

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

---



**APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS A INMUEBLES CERCANOS  
AL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE CHIHUAHUA**

**POR:**

**ING. LUIS GUILLERMO GINER LÓPEZ**

**ESTUDIO DE CASO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO  
DE**

**ESPECIALISTA EN VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES**



Aplicación del método de precios hedónicos a inmuebles cercanos al relleno sanitario del municipio de Chihuahua. Estudio de caso presentado por Luis Guillermo Giner López como requisito parcial para obtener el grado de Especialista en Valuación de bienes inmuebles ha sido aprobada y aceptada por:

---

**M.I. Fabián Vinicio Hernández Martínez**  
Director de la Facultad de Ingeniería

---

**Dr. Fernando Martínez Reyes**  
Secretario de Investigación y Posgrado

---

**M.I. Miguel Ángel González Núñez**  
Coordinador Académico

---

**M.A. María de Lourdes Flores Portillo**  
Directora de Tesis

---

Marzo 2025

Comité:

**M.A. María de Lourdes Flores Portillo**  
**M.E. Pamela Sissi Paredes Araiza**  
**M.I. Miguel Ángel González Núñez**  
**M.V. Alonso Villa Ortiz**



**ING. LUIS GUILLERMO GINER LÓPEZ**  
**Presente. -**

En atención a su solicitud relativa al trabajo de estudio de caso para obtener el grado de Especialista en Valuación, nos es grato transcribirle el tema aprobado por esta Dirección, propuesto y dirigido por la directora **M.A. María de Lourdes Flores Portillo** para que lo desarrolle como Estudio de caso, con el título **“Aplicación del método de precios hedónicos a inmuebles cercanos al relleno sanitario del municipio de Chihuahua”**.

### Índice de Contenido

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.2 Problema de Investigación

1.3 Objetivos de estudio

1.3.1 Objetivo General

1.4 Justificación

1.5 Viabilidad

1.6 Delimitación de estudio

1.7 Formulación de la hipótesis

1.7.1 Hipótesis General



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 Marco conceptual

- 2.1.1 Regresión lineal múltiple
- 2.1.2 Enfoque de mercado
- 2.1.3 Enfoque físico o de costos
- 2.1.4 Enfoque de capitalización de rentas
- 2.1.5 Homologación de inmuebles

### 2.2 Marco teórico

- 2.2.1 Método de precios hedónicos

Estado del arte

## III. CRITERIOS METODOLOGICOS

### 3.1 Tipo de investigación

### 3.2 Hipótesis de investigación

### 3.3 Enfoque de la investigación

### 3.4 Diseño de investigación

- 3.4.1 Transeccional explicativo

### 3.5 El marco muestral

### 3.6 Unidad de análisis

- 3.6.1 Tipo de muestreo
- 3.6.2 Tamaño de la muestra
- 3.6.3 Selección de la muestra
- 3.6.4 Variable dependiente del estudio
- 3.6.5 Variables independientes del estudio
- 3.6.6 Medidas de estadística
- 3.6.7 Codificación de las variables independientes

### 3.7 Análisis de regresión múltiple

### 3.8 Desarrollo del método de precios hedónicos

### 3.9 Aplicación de los enfoques de mercado, costos e ingresos

### 3.10 Desarrollo del enfoque de mercado

### 3.11 Desarrollo del enfoque de costos

### 3.12 Desarrollo del enfoque de capitalización de rentas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

- 4.1 Obtención de la ecuación del método de precios hedónicos
- 4.2 Resultados de la aplicación del enfoque de mercado
- 4.3 Resultados de la aplicación del enfoque físico
- 4.4 Resultados de la aplicación del enfoque de capitalización de rentas
- 4.5 Discusión

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 5.1 CONCLUSIONES
- 5.2 RECOMENDACIONES

VI. Bibliografía

VII. ANEXOS

**ATENTAMENTE**

*"naturam subiecit aliis"*

**EL DIRECTOR**

**M.I. FABIÁN VINICIO HERNÁNDEZ  
MARTÍNEZ**

FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
U.A.CH.



DIRECCIÓN

**SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO**

**DR. FERNANDO MARTÍNEZ REYES**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a mis padres que siempre me han apoyado en cada etapa de mi vida y ahora con el desarrollo de la especialidad en valuación de bienes inmuebles. Siempre les estaré agradecido.

A mis profesores de la especialidad quienes me enseñaron y apoyaron con el conocimiento y desarrollo de la especialidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento a la maestra y tutora M.A. María de Lourdes Flores Portillo, quien me apoyó durante la especialidad para poder hacer esta investigación desde el principio de las clases y todo el proceso de titulación.

Al coordinador de la especialidad, M.I. Miguel Ángel González Núñez por ser atento y servicial durante todo el tiempo dedicado a la especialidad.

Agradecimientos a todos los profesores de la especialidad en valuación que transmitieron sus conocimientos de la manera más profesional en el campo a quienes nombro a continuación:

M.E. Pamela Sisi Paredes Araiza

M.V. Alonso Villa Ortiz

M.A. María Antonia Aragón de los Ríos

M.V. Hugo Olivas

M.V. Marco Alejandro Leyva Valenzuela

M.V. Omar Hinojos Carrasco

M.V. Carlos David Márquez Rico

M.I. Gilberto Sosa Najera



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el valor de los inmuebles aledaños al relleno sanitario del municipio de Chihuahua, aplicando la metodología de precios hedónicos y comparando los resultados con los enfoques de valuación (mercado y físico) de casas con dicha problemática para comparar la fiabilidad de los métodos y demostrar que el valor de las viviendas es afectado por estar cerca del depósito final de residuos. Aplicando la regresión lineal múltiple se determinó un modelo matemático basado en variables independientes siendo estas características de los inmuebles sujetos de estudio y usando la ecuación obtenida se calculó el valor de las viviendas dando como resultado un precio similar que el obtenido con los enfoques de valuación demostrando que los dos métodos son aplicables de manera satisfactoria y a su vez se demostró que las casas cercanas al relleno sanitario tienen un valor más bajo en el mercado inmobiliario que los comparables similares debido a la cercanía al depósito final de residuos.

**Palabras clave:** Precios hedónicos, enfoques de valuación, regresión lineal múltiple, mercado inmobiliario.



## **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the properties value near the landfill from Chihuahua municipality, applying the hedonic prices methodology and comparing the results with valuation techniques (market and cost approach) of houses with this problem in order to compare the methods reliability and demonstrate the value of houses is affected by being near the final waste deposit. Applying multiple linear regression, a mathematical model was determined based on independent variables being these properties characteristics under study and using the obtained equation the houses value was calculated giving as a result a similar price to the one obtained with the valuation techniques demonstrating both methods are applicable in a satisfactory manner and at the time it was demonstrated the houses near the landfill have a lower value in the real estate market than similar comparables due proximity to the final waste deposit.

**Key words:** hedonic prices, valuation techniques, multiple linear regression, real estate market.



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Problema de Investigación .....	6
1.3 Objetivos de estudio .....	6
1.3.1 Objetivo General .....	6
1.4 Justificación .....	7
1.5 Viabilidad .....	7
1.6 Delimitación de estudio .....	8
1.7 Formulación de la hipótesis .....	11
1.7.1 Hipótesis General .....	11
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	11
2.1 Marco conceptual .....	11
2.1.1 Regresión lineal múltiple .....	12
2.1.2 Enfoque de mercado .....	13
2.1.3 Enfoque físico o de costos .....	13
2.1.4 Enfoque de capitalización de rentas .....	13
2.1.5 Homologación de inmuebles .....	13
2.2 Marco teórico .....	14
2.2.1 Método de precios hedónicos .....	14
Estado del arte .....	21
III. CRITERIOS METODOLOGICOS .....	22
3.1 Tipo de investigación .....	22
3.2 Hipótesis de investigación .....	22
3.3 Enfoque de la investigación .....	22
3.4 Diseño de investigación .....	22
3.4.1 Transeccional explicativo .....	23
3.5 El marco muestral .....	23



3.6 Unidad de análisis .....	23
3.6.1 Tipo de muestreo .....	23
3.6.2 Tamaño de la muestra .....	24
3.6.3 Selección de la muestra.....	24
3.6.4 Variable dependiente del estudio.....	24
3.6.5 Variables independientes del estudio .....	24
3.6.6 Medidas de estadística .....	25
3.6.7 Codificación de las variables independientes .....	25
3.7 Análisis de regresión múltiple.....	29
3.8 Desarrollo del método de precios hedónicos.....	29
3.9 Aplicación de los enfoques de mercado, costos e ingresos .....	30
3.10 Desarrollo del enfoque de mercado .....	30
3.11 Desarrollo del enfoque de costos .....	33
3.12 Desarrollo del enfoque de capitalización de rentas .....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
Resultados .....	36
4.1 Obtención de la ecuación del método de precios hedónicos.....	36
4.2 Resultados de la aplicación del enfoque de mercado .....	39
4.3 Resultados de la aplicación del enfoque físico .....	39
4.4 Resultados de la aplicación del enfoque de capitalización de rentas .....	40
4.5 Discusión.....	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
5.1 CONCLUSIONES.....	41
5.2 RECOMENDACIONES .....	42
VI. Bibliografía.....	43
VII. ANEXOS.....	46



## ÍNDEICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables dependiente e independientes del estudio .....	17
Tabla 2 Codificación de variables.....	25
Tabla 3 Calificación de zonas.....	26
Tabla 4 Calificación de distancias .....	26
Tabla 5 Calificación de tipos de terrenos .....	26
Tabla 6 Base de datos de viviendas en el mercado octubre 2024 .....	27
Tabla 7 Investigación de mercado de terrenos.....	30
Tabla 8 Investigación de mercado de viviendas en venta .....	31
Tabla 9 Investigación de mercado de viviendas en renta.....	31
Tabla 10 Homologación de terrenos .....	32
Tabla 11 Homologación de viviendas en venta .....	32
Tabla 12 Homologación de viviendas en renta.....	33
Tabla 13 Desarrollo del enfoque de costos .....	34
Tabla 14 Desarrollo del enfoque de rentas .....	35
Tabla 15 Variables del sujeto a valuar .....	39
Tabla 16 Resultados obtenidos de los métodos aplicados.....	40



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zona de relleno sanitario.....	8
Figura 2 Primeros trabajos de terracerías para calles 2013.....	9
Figura 3 Registro de primeras casas construidas en la zona 2021 .....	10
Figura 4 Zonas de la ciudad a considerar para la variable del estudio.....	19



## I. INTRODUCCIÓN

Para esta investigación se decidió determinar el valor de los bienes inmuebles aplicando el método de precios hedónicos para demostrar que no solo afecta de manera directa al mercado, sino también a la salud de los habitantes de viviendas cercanas al relleno sanitario, se busca obtener de esta investigación cómo impacta a los inmuebles y como el crecimiento desmedido de la ciudad llevó a la necesidad de construir desarrollos inmobiliarios tan cerca del sitio de disposición final de residuos.

Esta investigación se estructurará en cuatro secciones, en la primera parte se da a conocer de manera geográfica la localización del relleno sanitario y el fraccionamiento de viviendas que está siendo afectado, además se da una breve descripción de la situación actual sobre la saturación del sitio de residuos y el crecimiento de la ciudad en estas áreas, así como los problemas económicos del mercado de las viviendas de esta zona.

En la segunda sección se hará una revisión de la literatura relacionada con la valuación y sus respectivos enfoques de aplicación, así como también el método de precios hedónicos que se llevará a cabo para realizar los avalúos de los bienes inmuebles aledaños al relleno sanitario y los comparables que tienen las mismas características de mercado con excepción de la cercanía al lugar en cuestión.

En la tercera sección se realizará un análisis de los datos estadísticos obtenidos con el método de regresión lineal múltiple, finalmente en la última parte de este estudio se presentarán los resultados que se podrán utilizar como referencia para tomar en cuenta en futuros desarrollos de bienes inmuebles evitando construirse cerca de un relleno sanitario y tener contemplado las problemáticas que esto genera tanto en la salud de los habitantes como en el precio de mercado de las viviendas.



## 1.1 Antecedentes

La valuación de bienes inmuebles es el proceso mediante el cual se determina el valor económico de una propiedad o bien inmueble, ya sea una casa habitación, un departamento, terrenos o edificios completos con diferentes usos, ya sean para oficinas, hospitales, entre otros. Este proceso es fundamental para una variedad de propósitos, como pueden ser la compraventa de inmuebles para establecer un precio justo y competitivo dentro del mercado, también se puede hacer un avalúo para el financiamiento de préstamos hipotecarios o líneas de crédito garantizadas por la propiedad.

Un propósito importante de la valuación de los bienes inmuebles es utilizado para calcular impuestos sobre la propiedad o realizar evaluaciones fiscales en el caso de Catastro para determinar el impuesto predial. Al igual que en las inversiones, sirven para evaluar el potencial del retorno de una inversión inmobiliaria utilizando un estudio de mayor y mejor uso.

