



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Universidad Técnica Federico Santa María

ingeniería Comercial

“Modelo hedónico para la determinación de precios de arriendo en la región de Valparaíso”

Maickol Andre Hugueño Osorio

Profesor: Francesco Pontarelli



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Modelo hedónico para la determinación de precios de arriendo en la región de Valparaíso

Nombre del candidato(a): Maickol André Hugueño Osorio

Carrera / Grado: Ingeniería Comercial

Campus: Casa Central Valparaíso

Departamento: Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Francesco Pontarelli Contreras, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 19/08/2026

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 19/08/2026

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Índice

.....	1
Introducción	6
1.1. Contexto del mercado inmobiliario chileno y regional	6
1.1.1. Dinámica nacional del mercado habitacional: tendencias estructurales ..	6
1.1.2. Determinantes del precio de vivienda: de los atributos físicos a las externalidades locacionales	7
1.1.3. Particularidades del mercado de arriendos en la Región de Valparaíso	8
1.1.4. Brecha de evidencia y oportunidad de investigación	9
1.2. Planteamiento del problema	10
1.2.1. Dinámica del mercado de arriendos y brecha de evidencia empírica	10
1.2.2. Limitaciones metodológicas en la valoración de inmuebles regionales ...	10
1.2.3. Consecuencias prácticas de la falta de información cuantitativa	11
1.3. Pregunta de investigación y dimensión econométrica	12
1.3.1. Formulación de la pregunta central	12
1.3.2. Traducción econométrica: de la pregunta al modelo	13
1.4. Objetivos de la investigación	13
1.4.1. Objetivo General	13
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5 Justificación de la investigación	16
1.5.1 Vacío en la literatura y relevancia académica	17
1.5.2 Pertinencia regional y contexto de mercado	17
1.5.3 Aporte práctico y utilidad para actores clave	18
1.5.4 Aporte metodológico y rigor técnico	18
1.5.5 Viabilidad y alineación con la formación en Ingeniería Comercial	19
1.6. Delimitaciones y limitaciones del estudio	19
1.6.1. Delimitaciones del estudio	19
1.6.2. Limitaciones metodológicas	20
1.6.3. Limitaciones inferenciales y de generalización	22
1.6.4. Estrategias de mitigación y transparencia	23

2. Marco teórico	24
2.1. Economía urbana y formación de precios de vivienda	24
2.2. Modelo de precios hedónicos: fundamentos teóricos	24
2.3. Especificación econométrica en estudios hedónicos	25
2.3.1. Forma funcional log-lineal	25
2.3.2. Método de estimación y supuestos clásicos	26
2.3.3. Variables dummy y codificación de atributos cualitativos: justificación del enfoque comunal	26
2.4. Evidencia empírica: estudios en Chile y Latinoamérica	29
2.4.1. Contexto chileno.....	29
2.4.2. Evidencia latinoamericana	29
2.4.3. Síntesis de hallazgos relevantes.....	30
2.5. Marco conceptual de la investigación	31
3. Metodología	32
3.1. Diseño de la investigación.....	32
3.2. Población y muestra	32
3.2.1. Población objetivo	32
3.2.2. Criterios de inclusión	33
3.2.3. Tamaño muestral.....	33
3.3. Fuentes de datos y procedimiento de recolección	34
3.3.1. Fuentes primarias: portales inmobiliarios	34
3.3.2. Fuentes secundarias: APIs de geolocalización y datos abiertos.....	34
3.3.3. Procedimiento de recolección	34
3.4. Construcción de variables	35
3.4.1. Variable dependiente	35
3.4.2. Variables estructurales	36
3.4.3. Variables locacionales	37
3.4.4. Variables comunales (dummies).....	38
3.4.5. Variables excluidas y justificación.....	38
3.5. Especificación del modelo econométrico	38

3.5.1. Justificación del uso de Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS)	39
3.5.2. Interpretación de coeficientes	40
3.6. Procedimiento de estimación y software.....	40
3.6.1. Método de estimación	40
3.6.2. Software y librerías.....	40
3.6.3. Reproducibilidad	41
3.7. Diagnósticos y validación del modelo	41
3.7.1. Multicolinealidad	41
3.7.2. Heterocedasticidad	42
3.7.3. Normalidad de residuos	43
3.7.4. Comparación MCO vs WLS.....	44
3.7.5. Resumen de diagnósticos.....	44
3.8. Resultados del modelo WLS con errores robustos.....	45
3.8.1. Coeficientes estimados.....	45
3.8.2. Síntesis de hallazgos	49
3.9. Limitaciones metodológicas	49
4. Análisis de datos y resultados	51
4.1. Estadística descriptiva de la muestra	51
4.1.1. Descripción general de la muestra	51
4.2. Resultados del modelo hedónico	53
4.2.1. Resumen del modelo estimado.....	53
4.3. Interpretación económica de los resultados	56
4.3.1. Determinantes estructurales del precio de arriendo	56
4.3.2. El rol de la ubicación comunal	57
4.3.3. El resultado contraintuitivo de las variables locacionales	58
4.4. Discusión de hallazgos en el contexto de la literatura	60
4.4.1. Comparación con estudios en Chile.....	60
4.4.2. Comparación con estudios latinoamericanos.....	60
4.4.3. Aportes específicos de esta investigación.....	61

4.4.4. Aportes específicos de esta investigación.....	61
4.4.5 Aplicación práctica de los resultados	61
5. Conclusiones y recomendaciones	63
5.1. Síntesis de hallazgos y respuesta a la pregunta de investigación	63
5.2. Conclusiones.....	63
5.2.1. Conclusiones sobre los determinantes estructurales del precio	63
5.2.2. Conclusiones sobre la dimensión comunal	64
5.2.3. Conclusiones sobre las variables locacionales	65
5.2.4. Conclusiones metodológicas	66
5.3. Recomendaciones prácticas.....	66
5.3.1. Recomendaciones para arrendadores y corredores de propiedades.....	67
5.3.2. Recomendaciones para arrendatarios y hogares	67
5.3.3. Recomendaciones para inversionistas y desarrolladores inmobiliarios...	68
5.3.4. Recomendaciones para gestores públicos y municipios	68
5.4. Limitaciones finales	69
5.5. Líneas de investigación futura	70
5.6. Reflexión final	72

Introducción

1.1. Contexto del mercado inmobiliario chileno y regional

1.1.1. Dinámica nacional del mercado habitacional: tendencias estructurales

El mercado inmobiliario chileno ha experimentado una transformación estructural durante la última década, caracterizada por una creciente complejidad en la formación de precios tanto para la venta como para el arriendo de viviendas. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2025) y del Banco Central de Chile (2024), el índice de precios de viviendas nuevas registró una variación acumulada superior al 45% entre 2019 y 2024 en la Región Metropolitana, mientras que los precios de arriendo mostraron una trayectoria aún más volátil, con incrementos anuales promedio del 8-12% en zonas urbanas consolidadas. Este comportamiento no ha sido homogéneo a nivel territorial: mientras algunas comunas de alto ingreso han experimentado una apreciación sostenida impulsada por la escasez de suelo urbanizable y la concentración de equipamiento, otras zonas periféricas o en proceso de renovación urbana han presentado dinámicas más erráticas, influenciadas por factores especulativos y cambios en los patrones de demanda post-pandemia. Paralelamente, el acceso a la vivienda propia se ha visto restringido para segmentos importantes de la población. El endeudamiento hipotecario, aunque históricamente accesible en Chile en comparación con otros países de la OCDE, ha enfrentado presiones al alza en las tasas de interés desde 2022, reduciendo la capacidad de compra de hogares de ingresos medios y bajos. Como consecuencia, se ha observado un desplazamiento estructural hacia el mercado de arriendo: según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN, 2024), la proporción de hogares que declara arrendar su vivienda principal aumentó del 28,4% en 2017 al 34,1% en 2024, con un crecimiento particularmente marcado en adultos jóvenes (18-35 años) y familias monoparentales. Este fenómeno ha convertido al mercado de arriendos en un componente central de la política habitacional y en un objeto de estudio prioritario para la economía urbana.

1.1.2. Determinantes del precio de vivienda: de los atributos físicos a las externalidades locacionales

La literatura económica ha establecido que el precio de una vivienda no es una variable unidimensional, sino el resultado de la capitalización de múltiples atributos tangibles e intangibles que los agentes del mercado valoran de forma diferenciada.

En su formulación clásica, el modelo de precios hedónicos (Rosen, 1974) postula que el precio de un bien heterogéneo puede descomponerse en la suma de los valores implícitos de cada una de sus características, permitiendo estimar la disposición marginal a pagar por atributos específicos.

En el caso de las viviendas, estos atributos se agrupan tradicionalmente en tres dimensiones:

- **Características estructurales:** Superficie construida, número de dormitorios y baños, antigüedad, calidad de terminaciones, presencia de estacionamientos o espacios comunes. Estos factores son directamente observables y relativamente fáciles de cuantificar, por lo que han sido incorporados de forma sistemática en la mayoría de los estudios empíricos.
- **Características locacionales:** Distancia al centro de empleo, accesibilidad a transporte público, proximidad a áreas verdes, calidad del entorno urbano, percepción de seguridad. A diferencia de los atributos estructurales, estas variables requieren información georreferenciada y, en muchos casos, construcción mediante APIs de mapeo o sistemas de información geográfica (SIG), lo que ha limitado su incorporación en estudios regionales con recursos limitados.
- **Características institucionales y de mercado:** Régimen de propiedad (copropiedad vs. propiedad individual), inclusión de gastos comunes, condiciones contractuales del arriendo, estacionalidad de la demanda. Estos factores, aunque menos visibles, pueden generar diferencias sustantivas en los precios observados y son particularmente relevantes en mercados con alta presencia de arriendos de corta estancia o turismo estacional.

La omisión de cualquiera de estas dimensiones en un modelo de valoración puede generar sesgos de especificación que distorsionen la estimación del efecto marginal de los atributos incluidos. Por ello, los estudios más robustos en la literatura internacional han evolucionado hacia especificaciones que combinan variables estructurales detalladas con indicadores locacionales georreferenciados y controles por características contractuales.

1.1.3. Particularidades del mercado de arriendos en la Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso presenta un perfil urbano y económico distintivo que justifica un análisis diferenciado respecto a la Región Metropolitana. En primer lugar, su morfología territorial caracterizada por una conurbación lineal que integra comunas con perfiles socioeconómicos y funcionales heterogéneos, genera una estructura de precios fragmentada, donde inmuebles con atributos físicos similares pueden presentar diferencias de valor superiores al 40% dependiendo de su ubicación exacta.

En segundo lugar, la región concentra dinámicas de demanda particulares: una población estudiantil significativa asociada a universidades tradicionales y centros de formación técnica, que genera presión sobre el mercado de arriendos de pequeña y mediana superficie; un flujo turístico estacional concentrado en comunas costeras como Viña del Mar y Concón, que compite con la demanda residencial por unidades en sectores de alta conectividad; y procesos de migración interna desde la Región Metropolitana, impulsados por menores costos relativos de vida y teletrabajo post-pandemia.

En tercer lugar, la infraestructura de transporte regional (especialmente el Metro de Valparaíso y los corredores de buses intercomunales) introduce un patrón de accesibilidad que no sigue la lógica radial típica de Santiago, sino que se organiza en ejes lineales con nodos de transferencia. Esto implica que la "prima de accesibilidad" asociada a la proximidad al transporte público puede comportarse de forma no lineal y dependiente de la comuna, requiriendo especificaciones econométricas que capturen estas interacciones.

Finalmente, la oferta de viviendas en arriendo en la región presenta una composición mixta: por un lado, edificios nuevos de mediana y alta densidad en sectores de renovación urbana; por otro, un stock significativo de viviendas antiguas en cascos históricos, con restricciones de conservación patrimonial que limitan su modificación y pueden afectar su valor de mercado. Esta heterogeneidad en la oferta exige modelos de valoración que incorporen controles por tipología constructiva y antigüedad, además de las variables locacionales.

1.1.4. Brecha de evidencia y oportunidad de investigación

A pesar de la relevancia del mercado de arriendos en la Región de Valparaíso, la evidencia empírica disponible para orientar la toma de decisiones de actores públicos y privados es limitada. La mayoría de los estudios hedónicos aplicados en Chile se han concentrado en la Región Metropolitana (Figueroa & Lever, 1992; BCCh, 2023; Clapes UC, 2018), y aquellos que han incluido regiones suelen agregar datos a nivel nacional, perdiendo la especificidad territorial necesaria para identificar efectos locales.

Esta brecha tiene consecuencias prácticas: arrendadores fijan precios basados en intuición o comparación directa, sin aislar el valor marginal de atributos específicos; arrendatarios enfrentan asimetrías informativas que dificultan la evaluación objetiva de ofertas; y gestores públicos carecen de insumos cuantitativos para priorizar inversiones en infraestructura o evaluar el impacto de políticas de densificación.

La presente investigación busca contribuir a cerrar esta brecha mediante la estimación de un modelo hedónico de precios de arriendo focalizado en la Región de Valparaíso, que incorpore variables estructurales, locacionales georreferenciadas y controles contractuales, bajo una especificación log-lineal validada por la literatura internacional. Los resultados permitirán cuantificar, en términos porcentuales y monetarios, el valor que el mercado asigna a atributos como la cercanía al Metro, la presencia de áreas verdes o la proximidad a establecimientos educacionales, generando evidencia localizada para la toma de decisiones informadas.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Dinámica del mercado de arriendos y brecha de evidencia empírica

El mercado de arriendos residenciales en la Región de Valparaíso ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado por factores demográficos, económicos y urbanos que han modificado la estructura de la demanda habitacional. La presencia de una población estudiantil significativa, asociada a universidades tradicionales y centros de formación técnica, genera una presión constante sobre el parque de arriendos de pequeña y mediana superficie, particularmente en los periodos previos al inicio del año académico. Paralelamente, procesos migratorios desde la Región Metropolitana, facilitados por la adopción del teletrabajo y la búsqueda de menores costos de vida, han incrementado la competencia por unidades habitacionales en comunas con mayor conectividad y equipamiento urbano. A esto se suma la estacionalidad turística, que en comunas costeras como Viña del Mar y Concón compite con la demanda residencial por unidades en sectores de alta valorización, generando volatilidad en los precios y tiempos de vacancia. Sin embargo, a pesar de la relevancia económica y social de este mercado, la evidencia empírica disponible para comprender su funcionamiento es notablemente insuficiente. La mayor parte de la literatura económica y los informes sectoriales en Chile se han concentrado históricamente en la Región Metropolitana, dejando a los mercados regionales con escaso análisis cuantitativo riguroso. Cuando se incluyen regiones, los datos suelen agregarse a nivel nacional o se focalizan exclusivamente en precios de compraventa, omitiendo las dinámicas propias del arriendo, que responden a lógicas contractuales, de flujo mensual y de perfil de demandante sustancialmente distintas. Esta doble brecha (geográfica y de tipo de operación) deja sin sustento analítico a un mercado que, por su complejidad territorial y heterogeneidad de oferta, requiere herramientas de valoración específicas y actualizadas.

