



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**REGRESIÓN LINEAL PARA DETERMINAR
EL VALOR DE UN TERRENO ATÍPICO DENTRO
DE UNA ZONA CON LOTES TIPO**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRA EN VALUACIÓN

Presenta:

ARQ. LETICIA GARCÍA VERGARA

Director de Tesis:

DR. ENRIQUE MONTIEL PIÑA

Puebla, Pue.

Mayo 2016



BUAP

Oficio No. 2508/2015

C. LETICIA GARCÍA VERGARA
Pasante de la Maestría en Valuación
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Trabajo de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Regresión lineal para determinar el valor de un terreno atípico dentro de una zona con lotes tipo**. Para obtener el grado de Maestro en Valuación. Asignándose como Asesor al Dr. Enrique Montiel Piña.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR

H. Puebla de Zaragoza, a 18 de agosto de 2015

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR



C.c.p. Dr. Enrique Montiel Piña, Asesor del Trabajo de Tesis.
C.c.p. Archivo

GJS/DSJ/sco*

Facultad
de Ingeniería

Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. 108 C, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

M. I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director de la Facultad de Ingeniería, BUAP
P R E S E N T E:

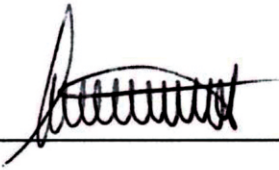
El suscrito. Dr. Enrique Montiel Piña, Asesor del tema de Tesis titulado “Regresión lineal para determinar el valor de un terreno atípico dentro de una zona con lotes tipo”, presentado por la C. Arq. Leticia García Vergara, pasante de la Maestría en Valuación, me permito informar a Usted que después de haber revisado la tesis antes mencionada, no tengo inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

Hago de su conocimiento lo anterior para los efectos y fines académicos a que haya lugar.

ATENTAMENTE

“PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR”

H. Puebla de Z., a 11 de Mayo de 2016.



Dr. Enrique Montiel Piña
Asesor de Tesis

c. c. p. Dr. Alejandro Bautista Hernández.- Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado.- P.s.c.

c. c. p. Mtro. José Luis Macías Ponce.- Coordinador de la Maestría en Valuación.- P. s. c.

c. c. p. Arq. Leticia García Vergara.- Estudiante.

c. c. p. Archivo

Dedicatoria

A mis sobrinos Diego, Renata y Octavio
con todo mi cariño.

Agradecimientos

A mi familia fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y en especial quiero expresar mi más grande agradecimiento a mis padres Octavio y Leticia que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar este trabajo.

A mi asesor de tesis el Dr. Enrique Montiel Piña por transmitirme sus conocimientos, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y motivación pues han sido fundamentales para la conclusión de esta tesis.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Darle precio a un predio depende, en una sociedad caracterizada por prácticas relacionadas con aspectos mercantiles, en gran medida por los criterios condicionados por la oferta y la demanda.

El carácter complejo y multifacético de cada una de las grandes influencias es difícilmente comprendido. El estudio de algunos de los factores localizados en las influencias demuestra que son multitudinarios y se encuentran siempre cambiantes.

El valor de mercado de un bien inmueble es el precio más probable que un comprador está dispuesto a pagar a un vendedor por una propiedad en una operación normal de mercado; una transacción libre, es una en la cual:

- no hay relación alguna entre el comprador y el vendedor,
- el producto ha estado en el mercado durante un tiempo que resulta razonable para bienes de este tipo,
- tanto el comprador como el vendedor no actúan bajo presión de ninguna clase; y
- no hay ventajas financieras de ningún tipo o de otra índole superiores a los que se acostumbra en el mercado.

Bajo las condiciones mencionadas, se puede decir que las operaciones de compra venta de predios se realizan bajo el supuesto de que tanto el vendedor como el comprador llegan a un acuerdo en el que ambos quedan conformes con la transacción, dado que ninguno de ellos se ve afectado por una situación ventajosa para cualquiera de las partes que intervienen en este proceso.

Sin embargo, estas operaciones de compra venta, no siempre son tan armónicas y leales y pueden dejar en alguno de los que intervienen (vendedor o comprador) la sensación de haber sido tratado con desventaja.

Es común que en este tipo de operaciones, los que intervienen recurran a un profesional especializado en valorar bienes inmuebles y que pueda asesorarles para que los acerque al precio más justo según los diferentes factores que deben ser considerados.

En el presente trabajo, se pretende demostrar que el método de regresión lineal representa un recurso fundamentado en principios matemáticos que puede ayudar a que estas operaciones, de compra venta, sean más precisas para obtener el valor adecuado y real.

JUSTIFICACIÓN

Con frecuencia se habla del valor de mercado de una propiedad como su justo valor de compra-venta

Precio Demandado

Un vendedor es libre de fijar el precio para la propiedad que pone a la venta. Con frecuencia, el precio para la propiedad se fija en una cifra por arriba del precio que el vendedor está dispuesto a aceptar, para dar margen a algún tipo de negociación. Incluso el precio que el vendedor está dispuesto a aceptar no necesariamente refleja exactamente el valor de mercado de la propiedad.

Precio Ofrecido

Un comprador es libre de ofrecer la cantidad que desee por la propiedad que intenta adquirir, y con frecuencia hará una oferta inferior al precio máximo que está dispuesto a pagar, para dar un margen a algún tipo de negociación. Desde luego, hay muchos factores que pueden afectar la transacción. Aunque el vendedor no esté bajo ninguna presión para vender, el cierre rápido (y el recibo del producto de la venta) puede tentarle a aceptar una oferta que es inferior al precio ideal para él.

Precio de Venta

Debería de ser igual al de precio del mercado; pero después de todo si el valuador ha llevado a cabo un trabajo minucioso y preciso al hacer una estimación del valor del mercado de la propiedad, deberían coincidir ambos precios. Desafortunadamente entran en juego demasiados factores en una transacción promedio como que el valuador sea capaz de hacer una estimación de valor de mercado que concuerde exactamente con el precio final de venta de la propiedad, existen otras consideraciones como el financiamiento (si son altas las

tasas de interés, amortización de la deuda, etc.) y fecha de posesión del bien. Pero si el vendedor requiere cerrar su venta rápidamente, el comprador estará en posición de negociar más fuertemente y el precio se reduzca proporcionalmente.

Algunas de las influencias que determinan el valor son:

- El crecimiento o decrecimiento poblacional.
- Cambios en la densidad poblacional.
- Cambios en la composición numérica de las familias.
- La distribución geográfica del nivel social.
- Actitudes hacia las actividades educacionales y sociales.
- Actitudes hacia los cambios arquitectónicos del diseño y utilidad.
- Otros factores derivados de los deseos e instintos de la sociedad.

Las fuerzas económicas que incluyen los recursos y esfuerzos del hombre para lograr sus ideales sociales, están integrados de factores tales como:

- Los recursos naturales: su cantidad, calidad, ubicación y uso.
- Tendencias comerciales e industriales.
- Tendencias de los empleos y niveles de salarios.
- Disponibilidad de dinero y créditos.
- Niveles de precios, tasas de interés y cargas a impuestos.
- Todos los factores que infieren directa e indirectamente sobre el poder de compra.

Las leyes de gobierno creados por la influencia política incluyen:

- Leyes de zonificación.
- Reglamentos de construcción.
- Reglamentos de Policía y Tránsito y Departamento de Bomberos.
- Control de rentas, posiciones de la Defensa Nacional, prioridades, control y destino de créditos.
- Préstamos hipotecarios del gobierno.

- Política monetaria que afecte el libre uso de la prioridad raíz.

Las influencias físicas pueden ser naturales o humanas, pueden incluir

- Clima y topografía.
- Fertilidad de la tierra.
- Recursos minerales.
- Factores comunitarios como el transporte, escuelas, templos, parques y áreas de recreo.
- Control de inundaciones y conservación del suelo.

Cada una de estas influencias sociales, económicas, políticas y físicas afectan el costo, precio y valor de los bienes raíces.

Una manera de propiciar un proceso que asegure un valor mercantil cercano a la realidad del mercado de bienes raíces y que responda a la ley de la oferta y la demanda es recurrir a una técnica matemática que por sus características metodológicas sea confiable. La regresión lineal representa un recurso para la obtención de los precios de los terrenos.

OBJETIVO

Utilizar la regresión lineal para determinar el costo real de un terreno atípico dentro de una zona con lotes tipo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Uso de la regresión lineal como un método matemático para determinar las variables detonantes que influyen en el costo real de un terreno.
- Uso de la regresión lineal para determinar el costo de un terreno atípico dentro de una zona con lotes tipo.

Índice

	PÁGINA
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	III
JUSTIFICACIÓN	IV
OBJETIVO	VI
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VI
Introducción	1
1. Capítulo 1: Conceptos fundamentales	
1.1 Precio, costo y valor	5
1.2 Definición de terreno tipo y atípico	6
1.3 Enfoques de la valuación	8
1.3.1 Enfoque Físico	8
1.3.2 Enfoque de Mercado	13
1.3.3 Enfoque de Capitalización de rentas	15
2. Capítulo 2: Método de Regresión lineal múltiple y pruebas de significancia	
2.1 Análisis de Regresión lineal múltiple	19
2.2 Método de mínimos cuadrados para la RM	21
2.3 Coeficiente de determinación Múltiple	22
2.3.1 Relación entre SST, SSR y SSE	22
2.3.2 Coeficiente de correlación	23
2.4 Pruebas de significancia (F y t)	27
2.4.1 Prueba F	28
2.4.2 Prueba t	30

2.5	Uso de la ecuación estimada para predecir y evaluar	30
2.6	Análisis de residuales	31
3.	Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo	
3.1	Generación de la base de datos	35
3.1.1	Diseño de la encuesta para crear la base de datos	36
3.1.2	Aplicación de la encuesta	43
3.1.3	Base de datos	43
3.2	Procesamiento de los datos	50
3.2.1	Obtención de resultados	51
3.3	Análisis de resultados	64
	Conclusiones	67
	Bibliografía	70

Introducción

Valor es la palabra clave que hace interactuar los diferentes segmentos del negocio de bienes raíces, por lo que debería implicar que su significado sea preciso, claramente definido, totalmente comprendido y utilizado adecuadamente. Desafortunadamente esta condición ideal no existe y el valor es considerado e interpretado de muchas maneras. Así, valor no es una característica inherente de un objeto, sino que depende de las necesidades y deseos del hombre, varía entre los seres humanos y es variable en el tiempo.