También está el traslado de dominio y sucesiones para dividir o fusionar o distribuir propiedades de manera equitativa según el valor de dicho inmueble, esto aplica para los juicios donde un juez determina la necesidad de realizar un avalúo para determinar el valor el inmueble en disputa.

“La valuación de bienes inmuebles lleva a cabo un procedimiento técnico que se basa en metodologías específicas a través del análisis físico, económico y social, permite establecer las variables cuantitativas que inciden en el valor que se asigna a los bienes”. (Hernandez Ruiz, 2017)

El proceso de valuación generalmente implica una combinación de métodos y técnicas conocidos como enfoques de valuación los cuales son, el análisis comparativo de mercado, el método de costos y el método de ingresos. Los valuadores utilizan datos sobre propiedades similares, condiciones de mercado, y



características específicas del inmueble para llegar a una estimación precisa de su valor.

“El objetivo de los valuadores es determinar, con mayor rigor y objetividad posible, el valor que el mercado de inmuebles otorga a los bienes en un tiempo determinado. Para lo cual, deberá obtener la información disponible sobre los precios o los bienes comparables y se aplicará la metodología adecuada para dar el valor que tenga el bien”. (AEV, 2020)

Existen varios métodos para la valuación de bienes inmuebles, cada uno con sus propias características y aplicaciones según el propósito de la valoración. Los principales métodos son los siguientes;

Método comparativo de mercado o método de ventas comparables, el cual se basa en la comparación del inmueble llamado sujeto a valorar con propiedades similares que se están vendiendo en el momento en la misma área del bien. (Guadalajara Olmeda , 2014)

En el proceso se analizan características como tamaño, ubicación, estado y características especiales. Se ajustan los valores de las propiedades comparables para reflejar las diferencias con el inmueble en cuestión. Este enfoque es ideal para residencias y propiedades comerciales en áreas con un mercado activo y comparable.

Método de costos o físico es el enfoque que estima el valor del inmueble basado en el costo de reemplazo o reproducción, menos la depreciación acumulada con el tiempo que tiene dicha construcción.

En este enfoque se calcula el costo para construir una propiedad similar desde cero, incluyendo materiales y mano de obra a costo directo según el análisis de precios unitarios. Luego, se resta la depreciación debido al envejecimiento y el



desgaste. Este método es útil para propiedades nuevas, especiales o únicas, o para propiedades en áreas donde hay pocos comparables disponibles.

Método de Ingresos o método de capitalización de ingresos es el que se basa en la capacidad del inmueble para generar ingresos, como rentas o alquileres, en el se estiman los ingresos netos operativos que la propiedad puede generar y se aplica una tasa de capitalización para convertir esos ingresos en un valor presente. La fórmula básica es igual a los ingresos netos operativas dividido entre la tasa de capitalización. (García, 2007)

Este método es comúnmente utilizado para propiedades comerciales, residenciales para la renta y propiedades de inversión.

Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y limitaciones y la elección del método adecuado dependerá de factores como el tipo de propiedad, el propósito de la valuación y la disponibilidad de los datos comparables. Comúnmente los valuadores utilizan una combinación de estos enfoques para obtener una estimación de valor más precisa y confiable.

El método de precios hedónicos es una técnica utilizada para estimar el valor de bienes inmuebles y propiedades al analizar cómo las características específicas de estos bienes afectan su precio. Este método se basa en el concepto de que el precio de un bien puede ser descompuesto en el valor agregado de sus características individuales.

El valor de un bien o propiedad se determina a partir de las características que lo componen. Por ejemplo, en el caso de bienes inmuebles, el valor de una casa puede ser influenciado por características como el número de habitaciones, el tamaño del terreno, la ubicación, las instalaciones y otros atributos. Se utiliza un modelo estadístico, generalmente una regresión lineal múltiple, para analizar como cada característica individual llamada variable contribuye al valor total del bien.



El impacto del desarrollo urbano en las ciudades puede provocar un impacto significativo, como puede ser en el caso del aumento de valor de las propiedades debido a las mejoras de la infraestructura, como las calles, transporte público y servicios cercanos.

En el caso del presente estudio se puede determinar los cambios de la demanda a medida que se desarrollan nuevas zonas, como áreas anteriormente desvalorizadas pueden volverse atractivas para el mercado inmobiliario, mientras que otras pueden perder el interés debido a factores negativos, como el lugar o zona en la que se crea el desarrollo, en este caso la cercanía al relleno sanitario del municipio.

La planificación urbana puede transformar áreas residenciales en comerciales o industriales, lo que altera el entorno y puede afectar el valor de las propiedades según el impacto en el uso de suelo que se le dé a dichas áreas, esto depende de una buena planificación de las entidades gubernamentales como Desarrollo Urbano para dar permisos de construcción en áreas pertinentes para un buen desarrollo. (Burgess, 2003)

También existen riesgos medio ambientales lo que puede aumentar la vulnerabilidad a desastres naturales o un aumento desequilibrado de contaminación que afecte a los habitantes de dicha zona, y de igual manera afectar negativamente el valor de las propiedades. (Pérez Torres, 2016)

Un desarrollo urbano bien planificado puede mejorar la calidad de vida, atrayendo a nuevos residentes y aumentando la demanda de propiedades. Sin embargo, un desarrollo inadecuado puede provocar congestión y contaminación lo cual afecta la calidad de vida de las personas que deciden vivir cerca de una zona con posible problemática como es el caso de este estudio.



## **1.2 Problema de Investigación**

Bajo la premisa planteada en la introducción, para dar respuesta a la situación y establecer cómo se encuentra el mercado de las viviendas afectadas en su valor por la cercanía al relleno sanitario del municipio de Chihuahua se deberá estudiar la zona por medio de los métodos de valuación y comparar los resultados con el método de precios hedónicos para determinar el valor de los inmuebles afectados.

Para llevar a cabo la investigación se generan las siguientes preguntas:

¿Cuánto afecta al mercado el valor de las viviendas que se encuentran cerca del relleno sanitario?

¿Cuánta diferencia de valor existe entre las casas afectadas y las comprables de mercado?

## **1.3 Objetivos de estudio**

### **1.3.1 Objetivo General**

Como objetivo general de esta investigación se van a determinar las afectaciones que tienen los bienes inmuebles aledaños al relleno sanitario en el mercado, mediante el método de precios hedónicos.

Realizar el estudio estadístico de regresión lineal múltiple considerando las variables y obtener un modelo aceptable para determinar mediante una ecuación el precio de los inmuebles a evaluar, posteriormente se realizarán avalúos de los bienes inmuebles que son sujetos a dicha problemática aplicando los enfoques principales de valuación para comparar las dos metodologías y esperar resultados similares.

Finalmente comparar los resultados de estos estudios y determinar las posibles soluciones de estas viviendas que están siendo afectadas.



## **1.4 Justificación**

Se decidió hacer un estudio aplicando el método de precios hedónicos para determinar las afectaciones de los inmuebles y ver qué soluciones a futuro tendrán según los resultados que se den en el estudio en cuestión. Una de las soluciones que podrían darse es que al momento de clausurar el relleno sanitario este se utilice para otro fin que en un futuro beneficie a las viviendas que se encuentran cerca y esto hará que aumente el precio del mercado de los bienes inmuebles aledaños, incluso le abren las posibilidades de seguir creciendo alrededor de lo que hoy es el relleno sanitario.

La información obtenida con este estudio nos dará un panorama más certero del precio de mercado que se está viendo afectado en los bienes inmuebles y con esto poder ver que soluciones se pueden establecer con el relleno sanitario ya que este está en el fin de su vida útil por lo que es necesario el cambio de sitio para la disposición final de residuos.

Es importante contar con una lista de datos para futuras situaciones similares y tener una mejor planificación en el desarrollo urbano y rellenos sanitarios en función de su viabilidad tomando en cuenta que no pueden construirse viviendas a cierta distancia debido a las problemáticas que se están presentando hoy en día y tomando en cuenta esta situación, establecer normativas que especifiquen las condiciones de desarrollo urbano para así evitar futuras afectaciones tanto en el mercado de los bienes inmuebles como a los habitantes de los mismos.

## **1.5 Viabilidad**

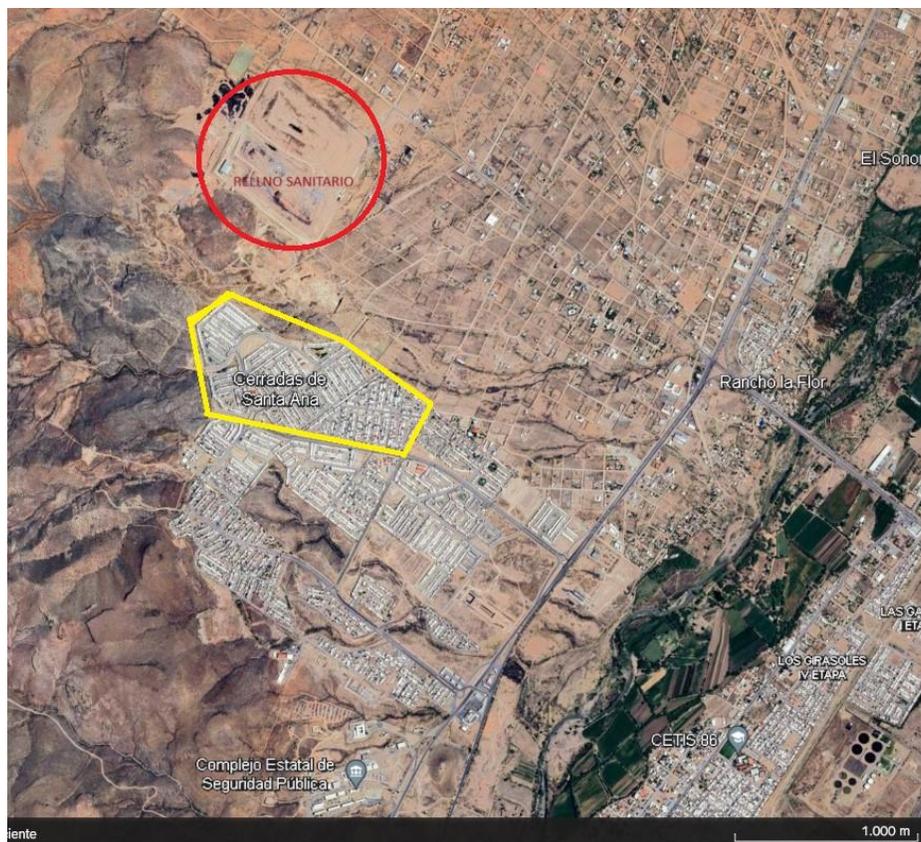
El proyecto de investigación fue viable, ya que se obtuvo la información necesaria de varios comparables a los cuales se les aplicó variables cuantificables que se introdujeron al método de precios hedónicos que basados en la estadística de regresión lineal múltiple nos dio resultados el modelo comprado con la valuación tradicional aplicando los enfoques.



## 1.6 Delimitación de estudio

Para la realización de este estudio se terminará la zona del relleno sanitario ubicado en el kilómetro 7.5 de la carretera Aldama, 31627 Chihuahua, Chih. Y el fraccionamiento Cerradas de Santa Ana el cual se encuentra a una distancia de 1.5 kilómetros del sitio de disposición final de residuos como se muestra en la [figura 1](#) y a su vez, este fraccionamiento está a una distancia de 5 kilómetros de la ciudad, también se consideran varias zonas de la ciudad que no se encuentran afectadas por la cercanía para determinar variables del estudio con la regresión lineal múltiple.