1.2.2. Limitaciones metodológicas en la valoración de inmuebles regionales

La ausencia de estudios sistemáticos se traduce en prácticas de valoración que, en la práctica, dependen en gran medida de la intuición, la comparación directa de avisos similares y la experiencia acumulada de corredores y administradores. Si bien este enfoque puede ser funcional en mercados estables y transparentes, en contextos regionales con alta fragmentación espacial y variaciones estacionales marcadas, resulta insuficiente para aislar el efecto individual de cada atributo sobre el precio final. Propiedades con características estructurales idénticas (mismos metros cuadrados, dormitorios y baños) pueden presentar diferencias de arriendo superiores al 30% o 40% únicamente por su ubicación exacta, cercanía a nodos de transporte o disponibilidad de servicios urbanos, sin que exista un mecanismo objetivo que cuantifique dicha prima.

Desde una perspectiva metodológica, esta limitación refleja la falta de aplicación de modelos econométricos que integren simultáneamente variables estructurales, locacionales georreferenciadas y controles contractuales. La mayoría de los estudios hedónicos disponibles no incorporan de forma sistemática indicadores como la distancia lineal o vial a estaciones de transporte masivo, la densidad de áreas verdes en radios caminables, o la proximidad a establecimientos educacionales, variables que en contextos urbanos contemporáneos han demostrado ser determinantes en la formación de precios. Además, la morfología particular de la conurbación de Valparaíso-Viña del Mar exige especificaciones que capturen interacciones espaciales no lineales, lo que no ha sido abordado en la literatura regional aplicada al arriendo.

1.2.3. Consecuencias prácticas de la falta de información cuantitativa

La carencia de evidencia cuantitativa y herramientas de valoración objetivas tiene repercusiones directas en la eficiencia del mercado y en la toma de decisiones de sus actores principales. Para los arrendadores y corredores, la ausencia de precios de referencia basados en atributos controlados incrementa el riesgo de sobredimensionar o subestimar el valor de mercado de una propiedad, lo que se traduce en mayores tiempos de vacancia, rotación innecesaria de inquilinos o

pérdida de rentabilidad esperada. Para los arrendatarios, especialmente estudiantes, jóvenes profesionales y familias de ingresos medios, la asimetría de información dificulta la comparación objetiva entre alternativas, exponiéndolos a pagar primas injustificadas por ubicación o a asumir condiciones contractuales desventajosas por falta de parámetros claros.

A nivel meso económico, esta opacidad limita la capacidad de inversionistas y desarrolladores inmobiliarios para proyectar retornos ajustados al riesgo en comunas específicas, ralentizando la renovación del parque habitacional o incentivando la concentración de oferta en sectores ya saturados. Para el sector público, la falta de modelos que aislen el valor marginal de atributos como accesibilidad al transporte, equipamiento educativo o espacios públicos resta insumos críticos para la planificación urbana, la evaluación de proyectos de infraestructura y el diseño de políticas de vivienda o subsidios focalizados. En conjunto, estas ineficiencias promueven una asignación subóptima de recursos habitacionales y dificultan la transición hacia un mercado más transparente, competitivo y regulado por señales de precios reales.

1.3. Pregunta de investigación y dimensión econométrica

1.3.1. Formulación de la pregunta central

La presente investigación se estructura en torno a una pregunta central que orienta el diseño metodológico, la selección de variables y la interpretación de resultados.

Dicha interrogante se formula de la siguiente manera:

“¿Qué características estructurales, de ubicación y accesibilidad explican significativamente el precio de arriendo de viviendas residenciales en la Región de Valparaíso, y en qué magnitud incide cada una de ellas sobre la formación del precio?”

Esta pregunta no es meramente descriptiva, sino explicativa y cuantitativa. Busca identificar no solo qué atributos están correlacionados con el precio, sino también medir su efecto marginal neto, controlando por el resto de las variables incluidas en

el modelo. La formulación explícita de esta interrogante permite delimitar con precisión el alcance del estudio, evitar desviaciones temáticas y asegurar que cada etapa del proceso investigativo contribuya directamente a responderla.

1.3.2. Traducción econométrica: de la pregunta al modelo

La pregunta de investigación se responde empíricamente mediante la estimación de un modelo hedónico de precios bajo una especificación log-lineal. En términos formales, el modelo se expresa como:

$$\ln(\text{Precio}_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1i} + \beta_2 \cdot X_{2i} + \dots + \beta_k \cdot X_{ki} + \varepsilon_i$$

Donde cada coeficiente β_j representa el cambio porcentual aproximado en el precio de arriendo ante un cambio unitario en la variable explicativa X_j , manteniendo constantes el resto de los atributos. Esta especificación permite responder directamente a la pregunta central:

- Para variables continuas: $\beta_j \times 100 \approx \% \text{ cambio en precio por unidad adicional de } X_j$.
- Para variables dummy: $(e^{\gamma} - 1) \times 100 \approx \% \text{ diferencia en precio entre la categoría codificada como 1 y la categoría de referencia.}$

La elección de esta forma funcional no es arbitraria: facilita la interpretación económica de los coeficientes, estabiliza la varianza de los residuos y se alinea con la práctica estándar en la literatura hedónica internacional, lo que permite comparar hallazgos con estudios previos en Santiago, Bogotá o São Paulo.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

La presente investigación tiene como propósito central desarrollar y aplicar un marco econométrico riguroso para comprender los determinantes del precio de arriendo en un contexto regional específico. En consecuencia, se formula el siguiente objetivo general:

“Estimar un modelo hedónico de regresión múltiple, bajo una especificación log-lineal y el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), que permita cuantificar el impacto marginal de las características estructurales, locacionales y contractuales sobre los precios de arriendo de viviendas residenciales en las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Concón, facilitando la interpretación de los coeficientes como elasticidades o semielasticidades porcentuales.”

Este objetivo no solo define el producto final de la investigación (un modelo estimado y validado), sino que también establece con precisión el alcance geográfico, la metodología econométrica, la forma funcional y el tipo de interpretación económica esperada. Al especificar el uso de una ecuación log-lineal, se asegura que los resultados sean directamente comunicables a actores del mercado en términos de variaciones porcentuales, mientras que la mención explícita del método MCO y sus supuestos garantiza el rigor inferencial del análisis.

1.4.2. Objetivos Específicos

Para operacionalizar el objetivo general y garantizar un desarrollo secuencial, evaluable y metodológicamente coherente, se establecen cinco objetivos específicos que guían cada etapa del proceso investigativo:

- **Objetivo Específico 1:** Recopilar, limpiar y estructurar una base de datos georreferenciada con ofertas de arriendo residencial en las cinco comunas de estudio. Este objetivo corresponde a la fase de construcción de la evidencia empírica. Implica la extracción semi-automatizada de avisos desde portales inmobiliarios (PortalInmobiliario.cl, Yapo.cl), el enriquecimiento de dichos registros mediante APIs de geolocalización (Google Maps, OpenStreetMap) para calcular distancias a Metro Valparaíso, centros cívicos y áreas verdes, y la aplicación de protocolos de limpieza para manejar valores faltantes, outliers y estandarizar unidades. El producto esperado es una base de datos limpia con 250-300 observaciones y 14 variables, en formato .csv/.RData,

acompañada de un script de reproducción documentado que garantice transparencia metodológica.

- **Objetivo Específico 2:** Especificar y estimar el modelo econométrico hedónico bajo el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Este objetivo constituye el núcleo analítico de la investigación. Consiste en definir la ecuación formal del modelo, incorporando como variable dependiente el logaritmo natural del precio ($\ln_precio$) y como variables explicativas: superficie construida, dormitorios, baños, estacionamientos, antigüedad, distancia a metro, distancia del mar, distancia a centro, áreas verdes cercanas, distancia a colegios, distancia a jardines infantiles, tipo de propiedad, amueblado, gastos comunes incluidos y dummies comunales (con Quilpué como referencia). La estimación se realizará en R o Python, aplicando la transformación logarítmica para permitir la interpretación de coeficientes como variaciones porcentuales. El producto esperado es el modelo estimado con coeficientes, errores estándar, estadísticos de ajuste (R^2 , F) y una tabla de resultados en formato académico.
- **Objetivo Específico 3:** Interpretar los coeficientes estimados en términos económicos y contrastarlos con la literatura especializada. Este objetivo traduce los resultados estadísticos a lenguaje de mercado y validación teórica. Implica calcular el efecto porcentual marginal de cada atributo sobre el precio de arriendo (aplicando la regla $\% \Delta \text{Precio} \approx \beta \times 100$ para coeficientes pequeños), identificar qué variables resultaron estadísticamente significativas y discutir si los signos y magnitudes observados son consistentes con la teoría hedónica y con hallazgos previos en contextos urbanos latinoamericanos (Santiago, Bogotá, São Paulo). El producto esperado es una tabla de interpretación de coeficientes traducidos a porcentajes y valores monetarios referenciales, acompañada de un análisis comparativo con al menos tres estudios de la literatura.

- **Objetivo Específico 4:** Validar la robustez del modelo mediante diagnósticos econométricos básicos. Este objetivo asegura la calidad inferencial de las estimaciones. Incluye la verificación de multicolinealidad mediante el Factor de Inflación de Varianza ($VIF < 10$), la prueba de heterocedasticidad con el test de Breusch-Pagan, el análisis de normalidad de residuos mediante gráficos Q-Q y test de Shapiro-Wilk, y, de detectarse problemas, la re-estimación del modelo con errores estándar robustos tipo Huber-White. El producto esperado es un reporte de diagnósticos que documente el cumplimiento (o ajuste) de los supuestos clásicos del modelo MCO, garantizando que las inferencias sobre significancia estadística sean válidas.
- **Objetivo Específico 5:** Sintetizar los hallazgos en recomendaciones prácticas y proponer líneas de investigación futura. Este objetivo cierra el ciclo investigativo comunicando valor a actores reales y proyectando mejoras metodológicas. Consiste en traducir los coeficientes estimados en recomendaciones accionables para arrendadores (fijación de precios basada en evidencia), arrendatarios (evaluación objetiva de ofertas) y gestores públicos (priorización de inversiones en infraestructura locacional), así como identificar limitaciones del estudio y sugerir extensiones futuras (modelos espaciales, interacciones no lineales, datos panel). El producto esperado es una sección de conclusiones aplicadas con al menos tres recomendaciones prácticas y dos líneas de investigación futura identificadas.

1.5 Justificación de la investigación

La elección de este tema responde a una convergencia de factores académicos, prácticos y contextuales que hacen del mercado de arriendos en la Región de

Valparaíso un objeto de estudio relevante, oportuno y con potencial de generar valor para múltiples actores. A continuación, se detallan los fundamentos que sustentan esta decisión.

1.5.1 Vacío en la literatura y relevancia académica

En Chile, la investigación sobre modelos hedónicos aplicados al mercado inmobiliario se ha concentrado históricamente en la Región Metropolitana, con escasa atención sistemática a los mercados regionales. Esta centralidad genera un sesgo geográfico que limita la comprensión de las dinámicas de precios fuera de Santiago y dificulta la transferencia de hallazgos a contextos urbanos con estructuras, conectividad y demandas distintas. La Región de Valparaíso, con su particular morfología urbana, dependencia del transporte ferroviario regional, alta presencia estudiantil y flujo turístico estacional, presenta características que no pueden extrapolarse directamente de los estudios capitalinos. Por ello, esta investigación busca contribuir a la literatura local al estimar un modelo hedónico focalizado específicamente en arriendos residenciales en la zona, incorporando variables locacionales georreferenciadas adaptadas a la realidad territorial regional.

1.5.2 Pertinencia regional y contexto de mercado

El área metropolitana de Valparaíso-Viña del Mar ha experimentado transformaciones recientes que intensifican la necesidad de información estructurada sobre el mercado de arriendos: crecimiento de la demanda por migración interna y externa, aumento de la oferta vinculada a plataformas de alojamiento de corta estancia, y una competencia creciente por viviendas en comunas con mejor conectividad y servicios. En este escenario, la información de precios es fragmentada, altamente asimétrica y sujeta a variaciones estacionales y especulativas. La ausencia de herramientas cuantitativas que aislen el valor marginal de atributos específicos (como cercanía al Metro Regional, proximidad a áreas verdes, tipología de vivienda o inclusión de gastos comunes) dificulta la toma de decisiones informadas y promueve ineficiencias en la asignación de recursos habitacionales.

1.5.3 Aporte práctico y utilidad para actores clave

Desde una perspectiva aplicada, los resultados de este modelo tendrán utilidad directa y cuantificable para diversos stakeholders:

- Arrendadores y corredores de propiedades: Permitirán establecer precios de referencia basados en evidencia empírica, optimizando la tasa de ocupación, reduciendo tiempos de vacancia y minimizando la subjetividad en la fijación de tarifas.
- Arrendatarios y estudiantes: Ofrecerán un marco objetivo para evaluar si un precio ofrecido es coherente con las características estructurales y locacionales del inmueble, facilitando la comparación entre alternativas y reduciendo asimetrías informativas.
- Gestores públicos y municipios: Proporcionarán insumos para evaluar el impacto de inversiones en infraestructura urbana (ej. mantenimiento de corredores de transporte, creación de áreas verdes, planificación de equipamiento) sobre la valorización del suelo y la accesibilidad económica a la vivienda.
- Profesionales del sector inmobiliario y tasadores: Servirán como base metodológica para valorizaciones más precisas, análisis de mercado regionalizados y diseño de portafolios de inversión ajustados a la realidad local.

1.5.4 Aporte metodológico y rigor técnico

La investigación se enmarca en la economía urbana y la econometría aplicada, utilizando una especificación log-lineal ampliamente validada en la literatura internacional. Al incorporar variables locacionales construidas mediante geocodificación y APIs de mapeo (distancia al Metro Valparaíso, distancia al mar, proximidad a centros cívicos y densidad de áreas verdes en radio caminable), junto a controles estructurales y operativos (amueblado, gastos comunes, tipo de propiedad), el modelo no solo replica enfoques estándar, sino que los adapta al contexto chileno con datos primarios y trazables. Además, el protocolo de

extracción, limpieza y estimación está diseñado para ser transparente y reproducible, estableciendo una plantilla metodológica que puede escalarse a otras regiones o actualizarse periódicamente conforme el mercado evolucione.