El significado de valor es muy diferente, por ejemplo para un artista que para un mecánico o un científico, esta tendencia para interpretar el valor en términos de ciertas actividades sociales y económicas varía, por ejemplo los ejecutivos de los bancos dicen: “*valor de préstamo*”, el corredor de bienes: utiliza el termino: “*valor de venta*”, cuando en realidad se refieren al valor de mercado.

En el campo de la valuación, valor se define como la relación entre un objeto deseado y un comprador en potencia. Lo significativo de esta definición es "la relación". Es muy importante entender que debe existir la necesidad por un objeto para darle valor, un objeto (en este caso un bien inmueble) no tendrá valor a menos que sea útil, la escasez deberá estar presente para que el valor exista. Existe otro factor que es indispensable para que un objeto tenga valor y es el poder de compra. La utilidad despierta el deseo de posesión y tiene el poder de dar satisfacción. La utilidad por sí sola no proporciona valor a un objeto, deberá ser relativamente escaso, de manera que utilidad más escasez son dos de los elementos más importantes que crean valor.

Generalmente un valuador tiene la necesidad de acceder, con la mayor facilidad posible, a las diferentes técnicas valoradoras aplicables a los casos más comunes en el mercado inmobiliario, como lo son: terrenos urbanos con y sin construcción.

El uso de dichas técnicas varía de acuerdo a la experiencia del perito valuador, así como de ciertos criterios que se apoyan en fórmulas matemáticas que han funcionado, y que han sido

aceptadas y utilizadas por los usuarios de las transacciones comerciales de bienes inmobiliarios. En muchos casos, por ejemplo, como en la homologación, tales fórmulas o factores de homologación, generalmente no cuentan con sustento, por lo que pueden resultar, o ya lo son, imprácticos, de modo que en el presente trabajo de investigación se pretende proporcionar un método, con sentido práctico, pero metodológicamente sustentado, al alcance de los profesionales de la valuación, que sirva como una técnica para poder realizar un dictamen de valor (avalúo), y proponer una manera expedita y sencilla para llegar a emitir una opinión de valor la cual, si no será exacta si será muy acercada al valor de mercado, pues la exactitud depende tanto de la experiencia del perito valuador en el manejo de la información previa que se tenga, así como la veracidad de las fuentes y el conocimiento del mercado inmobiliario.

Entonces, para realizar un avalúo es indispensable tomar en cuenta las condiciones futuras, pudiendo hallarse las tendencias de cambio de un inmueble a futuro. El valor de mercado es muy importante ya que indica la relación entre compradores, vendedores, valuadores e inversionistas.

Por fortuna las matemáticas, que son una herramienta que apoya y aporta validez y certeza a las diferentes acciones humanas que se realizan en la dinámica de las relaciones sociales, incluyendo el ejercicio valuatorio, se emplean en este estudio, de tal forma que se pretende demostrar que el método de regresión lineal representa un recurso fundamentado que puede ayudar a que las operaciones de compra-venta de un lote atípico, sean más precisas para obtener el valor “adecuado” y real de un bien inmueble como el mencionado.

Así, para el desarrollo de la tesis, en el primer capítulo se describen, con carácter informativo, los conceptos fundamentales, enfoques y principios de la valuación. Se inicia con los conceptos básicos de precio, valor y costo; se incluye la definición de lote atípico y se concluye con la explicación de los tres enfoques de la valuación.

En el segundo capítulo se exponen los métodos estadísticos a emplear en el desarrollo de la tesis, es decir, se explica en que consiste el Método de Regresión Lineal Múltiple, sus parámetros y estadísticos de prueba para las pruebas de hipótesis y como verificar si un conjunto de datos cumple con los principios del método.

En el Capítulo Tres se crea una encuesta, sustentada también en métodos estadísticos, para generar una base de datos que sustenta el uso de las variables a las cuales se les aplican los métodos descritos en el Capítulo Dos. Desde luego en este capítulo se obtienen los resultados propuestos, con lo que se cumplen los objetivos de la tesis.

Finalmente se presentan las conclusiones más importantes que se desprenden del presente trabajo.

CAPÍTULO 1

Conceptos fundamentales

En este capítulo se describen los conceptos básicos del ejercicio valuatorio y que son de fundamental importancia para el desarrollo del presente trabajo, ya que es muy cierto que los criterios que se aplican para valorar las propiedades consideradas en el ámbito de las bienes raíces, están sujetas a las variaciones propias del mercado (como son las relacionadas a los cambios que la oferta y la demanda provoca), así como a los factores que afectan la plusvalía, entre otros, de tal forma que se requiere tener referentes teóricos y sistematizados que proporcionen elementos que faciliten tasar el precio de los terrenos atípicos de un predio en una colonia. Asimismo se definen conceptos necesarios como el de lote tipo y atípico, costo, valor, precio, entre otros, con la finalidad de dar la misma acepción y contexto a éstos.

1.1 Precio, costo y valor

La palabra “valuación” puede usarse para referirse al valor estimado (la conclusión de la valuación) o a la preparación del valor estimado (el acto de valorar.) En estos estándares debería quedar claro a partir del contexto el significado que se le ha querido dar. Sin embargo, la valuación es un procedimiento que debe sustentarse en conocimientos científicos y técnicos para estimar el precio justo de un bien, producto o servicio, con fecha de caducidad, es decir, a una fecha determinada. En estas condiciones, un avalúo es una declaración escrita, preparada imparcialmente por un valuador calificado, exponiendo una opinión del valor definido de una propiedad adecuadamente descrita con una fecha específica, apoyada en la presentación y análisis de información pertinente en el mercado. Por lo tanto, la valuación se refiere al uso que se pretende dar a un dictamen valuatorio para efectos de conocer el valor comercial con fines particulares, adquisiciones, enajenaciones, rentas, seguros o fianzas.

En cualquiera de estos contextos, para valorar, por ejemplo, cualquier propiedad, es fundamental entender y distinguir los conceptos de costo, precio y valor.

Por un lado, el concepto de precio es asociado a una operación de compra-venta, ya que representa la cantidad monetaria en la que un comerciante (o vendedor) y un comprador, en condiciones justas y sin presiones para ambos, concretan la operación por la compra-venta de un bien o servicio; por otro lado el costo se puede entender como lo que se gasta en fabricar o adquirir un producto o servicio. Finalmente, el valor es el grado de satisfacción que dan los bienes; para que un bien pueda tener ese grado de deseabilidad y satisfacción, debe contar con las siguientes tres características: Utilidad (el bien debe servir para algo), Valor de intercambio (debe de existir alguien que desea tener el bien y alguien que se quiera deshacer de él) y Escasez (se refiere al hecho que si un bien fuera ilimitado, no se le podría asignar un valor específico). A continuación se presentan estas definiciones, desde un punto de vista técnico y como lo hace el Banco de México.

- **PRECIO:** Es la cantidad demandada, ofrecida o pagada por un activo. Debido a la capacidad financiera, motivaciones o intereses especiales de un determinado

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

comprador o vendedor, el precio pagado puede ser diferente del valor asignado al activo por terceras personas.

- **COSTO:** Es la cantidad requerida para adquirir o crear un activo. Cuando ese activo ha sido adquirido o creado, el costo es un hecho. El precio está relacionado con el costo porque el precio pagado por un activo se convierte en el costo para el comprador.
- **VALOR:** No es un hecho sino una opinión sobre:
 - a) El precio que con más probabilidad se pague por un activo, o
 - b) Los beneficios económicos de poseer un activo.

Sin embargo, para el Banco de México estos conceptos se definen de la siguiente manera:

- **PRECIO:** Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio, es decir, el valor de una mercancía o servicio en términos monetarios. En la compra de bienes y algunos servicios se denomina "precio"; en el alquiler de los servicios del trabajo "salarios", sueldo, etc.; en el préstamo de dinero o capital "interés"; en el alquiler de la tierra o un edificio "renta".
- **VALOR:** Es el grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite. Equivalencia de una cosa a otra. En plural, títulos representativos de participaciones o haberes de sociedades, de cantidades prestadas, de mercancías, de fondos pecuniarios o de servicios que son materia de operaciones mercantiles.

Es importante resaltar que el Banco de México no define el concepto de costo.