**Figura 1 Zona de relleno sanitario**



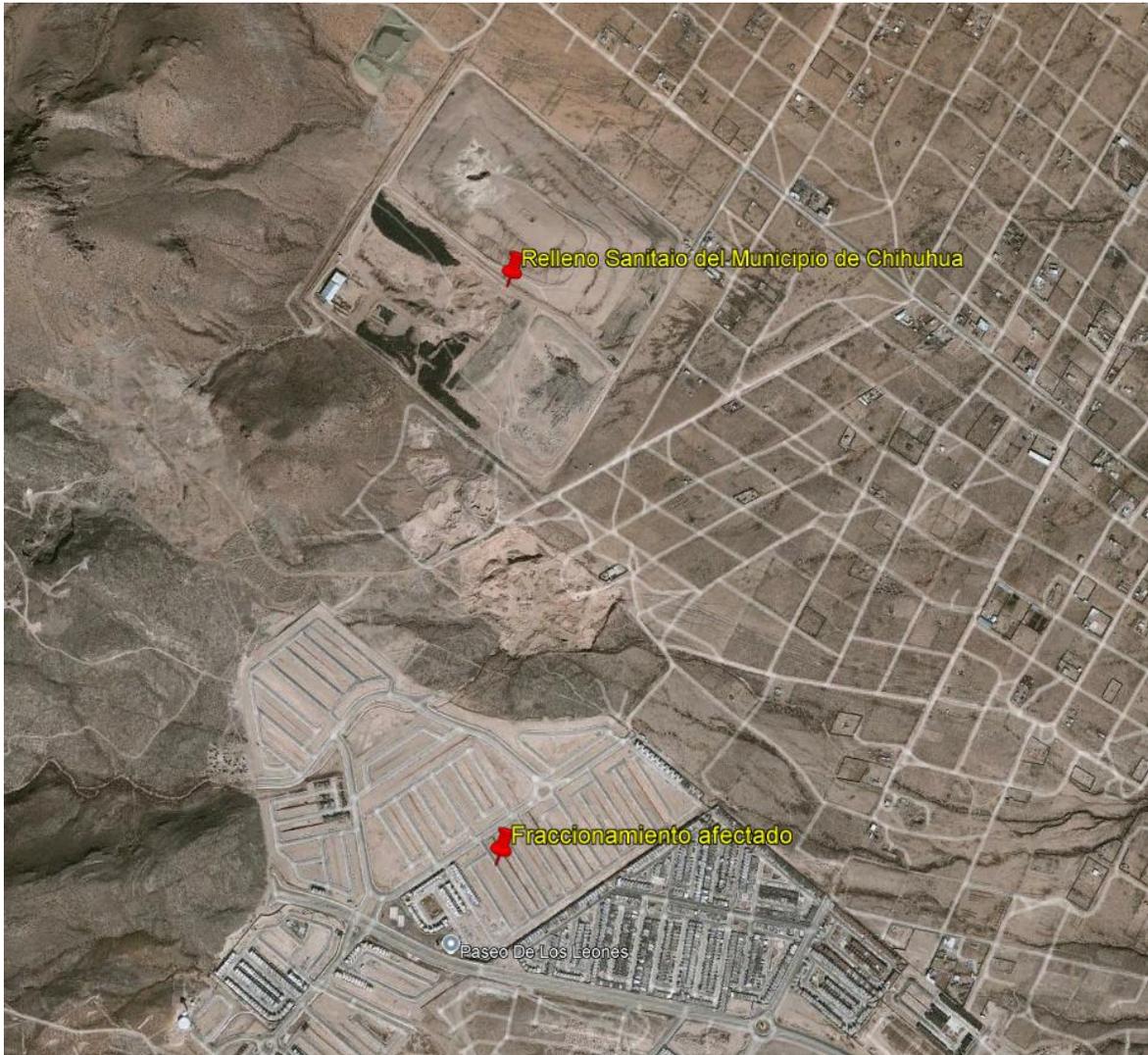
Nota. En la zona roja se muestra el relleno sanitario mientras que en el polígono amarillo el fraccionamiento afectado. Tomado de (Google, 2023)

Para delimitar el estudio se puede observar como ha ido creciendo la ciudad en la zona a partir del año 2013 donde se empezaron los trabajos de tierras para el trazo de las calles como se observa en la [figura 2](#), por otro lado en el 2021 se tiene



registro en que ya se encuentra la mayoría de las casas en dicha zona como se observa en la figura 3.

**Figura 2 Primeros trabajos de terracerías para calles 2013**



Nota. En el 2013 se registran los primeros trabajos del fraccionamiento afectado. Tomado de (Google earth, 2024)

El fraccionamiento Cerradas de Santa Ana cuenta con 205 casas que son el sujeto de estudio a las cuales se le determinarán las variables para poder comparar



el precio implícito de las viviendas con afectación. Estos inmuebles cuentan con 120 m<sup>2</sup> de superficie de terreno y un área de construcción de 65.01 m<sup>2</sup>, dichas casas son de dos pisos y en serie por lo que las variables son muy similares entre ellas.

**Figura 3 Registro de primeras casas construidas en la zona 2021**



Nota. En el 2021 se registra la culminación de las construcciones en la zona afectada sujeta de estudio. Tomado de (Google, 2024)

Las casas de la zona cuentan con tres recamaras, dos baños completos en la planta alta y medio baño en el primer piso, así como estacionamiento para dos vehículos, sala comedor y cocina.



## **1.7 Formulación de la hipótesis**

### **1.7.1 Hipótesis General**

La aplicación del método de precios hedónicos se basa en las estadísticas de las variables aplicables que arrojará datos negativos para el mercado de los bienes inmuebles cercanos al depósito final de residuos del municipio.

## **II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 Marco conceptual**

Valuación de bienes inmuebles (VBI): Se comprende como la VBI al proceso de estudio y análisis de diversos métodos para determinar el valor de los bienes inmuebles, dentro de los métodos más usados son el de mercado, físico y de ingresos.

Enfoque físico de valuación: El valor físico o neto de reposición de un inmueble, es el importe resultante que deduce al Valor de Reposición Nuevo de las construcciones e instalaciones, la cantidad requerida para ponerlas nuevas por los factores de obsolescencia; y adicionales el valor del terreno. (Flores, 2018)

Relleno Sanitario (RS): Se entiende como relleno sanitario o vertedero al espacio destinado para la disposición final de los residuos sólidos. Son instalaciones especialmente diseñados para no causar riesgos de salud o la seguridad pública, ni perjudicar al medio ambiente durante su operación o incluso después de su clausura una vez que ya cumplió su vida útil. Podría definirse como una tecnología donde se confina la basura en un área lo más estrecha posible, compactándola para reducir su volumen y cubriéndola con capas de suelo en de forma diaria. (Silvana Torri, 2017)



### 2.1.1 Regresión lineal múltiple

La regresión lineal múltiple es una técnica estadística que se utiliza para modelar la relación entre una variable dependiente y dos o más variables independientes. En otras palabras, permite predecir el valor de una variable de interés, es decir, la dependiente a partir de varias variables predictoras las cuales son independientes. (Rojo, 2007)

La ecuación de regresión múltiple expresa una relación lineal entre una variable de respuesta y dos o más variables de predicción ( $x_1, x_2, \dots, x_k$ ). La forma general de una ecuación de regresión múltiple es (Triola, 2009)

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$$

El coeficiente  $R^2$  ajustada denota ser un coeficiente múltiple de determinación, que es una medida de lo bien que se ajusta la ecuación de regresión múltiple, a los datos muestrales. Dando como resultado de un ajuste perfecto  $R^2 = 1$ , un ajuste muy bueno daría un valor cercano a uno. Mientras se utilicen todas las variables disponibles, el ajuste de  $R^2$  dará mayor porcentaje de aceptación.

Por otro lado, se tiene el valor de  $P$ , la cual es una medida de la significancia general de la ecuación de regresión múltiple. Si el valor de  $P$  es muy bajo, por ejemplo 0.007 esto daría que la ecuación de regresión múltiple tiene una buena significancia general y es útil para hacer predicciones. (Triola, 2009)

Para la determinación de un buen modelo de regresión múltiple, se puede limitar el modelo a los tres componentes principales que son la ecuación de regresión múltiple, la  $R^2$  ajustada y el valor de  $P$ .



### **2.1.2 Enfoque de mercado**

El enfoque de mercado, también conocido como método comparativo es una técnica utilizada en la valuación de bienes inmuebles que se basa en la comparación del inmueble en cuestión con propiedades similares que se estén vendiendo en el momento. Aplicando diferentes factores a cada comparable dependiendo del estado en el que se encuentren para poder determinar un valor con la media obtenida entre los inmuebles. (Salas Tafoya, 2015)

### **2.1.3 Enfoque físico o de costos**

Este método se basa en calcular el costo de construcción de un inmueble en este caso el sujeto, determinando el costo del terreno más lo que cuesta construir la vivienda como si fuera nueva aplicando factores de depreciación según la edad, la calidad, entre otros. (Salas Tafoya, 2015)

### **2.1.4 Enfoque de capitalización de rentas**

Este enfoque también conocido como enfoque de rentas es una técnica de análisis utilizada para determinar el valor de una propiedad en función de los ingresos que generarían tomando en cuenta las tasas de impuestos aplicables y los egresos que conlleva una propiedad. El enfoque de rentas es especialmente útil para evaluar propiedades donde los ingresos por alquiler son un factor clave en la determinación del valor. (Salas Tafoya, 2015)

### **2.1.5 Homologación de inmuebles**

La homologación para un avalúo es un proceso que busca estandarizar y ajustar las propiedades de los inmuebles a criterios uniformes para facilitar su valoración. Este proceso es esencial en el ámbito de los avalúos, ya que asegura que las propiedades se valoren de manera coherente y comparable, independientemente de sus características individuales.



## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Método de precios hedónicos**

El modelo teórico en que se basa el estudio de los precios hedónicos fue desarrollado por Sherwin Rosen, quien plantea que los bienes son valorados por la utilidad que brindan sus atributos o características. De este modo, los precios implícitos de los atributos son revelados a los agentes económicos a partir de los precios observados de los productos diferenciados y de las cantidades y calidades de los atributos asociados a ellos. (Piguillem, 2003)

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se documentó información referente al método de precios hedónicos principalmente, dando a entender como dato histórico que dicho método es aplicado en diferentes industrias iniciando en el área de los automóviles (Riera y otros, 2005). Pero en 1929 el primero en implementar este método fue Frederick V. Waugh, quien en su libro aplicó la metodología de precios hedónicos para determinar estadísticamente los factores que influyen en los precios según la calidad de los vegetales (Waugh, 1929).

El concepto del método de precios hedónicos se puede determinar como una aplicación estadística de variables según las características del inmueble para determinar el valor del mismo (Moreno Murrieta & Alvarado Lagunas, 2011).

Dentro del ámbito de la valuación inmobiliaria existen diversos métodos para determinar correctamente el valor de los inmuebles estableciendo conocimientos científicos y no criterios empíricos para poder resolver problemas en áreas como finanzas y economía tomando en cuenta de la misma manera el marco jurídico que establece las leyes necesarias para llevar a cabo la valuación de bienes inmuebles (Hernández Ruiz, 2017). Sin embargo, para este estudio se aplicará el método de precios hedónicos para determinar de manera estadística el valor de los bienes inmuebles cercanos al relleno sanitario.



El método de precios hedónicos comenzó a utilizarse en la industria de los bienes inmuebles en la década de los setentas donde aplicaban características de los inmuebles como variables que conforman una ecuación comparable y de esta manera aplicar la estadística para obtener el precio del bien que se analiza (Rosen, 1974). Este modelo funciona para determinar precios aplicables a las variables implícitas que no se pueden establecer por los gustos.

El método fue aplicado en bienes inmuebles para determinar las afectaciones en su valor debido a los efectos de la inflación, donde se buscaba la relación de equilibrio derivada de los cambios de los índices de precios (Chinloy, 1977).

Tiempo después, el método de precios hedónicos comenzó a aplicarse en el área de la computación donde se analizaban las piezas de computadoras comerciales en la década de los setentas (Michaels, 1979).

El método de precios hedónicos no es muy utilizado debido a la dificultad de hacer un análisis de regresión lineal y obtener una ecuación basada en variables tomadas de un amplio muestreo de datos, sin embargo, se puede determinar un precio más exacto aplicando la estadística en los datos obtenidos (Poeta S. & Gonzalez M., 2019).

Para aplicar el método de precios hedónicos se deberá llevar a cabo una lista de variables para poder hacer el estudio estadístico y establecer una ecuación que nos determine el valor de los bienes inmuebles que se están valuando, estas variables dependerán de las características de los inmuebles y determinar su precio implícito (López Rizzo, 2006).

Una de las variables que se pueden aplicar al estudio y que es de gran importancia en los precios de las viviendas es el estudio de los índices de la inflación que afectan a través de los años al valor de los inmuebles, tomando en cuenta de esta manera que es una afectación importante además de la cercanía al relleno sanitario. (Goodman, 1978).



Como variable dependiente de este estudio se tomará el precio de los inmuebles y como variables independientes se tomarán las consideradas en la siguiente tabla 1.

Dentro de los conceptos de la regresión lineal múltiple que se aplican en el método de precios hedónicos se dispone del coeficiente de correlación lineal “r” el cual es la medida que indicará la dirección y la fuerza que tiene la relación lineal entre dos o más variables independientes del estudio de caso, en este caso las variables que se consideran para determinar el valor de las casas habitación, con este coeficiente el cual es un valor numérico que varía entre -1 y 1 se puede ver cuál de las variables son más significativas para el estudio de caso.

El otro coeficiente importante que se debe determinar es “r<sup>2</sup>” el cual es la proporción de la variación en y que esta explicada por la relación lineal entre x y y. El coeficiente de determinación se describe como la cantidad de variación en y que esta explicada por la recta de regresión y se calcula de la siguiente manera:

$$r^2 = \frac{\textit{variación explicada}}{\textit{variación total}}$$

La **variación explicada** es la suma de los cuadrados de los valores de desviación explicados.

La **variación total** es expresada como la suma de los cuadrados de los valores de desviación totales.

Suponiendo que se tiene un conjunto de valores emparejados que contienen el punto muestral (x, y), que  $\hat{y}$  es el valor predicho de y que se obtuvo con la ecuación de regresión, y que la media de los valores y muestrales es  $\bar{y}$ .