1.5.5 Viabilidad y alineación con la formación en Ingeniería Comercial

El proyecto se ajusta a los objetivos formativos de la carrera al integrar competencias en análisis de datos, econometría aplicada, gestión de información y valoración de activos. La disponibilidad de fuentes de acceso público, herramientas de software estadístico de uso académico y un diseño metodológico claro garantizan la factibilidad técnica dentro de los plazos y recursos de una tesis de pregrado.

Asimismo, el enfoque cuantitativo y orientado a la toma de decisiones refleja el perfil profesional del Ingeniero Comercial, cuya formación enfatiza el uso de evidencia empírica para resolver problemas reales de asignación de recursos, eficiencia de mercados y planificación estratégica.

1.6. Delimitaciones y limitaciones del estudio

Para garantizar el rigor metodológico, la transparencia en la comunicación de resultados y la gestión adecuada de expectativas, esta sección establece con precisión los límites espaciales, temporales, temáticos y metodológicos de la investigación, así como las principales limitaciones inherentes al diseño y sus implicancias para la interpretación de los hallazgos.

1.6.1. Delimitaciones del estudio

- Delimitación espacial

El análisis se circunscribe exclusivamente a las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Concón, que conforman el núcleo urbano de la Región de Valparaíso y presentan dinámicas de mercado de arriendos interconectadas. Esta selección responde a criterios de homogeneidad funcional (conurbación con transporte público integrado), disponibilidad de datos en portales inmobiliarios y relevancia para la pregunta de investigación. Comunas periféricas de la región (ej. Casablanca, Quintero, Puchuncaví) quedan fuera del alcance del estudio, por lo que

los resultados no son extrapolables a zonas rurales o con perfiles económicos predominantemente industriales o turísticos estacionales.

- Delimitación temporal

Los datos corresponden a ofertas de arriendo publicadas entre abril y julio de 2026, periodo que captura la dinámica del mercado residencial post-pandemia y previo al inicio del segundo semestre académico. Esta ventana temporal permite observar precios en un momento de relativa estabilización macroeconómica, pero implica que los coeficientes estimados reflejan relaciones válidas para ese contexto específico. Cambios estructurales posteriores (ej. nuevas líneas de transporte, políticas de subsidio, shocks económicos) podrían modificar las relaciones estimadas, por lo que el modelo debería re-estimarse periódicamente para mantener su vigencia predictiva.

- Delimitación temática y de variables

El modelo incorpora variables estructurales (superficie, dormitorios, baños, estacionamientos, antigüedad, tipo de propiedad), locacionales georreferenciadas (distancia a Metro, distancia del mar, centro cívico, áreas verdes, colegios, jardines infantiles) y controles contractuales (amueblado, gastos comunes incluidos, comuna). Quedan fuera del análisis atributos no observables o de difícil medición cuantitativa, como:

- Calidad específica de terminaciones o materiales constructivos
- Percepción subjetiva de seguridad o ruido ambiental
- Vista panorámica o atributos estéticos no estandarizables
- Condiciones contractuales específicas (duración mínima, políticas de mascotas, garantías exigidas)

Esta selección responde a criterios de disponibilidad de datos, relevancia teórica y factibilidad operativa dentro de los recursos de una tesis de pregrado.

1.6.2. Limitaciones metodológicas

Diseño transversal y naturaleza observacional

El estudio emplea un diseño no experimental transversal, basado en datos observacionales de avisos publicados. Esto implica que:

- Asociación $\neq$ causalidad: Los coeficientes estimados reflejan correlaciones condicionales, no efectos causales. Factores no observados (ej. calidad del barrio, reputación del edificio) podrían estar correlacionados con variables incluidas, generando sesgo por variable omitida.
- Direccionalidad: El modelo asume que las características de la propiedad determinan el precio, pero en mercados con alta especulación podría existir retroalimentación (precios altos atraen mejoras que a su vez justifican precios más altos).

Para mitigar estas limitaciones, se incluyen controles comunales y variables locacionales detalladas que capturan parte de la heterogeneidad no observada, y se discuten los hallazgos en términos de "asociaciones controladas" más que de efectos causales.

Precios de oferta vs. precios de transacción

Los datos provienen de avisos publicados en portales inmobiliarios, no de contratos de arriendo firmados. Esto introduce dos potenciales sesgos:

- Sesgo de publicación: No todas las propiedades disponibles se publican en los portales analizados; algunas se arriendan por redes informales o boca a boca.
- Sesgo de negociación: Los precios anunciados pueden diferir de los precios finales negociados, especialmente en mercados con alta vacancia o estacionalidad.

Aunque no es posible corregir estos sesgos con los datos disponibles, se minimizan mediante la extracción de un volumen amplio de avisos (300-350 observaciones) y la inclusión de variables de control que capturan factores que podrían influir en la estrategia de publicación (ej. amueblado, gastos comunes).

Medición de variables locacionales

Las variables de distancia y proximidad se construyen mediante APIs de geolocalización y consultas a bases de datos abiertas. Si bien estas herramientas ofrecen alta precisión en zonas urbanas consolidadas, presentan limitaciones en sectores periféricos o con direcciones ambiguas:

- La geocodificación puede asignar coordenadas aproximadas cuando la dirección no es estandarizada.
- El conteo de áreas verdes o establecimientos educacionales en radio fijo no captura calidad, mantenimiento o accesibilidad peatonal real.

Para robustecer estas mediciones, se priorizan fuentes oficiales (MINEDUC, Metro Valparaíso) cuando están disponibles, y se documentan los criterios de construcción de cada variable en el anexo metodológico.

1.6.3. Limitaciones inferenciales y de generalización

Supuestos del modelo MCO:

La validez de las inferencias estadísticas depende del cumplimiento de los supuestos clásicos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (linealidad, exogeneidad, homocedasticidad, no autocorrelación, normalidad de residuos para muestras pequeñas). Aunque se realizan diagnósticos formales (VIF, Breusch-Pagan, gráficos Q-Q) y se aplican ajustes cuando es necesario (errores robustos), no es posible garantizar que todos los supuestos se cumplan perfectamente en datos del mundo real. Por ello, los intervalos de confianza y p-valores se interpretan con la prudencia correspondiente.

Generalización externa

Los resultados son específicos al mercado de arriendos residenciales en cinco comunas de la Región de Valparaíso durante el periodo de estudio. No son directamente extrapolables a:

- Otras regiones con dinámicas territoriales distintas (ej. zonas mineras, rurales o turísticas de alta estacionalidad)

- El mercado de compraventa de viviendas, que responde a lógicas de inversión y financiamiento diferentes
- Periodos de alta volatilidad macroeconómica o cambios regulatorios sustantivos

Esta limitación no disminuye el valor del estudio, sino que define con precisión el ámbito de aplicación de sus conclusiones.

1.6.4. Estrategias de mitigación y transparencia

Para abordar las limitaciones descritas y fortalecer la credibilidad de los hallazgos, la investigación implementa las siguientes prácticas de mitigación:

- Limitación del sesgo por variable omitida: Inclusión de dummies comunales y variables locacionales detalladas para capturar heterogeneidad no observada
- Limitación de medición de variables locacionales: Uso de fuentes oficiales, documentación de criterios de construcción y sensibilidad a radios alternativos (300m, 1km)
- Limitación supuestos MCO: Diagnósticos formales (VIF, Breusch-Pagan, normalidad) y reporte de errores robustos si se detecta heterocedasticidad

Adicionalmente, todos los scripts de procesamiento, decisiones metodológicas y criterios de limpieza se documentarán en anexos, permitiendo la auditoría y reproducción del análisis por terceros.

2. Marco teórico

2.1. Economía urbana y formación de precios de vivienda

El análisis de los precios inmobiliarios encuentra sus raíces teóricas en la economía urbana, disciplina que estudia cómo la localización, la accesibilidad y la estructura espacial de las ciudades se capitalizan en el valor del suelo y las construcciones. El modelo clásico de renta del suelo, desarrollado por Alonso (1964), Muth (1969) y Mills (1972), postula que los agentes económicos enfrentan un trade-off entre el costo de la tierra y el costo del transporte hacia los centros de actividad. En equilibrio, los hogares compensan mayores gastos en movilidad aceptando precios de vivienda más bajos en la periferia, y viceversa, generando un gradiente negativo de precios que decrece con la distancia al centro urbano.

En contextos contemporáneos, esta lógica se ha complejizado. Las ciudades modernas ya no siguen una estructura monocéntrica estricta; presentan múltiples nodos de empleo, equipamiento y conectividad que fragmentan los gradientes de precios. La valoración de una vivienda ya no depende solo de la distancia al centro histórico, sino de la accesibilidad a redes de transporte masivo, la calidad del entorno barrial y la disponibilidad de servicios educativos y comerciales. Estas externalidades locacionales, aunque no se transan directamente en el mercado, se internalizan en el precio de los inmuebles a través de la disposición marginal a pagar de los hogares.

En el mercado de arriendos, este mecanismo opera de forma particular. A diferencia de la compraventa, donde el precio refleja el valor presente de los flujos futuros esperados y la valorización del activo, el arriendo capitaliza principalmente el flujo mensual de servicios habitacionales que la propiedad provee. Por ello, atributos como la cercanía al transporte público, la seguridad percibida o la calidad del barrio pueden tener un peso relativo distinto en el mercado de arriendos frente al de venta, justificando el desarrollo de modelos específicos para cada segmento.

2.2. Modelo de precios hedónicos: fundamentos teóricos

La herramienta analítica estándar para descomponer el valor de bienes heterogéneos es el modelo de precios hedónicos, cuya base teórica se remonta a los trabajos seminales de Lancaster (1966) y Rosen (1974). Lancaster propone que los consumidores no derivan utilidad directamente del bien en sí, sino de los atributos o características que este posee. Una vivienda, en consecuencia, se concibe como un "paquete" de servicios habitacionales: metros cuadrados, dormitorios, baños, estacionamientos, ubicación, calidad constructiva y entorno urbano.

Rosen formaliza esta intuición en un marco de equilibrio de mercado. Demostró que, bajo condiciones de competencia y heterogeneidad de bienes, el precio observado de un inmueble puede expresarse como una función de sus características:

$$P = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_k)$$

Donde cada Z_j representa un atributo estructural, locacional o contractual. La derivada parcial de esta función respecto a un atributo específico, $\partial P / \partial Z_j$, se interpreta como el precio implícito o sombra de dicho atributo: el cambio marginal en el precio asociado a una variación unitaria en la característica, manteniendo constantes el resto. En términos económicos, este coeficiente refleja la disposición marginal a pagar del mercado por ese atributo.

El modelo hedónico no asume que los atributos se vendan por separado en mercados independientes; más bien, infiere su valor a partir de las combinaciones observadas en transacciones (o avisos) reales. Esta aproximación permite estimar el valor de características no transables individualmente (ej. "cercanía al metro" o "cercanía al centro") y cuantificar cómo el mercado las valora diferencialmente según el contexto urbano.

2.3. Especificación econométrica en estudios hedónicos

2.3.1. Forma funcional log-lineal

La literatura empírica ha convergido en el uso de especificaciones log-lineales o log-log para modelos hedónicos. En el caso de esta investigación, se adopta la forma:

$$\ln(P_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Esta elección se sustenta en tres argumentos técnicos y prácticos:

- Interpretación semi-elástica: Para variables continuas, $\beta_j \times 100$ aproxima el cambio porcentual en el precio ante un aumento unitario en X_j , facilitando la comunicación de resultados a actores del mercado.
- Estabilización de varianza: Los precios de vivienda suelen presentar heterocedasticidad (mayor dispersión en inmuebles de alto valor). El logaritmo comprime la escala y tiende a homogeneizar la varianza de los residuos.
- Aproximación a normalidad: La transformación reduce la asimetría positiva típica de distribuciones de precios, mejorando el comportamiento de los tests de inferencia estadística.
-

2.3.2. Método de estimación y supuestos clásicos

El modelo se estima mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), que minimiza la suma de los residuos al cuadrado. Bajo los supuestos de Gauss-Markov (linealidad en parámetros, muestra aleatoria, exogeneidad estricta $E[\varepsilon|X]=0$, homocedasticidad y no multicolinealidad perfecta), los estimadores MCO son BLUE (Best Linear Unbiased Estimators), es decir, insesgados y de varianza mínima entre todos los estimadores lineales.

En la práctica, se verifican diagnósticos esenciales:

- Multicolinealidad: Factor de Inflación de Varianza ($VIF < 10$)
- Heterocedasticidad: Test de Breusch-Pagan; de rechazarse, se emplean errores estándar robustos (Huber-White)
- Normalidad de residuos: Jarque bera, utilizando skewness para la simetría y Kurtosis para curtosis.

●

2.3.3. Variables dummy y codificación de atributos cualitativos: justificación del enfoque comunal

Los atributos no numéricos (tipo de propiedad, comuna, inclusión de amueblado) se incorporan al modelo mediante variables dummy. Para evitar la trampa de la

multicolinealidad perfecta (donde la suma de todas las categorías más el intercepto genera una matriz singular), se omite deliberadamente una categoría de referencia por cada variable categórica. El coeficiente asociado a cada dummy mide la diferencia porcentual en precio respecto a la categoría base, manteniendo constantes el resto de los atributos.

Elección de Viña del Mar como comuna de referencia: En esta investigación, se establece a Viña del Mar como categoría de referencia para las variables dummy comunales. Esta decisión responde a criterios metodológicos y prácticos:

- Concentra el mayor volumen de avisos de arriendo en la región, proporcionando una base estadística estable para el intercepto.
- Representa un punto de referencia reconocido regionalmente por su dinamismo comercial y residencial.
- Facilita la interpretación intuitiva de primas y descuentos relativos, alineándose con la práctica estándar en estudios hedónicos chilenos.

Justificación metodológica del uso de dummies comunales: La incorporación de comunas como variables dummy, y no como indicadores continuos independientes, responde a tres argumentos técnicos y teóricos consolidados en la literatura econométrica y de economía urbana:

- **Captura de heterogeneidad no observable (efectos fijos):** Las comunas aglutinan múltiples dimensiones institucionales, ambientales y sociales que son difíciles o imposibles de medir con precisión (percepción de seguridad, calidad del mantenimiento urbano, prestigio del barrio, eficacia de la gestión municipal, normativa de uso de suelo, ruido ambiental). Al incluir una dummy por comuna, el modelo absorbe todos estos factores invariantes a nivel territorial, evitando sesgos por variable omitida que distorsionarían los coeficientes de interés (ej. distancia al metro o distancia a colegios).
- **Limitaciones de los proxies continuos:** Reemplazar la categoría administrativa por variables continuas (ingreso promedio comunal,

índice de equipamiento, densidad comercial) introduciría problemas de medición (datos desactualizados o agregados a nivel censal), multicolinealidad severa entre indicadores territoriales, y pérdida de flexibilidad funcional. Las dummies no imponen una forma lineal ni asumen que todos los atributos comunales varían suavemente; permiten que cada comuna tenga su propio "nivel base" estimado directamente de los datos, sin restricciones paramétricas arbitrarias.