1.2 Definición de terreno tipo y atípico

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se requiere contextualizar los conceptos de terreno y/o lote tipo y atípico. Las definiciones que se emplean son las siguientes:

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

- **LOTE TIPO:** Es el lote de terreno cuyas dimensiones de frente y profundidad son los más predominantes en el área de estudio. En general para las lotificaciones urbanizadas en los últimos 60 años el criterio del proyectista ha sido de formar el mayor número de lotes de una misma dimensión, que por lo general son de forma rectangular y con una relación entre la dimensión de frente y la dimensión de la profundidad en el rango 1:2 a 1:3, lo cual lo convierte en el lote predominante en dicha colonia; en valuación se le conoce como **lote tipo**. Al lote tipo se le aplica el factor de lote¹ igual a 1.00 y debe indagarse durante la investigación de mercado en el lugar de estudio, cuál es el valor de calle que le corresponde. Con las dimensiones del lote tipo y el valor de calle se comparan o relacionan los demás predios en estudio para calcular el factor de lote de cada uno, para los cuales se obtienen su valor promedio y el valor total. Sin embargo, vale la pena resaltar que puede ocurrir que en un mismo fraccionamiento en ocasiones se proyectan zonas con lotes de diferentes dimensiones, en este caso puede haber diferentes lotes tipo, que son los que predominan en cada sector de esta lotificación.

Por lo general en el área o zona antigua de las ciudades, las calles se fueron formando sobre los caminos de circulación que existían antes entre los predios; muchos de ellos seguían líneas sinuosas que fueron respetadas al efectuarse la introducción de los servicios, formándose manzanas de terreno de diversas formas y dimensiones.

Con el transcurso del tiempo, los lotes originales han sido subdivididos, siendo en muchas ocasiones escasos los que conservan dimensiones similares dentro de una manzana de terreno, por lo que se dificulta establecer el lote predominante o lote tipo de esa calle, el cual que puede llegar a ser diferente en dimensiones para las demás calles que circundan esa manzana de terreno.

Algunos catastros de los estados del país, para unificar criterio y facilitar la valuación catastral, establecen la dimensión de la profundidad para el lote tipo urbano en el estado,

¹ El factor de lote es como su nombre lo dice, un factor de castigo o premio para la valuación de un inmueble. Si el inmueble está construido en un lote tipo, el factor de lote es 1.00, es decir, no premia ni castiga el valor obtenido en la valuación; si el lote no es tipo, se emplea un factor de lote distinto de 1.00, que puede premiar o castigar el valor obtenido en la tasación, dependiendo de las características específicas del lote.

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

aplicándole factores de castigo a los predios que tienen mayor dimensión que la profundidad tipo establecida para que el valor promedio resulte lo más justo y equitativo.

Para determinar el valor comercial de cualquier predio es necesario establecer el valor de mercado para esa calle, el cual se multiplica por el factor del lote que resulte, según la dimensión de profundidad que tiene el predio, para obtener su valor promedio, que al multiplicarse por el área del predio resulta el valor total comercial del mismo.

- **LOTE ATÍPICO:** Se puede decir que un lote atípico es la contraparte del lote tipo, es decir, es aquella parcialidad de terreno que por las necesidades de la lotificación realizada en una manzana, en un predio, etc., rompe con las características de regularidad que tienen la mayoría de los lotes, regularmente hechas de una misma dimensión, generalmente rectangulares. Por lo tanto, un lote atípico es aquel que puede tener características diferentes a la mayoría, en lo que se refiere a forma, dimensiones, relieve, etc.

1.3 Enfoques de valuación

En las siguientes secciones se describen los tres enfoques utilizados en la valuación de bienes raíces: el físico, el de mercado y el de capitalización de rentas, desde el punto de vista de las Normas Internacionales de Valuación, la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN), que son los organismos que contextualizan el ejercicio valuatorio.

1.3.1 Enfoque Físico

Para las Normas Internacionales de Valuación se tiene que el Enfoque Físico (o de Costo) proporciona una indicación del valor utilizando el principio económico, según el cual un comprador no pagara por un activo más que el coste de obtener otro activo de igual utilidad, ya sea por compra o construcción, salvo si hay involucrados excesivos factores de

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

tiempo, incomodidad, riesgo u otros. Con frecuencia, el activo objeto de la valuación será menos atractivo que el alternativo que podría ser comprado o construido debido a su antigüedad u obsolescencia. Cuando este es el caso, pueden hacer falta algunos ajustes en el coste del activo alternativo, dependiendo de la base de valor requerida. En este enfoque se consideran los siguientes rubros: terreno, (se debe valorar como si estuviera baldío, según sus características físicas, de uso y de servicios), construcciones (se estima el valor de reposición o de reproducción nuevo de las construcciones, tomando en cuenta sus características físicas; equipos, instalaciones especiales, accesorios), obras complementarias (se estima el valor de reposición o reproducción nuevo de éstos, siempre que formen parte integral del inmueble, tomando en cuenta sus características físicas) y deméritos (se estima la pérdida de valor debido al deterioro físico por edad y estado de conservación, para cada tipo de construcción apreciado y, en su caso, la obsolescencia económica, funcional y tecnológica del bien, de acuerdo con sus características particulares).

Para la SHF el Enfoque Físico será aplicable en la valuación de toda clase de edificios habitacionales y elementos privativos de éstos, ya sea en proyecto, construcción, remodelación o terminados, o bien, tratándose de estudios de valor que reflejen valores con hipótesis de vivienda terminada.

El procedimiento de cálculo para realizar un avalúo mediante el enfoque físico requiere la suma de los siguientes componentes:

- I. El terreno en el que se encuentra el inmueble o el edificio por construir o remodelar. Para determinar el valor del terreno o del inmueble a remodelar se utilizará preferentemente el enfoque de mercado, o, en su caso, el enfoque residual, de acuerdo con lo previsto en estas reglas; analizando el inmueble a partir de los factores que demeritan o benefician su condición.
- II. Los costos de la construcción y/o de las obras de remodelación serán los obtenidos de los presupuestos o de los manuales de costos para la zona, incluyendo los indirectos, que a su vez contempla los costos promedio del mercado, según las características del inmueble, con independencia de quien pueda realizar la reposición. Dichos costos se calcularán con los precios existentes en la fecha del

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

avalúo y serán integrados dentro del valor de reposición considerado como nuevo. De manera enunciativa, más no limitativa, se deben incluir como necesarios, los siguientes elementos:

1. Los impuestos no recuperables y los aranceles necesarios para la formalización de obra realizada al inmueble.
2. Los honorarios técnicos por proyecto y por dirección de obra.
3. Los costos de licencias de construcción.
4. El importe de las primas de los seguros obligatorios de la construcción.
5. Gastos por administración.
6. Otros estudios necesarios.
7. No se considerarán como gastos necesarios la utilidad del promotor, ni cualquier clase de gastos financieros o de comercialización.

En los costos de la construcción no se deben incluir los elementos no adheridos a la construcción que sean fácilmente removidos. Sin embargo, es necesario estudiar la depreciación, partiendo del deterioro físico de las construcciones, el cual se calcula por alguno de los siguientes procedimientos:

1. Atendiendo a la vida útil total y remanente estimadas. En este caso, el perito valuador deberá justificar adecuadamente el procedimiento utilizado en dicha estimación. Si atribuyera diferentes vidas útiles a los tipos de construcción, elementos adicionales y, en su caso, instalaciones especiales, será necesaria la justificación por cada una de ellas.
2. Mediante la técnica de amortización lineal, para cuyos efectos se multiplicará el valor de reposición nuevo excluido el valor del terreno, por el cociente que resulte de dividir la edad del inmueble entre su vida útil total. Esta última será la estimada por el perito valuador y, como máximo, será de 100 años para edificios habitacionales. Considerando además la obsolescencia funcional, que se calculará como el valor de los costos y gastos necesarios para adaptar el edificio a los usos a los que se destina, o para corregir errores de diseño u obsolescencia.
3. Los elementos adicionales, las instalaciones especiales y las obras complementarias. En la determinación del valor de reposición de los inmuebles

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

en construcción o en remodelación, se atenderá a la situación de la obra ejecutada en la fecha de la valuación, sin incluir mobiliario no instalado.

Para el INDAABIN el enfoque de costos se basa primeramente en la estimación del costo de reposición o de reproducción de un bien igual o de características semejantes al bien analizado a la fecha de la justipreciación de rentas; al resultado de esta estimación se le denomina indicador de Valor de Reposición Nuevo (*VRN*). Si el bien no es nuevo, su *VRN* se afectará por los diversos factores de depreciación y obsolescencia aplicables, según sea el caso, con lo que se obtiene el indicador de Valor Físico, también llamado indicador de Valor Neto de Reposición (*VNR*); este indicador se multiplica por la tasa de rentabilidad y el resultado es la renta anual del bien, y se fundamenta en la teoría económica del Principio de Sustitución, que establece que el valor de un bien es comparable al costo de reposición o reproducción de uno igualmente deseable y con utilidad o funcionalidad semejante a aquel que se valúa, considerando todas aquellas condiciones que pueden influir en el valor de cada uno de los bienes.

En el caso de bienes inmuebles es un método híbrido debido a que conjunta el valor de mercado del terreno, con los costos de reposición o reproducción de las construcciones y de las mejoras, como son: edificios, instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios.

Al analizar el valor de un bien bajo este enfoque, se debe considerar lo siguiente:

- a) El perito valuador debe seguir el contenido del correspondiente procedimiento técnico, salvo en aquellos casos en que por las características propias del bien justipreciado, se requiera de un método de cálculo diferente a lo señalado en dicho procedimiento.
- b) Tener pleno conocimiento de las características de cada costo y precio de mercado, a fin de integrar datos confiables en el análisis.
- c) Verificar la información correspondiente a dimensiones y áreas o superficies utilizadas en el análisis.