La **desviación total** de  $(x, y)$  es la distancia vertical  $y - \bar{y}$ , que es la distancia entre el punto  $(x, y)$  y la recta horizontal que pasa por la media muestral  $\bar{y}$ .

La **desviación explicada** es la distancia vertical  $\hat{y} - \bar{y}$ , que es la distancia entre el valor predicho y la recta horizontal que pasa por la media muestral  $\bar{y}$ .

**Tabla 1 Variables dependiente e independientes del estudio**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Variable independiente</b>
Precio de las Viviendas	m <sup>2</sup> de terreno
	m <sup>2</sup> de construcción
	No. de recamaras
	No. de baños
	Niveles
	Edad
	Zona
	<b>Servicios (a 500 m):</b>
	Hospital
	Escuelas
	Plazas
	Comercios

Nota. En esta tabla se muestran las variables consideradas para el estudio de regresión múltiple. Tomado de (López, 2024)

Para la variable de la zona se han contemplado seis como se muestra en la figura 4, estas áreas establecidas tendrán una calificación para aplicar en la tabla de variables independientes del estudio y obtener de esta manera una ecuación de regresión lineal múltiple más exacta al precio de los inmuebles que se pueden evaluar.

Los rellenos sanitarios generan un impacto negativo al medio ambiente, así como a los habitantes de zonas aledañas debido a los contaminantes de los recursos que se consumen o utilizan para la vida cotidiana. (JR y otros, 1996)

Las variables independientes mostradas en la tabla 1 consisten en determinar las características de los comparables, empezando por la variable de la



superficie de terreno que se refiere al área en donde se encuentran las construcciones de las viviendas que se comparan con el sujeto, la superficie debe de estar dentro de los rangos similares con la vivienda que se quiere determinar su precio.

Para la variable de los metros cuadrados de construcción se refiere a las construcciones habitables del inmueble, estas deben de ser funcionales y cumplir con su función para ser comparadas con el sujeto de estudio.

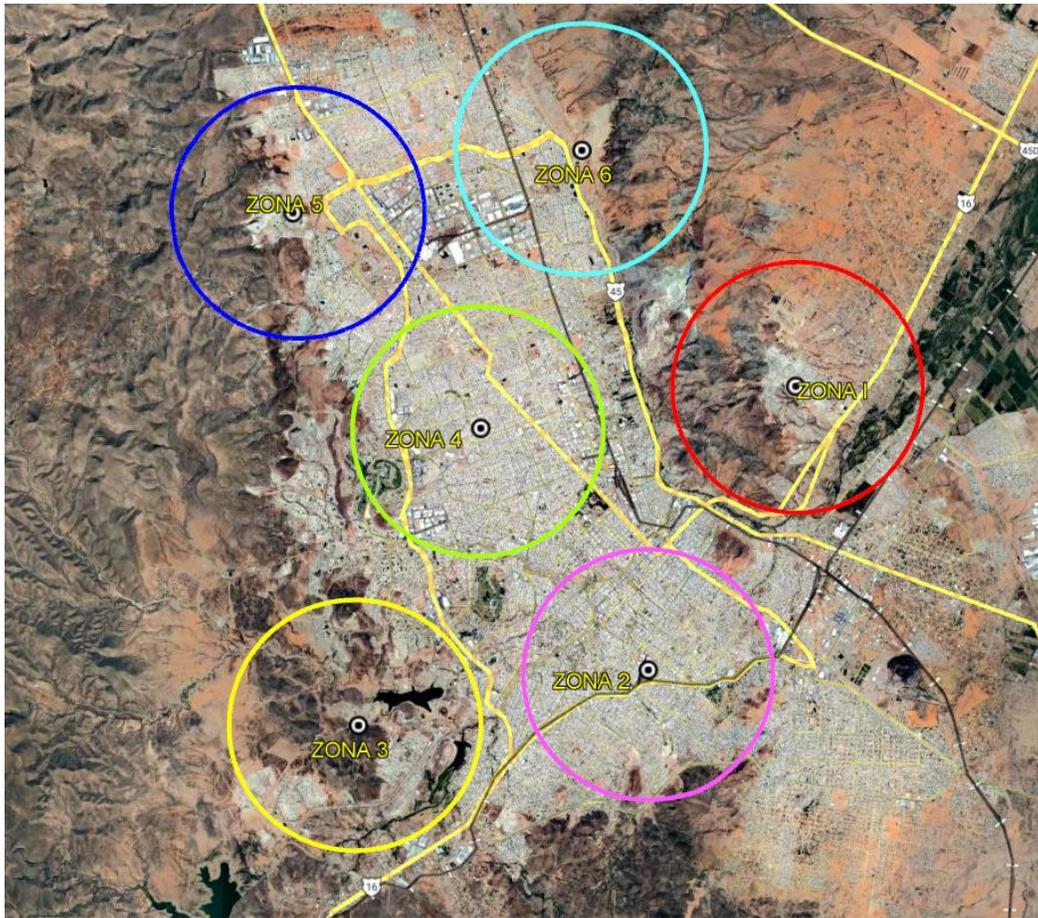
El número de recamaras de un inmueble es importante para hacer una comparación justa entre los comparables ya que es importante a razón del área de construcción del inmueble destinando una parte de esta superficie habitable a las recamaras.

Al igual que la variable independiente del número de recamaras, las variables de número de baños, número de niveles y cajones de estacionamiento son considerables como comparables entre las características de una vivienda debido al uso de la superficie que se distribuye en estos espacios con un propósito específico en una vivienda, por esta razón, si existe cierta variación entre los comparables, podría generar un modelo que determine los puntos medios entre los comparables del estudio.

El tipo de terreno es determinante solo para la comparativa de terrenos sin construcción, sin embargo, existen inmuebles que fueron construidos sobre una pendiente pronunciada y se mantuvo la topografía irregular del terreno, esto afecta a la funcionalidad de la vivienda en varios aspectos.



**Figura 4 Zonas de la ciudad a considerar para la variable del estudio**



Nota. Se muestran las seis zonas de la ciudad a tomar en cuenta para la variable independiente del estudio. Tomado de (Google, 2024)

Basados en esta metodología también se puede aplicar como variable la consideración de los precios con índices de depreciación de los inmuebles tomando en cuenta que existe una afectación en el área de estudio por la cercanía al depósito de residuos finales (Chinloy P. T., 1977).

La aplicación en este estudio de estadística con regresión lineal donde aplicamos relaciones funcionales entre variables y así aplicar suposiciones necesarias para la estimación del precio de los inmuebles y prueba de la hipótesis con la regresión lineal simple, todo esto según el método de precios hedónicos. (Ostle, 1973).



El modelo de regresión lineal simple no es el ideal para representar fenómenos económicos, ya que para determinar una sola variable se necesita generalmente tomar en cuenta más de un factor o más variables que se conocen como dependientes. En este caso de estudio, debido a la necesidad de comparar diferentes características de los inmuebles para poder determinar un valor se llega a la conclusión de utilizar modelos de regresión lineal múltiple.

La regresión lineal múltiple trata de ajustar modelos lineales entre una variable dependiente y más de una variable independiente, es importante que se prueben las variables considerando características similares entre dichas variables para obtener resultados homogéneos.

Los datos se suelen obtener de diferentes fuentes y con codificaciones muy diferentes entre sí para comparación, sin embargo, el modelo comprueba si existe relación entre estas variables para determinar un modelo matemático aplicable que de resultados útiles en la ecuación. Comúnmente se tiene que jugar con datos ausentes, escalar variables, linealizarlas, etc.

Como ejemplo de aplicación a este estudio de caso, se quiere determinar el precio de una casa la cual será considerada como la variable dependiente, la cual se basará en dos factores ya sea la superficie de la vivienda y la edad de las construcciones. En este caso, la regresión lineal múltiple podría mostrar como el precio de la casa se ve influenciado por las variables mencionadas anteriormente. La fórmula o modelo matemático obtenido sería:

$$\text{Precio de la vivienda} = \beta_0 + \beta_1(\text{Tamaño}) + \beta_2(\text{Edad}) + \epsilon$$

$\beta_0$  = Intercepto (el precio base cuando el tamaño y la edad sea 0)

$\beta_1$  = Coeficiente para el tamaño de la casa

$\beta_2$  = Coeficiente para la edad de la casa

$\epsilon$  = Error de predicción



## Estado del arte

El crecimiento de la ciudad de Chihuahua ha tenido un crecimiento importante en la última década, que aunque esto sea bueno en el crecimiento económico, ha habido una problemática que se presenta en la acumulación de basura en el relleno sanitario del municipio el cual ya está en su máxima capacidad de residuos y su vida útil se encuentra en la etapa final, este problema está afectando a las viviendas que se han desarrollado muy cerca del depósito final de residuos por lo que se pretende estudiar cómo afecta al mercado el valor de dichos inmuebles cercanos por medio del método de precios hedónicos.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará un estudio el cual aplica el método de precios hedónicos que se usó para determinar el valor de los bienes inmuebles cercanos a rellenos sanitarios en la zona Metropolitana del Valle de México en el cual genera mil toneladas diarias de residuos sólidos urbanos y según sus estudios determinaron que efectivamente la cercanía al relleno sanitario de las viviendas de la zona estaban siendo afectadas por diversos factores como es el caso de la acumulación lixiviados los cuales son los residuos líquidos que se acumulan por el proceso de descomposición de la basura y por el lado de la salud para los habitantes del área.

Otra fuente literaria que se utilizará para este estudio es el libro de La Norma Mexicana de Servicios de Valuación: Análisis y visión global por Alfredo Trujillo Betanzos el cual es una obra que acerca al lector en general que no es experto en el área, pero da una introducción general a los principios internacionales de valuación fueron incorporadas a la práctica valuadora mexicana.



### **III. CRITERIOS METODOLOGICOS**

Para la metodología de esta tesina se utilizó como referencia de estudio la literatura del libro de la Metodología de la Investigación (Hernández Sampieri y otros, 2010) y se determinó que esta investigación está basada en un enfoque cuantitativo debido a la información estadística que será recabada para llevar a cabo los avalúos mediante la aplicación del método de precios hedónicos.

#### **3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación será aplicada ya que se comparan múltiples inmuebles para determinar el precio hedónico en base a las variables aplicables para el estudio.

#### **3.2 Hipótesis de investigación**

Aplicar el método de precios hedónicos basado en la regresión lineal múltiple de las variables aplicables nos dará datos poco favorables para el mercado de los bienes inmuebles que están aledaños al depósito final de residuos del municipio de Chihuahua.

#### **3.3 Enfoque de la investigación**

Este estudio está basado en una metodología cuantitativa debido a los datos obtenidos de los avalúos realizados para determinar el valor de las viviendas afectadas y de las viviendas comparables que están dentro del mismo mercado, con los datos obtenidos se confirmó lo establecido en la hipótesis el cual establecía la afectación en el precio que presentaban las viviendas de la zona.

#### **3.4 Diseño de investigación**

La información obtenida para este estudio fue de manera transeccional ya que fueron estudiados en un periodo específico en el que se desarrollaron los avalúos por lo que en un futuro estos datos podrán variar.



### **3.4.1 Transeccional explicativo**

El estudio fue desarrollado en un periodo de tiempo específico en cuanto a la obtención de información, el valor de las viviendas fue obtenido de manera descriptiva ya que fueron comparados con los métodos de valuación aplicables en un mismo mercado de comprables similares con aspectos que se utilizan en la homologación de los bienes inmuebles y las variables aplicables en la regresión múltiple.

La base de datos obtenida fue de la tabla de variables de las casas que se encontraban en el mercado en el año 2024 dentro de la ciudad de Chihuahua, utilizando las zonas que se explicaron anteriormente en la Figura 4.

### **3.5 El marco muestral**

Está constituido por una tabla de variables aplicadas dentro de un mercado de viviendas similares a las del sujeto a estudio dentro de la ciudad de Chihuahua, además de avalúos de inmuebles aplicando los enfoques de valuación como comparables de resultados entre los métodos.

### **3.6 Unidad de análisis**

Se considera al sujeto de estudio aquel que se encuentra con la problemática establecida anteriormente para determinar las variables que se comparan con el análisis del método de precios hedónicos y enfoques de valuación.

#### **3.6.1 Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo fue probabilístico donde se tiene un muestreo de 113 inmuebles ubicados en las zonas que se presentan anteriormente y casas que tienen la problemática con las características similares entre estas dentro de la ciudad de Chihuahua.



### **3.6.2 Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra fue de 113 casas con sus respectivas variables para el estudio de regresión lineal múltiple obtenidas del mercado inmobiliario dentro de la zona de la ciudad de Chihuahua, estas variables fueron comparables entre ellas para mantener un valor dentro del mercado considerando como desventaja la cercanía de las casas al relleno sanitario municipal.