- Consistencia con la literatura y guías internacionales: El uso de dummies geográficas es el estándar en modelos hedónicos aplicados. El Banco Central de Chile (2023), la OCDE (2011) y el Manual de Índices de Precios del FMI recomiendan explícitamente esta práctica cuando los precios y sus dinámicas varían sustancialmente entre vecindarios. Estudios recientes en Bogotá (Cano et al., 2018), Lima (Quispe, 2015) y São Paulo (Lima et al., 2020) utilizan esquemas similares, demostrando que la jerarquía relativa de precios se mantiene estable independientemente de la comuna base elegida.

Respuesta a la limitación de interpretación relativa: Es cierto que los coeficientes dummy se interpretan de forma relativa a una categoría de referencia, lo que impide leer un "valor absoluto" para cada comuna dentro del mismo modelo. Sin embargo, esta limitación es inherente a cualquier especificación con intercepto y no afecta la validez predictiva ni sustantiva del análisis. Las diferencias relativas entre comunas (ej. Valparaíso – Quilpué) son invariantes ante el cambio de base, y los precios predichos por el modelo permanecen idénticos. Como robustez, se verifica que la jerarquía de precios comunales se mantiene estable al alternar la categoría de referencia o al estimar el modelo con codificación por efectos (effects coding), donde cada coeficiente mide la desviación respecto al promedio regional en lugar de a una comuna específica. Esta práctica garantiza que los hallazgos no dependan de una elección arbitraria, sino que reflejen patrones estructurales del mercado.

En síntesis, el uso de variables dummy por comuna constituye una solución metodológicamente rigurosa, teóricamente fundamentada y empíricamente validada para controlar por factores locacionales no observables, asegurando que los coeficientes de las variables estructurales y de accesibilidad estimados en esta investigación no estén sesgados por omisión de características territoriales relevantes.

2.4. Evidencia empírica: estudios en Chile y Latinoamérica

2.4.1. Contexto chileno

En Chile, la aplicación de modelos hedónicos al mercado inmobiliario ha sido pionera, pero geográficamente concentrada. Figueroa y Lever (1992) estimaron uno de los primeros modelos para Santiago, identificando primas significativas por accesibilidad y tamaño. Posteriormente, el Banco Central de Chile (2023) desarrolló un modelo hedónico con más de un millón de avisos, confirmando que variables estructurales (m^2 , dormitorios) y comunales explican entre el 85% y 90% de la variación de precios en la RM. Informes de Clapes UC (2018, 2021) han reforzado estos hallazgos, destacando el impacto de la renovación urbana y la densificación en la valorización de barrios específicos.

Sin embargo, estos estudios presentan dos limitaciones recurrentes: (i) se enfocan predominantemente en precios de compraventa, dejando el mercado de arriendos menos explorado; y (ii) concentran su evidencia en la Región Metropolitana, lo que limita la transferencia de coeficientes a mercados regionales con dinámicas territoriales, de transporte y de demanda sustancialmente distintas.

2.4.2. Evidencia latinoamericana

En Latinoamérica, la literatura hedónica ha crecido significativamente. Estudios en Bogotá (Cano et al., 2018), Lima (Quispe, 2015) y São Paulo (Lima et al., 2020) han incorporado variables locacionales avanzadas (distancia a transporte masivo, índice de áreas verdes, seguridad barrial), reportando elasticidades consistentes: acceso a

metro reduce precios de arriendo en 4-8% por km; cada 1.000 m² de áreas verdes en radio caminable incrementa valores en 2-5%; y atributos estructurales mantienen signos teóricamente esperados.

Estos trabajos validan la especificación log-lineal y el uso de dummies geográficas, pero también revelan que la magnitud de los coeficientes varía según la estructura urbana local, la regulación de suelo y el perfil socioeconómico de la demanda.

Ninguno de estos estudios, sin embargo, ha aplicado un modelo hedónico completo al mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, dejando un vacío empírico que esta investigación busca cubrir.

2.4.3. Síntesis de hallazgos relevantes

Estudio	País/Región	Segmento	Variables Clave	R ²	Hallazgo principal
BCCh (2023)	Chile (RM)	Arriendo/ Venta	m ² , dormitorios, comuna	0.86 - 0.89	Prima comunal explica ~30% de variación
Cano et al. (2018)	Colombia (Bogotá)	Arriendo	Dist. metro, áreas verdes	0.72	Metro reduce precio 6.2% por km
Quispe (2015)	Perú (Lima)	Venta	m ² , nivel socioeconómico	0.68	Vecindario capitaliza 18- 24% del precio
Lima et al. (2020)	Brasil (São Paulo)	Arriendo	Equipamiento, transporte	0.75	Áreas verdes +3.1% por cada parque cercano

2.5. Marco conceptual de la investigación

Integrando los fundamentos teóricos y la evidencia empírica revisada, esta investigación se sustenta en el siguiente marco conceptual:

El precio de arriendo de una vivienda en la Región de Valparaíso es función de tres dimensiones interrelacionadas:

- **Atributos estructurales:** Representan la capacidad física y funcional del inmueble (superficie, distribución, antigüedad, tipología). Según la teoría hedónica, generan utilidad directa y se espera que su efecto marginal sea positivo (excepto antigüedad, que refleja depreciación).
- **Atributos locacionales:** Capturan externalidades de accesibilidad y entorno urbano (distancia a Metro Valparaíso, centro cívico, áreas verdes, colegios y jardines infantiles). La economía urbana predice que la accesibilidad se capitaliza positivamente, mientras que la distancia a nodos de conectividad y equipamiento reduce el valor implícito.
- **Atributos contractuales e institucionales:** Reflejan condiciones operativas del arriendo (amueblado, gastos comunes) y factores comunales no observados (capturados mediante dummies con Viña del Mar como referencia). Estos controles permiten aislar el efecto puro de las variables estructurales y locacionales, evitando sesgos por omisión.

La hipótesis central que guía este marco es que el mercado de arriendos en la Región de Valparaíso valora diferencialmente los atributos estructurales y locacionales, con primas significativas asociadas a la cercanía al transporte público regional, la disponibilidad de áreas verdes y la proximidad a servicios educativos, incluso controlando por características físicas de la vivienda y comuna de ubicación. Este marco conceptual se operacionaliza en la especificación econométrica log-lineal presentada en el Capítulo 1, cuyos coeficientes estimados permitirán cuantificar, en términos porcentuales y monetarios, la disposición marginal a pagar del mercado por cada atributo. Los resultados no solo contrastarán con la literatura

regional e internacional, sino que también establecerán una línea base empírica para la toma de decisiones informadas en el mercado habitacional de la zona, utilizando a Viña del Mar como punto de referencia para interpretar las diferencias comunales en la formación de precios.

3. Metodología

3.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño no experimental transversal. Esta clasificación responde a las siguientes características del estudio:

- Enfoque cuantitativo: Se emplean técnicas estadísticas y econométricas para medir relaciones entre variables numéricas, permitiendo la generalización de hallazgos dentro del contexto definido.
- Alcance explicativo: No se limita a describir el mercado de arriendos, sino que busca identificar y cuantificar el efecto marginal de cada atributo sobre el precio, controlando por el resto de las variables incluidas en el modelo.
- Diseño no experimental: Los datos provienen de observaciones del mercado real (avisos publicados en portales inmobiliarios), sin manipulación deliberada de variables por parte del investigador.
- Transversalidad: La información corresponde a un corte temporal específico (ofertas publicadas entre abril y julio de 2026), lo que permite capturar la dinámica del mercado en un momento determinado, sin analizar evolución temporal.

Esta configuración metodológica es consistente con la mayoría de los estudios hedónicos aplicados en economía urbana, donde el objetivo es estimar precios implícitos de atributos a partir de datos observacionales de mercado.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población objetivo

La población de interés corresponde al conjunto de viviendas residenciales ofrecidas en arriendo en las comunas de Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana y Concón, ubicadas en la Región de Valparaíso, Chile. Se excluyen explícitamente:

- Propiedades comerciales, de oficinas o industriales
- Terrenos y estacionamientos independientes
- Arriendos temporales o de corta estancia (ej. Airbnb)
- Propiedades con información incompleta o inconsistente

3.2.2. Criterios de inclusión

Para conformar la muestra se aplican los siguientes filtros:

- Ubicación geográfica: Solo propiedades en las cinco comunas definidas
- Tipo de operación: Exclusivamente arriendos residenciales
- Información mínima disponible: Precio, superficie, comuna y variables locacionales calculables

3.2.3. Tamaño muestral

La base de datos original contiene 342 observaciones efectivas de propiedades en arriendo. Tras aplicar los criterios de exclusión por datos faltantes en las variables utilizadas en el modelo, la regresión final se estima con 331 observaciones válidas. Este tamaño muestral cumple con la regla práctica de 10-15 observaciones por parámetro estimado en modelos de regresión múltiple. Dado que el modelo incluye aproximadamente 16 parámetros (coeficientes + intercepto), la muestra de 331 observaciones garantiza:

- Potencia estadística adecuada para detectar efectos de magnitud moderada
- Estabilidad de las estimaciones ante posibles outliers
- Validez de los diagnósticos econométricos (normalidad, heterocedasticidad, multicolinealidad)

La muestra se distribuye entre las cinco comunas de la siguiente forma: Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana y Concón, reflejando la oferta real del mercado regional.

3.3. Fuentes de datos y procedimiento de recolección

3.3.1. Fuentes primarias: portales inmobiliarios

Las características estructurales y contractuales de las propiedades se extraen de plataformas inmobiliarias líderes en el mercado chileno, tales como PortalInmobiliario.cl y Yapo.cl. Se obtienen variables como precio mensual de arriendo, superficie construida, número de dormitorios, baños, estacionamientos, tipo de propiedad, dirección aproximada, comuna y descripción textual.

3.3.2. Fuentes secundarias: APIs de geolocalización y datos abiertos

Las variables locacionales se construyen mediante APIs de mapeo y bases de datos abiertas:

Google Maps Geocoding API: Convierte direcciones en coordenadas geográficas (latitud, longitud), permitiendo el cálculo de distancias.

OpenStreetMap (Overpass API): Fuente principal para la identificación y geolocalización de áreas verdes. A partir de esta base se calcula la distancia de cada propiedad al área verde más cercana, utilizando las coordenadas lat/lon de cada vivienda.

Metro Valparaíso: Coordenadas oficiales de estaciones de las líneas del sistema, utilizadas para calcular la distancia al nodo más cercano.

MINEDUC (BASE): Listado oficial de establecimientos educacionales con coordenadas geográficas, utilizado para calcular la distancia al colegio más cercano.

3.3.3. Procedimiento de recolección

El proceso sigue cinco etapas secuenciales:

- Extracción: Recolección de avisos publicados en portales inmobiliarios, guardando URL, fecha y contenido completo para trazabilidad.
- Limpieza: Estandarización de unidades, conversión de texto a numérico, eliminación de duplicados y recodificación de variables categóricas.
- Geocodificación: Obtención de coordenadas para cada propiedad.
- Enriquecimiento: Cálculo de distancias a metro, centro cívico, colegios y áreas verdes más cercanas.
- Validación: Verificación de consistencia lógica, eliminación de observaciones con valores faltantes en variables clave, y exportación a formato analítico.

3.4. Construcción de variables

3.4.1. Variable dependiente

$\ln(\text{precio_arriendo})$: Logaritmo natural del precio mensual de arriendo en pesos chilenos. La transformación logarítmica se justifica por tres razones:

- Permite interpretar los coeficientes aproximadamente como efectos porcentuales (% cambio en precio por unidad adicional de variable)
- Estabiliza la varianza de los residuos ante distribuciones asimétricas de precios
- Reduce la influencia de valores extremos en la estimación

3.4.2. Variables estructurales

Variable	Tipo	Descripción	Criterio
superficie_m2	Continua	Metros cuadrados construidos	Valor numérico
dormitorios	Discreta	Número de dormitorios	Valor numérico
baños	Discreta	Número de baños	Valor numérico
estacionamientos	Discreta	Número de estacionamientos	Valor numérico
amueblado	Dummy	1 = Amueblado, 0 = Sin muebles	Extraído de descripción del aviso
gastos_comunes_dummy	Dummy	1 = Tiene gastos comunes, 0 = No tiene	Se codifica como 1 cuando el valor es mayor que 0
tipo_departamento	Dummy	1 = Departamento, 0 = Casa	Creada desde tipo_propiedad, casa es la categoría base.

3.4.3. Variables locacionales

Variable	Tipo	Descripción	Fuente de cálculo
dist_metro_km	Continua	Distancia (km) a la estación de Metro Valparaíso más cercana	Coordenadas oficiales de estaciones + geocodificación de propiedades
dist_centro_km	Continua	Distancia (km) al centro cívico-comercial de la comuna	Coordenadas de centros comunales + geocodificación
dist_colegios_km	Continua	Distancia (km) al establecimiento educacional más cercano	Base MINEDUC + geocodificación
dist_areas_verdes_km	Continua	Distancia (km) al área verde más cercana	Coordenadas lat/lon de propiedades + datos de áreas verdes desde OpenStreetMap/O verpass
dist_mar_km	Continua	Distancia (km) a la línea costera más cercana	Coordenadas lat/lon de propiedades + datos de línea costera desde OpenStreetMap/O verpass

3.4.4. Variables comunales (dummies)

Variable	Descripción
comuna_Valparaiso	1 = Propiedad en Valparaíso, 0 = otro
comuna_Quilpue	1 = Propiedad en Quilpué, 0 = otro
comuna_Villa_Alemana	1 = Propiedad en Villa alemana, 0 = otro
comuna_Concon	1 = Propiedad en Concon, 0 = otro

Categoría de referencia: Viña del Mar. Se mantiene como comuna base para evitar la trampa de variables dummy o multicolinealidad perfecta, y porque concentra el mayor volumen de avisos, representando un perfil de mercado reconocido regionalmente.

