejor localización para cierto tipo de viviendas.
- El modelo puede ser aplicado en cualquier ciudad, efectuando los ajustes correspondientes.
- El modelo de diseño también es posible aplicarlo en proyectos de oficinas o locales comerciales, modificando variables y restricciones.

# Muchas Gracias