### **3.6.3 Selección de la muestra**

No probabilístico por cuotas ya que se obtuvieron un máximo de diecisiete casas similares a los sujetos de estudio por zona según lo indicado anteriormente en el mapa de las zonas en un lapso del año 2024 tomando en cuenta que algunas casas consideradas en la muestra se pudieron haber vendido durante el estudio.

### **3.6.4 Variable dependiente del estudio**

Como variable dependiente del estudio se utilizó el valor de mercado y sus características del sujeto a estudiar, es decir, la casa o casas cercanas al relleno sanitario.

### **3.6.5 Variables independientes del estudio**

Como variables independientes aplicadas en la regresión lineal múltiple, se consideraron las características de las viviendas en una tabulación de comparables para determinar la ecuación del modelo aplicable y obtener el precio o valor de las casas dentro de la zona de interés.



### 3.6.6 Medidas de estadística

Se aplicaron las medidas de estadística para el estudio como la media, desviación estándar, varianza y la ecuación de regresión para determinar si el modelo que arrojó el análisis estadístico es correcto o está dentro de los parámetros aceptables del precio de las viviendas.

### 3.6.7 Codificación de las variables independientes

Para el estudio de regresión lineal múltiple se aplicó una codificación a las variables que facilita el nombre de cada una de ellas y que la ecuación del modelo obtenido se presente de manera matemática, estas variables se muestran en la tabla 2. De la misma manera se realizó una numeración por cada variable independiente mostrada en la tabla 3 donde se aplican en las zonas de la ciudad de Chihuahua y en la tabla 4 donde se colocó una numeración para las distancias que existen entre las variables y las casas del mercado.

Tabla 2 Codificación de variables

CODIFICACIÓN DE VARIABLES	
COSTO \$	Y
TERRENO (m <sup>2</sup> )	X <sub>1</sub>
CONSTRUCCIÓN (m <sup>2</sup> )	X <sub>2</sub>
RECAMARAS	X <sub>3</sub>
BAÑOS	X <sub>4</sub>
NIVELES	X <sub>5</sub>
EDAD	X <sub>6</sub>
ZONA	X <sub>7</sub>
SERVICIOS	X <sub>8</sub>



**Tabla 3 Calificación de zonas**

ZONA	CALIFICACIÓN
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6

NOTAS: Calificación de las zonas según la Figura 4. A la variable  $X_7$

**Tabla 4 Calificación de distancias**

DISTANCIA EN 500 M	CALIFICACIÓN
No hay al menos un servicio	0
Hay todos los servicios	1

NOTAS: Se coloca una calificación de 1.00 cuando existan los 4 servicios señalados en la tabla 1 y un 0 cuando al menos falte uno de los servicios  $X_8$ .

**Tabla 5 Calificación de tipos de terrenos**

TIPO DE TERRNO	CALIFICACIÓN
En esquina regular	1.05
Intermedio regular	1.00
Cabecera de manzana	1.20

NOTAS: En esta tabla se describe la calificación que se le da a las variables independientes  $X_9$  según su localización en la manzana como tipo de terreno.



**Tabla 6 Base de datos de viviendas en el mercado octubre 2024**

		TERRENO	CONST.	RECAMARAS	BAÑOS	NIVELES	EDAD	ZONA	SERVICIOS
No.	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
1	\$1,560,000.00	120	97	3	1.5	2	6	1	1
2	\$2,650,000.00	228	175	3	1.5	1	40	4	1
3	\$2,500,000.00	120	160	3	2.5	2	2	2	0
4	\$2,200,000.00	160	204	3	2.5	2	15	1	1
5	\$2,350,000.00	165	225	3	3	2	30	4	0
6	\$1,900,000.00	267	235	3	2	2	14	4	1
7	\$2,600,000.00	154	158	3	2.5	2	6	5	0
8	\$2,642,500.00	160	158	3	2.5	2	1	2	1
9	\$2,650,000.00	166	135	3	2.5	2	21	3	1
10	\$2,100,000.00	127	191	3	2.5	1	17	4	1
11	\$2,135,000.00	200	149	3	2	1	20	4	0
12	\$2,750,000.00	144	200	2	2.5	2	10	2	1
13	\$2,970,000.00	126	120	3	2.5	2	7	3	1
14	\$2,670,000.00	160	192	3	2.5	2	4	5	1
15	\$2,680,000.00	205	133	3	2.5	2	16	5	0
16	\$2,880,500.00	160	176	3	2.5	2	1	3	0
17	\$2,480,500.00	160	147	3	2.5	2	1	3	1
18	\$2,750,000.00	200	198	3	1.5	1	20	4	1
19	\$2,950,000.00	120	178	3	2.5	2	1	3	1
20	\$1,650,000.00	120	81	3	1.5	2	10	5	0
21	\$2,230,000.00	126	135	3	2.5	2	15	4	1
22	\$2,550,000.00	134	107	2	1.5	2	5	4	1
23	\$2,200,000.00	124	104	3	2.5	2	6	3	1
24	\$1,890,000.00	120	96	3	1.5	2	10	5	0
25	\$1,985,000.00	126	120	3	2.5	2	10	2	0
26	\$1,950,000.00	120	177	3	2	2	17	4	1
27	\$2,253,000.00	184	120	3	2	2	11	5	1
28	\$1,550,000.00	120	109	2	1.5	2	14	4	0
29	\$1,690,000.00	107	200	3	1	2	10	4	1
30	\$1,980,000.00	120	106	3	2.5	2	6	2	0
31	\$1,680,000.00	216	202	3	2	2	12	4	1
32	\$1,560,000.00	191	158	3	2	2	15	6	1
33	\$1,700,000.00	116	181	3	2	2	34	4	1
34	\$1,600,000.00	120	193	3	2	2	18	6	0
35	\$1,900,000.00	149	112	3	2.5	2	1	3	1
36	\$1,790,000.00	160	90	3	1.5	2	15	1	1
37	\$2,200,000.00	120	112	3	2.5	2	10	3	1
38	\$1,800,000.00	126	179	3	2.5	2	17	2	1
39	\$1,890,000.00	90	120	3	2.5	2	10	6	0
40	\$2,850,000.00	120	178	3	2.5	2	1	3	1
41	\$2,650,000.00	157	221	3	2	2	20	3	0
42	\$2,590,000.00	120	158.7	3	2.5	2	14	5	0
43	\$2,300,000.00	197.6	172.1	3	2.5	2	20	4	1
44	\$2,100,000.00	119	110.5	4	2	2	31	6	0
45	\$2,845,000.00	140	203.5	3	2.5	2	15	5	1
46	\$2,150,000.00	130	90	3	2	1	34	5	1
47	\$1,950,000.00	143.5	125.6	3	2.5	2	5	6	0
48	\$1,400,000.00	90	107.3	3	1	2	21	4	1
49	\$2,100,000.00	224	318	6	3	2	20	4	0
50	\$1,970,000.00	195	185	4	2	2	40	4	1
51	\$1,290,000.00	120	94	3	1.5	2	5	1	1
52	\$1,250,000.00	200	90	2	1	1	20	4	1
53	\$2,140,000.00	609	248	2	2	1	15	5	0
54	\$2,120,000.00	120	119	3	2.5	2	1	5	1
55	\$1,880,000.00	120	146	3	2	2	26	5	0
56	\$1,600,000.00	120	109	3	2.5	2	1	5	0



57	\$1,700,000.00	225	169	2	1	1	30	3	1
58	\$1,200,000.00	150	83	2	1	1	1	3	1
59	\$2,090,000.00	120	90	3	1.5	2	2	3	1
60	\$1,850,000.00	146	191	3	2	2	42	4	1
61	\$1,260,000.00	155	130	3	1	2	15	5	0
62	\$1,250,000.00	133	164	3	1	2	10	3	1
63	\$1,250,000.00	126	106	2	1	1	18	4	0
64	\$1,600,000.00	120	118	4	2.5	2	20	4	0
65	\$1,350,000.00	103	150	3	2	2	20	4	1
66	\$1,750,000.00	224	92	2	1	1	28	4	0
67	\$1,700,000.00	120	82	3	1.5	2	15	6	0
68	\$1,600,000.00	112	132	4	2	2	29	5	1
69	\$1,560,000.00	120	90	3	1.5	2	10	1	1
70	\$2,230,000.00	126	135	3	2	2	1	3	1
71	\$2,180,000.00	120	95	3	2.5	2	15	4	0
72	\$2,230,000.00	126	106	3	2.5	2	12	3	0
73	\$2,050,000.00	143	124	3	2.5	2	5	6	1
74	\$2,100,000.00	129	123	3	2.5	2	15	3	1
75	\$1,950,000.00	120	177	3	2	2	14	4	0
76	\$2,253,000.00	190	120	3	2	2	13	5	0
77	\$2,130,000.00	130	90	3	2	2	19	5	0
78	\$2,100,000.00	200	186	3	2	2	30	4	1
79	\$2,795,000.00	144	206	3	2.5	2	15	5	1
80	\$1,980,000.00	120	106	3	2.5	2	6	3	1
81	\$2,650,000.00	157	221	3	2.5	2	20	3	1
82	\$1,680,000.00	216	202	3	2	2	12	4	1
83	\$1,560,000.00	191	158	3	2.5	1	15	6	0
84	\$1,720,000.00	116	181	3	2	2	26	4	0
85	\$1,398,000.00	90	108	3	2	2	21	4	1
86	\$1,600,000.00	120	193	3	2	2	18	6	1
87	\$2,650,000.00	190	120	3	2.5	2	1	3	1
88	\$1,650,000.00	120	112	2	2	2	15	4	1
89	\$2,490,000.00	130	105	2	2	2	9	5	0
90	\$1,690,000.00	107	200	3	1.5	2	14	4	0
91	\$1,790,000.00	162	90	3	1.5	2	18	1	1
92	\$2,230,000.00	122	118	3	2.5	2	13	3	0
93	\$1,920,000.00	126	180	3	2.5	2	18	4	1
94	\$1,930,000.00	120	98	3	2	2	10	5	0
95	\$2,120,000.00	120	109	3	2	2	20	6	1
96	\$1,890,000.00	100	120	3	2.5	2	11	6	0
97	\$2,850,000.00	120	178	3	2	2	2	3	0
98	\$2,590,000.00	120	156	3	2.5	2	15	5	0
99	\$2,285,000.00	198	170	3	2.5	2	18	4	1
100	\$2,120,000.00	224	318	3	2.5	1	20	4	1
101	\$830,000.00	240	170	4	3	1	15	1	0
102	\$2,195,000.00	120	161	4	2	2	0	1	0
103	\$2,110,000.00	120	160	3	2	2	1	1	0
104	\$1,600,000.00	120	97	3	1	2	10	1	0
105	\$1,350,000.00	120	209	2	1	2	20	2	1
106	\$1,836,750.00	120	108	3	2	2	1	1	0
107	\$1,990,000.00	120	122	4	2	2	0	1	0
108	\$650,000.00	126	126	2	1	1	16	2	0
109	\$780,000.00	190	40	2	1	1	10	2	0
110	\$780,000.00	97	56	2	1	1	15	2	0
111	\$815,000.00	126	85	2	2	1	15	2	0
112	\$840,000.00	120	44	2	1	1	10	2	0
113	\$5,990,000.00	252	258	3	3	2	1	6	0



NOTAS: En esta tabla se muestra la base de datos de viviendas en la ciudad de Chihuahua disponibles en octubre de 2024.

Basados en la Tabla 6 se realizó un estudio de las propiedades que se encuentran en el mercado en octubre del 2024, se pudieron tomar como variables dependientes el costo de las viviendas y como variables independientes las características específicas de cada casa, manteniendo siempre similitud en la mayoría de las variables para poder comparar de manera estable y que la aplicación de la regresión lineal múltiple nos arroje resultados viables para el estudio.

Dentro de las variables independientes se tomaron en cuenta calificaciones o puntajes para poder numerar ciertas características como es el caso de la zona y las distancias de hospitales, escuelas, plazas y comercios como se especifican en las tablas 2 y 3 respectivamente. Con esta información se pudo realizar un análisis estadístico aplicando la regresión lineal múltiple para luego obtener un modelo matemático por medio de una ecuación con la que se obtiene el valor de cualquier inmueble dentro de las características de la base de datos.

### **3.7 Análisis de regresión múltiple**

Se desarrolló un cálculo para la obtención de un modelo matemático que determine, en base a la regresión lineal múltiple, el valor de las viviendas afectadas tomando en cuenta la base de datos obtenida en la Tabla 4. La ecuación obtenida nos arrojó datos aceptables dentro del valor de las casas a las que se les aplico este método.

### **3.8 Desarrollo del método de precios hedónicos**

Para el método de precios hedónicos se aplica la regresión lineal múltiple donde se utilizan las variables independientes y dependientes de la base de datos de viviendas que se encontraban en el mercado, con dichos valores se pudo establecer una ecuación que nos puede arrojar un resultado de valor para casas habitación que se encuentren cerca del relleno sanitario. Una vez aplicando el modelo matemático se pudo comparar el resultado de valor obtenido con los enfoques de valuación tradicionales.