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

- d) Señalar las fuentes y las fechas de consulta, de las que se obtienen las referencias de los precios unitarios (publicaciones especializadas, presupuestos, análisis de precios unitarios, ensambles, facturas, cotizaciones, entre otros), los precios deben ser actuales y sin considerar descuentos especiales por parte de los proveedores, así como márgenes de utilidad o costos indirectos específicos, no así los descuentos normales, propios de este tipo de operaciones como el pago de contado.
- e) Una vez estimado el indicador de valor de reposición nuevo del bien valuado, cuando así proceda, se considerarán los deméritos o depreciaciones, así como las obsolescencias funcionales (curables e incurables) y económicas (curables o incurables) que incidan sobre el valor.
- f) Considerar que tanto el deterioro físico, como la obsolescencia funcional pueden ser curables o incurables, pero, al final todas deben tomarse en cuenta para estimar la depreciación total.
- g) La aplicación de cualquier tipo de obsolescencia en los trabajos valuatorios deberá estar fundamentada, debiéndose explicar las consideraciones hechas para su estimación y la metodología empleada.
- h) Considerar, los costos indirectos de administración, de acuerdo a lo señalado en la “Recopilación de Rangos, Fórmulas y Factores de Ajuste”.
- i) Después de considerar todos los puntos anteriores antes de la estimación final del indicador de valor físico (ver costo neto de reposición en el Glosario de Términos de Valuación de Bienes Nacionales), se debe analizar y verificar la razonable exactitud de los resultados obtenidos.
- j) Una vez obtenido el indicador de valor neto de reposición, éste se deberá multiplicar por una tasa de capitalización adecuada al caso, para obtener de esta manera el monto de la renta del bien inmueble a justipreciar. Se deberá atender a lo señalado en el Procedimiento Técnico PT-TC, para la obtención de tasas de capitalización.

1.3.2 Enfoque de Mercado

Este enfoque supone que un comprador bien informado no pagará por un bien más del precio de compra de otro bien similar. Se identificarán cuando menos tres bienes que presenten características y condiciones iguales, o parecidas, a las del bien valuado en la zona de ubicación del inmueble, o en una zona similar, y se especificarán claramente los factores de homologación que se vayan a utilizar. Esto aplica tanto para terrenos como para construcciones.

Para las Normas Internacionales de Valuación este enfoque de mercado, o de comparación, proporciona una indicación del valor comparando el activo con otros idénticos o similares y con información disponible sobre el precio. Bajo este enfoque, el primer paso consiste en considerar los precios de transacciones de activos idénticos o similares que se hayan dado recientemente en el mercado; si ha habido pocas transacciones recientes, puede también ser apropiado considerar los precios de activos idénticos o similares disponibles en un catálogo, o bien aquellos ofrecidos para la venta, suponiendo que la relevancia de esta información está establecida claramente y se analiza críticamente. Puede ser necesario ajustar la información del precio a partir de otras transacciones para reflejar cualquier diferencia en las condiciones de la transacción actual y en el valor base, e incluso puede haber también diferencias en las características legales, económicas o físicas de los activos en otras transacciones y en el activo objeto de la valuación.

La Sociedad Hipotecaria Federal menciona que para el uso del enfoque de mercado se deberá disponer de información suficiente del mercado local de que se trate; se debe contar con al menos seis transacciones u ofertas de inmuebles similares que reflejen en el avalúo de forma adecuada la situación actual de dicho mercado. Al mismo tiempo se deberán identificar, en su caso, parámetros necesarios para realizar una homologación de comparables. El procedimiento para realizar un avalúo mediante este enfoque, según la SHF establece lo siguiente:

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

- I. Se debe analizar el mercado de comparables de inmuebles para obtener precios actuales de operaciones de compra-venta de los mismos o, en su caso, de ofertas en firme.
- II. Tras el análisis previsto en punto anterior, se debe seleccionar entre los precios obtenidos, una muestra representativa de los que correspondan como comparables, a la que se aplicará el procedimiento de homologación correspondiente.
- III. Se debe realizar la homologación de comparables con los criterios que resulten adecuados y justificables para el inmueble de que se trate.
- IV. Se estimará el valor del inmueble, libre de gastos de comercialización, en función de los precios homologados.

Por su parte el INDAABIN considera que el enfoque comparativo de mercado de rentas involucra la recopilación de información pertinente del mercado de bienes comparables al bien por justipreciar, tratando de conocer operaciones cerradas o, en su caso, ofertas de montos de rentas, y analizando la oferta y la demanda para poder llegar a un indicador que permita establecer el monto de las rentas más probable de arrendamiento para dicho bien. Se basa igualmente en los principios de Sustitución y de la Oferta y la Demanda. Basado en estos principios es que se realizan los ajustes (aplicación de factores pertinentes y homologación) a los bienes comparables en relación con el bien por justipreciar. Lo anterior se aplica considerando que los bienes comparables son, o pueden ser, sustitutos del bien por justipreciar, por lo que al considerarlos así el valuador realizará el ajuste necesario para dejar cada comparable en igualdad con este último y así tender a establecer el monto de renta de mercado. Adicionalmente, el valuador debe aplicar ajustes en la homologación de los comparables con el bien a justipreciar tomando en cuenta condiciones de la oferta y la demanda (como nivel de oferta, índice de saturación, índice de inflación, entre otros).

Los peritos valuadores encargados de realizar las justipreciaciones de rentas, deben estar conscientes de que en el ejercicio de homologación, el uso indiscriminado de factores de ajuste para poner en relación de igualdad o semejanza la información del mercado, puede ocasionar alteraciones al indicador de valor resultante, por lo que su razonable aplicación debe estar basada en hechos reales del mercado, debidamente comprobables y en función

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

de la experiencia y conocimientos de quien los utilice, además de que estos factores deben ser aplicados con la salvedad de cada caso y dependiendo de las características del bien justipreciado. Para este propósito se debe atender a lo establecido en el documento denominado “Recopilación de Rangos, Fórmulas y Factores de Ajuste”, elaborado por el INDAABIN.

1.3.3 Enfoque de Capitalización de rentas

Este enfoque estima valores con relación al valor presente de los beneficios futuros derivados del bien y es generalmente medido a través de la capitalización de un nivel específico de ingresos. Para su uso y aplicación se deben considerar, debidamente fundamentados y soportados, la tasa de capitalización utilizada, así como las rentas real y la estimada, la deducción por vacíos, impuestos, servicios, gastos generales, entre otros. La estimación de la renta debe hacerse en forma unitaria para cada tipo de construcción o, en su caso, por unidad rentable, debiendo estar sustentado en una investigación de mercado de rentas de bienes comparables.

En las Normas Internacionales de Valuación se establece que el enfoque de rentas proporciona una indicación del valor convirtiendo flujos de efectivo futuros a un único valor de capital actual.

Este enfoque tiene en cuenta las rentas que un activo generará a lo largo de su vida útil e indica el valor a través de un proceso de capitalización. La capitalización implica la conversión de una renta en una suma de capitales mediante la aplicación de una tasa de descuento apropiada. El flujo de rentas puede provenir de uno o varios contratos, o ser o no contractual, como por ejemplo el beneficio previsto generado por el uso del activo o bien por la inversión en él.

Algunos de los métodos que más se emplean en el enfoque de la actualización de rentas son:

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

- Actualizaciones de rentas, en el que una tasa de capitalización global o para todos los riesgos se aplica a la renta de un único periodo representativo.
- Descuento de flujos de efectivo, en el que una tasa de descuento se aplica a una serie de flujos de efectivo de periodos futuros para descontarlos a un valor actual.
- Varios modelos de valoración de opciones.

El enfoque de renta puede aplicarse a pasivos considerando los flujos de efectivo requeridos para satisfacer la deuda hasta que quede saldada.

Para la Sociedad Hipotecaria Federal el uso del enfoque de capitalización de rentas requiere que existan suficientes datos de rentas sobre comparables que reflejen adecuadamente la situación actual de ese mercado. La aplicación de dicho enfoque no será necesaria para la valuación de viviendas de clase mínima económica, interés social y media.

El procedimiento para realizar un avalúo mediante el enfoque de capitalización de rentas exige lo siguiente:

- I. Estimar los flujos de caja regulares a lo largo de la vida útil remanente, teniendo en cuenta los factores que puedan afectar su valor y adquisición efectiva, entre los que se encuentran:
 1. Las rentas que normalmente se obtengan con base en comparables.
 2. Los egresos estimados para llevar a cabo un arrendamiento en función del comportamiento general del mercado. Algunos de tales riesgos son: Porcentaje de desocupación (vacíos), Impuesto predial, Conservación y mantenimiento, Administración, Seguros (en su caso).
- II. Estimar la tasa de capitalización aplicable, la cual puede considerarse como la correspondiente a una inversión; tal tasa de capitalización deberá estar en función del riesgo de la inversión y referida a las tasas de rendimiento que imperan en los mercados nacionales, debiendo, en su caso, fundamentar la aplicación de referencias internacionales. El procedimiento para la obtención de esta tasa deberá ser justificada en el propio avalúo.

Capítulo 1: Conceptos fundamentales

Fórmula de cálculo del valor. De acuerdo con lo anterior, se puede manejar una expresión matemática para calcular el valor de capitalización (VC) del inmueble. Tal ecuación es la siguiente:

$$VC = \frac{PMT \left[1 - (1+i)^{-n} \right]}{i} \quad (1.1)$$

donde PMT es el Pago Total (ingresos menos egresos), i es la tasa de capitalización aplicable y n es el número de periodos. Es importante resaltar que tanto los pagos como la tasa de capitalización a utilizar, se deben expresar en las unidades de tiempo correspondientes a la duración de cada uno de los periodos considerados.