3.4.5. Variables excluidas y justificación

Antigüedad: Inicialmente considerada como variable explicativa, fue excluida del modelo final debido a la alta proporción de valores faltantes. De las 342 observaciones originales, 308 no registraban información sobre el año de construcción, lo que habría reducido la muestra a solo 34 observaciones útiles, comprometiendo severamente la potencia estadística del modelo. Esta decisión se adoptó para preservar el tamaño muestral y la representatividad del análisis.

3.5. Especificación del modelo econométrico

El modelo hedónico se especifica bajo una forma funcional log-lineal, estimada mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO):

$$\ln(\text{precio_arriendo_i}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{superficie_m2_i} + \beta_2 \cdot \text{dormitorios_i} + \beta_3 \cdot \text{banos_i} + \beta_4 \cdot \text{estacionamientos_i} + \beta_5 \cdot \text{amueblado_i} + \beta_6 \cdot \text{gastos_comunes_dummy_i} + \beta_7 \cdot \text{tipo_departamento_i} + \beta_8 \cdot \text{dist_metro_km_i} + \beta_9 \cdot \text{dist_centro_km_i} + \beta_{10} \cdot \text{dist_colegios_km_i} + \beta_{11} \cdot \text{dist_areas_verdes_km_i} + \beta_{12} \cdot \text{dist_mar_km_i} +$$

$$\delta_1 \cdot \text{comuna_Valparaiso_i} + \delta_2 \cdot \text{comuna_Quilpue_i} + \delta_3 \cdot \text{comuna_Villa_Alemana_i} + \delta_4 \cdot \text{comuna_Concon_i} + \varepsilon_i$$

Donde:

- i indexa cada propiedad en la muestra ($i = 1, \dots, 331$)
- β_0 es el intercepto (nivel base de log-precio en Viña del Mar, para una casa no amueblada sin gastos comunes)
- β_1 a β_{12} son coeficientes de variables estructurales y locacionales continuas
- δ_1 a δ_4 son coeficientes de dummies comunales (Viña del Mar = referencia)
- ε_i es el término de error estocástico

3.5.1. Justificación del uso de Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS)

Aunque inicialmente se planteó la estimación mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), método estándar en modelos hedónicos bajo los supuestos de Gauss-Markov, los diagnósticos preliminares revelaron heterocedasticidad severa en los residuos (Breusch-Pagan, $p < 0.001$), violando el supuesto de varianza constante del error.

Ante esta situación, se optó por implementar Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS) como método de estimación final, fundamentado en las siguientes razones:

- Corrección de heterocedasticidad: WLS asigna pesos diferentes a cada observación, dando menor peso a aquellas con mayor varianza del error, lo que permite obtener estimadores más eficientes que MCO cuando existe heterocedasticidad.
- Mejora en la precisión de las estimaciones: Al corregir la heterocedasticidad, WLS reduce los errores estándar de los coeficientes, aumentando la potencia de las pruebas de hipótesis y la precisión de los intervalos de confianza.
- Práctica estándar en econometría aplicada: El uso de WLS como alternativa a MCO ante heterocedasticidad está ampliamente validado en la literatura econométrica (Wooldridge, 2013; Greene, 2018) y es común en estudios hedónicos con datos de mercado inmobiliario.
- Complementariedad con errores robustos: WLS se combina con errores estándar robustos HC1 para proporcionar una doble protección contra problemas de heterocedasticidad, garantizando inferencias válidas incluso si la especificación de los pesos no es perfecta.

- Procedimiento de ponderación: Los pesos se determinaron en función de las variables que mostraron mayor asociación con la varianza del error en el modelo MCO inicial, priorizando características estructurales como superficie y número de baños, que teóricamente están relacionadas con la dispersión de precios en el mercado.

3.5.2. Interpretación de coeficientes

- Variables continuas: $\beta_j \times 100 \approx \% \text{ cambio en precio por unidad adicional de } X_j$ (para β pequeño)
- Variables dummy: $(e^{\gamma} - 1) \times 100 \approx \% \text{ diferencia vs. categoría de referencia, ceteris paribus}$

La interpretación de los coeficientes estimados por WLS es idéntica a la de MCO, ya que ambos métodos estiman los mismos parámetros poblacionales; la diferencia radica en la eficiencia de los estimadores y la validez de las inferencias.

3.6. Procedimiento de estimación y software

3.6.1. Método de estimación

El modelo se estima mediante un enfoque de dos etapas:

- Etapa 1 - Estimación inicial con MCO: Se estima el modelo mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios para obtener estimaciones preliminares y diagnosticar la presencia de heterocedasticidad mediante el test de Breusch-Pagan.
- Etapa 2 - Estimación final con WLS + errores robustos: Ante la detección de heterocedasticidad severa (Breusch-Pagan, $p < 0.001$), se re-estima el modelo utilizando Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS), asignando pesos a cada observación en función de las variables asociadas con la varianza del error. Adicionalmente, se reportan errores estándar robustos tipo Huber-White (HC1) para proporcionar inferencias válidas incluso bajo heterocedasticidad residual.

Este enfoque combinado (WLS + errores robustos) representa una práctica conservadora y rigurosa en econometría aplicada, que prioriza la validez de las inferencias sobre la simplicidad metodológica.

3.6.2. Software y librerías

La estimación se realiza en R (versión 4.3+) o Python (versión 3.10+), utilizando librerías especializadas en econometría:

R:

- `lm()` para estimación MCO inicial
- `lm()` con parámetro `weights` para estimación WLS
- `sandwich` y `lmtest` para errores estándar robustos y tests de diagnóstico
- `car` para cálculo de VIF
- `ggplot2` para visualización de diagnósticos

Python:

- `statsmodels` con WLS para estimación ponderada
- `pandas` y `numpy` para manipulación de datos y cálculo de pesos
- `matplotlib` y `seaborn` para gráficos de diagnósticos

3.6.3. Reproducibilidad

Todos los scripts de limpieza, transformación, estimación (MCO y WLS), diagnóstico y cálculo de pesos se documentan y versionan, garantizando la reproducibilidad del análisis. Se incluye documentación que explica:

- Criterios para la determinación de pesos en WLS
- Comparación entre resultados MCO y WLS
- Justificación de la decisión metodológica

La base de datos anonimizada se estructura en formato CSV con diccionario de variables adjunto.

3.7. Diagnósticos y validación del modelo

Para garantizar la validez de las inferencias, se aplican los siguientes diagnósticos econométricos al modelo estimado con WLS:

3.7.1. Multicolinealidad

Test: Factor de Inflación de Varianza (VIF)

Criterio: $VIF < 10$ para todas las variables (umbral conservador < 5)

Resultado: Todos los VIF se encuentran por debajo de 5.08, indicando ausencia de problemas graves de multicolinealidad. Los valores por variable son:

Variable	VIF
dist_mar_km	5.08
dormitorios	3.41
dist_metro_km	3.22
superficie_m2	2.88
baños	2.77
comuna_Concon	2.79
comuna_Quilpue	2.76
comuna_Villa_Alemana	4.22
tipo_departamento	1.81
dist_centro_km	1.82
dist_colegios_km	1.78
comuna_Valparaiso	1.58
dist_areas_verdes_km	1.23
gastos_comunes_dummy	1.16
estacionamientos	1.15
amueblado	1.05

La variable con mayor VIF es dist_mar_km (5.08), seguida por comuna_Villa_Alemana (4.22) y dormitorios(3.41). Aunque dist_mar_km supera ligeramente el umbral conservador de 5, se mantiene muy por debajo del umbral crítico de 10, por lo que no se requiere acción correctiva. Estos resultados confirman que cada variable aporta información única al modelo, sin superposición significativa con otras variables explicativas.

3.7.2. Heterocedasticidad

Test: Breusch-Pagan WLS

Criterio: p-value > 0.05 para homocedasticidad

Resultado: Estadístico = 37.408, p-value = 0.0018

El test indica que se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad, confirmando que, si bien la heterocedasticidad disminuyó sustancialmente respecto al modelo MCO inicial, sigue presente en el modelo WLS. Este resultado es consistente con la naturaleza compleja de los datos de mercado inmobiliario, donde la varianza del error puede depender de múltiples factores no observados.

Evolución de la heterocedasticidad:

- Modelo MCO inicial: Breusch-Pagan $p < 0.001$ (heterocedasticidad severa)
- Modelo WLS final: Breusch-Pagan $p = 0.0018$ (heterocedasticidad reducida pero presente)

Aunque la heterocedasticidad no se elimina completamente, el uso de WLS logra reducirla significativamente, y la combinación con errores estándar robustos HC1 garantiza que las inferencias sean válidas incluso bajo heterocedasticidad residual.

Acción correctiva: El modelo final se reporta con errores estándar robustos tipo Huber-White (HC1) aplicados sobre la estimación WLS, proporcionando una doble protección contra problemas de heterocedasticidad. Esta práctica es estándar en la literatura econométrica aplicada cuando la heterocedasticidad persiste incluso después de aplicar WLS.

3.7.3. Normalidad de residuos

Test: Jarque-Bera

Criterio: $p\text{-value} > 0.05$ para normalidad

Resultado: Estadístico = 11.179, $p\text{-value} = 0.0037$

El test indica que se rechaza la hipótesis nula de normalidad, confirmando que los residuos no siguen perfectamente una distribución normal. Los componentes del test revelan:

- Skewness (asimetría): -0.087. Asimetría muy leve, casi simétrica.
- Kurtosis (curtosis): 3.883. Colas algo más pesadas que la distribución normal (valor de referencia = 3)

Esta característica es consistente con la heterogeneidad del mercado de arriendos, donde existen propiedades con errores de predicción extremos. Sin embargo, la desviación de la normalidad es moderada y la asimetría es mínima.

Acción: Dado el tamaño muestral ($N = 331$), el Teorema Central del Límite garantiza la robustez de las estimaciones, por lo que la falta de normalidad no invalida las inferencias, pero se reporta como limitación metodológica.

3.7.4. Comparación MCO vs WLS

Para transparentar la decisión metodológica, se presenta una comparación entre los resultados obtenidos con MCO y WLS:

Criterio	MCO(Inicial)	WLS(Final)	Mejora
Heterocedasticidad (Breusch-Pagan p value)	<0.001	0.0018	Reducción significativa
Eficiencia de estimadores	Menor	Mayor	WLS es más eficiente bajo heterocedasticidad
Errores estándar	Inflados por heterocedasticidad	Corregidos con pesos + robustos	Inferencias más precisas
Coeficientes estimados	Consistentes pero ineficientes	Consistentes y eficientes	Mejora en precisión

Esta comparación justifica la decisión de utilizar WLS como método de estimación final, priorizando la validez y eficiencia de las inferencias sobre la simplicidad metodológica.

3.7.5. Resumen de diagnósticos

Diagnóstico	Test	Resultado	Interpretación
Multicolinealidad	VIF	Todos < 5.08	Ausencia de problemas graves
Heterocedasticidad	Breusch-Pagan WLS	$p = 0.0018$	Reducida respecto a MCO, se usa

			WLS + errores robustos
Normalidad	Jarque-Bera	p= 0.0037	Desviación moderada, aceptable por tamaño muestral

3.8. Resultados del modelo WLS con errores robustos

3.8.1. Coeficientes estimados

A continuación se presentan los coeficientes estimados del modelo final mediante WLS con errores estándar robustos HC1, su interpretación en términos de efectos porcentuales aproximados sobre el precio de arriendo, y su significancia estadística al 5%:

Variables estructurales

Variable	Coeficiente	EE Robusto	t-stat	p-value	efecto aprox.	sig. 5%
Constante	12.64903	0.06749	187.432	<0.001		si
superficie_m2	0.00620	0.00088	7.029	<0.001	+0.62%	si
dormitorios	0.00737	0.02095	0.352	0.7253	+0.74%	no
banos	0.14511	0.02499	5.807	<0.001	+15.62%	si
estacionamientos	0.00004	0.00002	2.136	0.0334	0.00%	si
amueblado	-0.00656	0.03415	-0.192	0.8478	-0.65%	no

gastos_comunes_dummy	0.00417	0.04290	0.097	0.9227	+0.42%	no
tipo_departamento	-0.01343	0.04360	-0.308	0.7583	-1.33%	no

Interpretación:

Las variables estructurales superficie, baños y estacionamientos son determinantes estadísticamente significativos del precio de arriendo:

- Superficie: Cada metro cuadrado adicional aumenta el precio en aproximadamente 0.62%, manteniendo constantes las demás características. Este efecto es altamente significativo ($p < 0.001$) y coherente con la teoría hedónica.
- Baños: Cada baño adicional aumenta el precio en aproximadamente 15.62%, un efecto sustantivo y altamente significativo ($p < 0.001$). Esto refleja la alta valoración que el mercado asigna a este atributo de confort.
- Estacionamientos: Aunque estadísticamente significativo ($p = 0.0334$), el efecto marginal es prácticamente nulo (0.00%), lo que sugiere que, en el contexto del mercado de arriendos de la región, este atributo no genera una prima de precio relevante.

Las variables dormitorios, amueblado, gastos comunes y tipo de propiedad no muestran efectos estadísticamente significativos en esta especificación, lo que indica que, controlando por las demás características del modelo, estos atributos no influyen de manera discernible en el precio de arriendo.

Variables locacionales

Variable	Coefficiente	EE Robusto	t-stat	p-value	Efecto aprox.	Sig. 5%
dist_metro_km	0.00689	0.00537	1.283	0.2004	+0.69%	No
dist_centro_km	0.00347	0.00496	0.700	0.4843	+0.35%	No

dist_colegios_km	-0.01669	0.04558	-0.366	0.7145	-1.66%	No
dist_areas_verdes_km	-0.10847	0.07011	-1.547	0.1229	-10.28%	No
dist_mar_km	-0.00939	0.00595	-1.578	0.1155	-0.93%	No

Interpretación:

Ninguna de las variables locacionales de distancia resulta estadísticamente significativa al 5% en esta especificación:

- Distancia al metro: El coeficiente positivo (+0.69% por km) no es significativo ($p = 0.2004$), lo que sugiere que la proximidad al Metro Valparaíso no se capitaliza de manera discernible en los precios de arriendo, posiblemente porque su efecto está capturado por las dummies comunales.
- Distancia al centro: El efecto es positivo pero no significativo (+0.35%, $p = 0.4843$), indicando que la centralidad no es un determinante claro del precio en este mercado.
- Distancia a colegios: El coeficiente negativo (-1.66%) no es significativo ($p = 0.7145$), lo que podría reflejar que la proximidad a establecimientos educativos no es un factor decisivo para los arrendatarios, o que su efecto está correlacionado con otras variables.
- Distancia a áreas verdes: Aunque el coeficiente es negativo (-10.28% por km, lo que indicaría que estar más cerca aumenta el precio), no alcanza significancia estadística ($p = 0.1229$). El valor p relativamente bajo sugiere que podría haber un efecto, pero la muestra no es suficientemente grande para detectarlo con precisión.
- Distancia al mar: El coeficiente es negativo (-0.93% por km) pero no significativo ($p = 0.1155$). Aunque el signo es el esperado (menor distancia al mar asociada con mayor precio), el efecto no es estadísticamente discernible en esta especificación.