### 3.9 Aplicación de los enfoques de mercado, costos e ingresos

Se aplicaron los enfoques de la valuación de mercado, costos e ingresos a una vivienda sujeto a la cercanía del relleno sanitario para obtener un valor comparable según el avalúo y determinar las diferencias entre el método de precios hedónicos y la valuación tradicional.

### 3.10 Desarrollo del enfoque de mercado

Para el enfoque de mercado se utilizaron comparables similares al sujeto a valorar, en su caso se tomaron seis terrenos, seis casas en venta con características parecidas y seis casas en renta. Todos estos inmuebles dentro del mercado a octubre de 2024.

Las características del sujeto a valorar constan de los siguiente: casa habitación de 120 m<sup>2</sup> de terreno, 97 m<sup>2</sup> de construcción, dos plantas. En la primera planta cuenta con sala comedor, cocina, medio baño y patio. En la segunda planta cuenta con tres recamaras, un baño completo. Cochera para dos vehículos. Esta propiedad es una casa en serie con once años y se encuentra en la zona afectada, es decir, con una cercanía de 1.5 km del relleno sanitario.

Tabla 7 Investigación de mercado de terrenos

INVESTIGACIÓN DE MERCADO					
OFERTA DE TERRENOS EN VENTA					
CASO	UBICACIÓN	CARACTERISITICAS	ÁREA m <sup>2</sup>	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO
		USO DE SUELO			
T-1	Granjas del Valle, Colonia Granjas del Valle, C.P.	Habitacional	150.00	\$180,000.00	\$1,200.00
T-2	Nuevo Triunfo, Colonia Nuevo Triunfo, C.P. 31140	Habitacional	120.00	\$240,000.00	\$2,000.00
T-3	Punta Oriente, Colonia Punta Oriente, C.P. 31385	Habitacional	129.00	\$380,000.00	\$2,945.74
T-4	Punta Oriente, Colonia Punta Oriente, C.P. 31385	Habitacional	120.00	\$690,000.00	\$5,750.00
T-5	San Fernando, Colonia San Fernando, C.P. 31060	Habitacional	144.00	\$700,000.00	\$4,861.11
T-6	Diamante Reliz, Colonia Diamante Reliz, C.P. 31207	Habitacional	134.00	\$790,000.00	\$5,895.52

NOTA: Se realizó la investigación de mercado con seis terrenos similares.



**Tabla 8 Investigación de mercado de viviendas en venta**

OFERTA DE INMUEBLES EN VENTA							
CASO	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE	CARACTERISITICAS			ÁREA CONST. m <sup>2</sup>	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO
		CAJÓN	AÑOS	ÁREA TERR. M <sup>2</sup>			
V-1	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	2	11	130.00	111.00	\$1,590,000.00	\$14,324.32
V-2	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	2	1	120.00	113.00	\$1,990,000.00	\$17,610.62
V-3	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	2	2	120.00	110.00	\$1,836,750.00	\$16,697.73
V-4	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	2	10	153.00	71.00	\$1,600,000.00	\$22,535.21
V-5	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	2	11	122.00	81.00	\$1,360,000.00	\$16,790.12
V-6	Fracc. Romanzza, Col. Romanzza C.P. 31313	1	1	120.00	164.00	\$2,030,000.00	\$12,378.05

NOTA: Se realizó una investigación de mercado de seis casas similares cercanas al sujeto.

**Tabla 9 Investigación de mercado de viviendas en renta**

OFERTA DE INMUEBLES EN RENTA							
CASO	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE	CARACTERISITICAS		ÁREA CONST. m <sup>2</sup>	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	
		CAJÓN	AÑOS				
R-1	Jardines del Sol, Colonia Jardines del Sol, C.P. 31183	2	4	103.00	\$8,000.00	\$77.67	
R-2	Cafetales de Yajalen, Colonia Cafetales, C.P. 31125	1	18	100.00	\$8,000.00	\$80.00	
R-3	Romanzza, Colonia Romanzza, C.P. 31313	2	8	57.00	\$8,000.00	\$140.35	
R-4	Veredas del Sur, Colonia Veredas del Sur, C.P. 31384	2	10	98.00	\$8,500.00	\$86.73	
R-5	Tracia, Chihuahua, Chihuahua, Colonia Tracia, C.P. 31220	2	5	88.00	\$8,500.00	\$96.59	
R-6	Cafetales, Colonia Cafetales, C.P. 31125	1	15	82.00	\$9,000.00	\$109.76	

NOTA: Se realizó una investigación de mercado de seis casas similares al sujeto en renta.



Una vez realizada la investigación de mercado se hizo la homologación aplicando diferentes factores para obtener el valor de mercado del sujeto a valorar, dentro de estos factores aplicados se encuentran los siguientes; negociación, zona, ubicación, uso de suelo, eficiencia, factor de edad, factor de conservación, factor calidad, factor de la edad y tipo de proyecto. Con estos factores aplicados se pudo obtener el valor de mercado, el precio del terreno para la aplicación de este al enfoque físico y la renta por metro cuadrado para la aplicación del enfoque de la capitalización de rentas.

**Tabla 10 Homologación de terrenos**

APLICACIÓN DEL ENFOQUE COMPARATIVO DE MERCADO										
TABLA DE HOMOLOGACIÓN										
A) DEL TERRENO (LOTE TIPO) 120.00 m <sup>2</sup>										
CASO	m <sup>2</sup> (comparables)	VALOR UNITARIO	NEGOCIACIÓN %	FACTORES A APLICAR					FACTOR RESULTANTE (FRE)	VALOR UNITARIO HOMOLOGADO
				ZONA	UBICACIÓN	USO DE SUELO	EFIC.	ÁREA		
T-1	150.00	\$1,200.00	1.00	0.85	0.94	1.00	0.95	1.02	0.78	\$932.34
T-2	120.00	\$2,000.00	1.00	0.85	0.85	1.00	0.95	1.00	0.69	\$1,372.75
T-3	129.00	\$2,945.74	1.00	1.06	1.06	1.00	1.06	1.01	1.20	\$3,531.43
T-4	120.00	\$5,750.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	1.00	0.95	\$5,481.47
T-5	144.00	\$4,861.11	1.00	0.85	0.85	1.00	0.95	1.02	0.70	\$3,387.63
T-6	134.00	\$5,895.52	1.00	0.85	0.85	1.00	0.95	1.01	0.69	\$4,083.92
										\$3,131.59
VALOR DE TERRENO APLICADO (en números redondos):										\$3,131.60

NOTA: Aplicación de los factores para obtener el valor del terreno por m<sup>2</sup>.

**Tabla 11 Homologación de viviendas en venta**

B) CONSTRUCCIONES EN VENTA										
SUPERFICIE DEL INMUEBLE EN ESTUDIO 97.00 m <sup>2</sup>										
CASO	m <sup>2</sup> (comparables)	VALOR UNITARIO	NEGOCIACIÓN %	FACTORES A APLICAR					FACTOR RESULTANTE (FRE)	VALOR UNITARIO HOMOLOGADO
				FACTOR EDAD	FACTOR CONSERV.	FACTOR CALIDAD	UBIC.	FACTOR ÁREA		
V-1	111.00	\$14,324.32	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.01	1.04	\$14,839.49
V-2	113.00	\$17,610.62	1.00	1.17	0.98	0.95	1.00	1.01	1.10	\$19,366.37
V-3	110.00	\$16,697.73	1.00	1.15	0.98	0.98	1.00	1.01	1.12	\$18,626.34
V-4	71.00	\$22,535.21	1.00	1.01	1.06	1.02	1.00	0.97	1.07	\$24,182.43
V-5	81.00	\$16,790.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	\$16,539.79
V-6	164.00	\$12,378.05	1.00	1.17	0.98	0.95	1.00	1.04	1.13	\$14,041.26
										\$17,932.61
VALOR DE MERCADO APLICADO (en números redondos):										\$17,932.60
ÁREA DEL INMUEBLES EN ESTUDIO: 97.00 A \$17,932.60 = \$1,739,462.20										
RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE COMPARATIVO DE MERCADO										\$1,739,462.20

NOTA: Aplicación de los factores para obtener el valor de la vivienda.



**Tabla 12 Homologación de viviendas en renta**

C) INMUEBLES EN RENTA										
CASO	m <sup>2</sup> (comparables)	VALOR UNITARIO	NEGOCIACIÓN %	FACTORES A APLICAR					FACTOR RESULTANTE (FRE)	VALOR UNITARIO HOMOLOGADO
				FACTOR EDAD	FACTOR CONSERV.	PROYECTO	UBIC. ZONA	FACTOR ÁREA		
R-1	103.00	\$77.67	1.00	1.11	1.06	1.00	0.85	1.01	1.01	\$78.13
R-2	100.00	\$80.00	1.00	0.91	0.98	0.91	0.85	1.00	0.69	\$55.49
R-3	57.00	\$140.35	1.00	1.04	1.06	1.11	1.00	0.96	1.18	\$165.19
R-4	98.00	\$86.73	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	\$88.07
R-5	88.00	\$96.59	1.00	1.09	0.98	0.91	0.94	0.99	0.92	\$88.61
R-6	82.00	\$109.76	1.00	0.95	1.06	1.00	0.85	0.99	0.84	\$92.23
										\$94.62
<b>VALOR DE RENTAS APLICADO (en números redondos)</b>										<b>\$94.60</b>

NOTA: Aplicación de los factores para obtener el valor de la renta por m<sup>2</sup>.

### 3.11 Desarrollo del enfoque de costos

Para el enfoque de costos se utilizaron las fuentes de costos paramétricos para determinar el valor del sujeto según las características físicas del mismo aplicando a estas sus respectivos factores de demerito por la antigüedad de las construcciones de la vivienda valuada. (Varela Alonso , 2024)

Una vez obtenido el valor del terreno por medio de la homologación, este se pudo aplicar en el enfoque de costos para sumar con el valor de la construcción aplicando los factores que demeritan a las obras debido a la edad del inmueble que se esta valuando, en este caso el sujeto tenía una edad de once años por lo que se aplico un factor de 0.9153 según ROSS-HEIDECKE. También se consideraron las instalaciones especiales dentro del valor físico en su caso la cocina y un calentador de agua.



**Tabla 13 Desarrollo del enfoque de costos**

**APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE COSTOS (VALOR FÍSICO O DIRECTO)**

**A) DEL TERRENO (LOTE TIPO)** 120 m<sup>2</sup>

FACTORES DE EFICIENCIA					FACTOR RESULTANTE
ZONA	UBICACIÓN	FORMA	SUPERF.	FRENTE	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FRACCIÓN	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	VALOR UNITARIO \$/m <sup>2</sup>	FACTOR RESULTANTE	VALOR		
				UNITARIO	INIVISO	TOTAL
Unica	120	\$3,131.60	1.00	\$3,131.60	100%	\$375,792.00
						\$375,792.00

**B) DE LAS CONSTRUCCIONES**

TIPO	ÁREA m <sup>2</sup>	VALOR UNITARIO	TOTAL	DEMERITO %	VALOR NETO DE REPOSICIÓN	
					UNITARIO	TOTAL
T1 = Casa Habitación	97.00	\$15,591.05	\$1,512,331.44	0.9153	\$14,270.48	\$1,384,236.97
	97.00		\$1,512,331.44			\$1,384,236.97

**C) DE LAS INSTALACIONES ESPECIALES, OBRAS COMPLEMENTARIAS Y ELEMENTOS ACCESORIOS**

TIPO	UNIDAD	ÁREA O LOTE	VALOR DE REPOSICIÓN NUEVO		DEMERITO %	VALOR DE REPOSICIÓN		
			UNITARIO	TOTAL		UNITARIO	INDIVISO %	TOTAL
Cocina Integral	Lote	1.00	\$12,000.00	\$12,000.00	0.8398	\$1,922.40		\$1,922.40
Boiler	pza	1.00	\$3,000.00	\$3,000.00	0.8907	\$327.90		\$327.90
								\$2,250.30

**RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE COSTOS (VALOR FÍSICO O DIRECTO)** \$1,762,279.27



### 3.12 Desarrollo del enfoque de capitalización de rentas

Para el enfoque de ingresos o capitalización de rentas se utilizó el valor obtenido en la homologación de las viviendas en renta con características similares al sujeto, una vez que se obtuvo el valor de renta por metro cuadrado se multiplicó por los metros de construcción del sujeto, después se determinaron las tasas y deducciones aplicables a la vivienda que se valúa para obtener el valor por el enfoque de rentas.