Finalmente, para el INDAABIN, el enfoque de ingresos se utiliza para estimar el monto de la renta mediante un análisis que considera los datos de ingresos y egresos relativos a la propiedad que se está justipreciando, y estima el monto de la renta mediante una capitalización de flujos de caja (en donde las tasas de rendimiento o de descuento se aplican a una serie de ingresos en un periodo proyectado). El enfoque de ingresos refleja el principio de anticipación y convierte beneficios futuros en valores presentes mediante la aplicación de una tasa de rendimiento apropiada.

CAPÍTULO 2

Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

En este capítulo se presentan tanto el formalismo matemático como los procedimientos estadísticos necesarios a emplear para la obtención de resultados. Debido a que en general cualquier tratamiento estadístico de esta índole requiere una gran cantidad de cálculos, algunos de los detalles son omitidos. Más aún, para el análisis de tales datos se emplea un software de cómputo que facilita los cálculos extensos que se requieren, sin embargo, la explicación de los resultados que éste arroja se explica en el siguiente capítulo.

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

2.1 Análisis de Regresión lineal Múltiple

El Análisis de Regresión Múltiple (ARM) se emplea para determinar la relación funcional entre varias variables, una de ellas dependiente y el resto independientes; esto presenta ventajas contra el uso de la Regresión Lineal Simple (RLS), ya que nos permite considerar más variables que nos llevan a realizar una mejor estimación sobre la relación funcional de las diferentes variables que se consideran. El método consiste en realizar una hipótesis y posteriormente poner a prueba los resultados de esta hipótesis considerando distintas pruebas estadísticas de bondad sobre el modelo obtenido. En términos generales decimos que la hipótesis empleada en el ARM se puede expresar de la siguiente manera:

Hipótesis: El modelo de RM (MRM) tiene la forma

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon, \quad (2.1)$$

donde:

β_i : son los coeficientes del modelo,

x_i : son las variables del modelo y

ε : es una variable aleatoria que representa el error del modelo con respecto a la situación real; también explica la variabilidad en y que no puede explicar el efecto lineal de las p variables independientes.

Para que el MRM tenga aplicación es menester establecer una ecuación de Regresión Múltiple (ERM). Para esto se utilizan los siguientes dos supuestos:

- El valor esperado (o media) de los errores es cero, esto es $E(\varepsilon) = 0$.
- Para los valores dados de x_1, x_2, \dots, x_p el valor esperado (o media) de y es

$$\bar{y} = E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p. \quad (2.2)$$

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

Si conociéramos los valores de los β_i , se podría emplear la ecuación anterior para calcular \bar{y} dados los valores de x_1, x_2, \dots, x_p . Sin embargo, esto no es posible en la práctica, porque es imposible conocer de antemano los valores de los parámetros β_i . Por lo tanto, solo es posible su estimación desde el punto de vista estadístico, (para lo cual se emplean los valores de una muestra) a través de lo que se denomina sus estimadores puntuales, b_i . El proceso de estimación para la RM se presenta en la siguiente figura para el caso de $p = 2$. (dos variables independientes.)

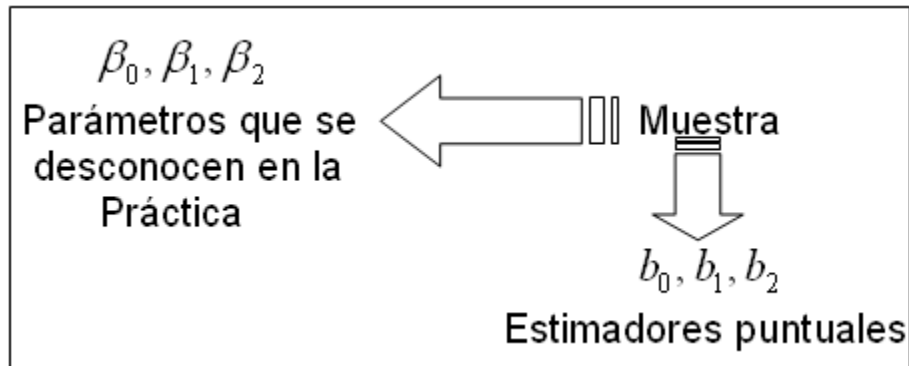


Figura. 2.1. Proceso de estimación para la RM.

De acuerdo con la Figura 2.1, se tiene entonces que los b_0, b_1, b_2 son los estimadores puntuales de los β_0, β_1 y β_2 , y la ERM para dos variables independientes es de la forma

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2. \quad (2.3)$$

Para calcular los estadísticos de la muestra que se emplean como estimadores puntuales de los parámetros se utiliza una muestra aleatoria. Estos estadísticos dan como resultado una ecuación conocida como Ecuación de Regresión Múltiple Estimada (ERME).

La ERME, para p variables en general tiene la forma:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p, \quad (2.4)$$

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

Donde \hat{y} es el valor estimado de la variable dependiente y los b_i son los estadísticos muestrales que se emplean como estimadores puntuales de los β_i .

Posteriormente se emplea el Método de Mínimos Cuadrados (MMC) para obtener la ERME que más se aproxima a la relación lineal entre las variables dependiente e independientes. Este método se explica a continuación en la siguiente sección.

2.2 Método de Mínimos Cuadrados para la RM

En esta sección se explica la forma de emplear el MMC para obtener la ERME que más se aproxima a la relación lineal entre las variables involucradas.

El criterio del MMC para el problema es el de minimizar el cuadrado de las desviaciones de los valores observados de la variable dependiente en la *i-ésima* observación con respecto a su valor estimado. Esto es

$$\min \sum (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (2.5)$$

donde:

y_i es el valor observado de y en la *i-ésima* observación,

\hat{y}_i es el valor estimado de y en la *i-ésima* observación.

Vale la pena recordar que los valores estimados de la variable dependiente, y , se calculan con la ERME (Ec. 2.4).

Como lo indica la Ec. (2.5), el MMC utiliza datos de la muestra para determinar los valores de los estadísticos muestrales b_i , que se emplean como estimadores puntuales de los parámetros β_i .

La deducción de las expresiones para calcular los coeficientes de regresión, b_i , requiere del uso de Álgebra de matrices y no es de fácil manipulación, aún para conjuntos pequeños de

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

observaciones, por lo que, para fines prácticos, se emplea un programa de cómputo para obtener la ERME, así como otros resultados que se emplean en el análisis de los datos y que se describen más adelante en el presente capítulo.

2.3 Coeficiente de Determinación Múltiple

Un cálculo que es de especial importancia en RM es la suma de cuadrados del total (SST). Esta suma se puede dividir en dos componentes, la suma de cuadrados debida a la regresión (SSR) y la suma de cuadrados debida al error (SSE). La relación entre estas sumas se presenta a continuación.

2.3.1 Relación entre SST , SSR y SSE

Se puede demostrar que

$$SST = SSR + SSE, \quad (2.6)$$

donde:

$$SST = \text{suma de cuadrados del total} = \sum (y_i - \hat{y})^2,$$

$$SSR = \text{suma de cuadrados debida a la regresión} = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \text{ y}$$

$$SSE = \text{suma de cuadrados debida al error} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2.$$

Es importante mencionar que estas sumas son difíciles de calcular, por lo que el uso de un programa de cómputo es de gran ayuda para determinarlas.

Para medir la bondad del ajuste para la regresión es menester determinar el Coeficiente de Determinación Múltiple (CDM), que se define como:

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

$$\text{Coeficiente de Determinación Múltiple} \equiv R^2 \equiv \frac{SSR}{SST}. \quad (2.7)$$

Este coeficiente se puede interpretar como la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que se puede explicar con la ERME (o simplemente ER). Por lo tanto, cuando se multiplica por 100, se interpreta como la variación porcentual de y que se explica con la ER. Sin embargo, para evitar sobreestimar el impacto de agregar una variable independiente al modelo sobre la cantidad de variabilidad que explica la ER (notemos que en general, R^2 aumenta siempre a medida que se agregan variables independientes al modelo), se puede emplear el CDM ajustado (denotado por R_a^2). Si n es la cantidad de observaciones y p la cantidad de variables independientes, el CDM ajustado se calcula como sigue:

$$R_a^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p-1}. \quad (2.8)$$

2.3.2 Coeficiente de correlación

La correlación como análisis es el conjunto de técnicas estadísticas empleado para medir la intensidad de la asociación entre dos o más variables. Por lo tanto, el principal objetivo del análisis de correlación consiste en determinar la relación entre la variable dependiente y alguna de las “variables independientes” o bien, la relación entre éstas últimas. La medida de esta relación se hace a través del coeficiente de correlación. Existen diferentes índices de correlación; en el caso de dos variables, una dependiente (y) y la otra independiente (x), se emplea el coeficiente de correlación de Pearson, R_{xy} , definido como

$$R_{xy} \equiv (\text{signo de } b_1) \sqrt{R^2}. \quad (2.9)$$

Los valores de R_{xy} oscilan entre +1 y -1. Así, R_{xy} representa una relación positiva (negativa) perfecta cuando tiende a +1 (-1), es decir, más fuerte será la asociación lineal

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

entre las dos variables, pero en el caso en que dicha relación tienda a cero, significa que x e y no tienen relación lineal alguna.

En términos generales lo que se busca es explicar el comportamiento de una variable dependiente, y , en términos de más de una variable, por ejemplo, x_1, x_2, \dots, x_p las cuales pueden guardar o no relación (lineal) alguna entre sí.

Para mostrar de manera somera y gráfica como es la situación, supongamos nuevamente el caso en que $p=2$, esto es, empleando el modelo descrito al inicio del presente capítulo se espera que la variable dependiente varíe linealmente con las dos variables independientes.