Estos resultados sugieren que, en el mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, las variables de accesibilidad y distancia tienen menor poder explicativo que las características estructurales de la vivienda, posiblemente

porque su efecto está parcialmente capturado por las dummies comunales o porque en el mercado de arriendos estos atributos tienen menor peso relativo que en el mercado de compraventa.

Variable	Coeficiente	EE Robusto	t-stat	p-value	Efecto aprox.	Sig. 5%
comuna_valparaíso	-0.13353	0.03674	-3.635	<0.001	-12.50%	Si
comuna_quilpue	-0.20891	0.08879	-2.353	0.0193	-18.85%	Si
comuna_villa_alemana	-0.09282	0.11081	-0.838	0.4029	-8.86%	No
comuna_concon	0.05980	0.04799	1.246	0.2137	+6.16%	No

Categoría base: Viña del Mar

Interpretación:

Las dummies comunales revelan diferencias significativas en los precios de arriendo entre comunas, controlando por las características estructurales y locacionales de las viviendas:

- Valparaíso: Las propiedades en Valparaíso presentan arriendos aproximadamente 12.50% menores que propiedades equivalentes en Viña del Mar, diferencia que es altamente significativa ($p < 0.001$). Este descuento puede reflejar factores como percepción de seguridad, calidad del entorno urbano o accesibilidad.
- Quilpué: Las propiedades en Quilpué presentan arriendos aproximadamente 18.85% menores que en Viña del Mar, diferencia significativa al 5% ($p = 0.0193$). Este es el descuento comunal más grande entre las comunas significativas, posiblemente reflejando su carácter más residencial y menos conectado al centro económico regional.
- Villa Alemana: Aunque el coeficiente sugiere un descuento del 8.86% respecto a Viña del Mar, esta diferencia no es estadísticamente significativa

($p = 0.4029$), lo que indica que no hay evidencia suficiente para afirmar que los precios difieren entre estas dos comunas.

- Concón: El coeficiente positivo (+6.16%) sugiere que Concón podría tener precios ligeramente superiores a Viña del Mar, pero la diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0.2137$). Esto es consistente con el perfil de Concón como comuna costera de alto standing, aunque la muestra puede no ser suficientemente grande para detectar diferencias significativas.

3.8.2. Síntesis de hallazgos

El modelo hedónico presenta un buen ajuste para datos inmobiliarios, y los principales determinantes del precio de arriendo identificados son:

- Características estructurales: La superficie construida y el número de baños son los atributos más relevantes, con efectos positivos y altamente significativos. Los estacionamientos, aunque significativos, tienen un efecto marginal prácticamente nulo.
- Ubicación comunal: La comuna de ubicación tiene un impacto sustantivo, con descuentos significativos para Valparaíso (-12.50%) y Quilpué (-18.85%) respecto a Viña del Mar. Villa Alemana y Concón no muestran diferencias significativas respecto a la comuna base.
- Variables locacionales: Las variables de distancia (metro, centro, colegios, áreas verdes, mar) no muestran efectos estadísticamente significativos en esta especificación, lo que puede deberse a limitaciones en la medición, a que su efecto está correlacionado con la comuna de ubicación, o a que en el mercado de arriendos regional estos atributos tienen menor peso relativo que las características estructurales.

3.9. Limitaciones metodológicas

El diseño y ejecución de esta investigación presenta las siguientes limitaciones que deben considerarse en la interpretación de los resultados:

- Exclusión de la variable antigüedad: Debido a la alta proporción de valores faltantes (308 de 342 observaciones), esta variable no pudo incorporarse al modelo final, lo que podría introducir sesgo por variable omitida si la antigüedad está correlacionada con el precio y con otras variables incluidas.

- Naturaleza de los datos: La base corresponde a precios de oferta publicados en portales inmobiliarios, no necesariamente a precios de transacción cerrada. Esto puede generar diferencias sistemáticas entre los valores observados y los efectivamente pactados.
- Calidad de datos geoespaciales: Las distancias a áreas verdes y al mar se calcularon utilizando datos de OpenStreetMap y coordenadas de línea de costa, cuya precisión y actualización pueden variar entre sectores, introduciendo potencial ruido de medición en estas variables.
- Heterocedasticidad detectada: La presencia de heterocedasticidad en los residuos (Breusch-Pagan WLS, $p = 0.0018$) obliga al uso de errores estándar robustos para garantizar inferencias válidas, aunque no altera los coeficientes estimados.
- Desviación de normalidad: Los residuos no siguen perfectamente una distribución normal (Jarque-Bera, $p = 0.0037$), principalmente por curtosis elevada (3.883). Sin embargo, con 331 observaciones, el Teorema Central del Límite protege las inferencias.
- Diseño transversal: Al tratarse de un corte temporal único, los resultados reflejan asociaciones condicionales válidas para el periodo de estudio, sin permitir análisis de evolución temporal ni inferencia causal estricta.
- Variables no observadas: Atributos como calidad de terminaciones, percepción de seguridad, vista panorámica o ruido ambiental no se incorporan directamente al modelo, quedando parcialmente capturados por las dummies comunales.
- Variables locacionales no significativas: La falta de significancia estadística de las variables de distancia (metro, centro, colegios, áreas verdes, mar) puede deberse a limitaciones en la precisión de la medición, a que su efecto está correlacionado con la comuna de ubicación, o a que en el mercado de arriendos regional estos atributos tienen menor peso relativo que en el mercado de compraventa.
- Multicolinealidad moderada en `dist_mar_km`: El VIF de 5.08 para la variable distancia al mar sugiere cierta correlación con otras variables del modelo (posiblemente con las dummies comunales o con distancia a áreas verdes), aunque no alcanza niveles críticos que invaliden las estimaciones.

Estas limitaciones no invalidan los hallazgos del estudio, pero sí establecen el alcance dentro del cual los resultados deben interpretarse y las condiciones bajo las cuales son aplicables.

4. Análisis de datos y resultados

4.1. Estadística descriptiva de la muestra

4.1.1. Descripción general de la muestra

La base de datos final utilizada en la estimación del modelo comprende 331 observaciones válidas de viviendas residenciales en arriendo, distribuidas en las cinco comunas de la Región de Valparaíso consideradas en el estudio. A continuación se presentan las estadísticas descriptivas de las variables incluidas en el modelo.

Variable	N	Media	Desv. estándar	Min.	Máx.
precio_arriendo_clp	342	727.844	458.933	250.000	3.603.825
ln_precio_arriendo	342	13,370	0,469	12,429	15,098
superficie_m2	342	81,716	53,000	23	480
dormitorios	342	2,624	1,337	0	10
banos	342	1,920	0,956	1	7
estacionamientos	342	0,216	0,535	0	1
amueblado	342	0,120	0,325	0	1
gastos_comunes_dummy	342	0,053	0,225	0	1
tipo_departamento	342	0,825	0,381	0	1
dist_metro_km	342	4,031	4,213	0,034	20,108
dist_centro_km	342	3,777	4,440	0,150	31,752
dist_colegio	342	0,366	0,315	0,033	2,151

s_km					
dist_areas_verdes_km	342	0,169	0,170	0,007	1,909
dist_mar_km	342	4,459	6,283	0,015	32,295
comuna_Valparaíso	342	0,213	0,410	0	1
comuna_Quilpué	342	0,099	0,300	0	1
comuna_Villa_Alemana	342	0,088	0,283	0	1
comuna_Concón	342	0,219	0,414	0	1
comuna_Viña_del_Mar_base	342	0,380	0,486	0	1

Frecuencia por Comuna

Comuna	N	Porcentaje
Viña del Mar	130	38.01%
Concón	75	21,93%
Valparaíso	73	21,35%
Quilpué	34	9,94%
Villa Alemana	30	8,77%

Frecuencia por tipo de propiedad

Tipo de propiedad	N	Porcentaje
Departamento	282	82,46

Casa	60	17,54%
------	----	--------

4.2. Resultados del modelo hedónico

4.2.1. Resumen del modelo estimado

El modelo final fue estimado mediante Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS) con errores estándar robustos tipo Huber-White (HC1), como se justificó en el Capítulo 3 ante la presencia de heterocedasticidad detectada en la estimación inicial por MCO.

Consideración metodológica sobre la bondad de ajuste:

Es importante abordar una consideración metodológica relevante respecto a la medida de bondad de ajuste del modelo. La estimación inicial mediante MCO arrojó un R^2 de 0.7806 (R^2 ajustado de 0.7701), indicando que el modelo explica aproximadamente el 78% de la variación del logaritmo del precio de arriendo. Al re-estimar el modelo mediante WLS para corregir la heterocedasticidad, el software reporta un R^2 de 0.99 (99%). Sin embargo, este valor no es directamente comparable con el R^2 del modelo MCO ni representa de manera realista el poder explicativo del modelo, por las siguientes razones:

- Inflación artificial por ponderación: En WLS, el R^2 se calcula sobre datos ponderados, lo que puede inflar artificialmente la medida de ajuste. Un R^2 de 99% en datos de mercado inmobiliario es estadísticamente improbable y no consistente con la literatura hedónica aplicada.
- No comparabilidad: El R^2 de WLS no es directamente comparable con el R^2 de MCO ni con los R^2 reportados en otros estudios hedónicos, ya que responde a una métrica diferente basada en residuos ponderados.
- Sobreajuste potencial: Un R^2 tan elevado puede indicar que el esquema de ponderación está capturando no solo la heterocedasticidad, sino también ruido o patrones específicos de la muestra, lo que comprometería la validez externa del modelo.

Decisión metodológica: Por las razones anteriores, se reporta como medida de bondad de ajuste el R^2 del modelo MCO original (0.7806), que es directamente

comparable con la literatura y representa de manera más realista el poder explicativo del modelo. Los coeficientes estimados, errores estándar e inferencias estadísticas corresponden al modelo WLS final, que es metodológicamente superior por corregir la heterocedasticidad, pero la medida de ajuste se reporta del modelo MCO para mantener comparabilidad y realismo.

Esta decisión es transparente y está en línea con prácticas comunes en econometría aplicada, donde se prioriza la validez de las inferencias (mediante WLS + errores robustos) sobre la optimización de medidas de ajuste que pueden ser engañosas.

Estadísticos globales del modelo

Estadístico	Valor	Fuente
<i>Método de estimación</i>	<i>WLS + Errores robustos HC1</i>	<i>Modelo final</i>
<i>Método de estimación (bondad de ajuste)</i>	<i>MCO</i>	<i>Modelo inicial</i>
<i>Observaciones utilizadas</i>	<i>331</i>	<i>Ambos modelos</i>
<i>R² (MCO)</i>	<i>0.7806</i>	<i>Modelo inicial</i>
<i>R² ajustado (MCO)</i>	<i>0.7701</i>	<i>Modelo inicial</i>
<i>R² (WLS)</i>	<i>0.99</i>	<i>No reportado (Inflado artificialmente)</i>
<i>Heterocedasticidad residual (Breusch-Pagan)</i>	<i>p= 0.0018</i>	<i>Modelo WLS</i>

El modelo explica aproximadamente el 78.06% de la variación del logaritmo del precio de arriendo, un nivel de ajuste elevado y consistente con los mejores estudios hedónicos aplicados en mercados inmobiliarios latinoamericanos. El R² ajustado de 77.01% confirma que este alto poder explicativo no se debe a la

sobreparametrización del modelo, sino a la relevancia real de las variables incluidas.

Estadísticos globales del modelo

Variable	Coef.	EE Robusto	t-stat	p-value	Efecto %
Variables estructurales					
superficie_m2	0.00620	0.00088	7.029	<0.001	+0.62%
dormitorios	0.00737	0.02095	0.352	0.7253	+0.74%
banos	0.14511	0.02499	5.807	<0.001	+15.62%
estacionamientos	0.00004	0.00002	2.136	0.0334	-0.00%
amueblado	-0.00656	0.03415	-0.192	0.8478	-0.65%
gastos_comunes_dummy	0.00417	0.04290	0.097	0.9227	+0.42%
tipo_departamento	-0.01343	0.04360	-0.308	0.7583	-1.33%
Variables locacionales					
dist_metro_km	0.00689	0.00537	1.283	0.2004	+0.69%
dist_centro_km	0.00347	0.00496	0.700	0.4843	+0.35%
dist_colegios_km	-0.01669	0.04558	-0.366	0.7145	-1.66%
dist_areas_verdes_km	-0.10847	0.07011	-1.547	0.1229	-10.28%
dist_mar_km	-0.00939	0.00595	-1.578	0.1155	-0.93%

Variables Comunales (base: Viña del mar)					
comuna_V alparaiso	-0.13353	0.03674	-3.635	0.001	-12.50%
comuna_Q uilpue	-0.20891	0.08879	-2.353	0.0193	-18.85%
comuna_Vil la_Alemana	-0.09282	0.11081	-0.838	0.4029	-8.86%
comuna_co ncon	0.05980	0.04799	1.245	0.2137	+6.16%
Constante	12.64903	0.06749	187.432	<0.001	-

4.3. Interpretación económica de los resultados

4.3.1. Determinantes estructurales del precio de arriendo

Los resultados del modelo revelan que las características estructurales de la vivienda constituyen el principal motor de la formación de precios en el mercado de arriendos de la Región de Valparaíso. Tres variables resultan estadísticamente significativas:

Superficie construida ($\beta = 0.00620$; $p < 0.001$): Cada metro cuadrado adicional incrementa el precio de arriendo en aproximadamente 0.62%, manteniendo constantes las demás características. Este resultado es altamente significativo y coherente con la teoría hedónica, que postula que la superficie es el atributo más básico y valorado de cualquier vivienda. En términos prácticos, considerando que la superficie promedio en la muestra es de aproximadamente [X] m², un incremento de 10 m² sobre el promedio se traduciría en un aumento de aproximadamente 6.2% en el precio de arriendo, lo que representa un efecto económicamente sustantivo.

Número de baños ($\beta = 0.14511$; $p < 0.001$): Cada baño adicional incrementa el precio en aproximadamente 15.62%, el efecto porcentual más alto entre todas las variables del modelo. Este resultado destaca la alta valoración que el mercado regional asigna a este atributo de confort, posiblemente reflejando la escasez relativa de baños en el stock habitacional de la zona y la preferencia de los arrendatarios por unidades que eviten conflictos de uso en hogares con múltiples

ocupantes. El efecto es comparable al de agregar aproximadamente 25 m² adicionales de superficie, lo que ilustra la alta disposición marginal a pagar por este atributo.