Tabla 14 Desarrollo del enfoque de rentas

#### APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE RENTAS

**A) IMPORTE DE DEDUCCIONES**

VACIOS	1.00%	CONS/MANTE	2.00%	SEGUROS	5.00%	
IMP. PREDIAL	1.75%	NIMIENIO	1.00%	OTROS	0.00%	TOTAL
SERV. DE AGUA	1.00%	ADMÓN	1.00%	DEDUCC. FISCALES (ISR)	4.00%	DEDUCCIONES:
		ENERG. ELÉCT.				16.75%

#### DETERMINACIÓN DEL VALOR POR CAPITALIZACIÓN DE RENTAS:

TIPO	DESTINO	SUPERFICIE	VALOR / m <sup>2</sup>
1	Habitacional	97.00	\$94.60
2			
3			

RENTA MENSUAL	
	\$9,176.20
<b>RENTA BRUTA MENSUAL</b>	<b>\$9,176.20</b>

<b>TOTAL DE DEDUCCIONES:</b>	16.75%	\$1,537.01
<b>RENTA NETA MENSUAL:</b>		\$7,639.19
<b>RENTA NETA ANUAL:</b>		\$91,670.24

**CAPITALIZANDO LA RENTA ANUAL AL:** 8%

#### TASA DE CAPITALIZACIÓN APLICABLE AL CASO, RESULTA UN VALOR DE: \$1,188,978.44

CONCEPTO	TASAS					
	6%	7%	8%	9%	10%	11%
<b>EDAD (años)</b>	0-5	5 - 20	20 - 40	40 - 50	50 - 60	MAS DE 60
calificación		1				
<b>VIDA UTIL REMANENTE</b>	MAS DE 60	50 - 60	40 - 50	20 - 40	5 - 20	TERMINADA
calificación		1				
<b>ESTADO DE CONSERV.</b>	NUEVA	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	MALO	RUINOSO
calificación			1			
<b>PROYECTO</b>	MUY BUENO	BUENO	ADECUADO	REGULAR		MALO
calificación			1			
<b>REL. SUP. (TERR/CONST)</b>	Const. > Terr MAYOR 3 -1	Const. > Terr MAYOR 3 -1	Const. > Terr HASTA 2 - 1	TERR = CONST	Terr. > Const. HASTA 3 - 1	Terr. > Const. MAYOR 3 -1
calificación					1	
<b>USO DEL INMUEBLE</b>	CASA UNIF.	EDIF. PROD. HAB-COM	DEPTO/CASA CONDOMINIO	OFNA/LOCAL CONDOMINIO	OFNA/LOCAL UNIF.	BODEGA / INDUSTRIA
calificación	1					
<b>CLASIF. ZONA</b>	LUJO	1er Orden	2do Orden	3er Orden	PROL. SERV. COM.	PROL. SER/INC.
calificación			1			

<b>SUMA CALIFICACIÓN</b>	1	2	3	0	1	0
<b>CAPITALIZACIÓN</b>	0.8571	1.0000	1.1429	1.2857	1.4286	1.5714
<b>TASAS PARCIALES</b>	0.85714286	2	3.428571429	0	1.428571429	0

#### TASA RESULTANTE: 8%



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados

#### 4.1 Obtención de la ecuación del método de precios hedónicos

Como parte del método de precios hedónicos se aplicaron las variables de la base de datos de la tabla 6 para obtener según la regresión lineal múltiple una ecuación la cual fue probada con las características del sujeto a valuar y con el modelo matemático para determinar su valor de mercado. Este modelo arrojó una R cuadrada del 63.67% por lo que se consideró un modelo óptimo para la determinación de valor de las viviendas dentro del mercado, sin embargo, no queda establecida una tendencia clara para el valor de las viviendas por lo que se aplican hasta seis ecuaciones logarítmicas como se muestra a continuación.

#### Método

Codificación de predictores categóricos (1, 0)

#### Ecuación de regresión

##### X7

---

$$1 \quad \text{LogY} = 13.003 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$

$$2 \quad \text{LogY} = 12.943 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$

$$3 \quad \text{LogY} = 13.165 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$

$$4 \quad \text{LogY} = 13.220 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$

$$5 \quad \text{LogY} = 13.168 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$

$$6 \quad \text{LogY} = 13.087 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 \\ - 0.00596 X6 \\ + 0.0032 X8$$



Integrando las ecuaciones anteriores como un solo modelo matemático se estableció la siguiente ecuación:

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \gamma_1D_1 + \gamma_2D_2 + \gamma_3D_3 + \gamma_5D_5 + \beta_8X_8 + \varepsilon$$

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.239715	63.37%	55.92%	27.47%

La calidad del modelo arrojó un  $R^2$  ajustado de 55.92%, un  $R^2$  predicho de 27.47% y un valor de p Global de 0.000 lo cual determina que es un buen modelo donde las variables explicativas clave son la  $X_2$  (construcción  $m^2$ ),  $X_4$  (número de baños) y  $X_5$  (número de niveles).

Para la variable  $X_2$  se obtuvo un coeficiente de 0.001687, un valor de p igual a 0.024 lo cual indica como una de las variables clave del modelo que tiene un efecto de 0.17% más por  $m^2$  al valor de la vivienda a valorar.

Para la variable  $X_4$  dio como coeficiente un valor de 0.1919, el valor de p igual a 0.006 y un efecto al valor de las viviendas del 21% por baños de la casa a valorar, siendo esta la segunda variable más significativa del modelo.

Y finalmente para la variable  $X_5$  se obtuvo un coeficiente con valor de 0.406, el valor de p dio como resultado 0.000, por lo que esta variable genera un 50% más al valor de la vivienda por nivel, siendo esta la variable más significativa del modelo. Esto indicaría que las casas de dos niveles en la zona aumentan un 50% su valor.

Para los coeficientes gamma ( $\gamma$ ) se utilizó la zona 4 como referencia ya que es la zona que se encuentra en el centro de la ciudad por lo que todos los coeficientes gamma se interpretan en comparación con la zona 4, analizando las características de cada una de las zonas se obtuvieron los siguientes resultados:



ZONA	COEFICIENTE	p- Valor	CAMBIO EN PRECIO	SIGNIFICANCIA	INTERPRETACIÓN
Zona 1 (más cercana al relleno)	-0.217	0.097	-19.50%	Marginal (10%)	Posible efecto negativo por proximidad
Zona 2	-0.277	0.030	-24.20%	Significativo	Efecto negativo confirmado
Zona 3	-0.055	0.639	-5.40%	No Significativo	Similar a zona de referencia
Zona 5	-0.052	0.654	-5.10%	No Significativo	Similar a zona de referencia
Zona 6	-0.133	0.24	-12.50%	No Significativo	Leve efecto negativo no confirmado

NOTA: Se muestran los resultados de las zonas a partir de la zona 4 como referencia. La zona 2 obtuvo la mayor significancia lo que determina que hay un efecto negativo confirmado.

Como interpretación de los coeficientes gamma se aplicó la fórmula para variables categóricas en modelo logarítmico-lineal siendo esta la siguiente:

$$\% \text{ cambio en precio} = (e^{Y_j} - 1) \times 100$$

Donde  $Y_j$  es el coeficiente de la zona  $j$  comparada con la zona de referencia (Zona 4).

Aplicando la ecuación anterior como ejemplo en la zona 2 resulta lo siguiente:

**Coefficiente:**  $Y_2 = -0.277$

**Cálculo:**  $(e^{-0.277} - 1) \times 100$

**Resultado:**  $(0.75791 - 1) \times 100 = -24.2\%$

La conclusión demuestra que la zona 2 es la única con efecto estadísticamente significativo con  $p=0.030$ , y la zona 1 también presenta un efecto negativo considerable con  $-19.50\%$ , aunque marginalmente significativo con  $p=0.097$ . Ambas zonas podrían estar afectadas por la proximidad al relleno sanitario.



Como diagnostico del modelo se pudo determinar que existe multicolinealidad demostrado en los coeficientes del factor de inflación de la varianza (FIV) ya que todos los coeficientes son menores a cinco lo cual demuestra que el modelo no tiene problemas de colinealidad.

Dentro de las observaciones atípicas de los comparables de la tabla 6 se observo que el comparable dos dio un residuo de 3.18 y el comparable número sesenta dio un residuo de -3.54 los cuales requieren revisión dentro de los comparables.

**Tabla 15 Variables del sujeto a valuar**

VARIABLES DE SUJETO							
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
120	97	3	1.5	2	1	3	1

Una vez obtenida la ecuación del modelo, se aplicaron las variables del sujeto a valuar como se indica en la Tabla 15 y se obtuvo un valor de \$1,665,445.40. Tomando en cuenta que se consideró la variable de la zona afectando su valor.

#### **4.2 Resultados de la aplicación del enfoque de mercado**

Los resultados obtenidos en el enfoque de mercado fueron similares al valor de la vivienda que se obtuvo al realizar el método de precios hedónicos, sin embargo, al realizar la homologación no se contempló la zona como factor de relación como la variable independiente del método de regresión lineal múltiple por lo que se obtuvo un valor mas elevado de \$1,739,462.20.

#### **4.3 Resultados de la aplicación del enfoque físico**

Para el enfoque físico se aplicaron las características de la vivienda sujeta a valuación la cual está dentro del área afectada, sin embargo, como parte de este enfoque no se considera la cercanía al relleno sanitario por lo que su valor no se ve relativamente afectada por este hecho, todo dependió de sus características físicas las cuales se tratan de casas en serie en un fraccionamiento completo que consta



de 205 casas. Una vez desarrollado el enfoque físico se obtuvo un valor de \$1,762,279.27.

#### **4.4 Resultados de la aplicación del enfoque de capitalización de rentas**

Una vez que se desarrolló el enfoque de capitalización de rentas en el que se aplicaron las deducción y tasas aplicables según la homologación de rentas por metro cuadrado del sujeto, se obtuvo un valor mucho menor que el de los otros dos enfoques anteriores, sin embargo, es común obtener un valor menor en este enfoque en el cual se obtuvo un valor de \$1,188,978.44.

#### **4.5 Discusión**

Basados en los resultados obtenidos se puede decir que la diferencia entre el valor de mercado según el enfoque tradicional de valuación arrojó un precio más alto pero no se tomó en cuenta el factor de la zona donde esta ubicado el inmueble valuado a diferencia del método de precios hedonicos donde si se considera como variable independiente la zona que afecta el valor de esta vivienda dando a entender que si afecta al precio si se considera la cercanía al relleno sanitario, sin embargo, llevar a cabo el método de precios hedónicos conlleva a tener una gran base de datos para poder llegar a resultados acertados para el valor de una vivienda independientemente de las variables que se consideren en el estudio, por esta razón sería mejor considerar como un factor de homologación que pudiera considerarse dentro de un avalúo tradicional para llegar a resultados similares.

**Tabla 16 Resultados obtenidos de los métodos aplicados**

<b>Método</b>	<b>Resultado obtenido</b>
Enfoque de mercado	\$1,739,462.20
Enfoque físico	\$1,762,279.27
Enfoque de rentas	\$1,188,978.44
Método de Precios Hedónicos	\$1,665,445.40

NOTA: El valor obtenido entre el enfoque de mercado y el método de precios hedónicos tiene una diferencia de \$74,016.80



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Después de desarrollar los diferentes enfoques de valuación tradicional y aplicar el método de precios hedónicos, se puede concluir que el mejor modelo de valuación son los tres enfoques principales debido a que se obtiene un valor más certero a precio de mercado y no se tiene que realizar un estudio exhaustivo creando una base de datos tan extensa para poder determinar un modelo matemático que de resultados certeros independientemente de las variables que se estén aplicando para el modelo, a pesar de que el resultado obtenido con la regresión lineal múltiple fue más bajo ya que se consideró la zona como un factor que afecta o beneficia al valor de la propiedad, en los enfoques tradicionales también se podría aplicar un factor de zona que modifique el valor al momento de realizar la homologación o comparación de mercado.

No se descarta el método de precios hedónicos siempre y cuando se cuente con una amplia base de datos programada en la que se actualicen con frecuencia las casas que estén en venta en el momento de realizar los cálculos ya que el modelo matemático que se obtenga de dicha base de datos se tendría que estar actualizando dentro de la nube de datos obtenidos en un mercado cambiante.

Por otro lado, los enfoques de valuación tradicionales son buenos y rápidos utilizando solo las viviendas y terrenos con características similares al sujeto a valuar, esto hace mucho más ágil el proceso de valuación y se obtienen valores certeros siempre y cuando se apliquen los factores correspondientes según sea el caso o problemática en que se encuentre el inmueble a valuar.

El objetivo de la investigación fue encontrar esas diferencias entre ambos métodos para determinar el valor de las casas cercanas al relleno sanitario tomando esto como una desventaja en el mercado y aplicando los métodos señalados se puede ver que si existe una diferencia que no afecta al mercado de las viviendas de manera extravagante.



## 5.2 RECOMENDACIONES

Esta investigación se hizo con el propósito de determinar un valor de vivienda considerando la afectación implícita que pudiera tener por el hecho de estar cerca de un relleno sanitario por lo que para aplicar el método de precios hedónicos se realizó una base de datos para obtener un modelo matemático, esta base de datos tendría que ser actualizada constantemente para obtener un valor de mercado presente así como se toman viviendas similares que estén en el mercado presente para aplicar la homologación en los métodos de valuación tradicional.