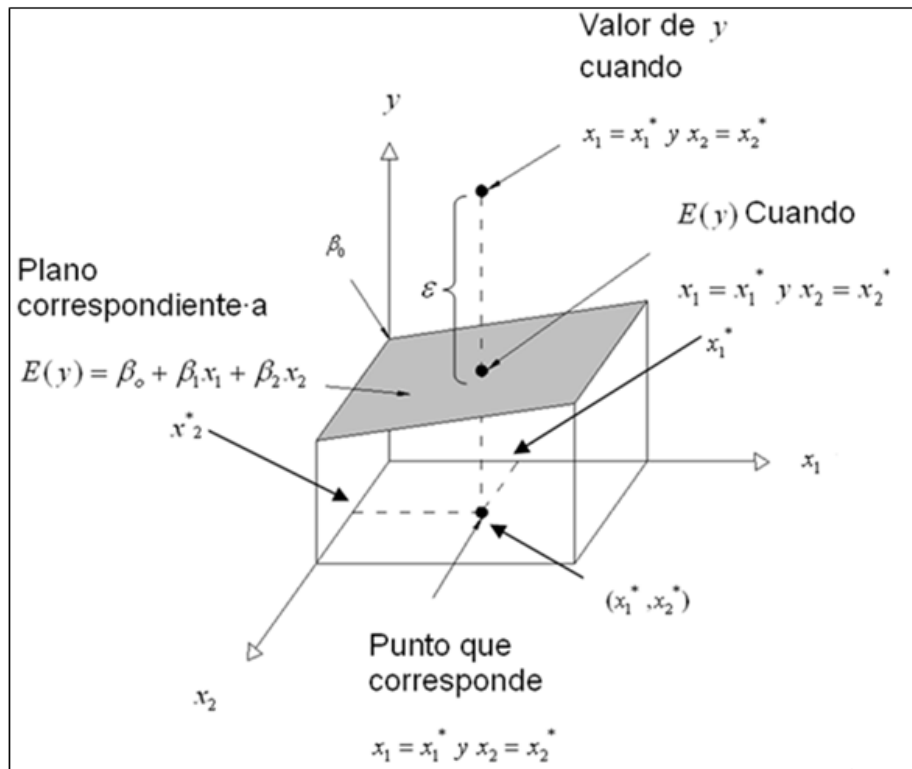


Figura. 2.2. Gráfica de la ecuación de regresión para el análisis de regresión múltiple con dos variables independientes.

En estas condiciones, para el caso de tres variables, una dependiente, y , y dos variables independientes (digamos x_1 y x_2), la ERM es de la forma:

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2. \quad (2.10)$$

La gráfica de esta ecuación es un plano en el espacio tridimensional. Esto se ilustra en la Figura 2.2. Notemos que el error ε se muestra como la diferencia entre el valor real de y y el valor esperado de y , que es $E(y)$ cuando $x_1 = x_1^*$ y $x_2 = x_2^*$.

El término variable independiente empleado hasta ahora en el análisis de regresión indica cualquier variable que se utiliza para predecir o explicar el valor de la variable dependiente, sin embargo, el término no indica que las variables independientes sean independientes entre sí, al menos en un sentido estadístico.

Por el contrario, la mayoría de las variables independientes en un problema de regresión múltiple se correlacionan entre sí en algún grado. Cuando esta correlación existe a nivel lineal se le denomina multicolinealidad o simplemente colinealidad. En tal situación, las variables colineales no proveen nueva información, por lo que suele ser difícil separar los efectos de estas variables sobre la variable dependiente, por lo que los valores de los coeficientes de regresión para variables correlacionadas pueden fluctuar drásticamente dependiendo de cuales variables se incluyen en el modelo.

Habitualmente los métodos para medir la colinealidad requieren de cálculos largos y tediosos, sin embargo, existe un método que usa el factor de varianza inflacionaria (*FVI*) para cada variable independiente. El *FVI* está dado por la Ec.

$$FVI_j = \frac{1}{1 - R_j^2}, \quad (2.11)$$

Donde R_j^2 es el coeficiente de determinación múltiple de la variable x_j con todas las demás variables. Para el caso en que se empleen únicamente dos variables independientes, R_j^2 es justamente el coeficiente de determinación de Pearson dado por la Ec. (2.9), por lo que en estas condiciones se tiene que $R_1^2 = R_2^2$. Si un conjunto de variables “independientes” no

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

está correlacionado, entonces el FVI_j será menor o igual que 1. Si entre estas variables existe una fuerte intercorrelación, el FVI_j puede incluso exceder el valor de 10^\dagger .

Para la situación presentada en este trabajo, se tienen en general dos casos para la correlación múltiple:

- El análisis de la correlación de una de las variables con las restantes, consideradas conjuntamente (correlación múltiple).
- La correlación existente entre dos variables, eliminando el influjo de la tercera variable (correlación parcial). En este caso se incluye la multicolinealidad, que como ya se mencionó, no se realizará empleando la correlación parcial, sino el FVI_j .

El primero de estos casos mide la relación existente entre una de las variables y las restantes, mientras que en el segundo se mide la intercorrelación entre las variables, que se suponen por hipótesis, independientes.

De este modo, el coeficiente de correlación múltiple para el caso al que nos estamos restringiendo se calcula mediante la Ec.

$$r_{y \cdot x_1 x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - r_{yx_1} r_{yx_2} r_{yx_3}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}} \quad (2.12)$$

Donde el valor $r_{y \cdot x_1 x_2}$ de oscila entre 0 y 1. Cuanto más se acerque a 1, mayor es el grado de asociación entre las variables, mientras que cuanto más se acerca a cero, la relación lineal empeora. Este criterio y el mencionado para el FVI_j son los utilizados en este trabajo.

[†] Marquardt sugiere que si el FVI_j es mayor que 10, existe mucha correlación entre la variable x_j y el resto de las variables. Sin embargo otros investigadores sugieren un criterio un tanto más conservativo que pueden requerir de técnicas alternativas a la regresión por mínimos cuadrados si el máximo FVI_j excede el valor de 5.

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

2.4 Pruebas de significancia (F y t)

En esta sección se presenta la forma de realización de las pruebas de significancia para una ecuación de regresión múltiple. Para este fin, vale la pena realizar algunas observaciones adicionales al MRM.

El modelo de RM considera un conjunto de suposiciones acerca del modelo adecuado de la relación entre las variables dependiente (también llamada variable respuesta) e independiente(s), también llamada(s) predictor(es), los cuales ya se han establecido en la primera sección de este capítulo. Sin embargo, es necesario considerar lo siguiente:

- Que la varianza del error ε , que se representa por σ^2 , es igual para todos los valores de las variables independientes x_i . Esto implica que la varianza de y es igual a σ^2 y es la misma para todos los valores de las x_i .
- Los valores de ε son independientes, lo cual implica que el valor de ε para determinado conjunto de valores de las variables x_i , no se relaciona con el valor de ε para cualquier otro conjunto de valores, de modo que los respectivos valores de y tampoco están relacionados.

El término de error, ε , es una variable aleatoria con distribución normal que refleja la diferencia entre el valor de y y el valor esperado de y , de acuerdo con la ERM. Esta suposición tiene como consecuencia que dado que los coeficientes del modelo son constantes, es decir, los β_i son constantes, la variable dependiente y es también una variable aleatoria distribuida normalmente para los valores dados de las x_i .

En términos generales, para probar que existe una relación importante de regresión entre las variables involucradas, se debe efectuar una prueba de hipótesis para determinar si los coeficientes de la regresión son cero o diferentes de cero. En el caso de la RL hay dos pruebas que se realizan con más frecuencia. Éstas son las pruebas t y F . En ambas se requiere estimar σ^2 , la varianza de ε en el modelo de regresión [5-7] y la conclusión a la que se llega con estas pruebas es la misma: si se rechaza la hipótesis nula, la conclusión es que

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

las variables (dos en este caso) se relacionan. Sin embargo esto no es así en la RM, pues las pruebas t y F tienen distintas finalidades:

1. La prueba F se emplea para determinar si existe alguna relación significativa entre la variable respuesta y el conjunto de todas las variables independientes empleadas en el modelo. En estas condiciones la prueba se denomina de *significancia global*.
2. Si la prueba F indica la significancia global, la prueba t se aplica para determinar si cada una de las variables independientes tiene significancia, por lo que se realiza una prueba por separado para cada variable independiente en el modelo; a cada una de estas pruebas t se les llama *pruebas de significancia individual*.

A continuación se explican ambas pruebas para el MRM.

2.4.1 Prueba F

El MRM adaptado al número de variables que se emplean en esta tesis está dado por la Ec. (2.1) cuando $p=2$. La hipótesis nula y alternativa para la prueba F involucran los parámetros del MRM:

$$H_0: y = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_3 = 0,$$

H_a : uno o más de los parámetros del MRM no es (son) igual(es) a cero.

Con esto se tiene, por un lado, que si se rechaza H_0 , contaremos con la suficiente evidencia estadística para concluir que uno o más de los parámetros es diferentes de cero, por lo que la relación general entre la variable respuesta y el conjunto de variables independientes x_1, x_2, \dots, x_p es significativa. Por otro lado, si no se puede rechazar H_0 , no contaremos con la evidencia suficiente para concluir que la relación entre las variables involucradas es significativa.