Número de estacionamientos ($\beta = 0.00004$; $p = 0.0334$): Aunque estadísticamente significativo al 10%, el efecto marginal es prácticamente nulo (~0.00%). Este resultado sugiere que, en el mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, los estacionamientos no constituyen un atributo valorado marginalmente por los arrendatarios. Una posible explicación es que, en comunas con alta densidad de transporte público y donde la tenencia de vehículos particulares no es generalizada entre los arrendatarios, este atributo no genera una prima de precio relevante. Alternativamente, la mayoría de las propiedades ya incluye al menos un estacionamiento, lo que reduce la variabilidad necesaria para detectar un efecto.

Variables estructurales no significativas: Los dormitorios, el amueblado, los gastos comunes y el tipo de propiedad (departamento vs. casa) no muestran efectos estadísticamente significativos. Este hallazgo merece atención particular:

- Dormitorios no significativos: Contrasta con la literatura tradicional que suele encontrar efectos positivos de los dormitorios. Una explicación plausible es que, en el mercado de arriendos regional, el efecto de los dormitorios está fuertemente correlacionado con la superficie ($VIF = 3.41$), y una vez controlada la superficie, el número de dormitorios no aporta información adicional. Es decir, el mercado valora el "espacio total" más que la "división en habitaciones".
- Amueblado no significativo: Sugiere que el mercado no capitaliza de manera discernible el valor del mobiliario incluido, posiblemente porque los arrendatarios prefieren aportar su propio mobiliario o porque la calidad del amueblado es muy heterogénea.
- Tipo de propiedad no significativo: Indica que, controlando por superficie, baños, ubicación y demás atributos, el mercado no distingue sistemáticamente entre casas y departamentos en términos de precio de arriendo. Esto contrasta con el mercado de compraventa, donde las casas suelen presentar primas significativas.

4.3.2. El rol de la ubicación comunal

Las variables comunales constituyen el segundo grupo de determinantes relevantes del precio de arriendo, con efectos sustantivos y estadísticamente significativos para tres de las cuatro comunas analizadas respecto a Viña del Mar:

Valparaíso ($\beta = -0.13353$; $p < 0.001$): Las propiedades en Valparaíso presentan arriendos aproximadamente 12.50% menores que propiedades equivalentes en Viña del Mar. Este descuento refleja factores no observados en el modelo, tales como percepción de seguridad, calidad del entorno urbano, acceso a servicios o prestigio barrial. El resultado es consistente con la literatura que documenta descuentos de precio en comunas con menores indicadores socioeconómicos y mayor percepción de inseguridad.

Quilpué ($\beta = -0.20891$; $p = 0.0193$): Las propiedades en Quilpué presentan el descuento más pronunciado, aproximadamente 18.85% respecto a Viña del Mar. Este resultado refleja el perfil de Quilpué como comuna residencial de menor dinamismo económico y menor conectividad con los centros de empleo y servicios regionales. El descuento es coherente con la teoría de gradientes de precio que postula menores valores en zonas periféricas.

Villa Alemana ($\beta = -0.09282$; $p = 0.4029$): Aunque el coeficiente sugiere un descuento del 8.86%, este no es estadísticamente significativo. Esto indica que, controlando por las características de la vivienda, no hay evidencia suficiente para afirmar que los precios en Villa Alemana difieran de los de Viña del Mar. Una interpretación posible es que Villa Alemana comparte características residenciales similares a Viña del Mar en términos de percepción de mercado.

Concón ($\beta = 0.05980$; $p = 0.2137$): El coeficiente positivo sugiere una prima del 6.16% respecto a Viña del Mar, pero no es estadísticamente significativa. Esto es consistente con el perfil de Concón como comuna costera de alto standing, aunque la muestra reducida de observaciones en esta comuna limita la potencia estadística para detectar diferencias significativas.

Viña del Mar como referencia: La elección de Viña del Mar como categoría base resulta validada por los resultados, ya que esta comuna funciona efectivamente como el mercado de referencia regional, con precios que representan un punto intermedio-alto en la distribución de la región.

4.3.3. El resultado contraintuitivo de las variables locacionales

Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es la falta de significancia estadística de todas las variables locacionales de distancia:

- Distancia al metro ($p = 0.2004$)
- Distancia al centro ($p = 0.4843$)
- Distancia a colegios ($p = 0.7145$)
- Distancia a áreas verdes ($p = 0.1229$)

- Distancia al mar ($p = 0.1155$)

Este resultado merece un análisis detallado, ya que contrasta con la literatura internacional que suele encontrar efectos significativos de estas variables. Existen varias explicaciones metodológicas y sustantivas posibles:

- Explicación 1: Captura por dummies comunales: Las variables de distancia están correlacionadas con la comuna de ubicación (propiedades más cercanas al metro tienden a estar en ciertas comunas). Al incluir dummies comunales en el modelo, gran parte del efecto de la accesibilidad ya está siendo capturado por estas variables, dejando poco efecto residual para las variables de distancia.
- Explicación 2: Mediciones a nivel de "vecino más cercano": Las variables de distancia se calcularon como la distancia al establecimiento más cercano, lo que puede no capturar adecuadamente la "densidad" o "calidad" del equipamiento disponible. Una propiedad puede estar a 500 metros del colegio más cercano, pero tener cinco colegios adicionales en un radio de 1 km, situación que no es capturada por la variable.
- Explicación 3: Diferencias entre mercados de arriendo y compraventa: En el mercado de arriendos, los hogares pueden tener horizontes de permanencia más cortos, lo que reduce la valoración de atributos locacionales de largo plazo (como la calidad de los colegios o la proximidad a áreas verdes). Este resultado es consistente con estudios que encuentran menores efectos de variables locacionales en mercados de arriendo comparados con mercados de compraventa.
- Explicación 4: Distancia al mar: El resultado de la distancia al mar ($\beta = -0.00939$; $p = 0.1155$) es particularmente interesante. Aunque el signo es el esperado (menor distancia se traduce en mayor precio) y el p-value es relativamente bajo (0.1155), no alcanza significancia al 5%. Esto sugiere que podría existir un efecto real que la muestra actual no tiene potencia suficiente para detectar. Investigaciones futuras con muestras más grandes podrían confirmar este hallazgo.
- Explicación 5: Distancia a áreas verdes: El coeficiente negativo (-0.10847) con un p-value de 0.1229 es el más cercano a significancia entre las variables locacionales. Esto sugiere que, en efecto, estar más cerca de áreas verdes incrementa el precio (aproximadamente 10.28% por cada km adicional de cercanía), pero la muestra no permite confirmarlo con el nivel de confianza estándar. Este resultado es consistente con la literatura que valora positivamente las áreas verdes y merece ser investigado con mayor detalle en estudios futuros.

4.4. Discusión de hallazgos en el contexto de la literatura

4.4.1. Comparación con estudios en Chile

Los resultados obtenidos son parcialmente consistentes con los hallazgos de estudios hedónicos previos en Chile, pero también presentan diferencias notables que merecen discusión:

Con el Banco Central de Chile (2023): El estudio del BCCh para la Región Metropolitana encuentra que variables estructurales (m^2 , dormitorios, baños) y comunales explican entre el 85% y 90% de la variación de precios. Nuestro modelo explica el 78%, un nivel comparable considerando que trabajamos con un mercado regional más pequeño y heterogéneo. Sin embargo, mientras el BCCh encuentra efectos significativos de dormitorios, nuestro modelo no los detecta, posiblemente por las diferencias entre mercados de Santiago y Valparaíso.

Con Clapes UC (2018, 2021): Los informes de Clapes UC destacan el impacto de la renovación urbana en la valorización de barrios específicos. Nuestros resultados, al incluir dummies comunales, capturan parcialmente estos efectos, pero no permiten identificar primas a nivel de barrio, lo que representa una limitación y una oportunidad para investigación futura.

4.4.2. Comparación con estudios latinoamericanos

Con Cano et al. (2018) en Bogotá: El estudio bogotano encuentra que la distancia al metro reduce precios en 6.2% por km. Nuestro resultado para distancia al metro (+0.69% por km, no significativo) contrasta fuertemente con este hallazgo. Una explicación posible es que el Metro Valparaíso tiene una cobertura geográfica más limitada que el sistema de Bogotá, reduciendo su impacto en la formación de precios.

Con Quispe (2015) en Lima: El estudio limeño encuentra que el nivel socioeconómico del vecindario capitaliza entre 18% y 24% del precio. Nuestros resultados comunales son consistentes con esta magnitud: el descuento de Quilpué respecto a Viña del Mar es de 18.85%, lo que refleja diferencias socioeconómicas similares a las documentadas en Lima.

Con Lima et al. (2020) en São Paulo: El estudio paulistano encuentra que las áreas verdes incrementan precios en 3.1% por cada parque cercano. Nuestro resultado para distancia a áreas verdes ($\beta = -0.10847$, $p = 0.1229$) sugiere un efecto en la dirección esperada pero no significativo, posiblemente por diferencias en la medición (número de parques vs. distancia al más cercano).

4.4.3. Aportes específicos de esta investigación

Esta investigación realiza tres aportes distintivos a la literatura:

- Evidencia para un mercado regional chileno no explorado: Es el primer estudio hedónico aplicado al mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, llenando un vacío geográfico importante en la literatura nacional.
- Incorporación de distancia al mar como variable locacional: La inclusión de esta variable, particularmente relevante para una región costera, constituye un aporte metodológico que puede ser replicado en otros estudios de ciudades litorales.
- Documentación de la falta de significancia de variables locacionales: El hallazgo de que las variables de distancia no son significativas en el mercado de arriendos regional constituye un resultado sustantivo que cuestiona la transferibilidad automática de hallazgos de otros mercados y contextos.

4.4.4. Aportes específicos de esta investigación

Esta investigación realiza tres aportes distintivos a la literatura:

- Evidencia para un mercado regional chileno no explorado: Es el primer estudio hedónico aplicado al mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, llenando un vacío geográfico importante en la literatura nacional.
- Incorporación de distancia al mar como variable locacional: La inclusión de esta variable, particularmente relevante para una región costera, constituye un aporte metodológico que puede ser replicado en otros estudios de ciudades litorales.
- Documentación de la falta de significancia de variables locacionales: El hallazgo de que las variables de distancia no son significativas en el mercado de arriendos regional constituye un resultado sustantivo que cuestiona la transferibilidad automática de hallazgos de otros mercados y contextos.

4.4.5 Aplicación práctica de los resultados

Para ilustrar la utilidad práctica del modelo, considérese el siguiente ejercicio de simulación:

Ejemplo 1: Valoración de un departamento en Viña del Mar

- Superficie: 60 m²
- Baños: 2
- Estacionamientos: 1
- No amueblado, sin gastos comunes
- Ubicación: Viña del Mar (comuna base)

$$\ln(\text{precio}) = 12.649 + (0.00620 \times 60) + (0.14511 \times 2) + (0.00004 \times 1)$$

$$\ln(\text{precio}) = 12.649 + 0.372 + 0.290 + 0.00004$$

$$\ln(\text{precio}) = 13.311$$

$$\text{precio} = \exp(13.311) \approx \$603.000 \text{ CLP mensuales}$$

Ejemplo 2: Mismo departamento en Valparaíso

$$\ln(\text{precio}) = 13.311 + (-0.13353) = 13.177$$

$$\text{precio} = \exp(13.177) \approx \$528.000 \text{ CLP mensuales}$$

Ejemplo 3: Mismo departamento en Quilpué

$$\ln(\text{precio}) = 13.311 + (-0.20891) = 13.102$$

$$\text{precio} = \exp(13.102) \approx \$489.000 \text{ CLP mensuales}$$

Estos ejemplos ilustran cómo el modelo puede utilizarse para estimar precios de referencia que sirvan como punto de partida para la negociación entre arrendadores y arrendatarios, reduciendo asimetrías de información en el mercado.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Síntesis de hallazgos y respuesta a la pregunta de investigación

La presente investigación tuvo como objetivo estimar un modelo hedónico que permitiera cuantificar el impacto de las características estructurales, locacionales y comunales sobre los precios de arriendo de viviendas residenciales en la Región de Valparaíso. La pregunta central que guió el estudio fue:

“¿Qué características estructurales, de ubicación y accesibilidad explican significativamente el precio de arriendo de viviendas residenciales en la Región de Valparaíso, y en qué magnitud incide cada una de ellas sobre la formación del precio?”

A partir de la estimación de un modelo hedónico log-lineal con 331 observaciones, estimado mediante Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS) con errores estándar robustos tipo Huber-White (HC1), y con un R^2 de 0.7806, es posible responder esta pregunta de forma estructurada:

Respuesta central: El precio de arriendo en la Región de Valparaíso está determinado principalmente por tres factores: (i) la superficie construida de la vivienda, (ii) el número de baños, y (iii) la comuna de ubicación. Las variables de accesibilidad y distancia (metro, centro, colegios, áreas verdes y mar), así como atributos como dormitorios, amueblado, gastos comunes y tipo de propiedad, no muestran efectos estadísticamente significativos en esta especificación.

Esta respuesta revela un patrón de valoración de mercado distintivo, donde las características físicas intrínsecas de la vivienda y la localización comunal tienen mayor peso que los atributos de accesibilidad y entorno urbano inmediato, un hallazgo que contrasta con la literatura internacional y que se discute en detalle en las secciones siguientes.

5.2. Conclusiones

5.2.1. Conclusiones sobre los determinantes estructurales del precio

El análisis empírico permite establecer las siguientes conclusiones respecto a los atributos estructurales de las viviendas:

- La superficie construida es el determinante estructural más robusto: Cada metro cuadrado adicional incrementa el precio de arriendo en aproximadamente 0.62%, con alta significancia estadística ($p < 0.001$). Este resultado confirma la validez de la teoría hedónica en el contexto regional y se alinea con los hallazgos de estudios previos en Chile y Latinoamérica.
- Los baños presentan el efecto porcentual más alto del modelo: Cada baño adicional incrementa el precio en aproximadamente 15.62%, superando incluso el efecto acumulado de incrementos moderados de superficie. Este hallazgo destaca la alta valoración que el mercado regional asigna a este atributo de confort, posiblemente reflejando la escasez relativa de baños en el stock habitacional de la zona y las preferencias de los arrendatarios por unidades que eviten conflictos de uso.
- Los estacionamientos tienen un efecto marginal prácticamente nulo: Aunque estadísticamente significativo al 10%, el efecto es cercano a cero, lo que sugiere que, en el mercado de arriendos regional, este atributo no genera una prima de precio relevante. Esto puede explicarse por la alta densidad de transporte público en la zona y porque la mayoría de las propiedades ya incluye al menos un estacionamiento.
- Los dormitorios no resultan significativos una vez controlada la superficie: Este hallazgo contraintuitivo sugiere que el mercado valora el "espacio total" más que la "división en habitaciones". Una vez considerada la superficie construida, el número de dormitorios no aporta información adicional para explicar el precio.
- El amueblado, los gastos comunes y el tipo de propiedad no tienen efectos discernibles: El mercado no capitaliza de manera estadísticamente significativa el mobiliario incluido, la inclusión de gastos comunes, ni la distinción entre casas y departamentos, controlando por las demás características.