## VI. Bibliografía

- AEV. (2020). *Asociación Española de Análisis de Valor*. AEV.
- Burgess, R. (2003). *Ciudad y sostenibilidad: Desarrollo Urbano sostenible*. Cuadernos de la CEPAL. doi:11362/27824
- Chinloy, P. T. (1977). Hedonic price and depreciation indexes for residential housing: A longitudinal approach. *Journal of Urban Economics* , 4(4), 469-482.  
doi:10.1016/0094-1190(77)90007-9
- Chinloy, P. T. (1977). Hedonic price and depreciation indexes for residential housing: A longitudinal approach. *Journal of Urban Economics*, 4(4), 469-482.  
doi:10.1016/0094-1190(7)90007-9
- Flores, P. (2018). *Métodos más comunes de valuación*. Sonora: Universidad de Sonora.
- García, A. (2007). *Introducción a la Valuación Inmobiliaria* . Barcelona: UPC.
- Goodman, A. C. (1978). Hedonic prices, price indices and housing markets. *Journal of Urban*, 5(4), 471-484. doi:10.1016/0094-1190(78)90004-9
- google . (2 de julio de 2023). *imagen de google earth*. Obtenido de google earth:  
<https://www.google.es/intl/es>
- Google. (2 de julio de 2024). *Google Earth* . Obtenido de Google Earth:  
<https://earth.google.es>
- Google. (2 de Julio de 2024). *Google Earth* . Obtenido de Google Earth :  
<https://earthgoogle.es>
- Google earth . (2 de julio de 2024). *Google earth*. Obtenido de <https://earth.google.es>:  
<https://earth.google.es>
- Guadalajara Olmeda , N. (2014). *Métodos de Valoración Inmobiliaria*. Mundi-Prensa.  
doi:M-28293-2018
- Hernandez Ruiz, E. A. (2017). *Valuación Inmobiliaria*. Trillas.
- Hernández Samipieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- JR, C., Vaughan, D., & BJ , S. (1996). *Resources of the earth: origin, use, and environmental impact*. Prentice-Hall, Inc. doi:978-0-13-457029-7
- Kelmansky, D. M. (2009). *Estadística para todos*. Ministerio de Educación-Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
- López Rizzo, C. H. (2006). Valuación de las características de la vivienda del AMM mediante la metodología de los precios hedónicos. *UANL*.
- López, L. G. (2 de julio de 2024). Tabla de variables del estudio. Chihuahua, Chihuahua, México .
- Michaels , R. (1979). Hedonic Prices and the Structure of the Digital Computer Industry. *The Journal of Industrial Economics* , 27(3), 263-275. doi:10.2307/2098321
- Moreno Murrieta, R. E., & Alvarado Lagunas, E. (2011). El entorno social y su impacto en el precio de la vivienda: Un análisis de precios hedónicos en el Área Metropolitana de Monterrey. *Trayectorias*, 14(33-34), 131-147.
- Ostle, B. (1973). *Estadística Aplicada*. Limusa.
- Pérez Torres, F. (enero de 20116). Medio ambiente, bienes ambientales y métodos de valoración. *Equidad y Desarrollo*, 25(1), 119 - 158.  
doi:<https://doi.org/10.19052/ed.3725>



- Piguillem, D. (2003). *Precios Hedónicos e Índices de Precios de Viviendas*. Chile: Cámara Chilena de la Construcción.
- Piol Puppio, A. R. (2014). Análisis Estadísticos de Series Pequeñas y Muy Pequeñas aplicado a la Valuación Inmobiliaria . *Universidad de Jaén Paraje Las Lagunillas*, 1(1), 80.
- Poeta S., G. T., & Gonzalez M., S. (2019). Análisis de precios hedónicos de viviendas. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 215-220. doi:10.4067/S0718-50732019000200215
- Riera, P., García, D., Kristom, B., & Brannlund, R. (2005). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales* . Ediciones Paraninfo, SA.
- Rojo, J. (2007). *Regresión Lineal Múltiple* . Madrid: Instituto de Economía y Geografía .
- Rosen, S. (1974). Precios Hedónicos y Mercados Implícitos: Diferenciación de productos en Competencia Pura. *El Diario de Economía Política* , págs. 34-35.
- Salas Tafoya, J. M. (Enero-Junio de 2015). El Modelo de Valuación Inmobiliaria en México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(10), 31-54. doi:ISSN-e 2007-7467
- Silvana Torri, I. (2017). *¿Qué es un relleno sanitario?* Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía, UBA.
- Triola, M. F. (2009). *Estadística. Décima edición*. PEARSON.
- Varela Alonso , L. (2024). *COSTOS POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN* (Vol. Volumen II). Varela Ingeniería de Costos. doi:ISBN-968-7585-00-5
- Waugh, F. V. (1929). *Quality as a Determinant of Vegetable Prices: a Statistical Study of Quality Factors Influencing Vegetable Prices in the Boston Wholesale Market*. Columbia University Press.





## VII. ANEXOS

### Análisis de regresión: Log Y vs. X1, X2, X3, X4, X5, X6, X8, X7

#### Método

Codificación de predictores categóricos (1, 0)

#### Ecuación de regresión

##### X7

- 
- 1  $\text{LogY} = 13.003 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$
  - 2  $\text{LogY} = 12.943 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$
  - 3  $\text{LogY} = 13.165 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$
  - 4  $\text{LogY} = 13.220 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$
  - 5  $\text{LogY} = 13.168 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$
  - 6  $\text{LogY} = 13.087 + 0.000979 X1 + 0.001687 X2 - 0.0310 X3 + 0.1919 X4 + 0.406 X5 - 0.00596 X6 + 0.0032 X8$

#### Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	13.220	0.327	40.45	0.000	
X1	0.000979	0.000625	1.57	0.122	2.09
X2	0.001687	0.000726	2.32	0.024	1.68
X3	-0.0310	0.0906	-0.34	0.734	2.21
X4	0.1919	0.0680	2.82	0.006	1.77
X5	0.406	0.107	3.81	0.000	2.11
X6	-0.00596	0.00414	-1.44	0.156	1.85
X8	0.0032	0.0672	0.05	0.963	1.41
X7					
1	-0.217	0.128	-1.69	0.097	2.87
2	-0.277	0.124	-2.23	0.030	2.67
3	-0.055	0.116	-0.47	0.639	2.36
5	-0.052	0.116	-0.45	0.654	2.35
6	-0.133	0.112	-1.19	0.240	2.19



## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.239715	63.37%	55.92%	27.47%

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	12	5.86610	0.488841	8.51	0.000
X1	1	0.14115	0.141152	2.46	0.122
X2	1	0.31049	0.310487	5.40	0.024
X3	1	0.00671	0.006705	0.12	0.734
X4	1	0.45801	0.458007	7.97	0.006
X5	1	0.83608	0.836083	14.55	0.000
X6	1	0.11889	0.118891	2.07	0.156
X8	1	0.00013	0.000126	0.00	0.963
X7	5	0.48795	0.097590	1.70	0.149
Error	59	3.39035	0.057464		
Total	71	9.25644			

## Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

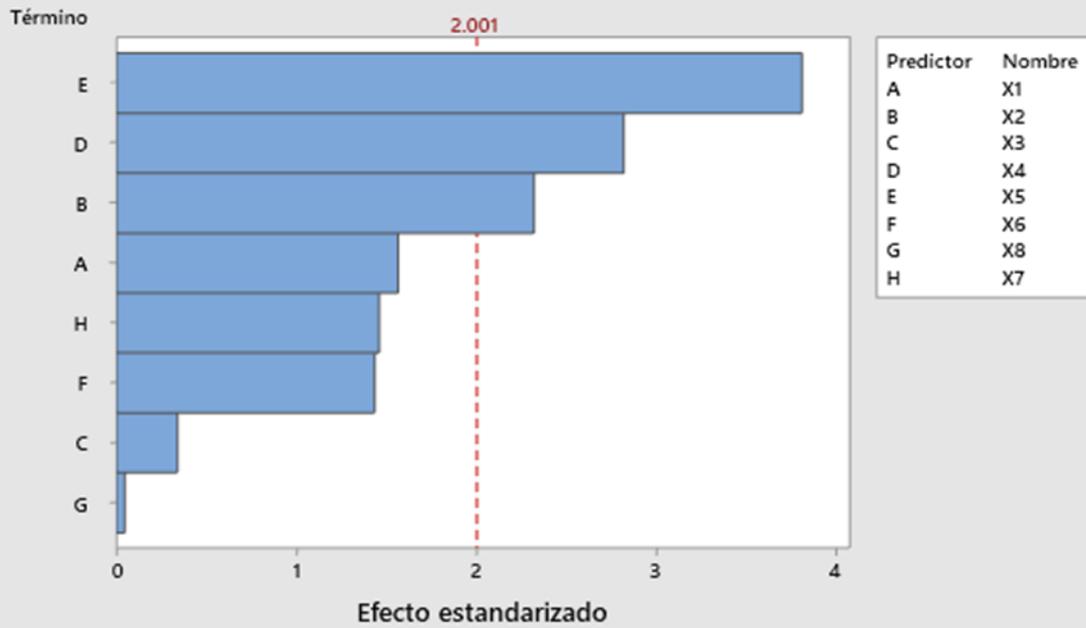
Obs	LogY	Ajuste	Resid	Resid est.
2	14.790	14.105	0.685	3.18 R
11	14.827	14.235	0.592	2.76 R
31	14.576	14.821	-0.245	-2.11 R X
60	13.629	14.294	-0.665	-3.54 R
72	15.606	15.058	0.547	2.61 R

*Residuo grande R*

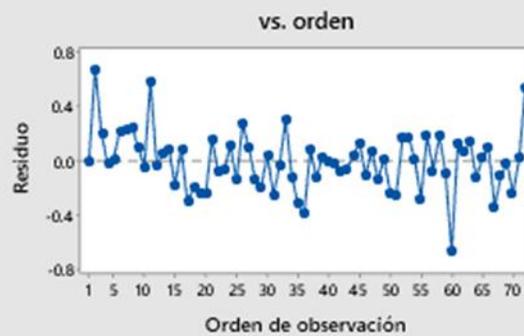
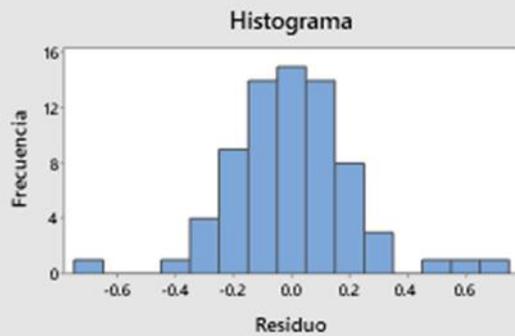
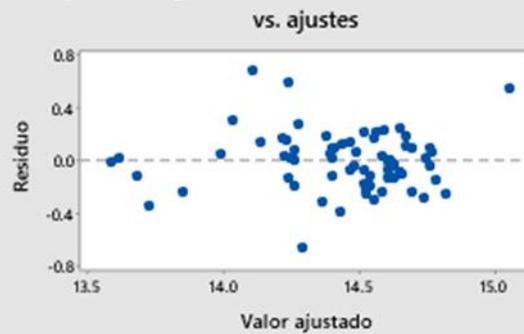
*X poco común X*



### Diagrama de Pareto de efectos estandarizados (la respuesta es LogY, $\alpha = 0.05$ )



### Gráficas de residuos para LogY





## Experiencia profesional

2023-Actual	GINDEC Constructora
Puesto:	Ingeniero de proyectos
Función:	Diseño de proyectos arquitectónicos y ejecutivos para la construcción. Análisis de precios unitarios para presupuestos de obra.
2022-2023	DEMEK S.A. de C.V.
Puesto:	Ingeniero de anteproyectos
Función:	Desarrollo de presupuestos de obra en área mecánica. Desarrollo de anteproyectos mecánicos para presupuestos y propuesta a cliente.
2021-2022	LOOP Arquitectura
Puesto:	Auxiliar de costos
Función:	Análisis de precios unitarios para presupuestos de obra Contacto con proveedores para adquisición de materiales de construcción Catálogo de precios unitarios para presupuestos
2020-2021	Electro Sistemas Mexicanos S.A. de C.V.
Puesto:	Administrador de obra
Función:	Control de inventario de materiales eléctricos para construcción Reportes de consumo de combustibles Bitácora de avances de obra Control de nómina de trabajadores en obra
2019	EMYCSA S.A. de C.V.
Puesto:	Prácticas profesionales
Función:	Generación de fichas técnicas (submittals) de los materiales a utilizar en proyectos de construcción.

## Formación académica

2015-2019	Ingeniería Civil Facultad de ingeniería UACH Titulado
2021	Curso en el sistema de OPUS Presupuesto Programable
2022	Curso de diseño de estructuras para casa habitación Curso de presupuestos para construcción en Excel

## Habilidades

- Proactivo
- Responsable
- Organizado