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

Para este fin definimos, en términos generales, el Cuadrado Medio como la suma de cuadrados dividida entre sus grados de libertad correspondientes. Notemos que en el caso de la RM en general, la SST tiene $n-1$ grados de libertad, SSR tiene p grados de libertad y la SSE tiene $n-p-1$ grados de libertad, en donde n es el número de datos empleados en el cálculo y p es el número de variables independientes. Por lo tanto, se define el cuadrado medio debido a la regresión (MSR) como SSR/p y el cuadrado medio debido al error (MSE) como $MSE/n-p-1$. MSE, produce un estimado insesgado de σ^2 , la varianza del término correspondiente al error ε . Adicionalmente, si la H_0 es verdadera, MSR también produce un estimado insesgado de σ^2 , y el valor de MSR/MSE deberá acercarse a la unidad. Sin embargo, si H_0 es falsa, MSR sobrestima a σ^2 y el valor de MSR/MSE se hace más grande. Entonces, para determinar lo grande que debe ser el valor de MSR/MSE para rechazar H_0 se emplea el hecho de que si H_0 es verdadera y los supuestos del MRM son válidos, la distribución de MSR/MSE es una distribución F con p grados de libertad en el numerador y $n-p-1$ en el denominador. Esto se resume en la siguiente figura para el caso de $p=3$ variables independientes y el respectivo análisis de varianza se realizará con el uso de un programa de cómputo.

Prueba F para significancia general

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_3 = 0,$
 $H_a: \text{uno o más de los parámetros del MRM no es (son) igual(es) a cero.}$

Estadístico de prueba

$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

Regla de rechazo

Con el estadístico de prueba: Rechazar H_0 si $F > F_\alpha$
Con el valor p : Rechazar H_0 si el valor de $p < \alpha$

donde F_α se basa en la distribución F con p grados de libertad en el numerador y $n-p-1$ grados de libertad en el denominador.

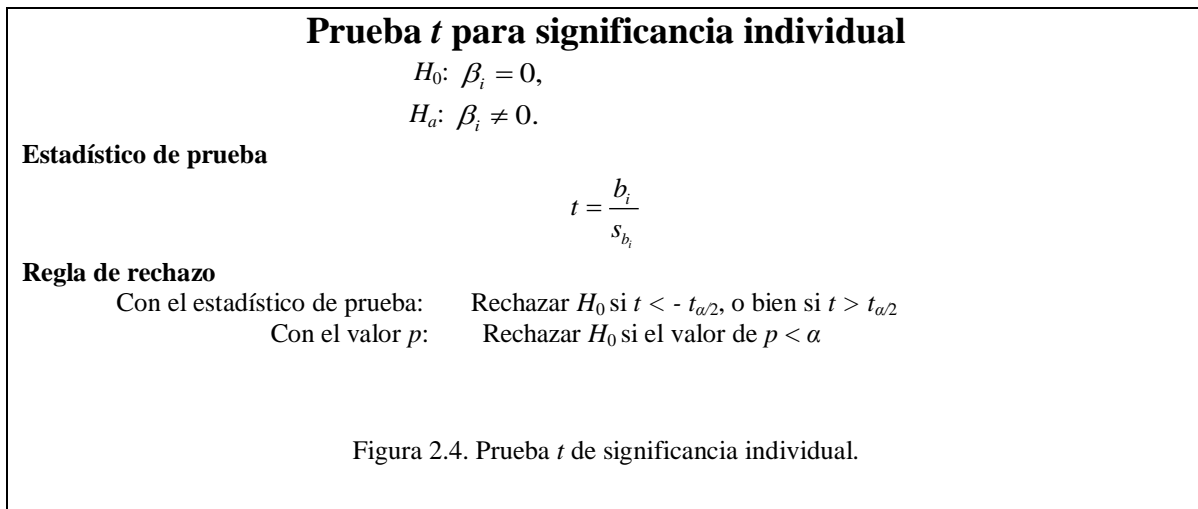
Figura. 2.3. Prueba F para significancia general.

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

2.4.2 Prueba t

Supongamos que la prueba F ha mostrado que la relación de RM tiene significancia, se puede hacer entonces una prueba t para determinar la significancia de cada uno de los parámetros individuales. La prueba t de significancia individual se resume en la siguiente figura.

Vale la pena mencionar que en el procedimiento de prueba, s_{b_i} es la estimación de la desviación estándar de b_i .



2.5 Uso de la ecuación estimada para predecir y evaluar

El MRM es tan solo un supuesto acerca de la relación entre las variables involucradas; si esta relación es estadísticamente significativa y si el ajuste que proporciona la ERM parece bueno, tal ecuación se puede emplear para realizar estimaciones y predicciones. En estas condiciones, la ERME se puede emplear para determinar una estimación puntual del valor medio de y y predecir un valor individual de y . Para esto se sustituyen los valores dados de x_1, x_2, \dots, x_p en la ERME y usamos el valor correspondiente de \hat{y} como estimación puntual de \bar{y} . Sin embargo, las estimaciones puntuales no proporcionan información alguna de la

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

precisión asociada con la estimación. Para que la ERME tenga un sentido práctico, es necesario realizar dos tipos de estimaciones: estimación de intervalo de confianza (que es una estimación del intervalo del valor medio de \bar{y} para determinados valores de las x_i) y estimación de intervalo de predicción (que se emplea cuando se desea una estimación de intervalo de un valor particular de y que corresponde a determinados valores de las x_i).

La determinación de estimaciones de intervalo para el valor medio de \bar{y} y para un valor individual de y en el MRM, requiere de un proceso muy parecido al del MRLS. Sin embargo, las estimaciones de intervalo para el MRM son demasiado complejas. Ninguno de estos cálculos se incluyen en este trabajo debido a que son largos y tediosos; es posible emplear un programa de cómputo para realizar los cálculos necesarios pero la interpretación de los resultados no es del todo simple ya que involucra una gran cantidad de información y escapa a los propósitos de esta tesis.

2.6 Análisis de residuales

Para finalizar la descripción del modelo se requiere de realizar un análisis de residuales que ayuda a determinar si los supuestos que se realizaron sobre el MRM son adecuados. Este último paso en el proceso es de fundamental importancia debido a que todo el método (la ERM, la ERME, e incluso las pruebas de significancia y la estimación de intervalos descrita en la sección anterior utilizan a los supuestos como base teórica) se sustenta sobre los supuestos del modelo, y si estos no son adecuados, entonces todos los resultados (como la prueba de hipótesis sobre la significancia de los resultados de la ERM y de la estimación de intervalos) y demás conclusiones que se obtengan carecen de sentido.

Los residuales proporcionan la mejor información acerca de ε , por lo que un paso importante, y quizás necesario, para describir si las hipótesis acerca de ε son adecuadas, es realizar un análisis de residuales, el cual se basa principalmente en el examen de diferentes gráficas, algunas de las cuales son la gráfica de residuales estandarizados y la gráfica de probabilidad normal. Básicamente, para la gráfica de residuales estandarizados, lo que se

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

busca es que los residuales (que se estandarizan siguiendo el procedimiento para estandarizar una variable aleatoria continua) presenten un patrón adecuado, es decir, un patrón similar a una banda horizontal de puntos (ver figura 2.5).

La gráfica de probabilidad normal se emplea para determinar la validez de la hipótesis de que el término de error tiene distribución normal estándar. Si esta hipótesis se satisface, entonces la gráfica de probabilidad normal se consigue colocando pares ordenados de la forma (mínimo punto normal[‡], mínimo residual estandarizado).

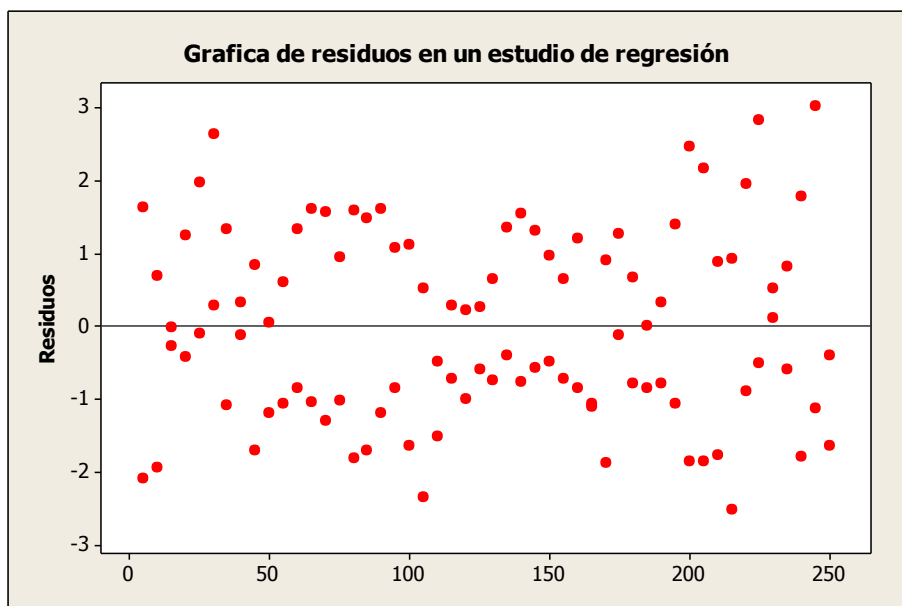


Figura. 2.5. Patrón adecuado de residuales para un estudio de regresión.

[‡] Por ejemplo, para muestras de tamaño 10 que provienen de una distribución normal estándar el estadístico de primer orden es -1.55. A este valor esperado se le denomina punto normal. En general, si se tiene un conjunto de datos consistente de n observaciones, hay n estadísticos de orden y en consecuencia n puntos normales.