5.2.2. Conclusiones sobre la dimensión comunal

Las variables comunales revelan patrones claros de diferenciación territorial en los precios de arriendo:

- Viña del Mar funciona efectivamente como mercado de referencia regional: La elección de esta comuna como categoría base se valida empíricamente, ya que sus precios representan un punto intermedio-alto en la distribución regional, con un perfil de mercado reconocido y dinámico.
- Valparaíso presenta un descuento significativo del 12.50% respecto a Viña del Mar: Este descuento refleja factores no observados en el modelo, tales como percepción de seguridad, calidad del entorno urbano o prestigio barrial, y es consistente con la literatura que documenta descuentos en comunas con menores indicadores socioeconómicos.
- Quilpué presenta el descuento más pronunciado (18.85%): Este resultado refleja el perfil de Quilpué como comuna residencial de menor dinamismo económico y menor conectividad con los centros de empleo y servicios regionales, coherente con la teoría de gradientes de precio.
- Villa Alemana y Concón no presentan diferencias significativas respecto a Viña del Mar: Aunque los coeficientes sugieren descuentos o primas, estas no alcanzan significancia estadística, posiblemente por el tamaño muestral limitado en estas comunas o por compartir características de mercado similares a Viña del Mar.

5.2.3. Conclusiones sobre las variables locacionales

Uno de los hallazgos más relevantes de esta investigación es la falta de significancia estadística de todas las variables de distancia:

- Las variables de accesibilidad y distancia no son determinantes significativos del precio: Ni la distancia al metro, al centro, a colegios, a áreas verdes ni al mar resultan estadísticamente significativas en esta especificación. Este resultado contrasta con la literatura internacional y admite múltiples interpretaciones:
- El efecto de la accesibilidad puede estar siendo capturado por las dummies comunales.
- La medición basada en el "vecino más cercano" puede no capturar adecuadamente la densidad o calidad del equipamiento disponible.

- En el mercado de arriendos, los hogares pueden tener horizontes de permanencia más cortos, reduciendo la valoración de atributos locacionales de largo plazo.
- La distancia al mar y a áreas verdes muestran efectos en la dirección esperada pero no significativos: Los coeficientes negativos ($\beta_{\text{mar}} = -0.00939$; $\beta_{\text{areas_verdes}} = -0.10847$) sugieren que estar más cerca de estos atributos incrementa el precio, pero la muestra no tiene potencia suficiente para confirmarlo con el nivel de confianza estándar. Estos resultados merecen ser investigados con mayor detalle en estudios futuros.

5.2.4. Conclusiones metodológicas

- El cambio de MCO a WLS fue metodológicamente necesario: La presencia de heterocedasticidad severa en la estimación inicial por MCO justificó el uso de Mínimos Cuadrados Ponderados, que produce estimadores más eficientes bajo este escenario. La combinación de WLS con errores robustos HC1 garantiza inferencias válidas incluso bajo heterocedasticidad residual.
- El R^2 del modelo MCO (0.7806) es la medida de bondad de ajuste más informativa: Aunque el modelo WLS reporta un R^2 de 0.99, este valor está inflado artificialmente por la ponderación y no es comparable con la literatura. El R^2 de 0.7806 del modelo MCO representa de manera más realista el poder explicativo del modelo y es consistente con estudios hedónicos aplicados en mercados inmobiliarios latinoamericanos.
- El modelo presenta un buen ajuste para datos de mercado inmobiliario: Con un R^2 de 78%, el modelo explica una proporción sustancial de la variación de precios, considerando que existen atributos no observados (calidad de terminaciones, vista, percepción de seguridad) que no se incorporan al modelo.

5.3. Recomendaciones prácticas

Los hallazgos de esta investigación tienen implicancias concretas para diversos actores del mercado de arriendos en la Región de Valparaíso. A continuación se presentan recomendaciones específicas para cada grupo de interés.

5.3.1. Recomendaciones para arrendadores y corredores de propiedades

- Fijación de precios basada en evidencia: Los arrendadores deben priorizar la superficie construida y el número de baños como principales determinantes del precio al fijar tarifas. Un baño adicional justifica un incremento de aproximadamente 15.62% en el precio, mientras que cada metro cuadrado adicional justifica un incremento de 0.62%.
- Ajustes comunales objetivos: Las propiedades en Valparaíso y Quilpué deben fijarse con descuentos de 12.50% y 18.85% respectivamente respecto a propiedades equivalentes en Viña del Mar. Estos ajustes permiten reducir tiempos de vacancia y evitar sobreprecios que desincentiven el arriendo.
- Inversiones en mejoras habitacionales: Si un arrendador busca incrementar el precio de arriendo de su propiedad, las mejoras más rentables son: (i) agregar o mejorar baños, (ii) ampliar la superficie construida, y (iii) incorporar estacionamientos (aunque su efecto marginal es bajo, puede facilitar el arriendo).
- No sobrevalorar atributos no significativos: Amueblar la propiedad o incluir gastos comunes no justifica incrementos de precio significativos según el modelo. Los arrendadores no deben esperar primas por estos atributos.

5.3.2. Recomendaciones para arrendatarios y hogares

- Evaluación objetiva de ofertas: Los arrendatarios pueden utilizar los coeficientes del modelo como referencia para evaluar si un precio ofrecido es razonable. Una propiedad con características similares a otra, pero en Valparaíso en lugar de Viña del Mar, debería costar aproximadamente 12.50% menos.

- Priorización de atributos al buscar vivienda: Dado que la superficie y los baños son los principales determinantes del precio, los hogares deben priorizar estos atributos en su búsqueda, más que atributos como amueblado o tipo de propiedad.
- Consideración de comunas alternativas: Los hogares que busquen reducir el costo de arriendo pueden considerar Quilpué, donde las propiedades equivalentes a Viña del Mar cuestan aproximadamente 18.85% menos, asumiendo que están dispuestos a aceptar menores niveles de conectividad y equipamiento urbano.

5.3.3. Recomendaciones para inversionistas y desarrolladores inmobiliarios

- Diseño de nuevos proyectos: Los desarrolladores deberían priorizar unidades con mayor número de baños y superficie construida, ya que estos atributos generan los mayores incrementos en el precio de arriendo. La incorporación de estacionamientos, aunque tiene bajo efecto marginal, puede mejorar la velocidad de colocación de las unidades.
- Localización de proyectos: Los resultados sugieren que la comuna de ubicación tiene un impacto sustantivo en los precios. Proyectos en Viña del Mar o Concón (aunque esta última no sea significativamente diferente) pueden capturar precios más altos que proyectos equivalentes en Valparaíso o Quilpué.
- Evaluación de retornos: Los inversionistas deben considerar los descuentos comunales al proyectar retornos. Una propiedad en Quilpué generará aproximadamente 18.85% menos de ingreso por arriendo que una propiedad equivalente en Viña del Mar, lo que debe reflejarse en el precio de compra para mantener retornos adecuados.

5.3.4. Recomendaciones para gestores públicos y municipios

- Evaluación de políticas de vivienda: Los resultados proporcionan una base cuantitativa para evaluar el impacto de políticas de vivienda y subsidios de

arriendo. Los coeficientes estimados permiten calcular el valor implícito de diferentes atributos habitacionales.

- Planificación urbana y equipamiento: La falta de significancia de las variables locacionales sugiere que, en el mercado de arriendos regional, la inversión en equipamiento urbano (metro, áreas verdes, colegios) no se capitaliza directamente en los precios. Esto no significa que estas inversiones no sean valiosas, sino que su impacto puede manifestarse a través de otros canales (calidad de vida, bienestar, desarrollo económico local) que no se capturan en los precios de arriendo.
- Monitoreo del mercado: El modelo desarrollado puede utilizarse como herramienta de monitoreo del mercado de arriendos regional, permitiendo a los municipios detectar posibles burbujas de precios, discriminación o prácticas abusivas.
- Transparencia de información: Los municipios podrían publicar tablas de precios de referencia basadas en el modelo, reduciendo asimetrías de información y promoviendo un mercado más eficiente.

5.4. Limitaciones finales

Si bien esta investigación aporta evidencia empírica relevante sobre el mercado de arriendos en la Región de Valparaíso, es necesario reconocer las siguientes limitaciones que condicionan la interpretación de los resultados:

- Naturaleza de los datos: La base corresponde a precios de oferta publicados en portales inmobiliarios, no a precios de transacción cerrada. Esto puede generar diferencias sistemáticas entre los valores observados y los efectivamente pactados.
- Exclusión de la variable antigüedad: Debido a la alta proporción de valores faltantes (308 de 342 observaciones), esta variable no pudo incorporarse al modelo final, lo que podría introducir sesgo por variable omitida.
- Atributos no observados: Características como calidad de terminaciones, vista panorámica, percepción de seguridad, ruido ambiental o estado de

conservación no se incorporan al modelo, quedando parcialmente capturadas por las dummies comunales.

- Medición de variables locacionales: Las distancias se calcularon como distancia al establecimiento más cercano, lo que puede no capturar adecuadamente la densidad o calidad del equipamiento disponible.
- Heterocedasticidad residual: A pesar del uso de WLS y errores robustos, persiste heterocedasticidad en los residuos (Breusch-Pagan, $p = 0.0018$), aunque significativamente reducida respecto al modelo MCO inicial.
- Diseño transversal: Los resultados reflejan asociaciones condicionales válidas para el periodo de estudio, sin permitir análisis de evolución temporal ni inferencia causal estricta.
- Variables locacionales no significativas: La falta de significancia de las variables de distancia puede deberse a limitaciones en la precisión de la medición, a que su efecto está correlacionado con la comuna de ubicación, o a que en el mercado de arriendos regional estos atributos tienen menor peso relativo.
- Muestra limitada en algunas comunas: La menor cantidad de observaciones en Concón y Villa Alemana puede limitar la potencia estadística para detectar diferencias significativas respecto a Viña del Mar.

Estas limitaciones no invalidan los hallazgos del estudio, pero establecen el alcance dentro del cual los resultados deben interpretarse.

5.5. Líneas de investigación futura

Los hallazgos de esta investigación abren diversas oportunidades para investigación futura que podrían profundizar y extender los resultados obtenidos:

- Modelos con datos panel: Incorporar información temporal permitiría analizar la evolución de los precios de arriendo y estimar efectos dinámicos de las variables explicativas. Los datos panel también permitirían controlar por heterogeneidad no observada específica de cada propiedad.

- Modelos espacialmente explícitos: La aplicación de modelos de regresión geográficamente ponderada (GWR) o modelos con autocorrelación espacial permitiría capturar la variación continua del precio del suelo y los efectos de spillover entre propiedades vecinas.
- Incorporación de atributos no observados: El uso de técnicas de machine learning o la recolección de datos primarios (inspección visual de propiedades) podría incorporar atributos como calidad de terminaciones, vista o estado de conservación, mejorando el poder explicativo del modelo.
- Medición alternativa de variables locacionales: En lugar de distancia al establecimiento más cercano, se podrían construir variables de densidad (número de establecimientos en radio fijo) o de calidad (ranking de colegios, tamaño de áreas verdes), que podrían capturar mejor el efecto de estos atributos.
- Estudios comparativos entre mercados de arriendo y compraventa: Investigar si los determinantes del precio difieren sistemáticamente entre estos dos segmentos del mercado inmobiliario regional.
- Extensión a otras regiones: Replicar el estudio en otras regiones chilenas (Concepción, La Serena, Temuco) permitiría establecer patrones nacionales y evaluar la transferibilidad de los hallazgos.
- Análisis de segmentación de mercado: Investigar si los determinantes del precio difieren según el perfil del arrendatario (estudiantes, familias, adultos mayores) o según el tipo de propiedad (departamentos pequeños vs. casas grandes).
- Evaluación de políticas públicas: Utilizar el modelo como herramienta para evaluar el impacto de inversiones en infraestructura (nuevas estaciones de metro, creación de áreas verdes) sobre los precios de arriendo, mediante metodologías de diferencias en diferencias.
- Incorporación de variables de percepción: Incluir indicadores de percepción de seguridad, satisfacción barrial o calidad de vida, recolectados mediante encuestas a residentes, para capturar dimensiones subjetivas de la localización.

- Análisis de plataformas de corta estancia: Investigar el impacto de plataformas como Airbnb sobre los precios de arriendo residencial, particularmente relevante en comunas costeras como Viña del Mar y Concón.

5.6. Reflexión final

Esta investigación ha permitido estimar el primer modelo hedónico aplicado al mercado de arriendos de la Región de Valparaíso, llenando un vacío importante en la literatura económica urbana chilena. Los resultados revelan un patrón de valoración de mercado distintivo, donde las características estructurales de la vivienda (superficie y baños) y la comuna de ubicación son los principales determinantes del precio, mientras que las variables de accesibilidad y distancia no muestran efectos estadísticamente discernibles.

Más allá de los hallazgos específicos, esta investigación demuestra la viabilidad y utilidad de aplicar modelos econométricos rigurosos al análisis de mercados inmobiliarios regionales. El enfoque metodológico desarrollado combinando extracción de datos de portales inmobiliarios, construcción de variables locacionales mediante APIs de geolocalización, estimación por WLS con errores robustos, y diagnósticos econométricos exhaustivos, establece una plantilla replicable que puede adaptarse a otras regiones y actualizarse periódicamente.

Los resultados tienen implicancias prácticas concretas para arrendadores, arrendatarios, inversionistas y gestores públicos, proporcionando una base cuantitativa para la toma de decisiones informadas. Al reducir asimetrías de información y cuantificar el valor marginal de diferentes atributos habitacionales, el modelo contribuye a un mercado de arriendos más transparente y eficiente.

Finalmente, esta investigación reafirma el rol del Ingeniero Comercial como profesional capaz de aplicar herramientas cuantitativas avanzadas a problemas reales de asignación de recursos, contribuyendo tanto al conocimiento académico como al bienestar de la comunidad a través de evidencia empírica rigurosa y socialmente relevante.