Capítulo 2: Método de regresión lineal múltiple y pruebas de significancia

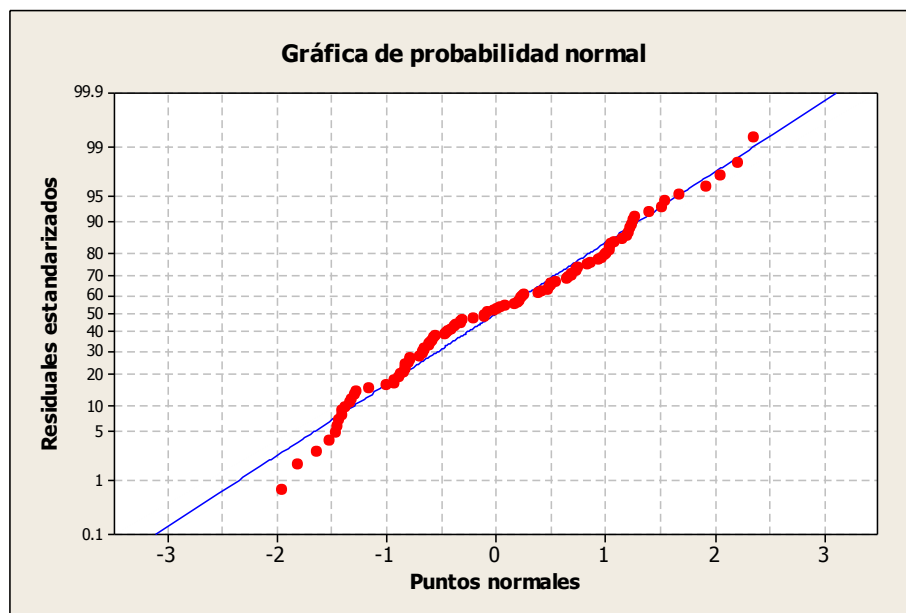


Figura. 2.6. Gráfica de probabilidad normal correcta en un estudio de regresión.

Si se tuviera que trazar una gráfica con los puntos anteriores, éstos deben agruparse de forma estrecha cerca de una línea a 45° que pase por el origen. Esta es en realidad la gráfica de probabilidad normal, que se ilustra en la Figura 2.6.

En general, mientras más cerca se localice los puntos de la línea de 45° , mayor es la evidencia que respalda el supuesto de normalidad; cualquier curvatura apreciable en la gráfica de probabilidad normal, se considera como prueba de que los residuales no provienen de una distribución normal. Debido a la complejidad de cálculos para determinar los puntos normales y la gráfica de probabilidad normal asociada con un conjunto de datos particulares, esto no se presenta aquí, pero se realizan de forma relativamente sencilla en un programa de cómputo, como en caso de algunos otros parámetros o cálculos necesarios en el modelo. El análisis de residuales correspondiente se realiza para cada situación considerada, sin embargo los resultados no se presentan debido a que solo se emplean para corroborar la prueba de hipótesis, y no se utilizan para modificar la propuesta final.

En el siguiente capítulo se aplica el método descrito en las secciones anteriores. Vale la pena mencionar que el software a emplear es un programa de estadística llamado Minitab.

CAPÍTULO 3

Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

En este capítulo se presentan tanto el formalismo matemático como los procedimientos estadísticos necesarios a emplear para la obtención de resultados. Debido a que en general cualquier tratamiento estadístico de esta índole requiere una gran cantidad de cálculos, algunos de los detalles son omitidos. Más aún, para el análisis de tales datos se emplea un software de cómputo que facilita los cálculos extensos que se requieren, sin embargo, la explicación de los resultados que éste arroja se explica en el siguiente capítulo.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

3.1 Generación de la base de datos

La encuesta que se aplicó para obtener información relacionada con el problema que se plantea en el presente trabajo está diseñada en base a los conceptos y criterios que se mencionan a continuación:

Los elementos (en este caso los sujetos que participaron en dar respuesta a los cuestionamientos de la encuesta) son las entidades acerca de las cuales se reúnen los datos o sea los entrevistados. Precisando son aquellas personas que por su profesión u ocupación se relacionan directamente e incluso indirectamente con operaciones de compra venta de bienes inmuebles.

La población es el conjunto de los elementos de interés. En el presente trabajo la población la integran todas las personas que tienen experiencia en transacciones que involucran predios que son sujetos a compra venta.

La muestra es un subconjunto de la población. Para la presente indagación son el grupo de personas que participaron en la encuesta.

Existen otros dos conceptos que es conveniente reflexionar en ellos para precisar los criterios que guiaron el diseño de la encuesta:

Población objetivo, aquella de la cual se desea hacer referencias, precisando son todos los sujetos que tienen experiencia amplia o elemental en la compra venta de bienes inmuebles.

Población muestreada, es aquella que está integrada por las personas en la que realmente se obtuvo la muestra. Cabe mencionar que el texto consultado dice que las conclusiones a las que se llegue en la investigación sólo son aplicables a la población muestreada.

En la bibliografía consultada [5] también se mencionan los diferentes tipos de encuesta, se refieren a la manera en la que el investigador entra en contacto con los sujetos de la muestra, en este sentido se mencionan tres:

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

- Por teléfono
- Por correspondencia, actualmente correos electrónicos.
- Entrevista personal.

En la situación particular del presente trabajo se ocupó el tercer tipo, entrevista personal.

En relación al Método de Muestreo se mencionan dos:

- Muestreo probabilístico, y
- Muestreo no probabilístico.

Al respecto se hacen tres subdivisiones, aquí sólo se mencionan porque para la presente indagación no se utilizaron: Muestreo aleatorio simple, muestreo aleatorio simple estratificado y muestreo por conglomerados (cada uno de ellos sigue un proceso metodológico que se desglosa y se explica en el texto propuesto)

Por otro lado se menciona a los Métodos no probabilísticos y de ellos se dice que tienen la desventaja de que no se pueden obtener conclusiones que se apoyen en procesos estadísticos.

Se ha elegido este último método para responder al cuestionamiento central del presente trabajo. Se pretende validar los resultados en base a resultados cuantitativos y cualitativos que se obtengan de procesar correctamente la información que se obtenga de las encuestas aplicadas.

3.1.1 Diseño de la encuesta para crear la base de datos

La metodología que se seguirá para la aplicación de la encuesta se apoyará en generar un muestreo de tipo intencional: es en el que la persona que selecciona para la muestra se

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

procura que sea representativa y que se desempeñe profesionalmente o que tenga cierta experiencia en ámbitos en los que se trabaje con transacciones de bienes raíces.

La encuesta que se aplicó está estructurada por 9 cuestionamientos y al inicio, sin número de pregunta en la encuesta, se solicita a los que participaron que indiquen su ocupación con la finalidad de hacer un análisis comparativo y de ser posible cualitativo en cómo afecta la experiencia de profesionistas relacionados con la compra venta de bienes raíces en relación a las respuestas que den a las preguntas que conforman la encuesta y si existe alguna diferencia en las respuestas que dan las personas que no tiene esta experiencia o es mínima.

En los siguientes párrafos se menciona el contenido de los nueve cuestionamientos que integran la encuesta y la intención que tuvo su inclusión en este instrumento.

1.- ¿Ha hecho alguna transacción de compra-venta de algún bien inmueble?

Esta pregunta tiene la intención de conocer, en una primera instancia, la cercanía del participante con las transacciones de compra – venta de bienes inmuebles y valorar cuantitativamente (a través de porcentajes), la realidad que se manifiesta, en base a la muestra y acerca de lo que se cuestiona. La pregunta es cerrada, con dos opciones de respuesta: SÍ o NO.

2.- ¿Tiene experiencia en transacciones de compra-venta de bienes inmuebles?

La redacción y la intención de este cuestionamiento es muy similar a la pregunta 1 sin embargo deja abierta la posibilidad de que los encuestados hayan estado próximos a familiares o amigos que hicieron transacciones de compra - venta de bienes inmuebles sin haber sido ellos quienes hayan realizado la operación de manera directa y por lo tanto posean alguna experiencia que los hace competentes para emitir una opinión al respecto. La pregunta es cerrada con tres opciones MUCHO (>4), REGULAR (1 – 4), NADA (0)

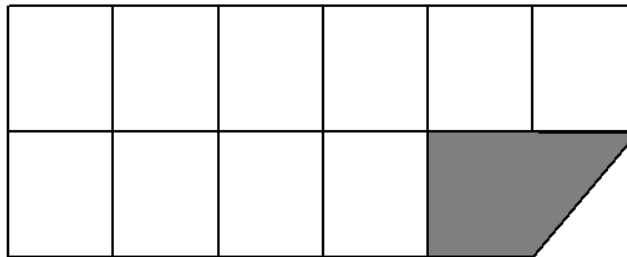
3.- ¿Considera que influye en el precio de un terreno la zona urbana (colonia) en la que éste se ubica?

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

La intención de esta pregunta es valorar, a partir de la experiencia de los encuestados, la forma como modifica el precio de los predios en relación con su ubicación. Se pretende presentar los resultados de la muestra en una tabla de frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) para su análisis. La pregunta es cerrada con dos opciones: SÍ o NO.

4.- ¿Considera que el precio por m^2 del lote representado por la zona sombreada, debe valer lo mismo que aquellos que tienen una forma genérica o regular?

Esta pregunta está diseñada en base a una imagen que pretende mostrar a los encuestados un grupo de predios con características muy similares y junto a estos otro que, por su ubicación, presenta tipologías diferentes, de tal forma que la intención es hacer reflexionar al participante, que posea experiencia o no, de las variantes que modifican o afectan los precios de compra venta de bienes inmuebles. La pregunta es cerrada con dos opciones para responder SÍ o NO. La imagen que acompaña a la pregunta es la siguiente:



La pregunta es cerrada con dos opciones de respuesta: SÍ o NO

5.- ¿Considera que la forma y dimensiones de un lote (que lo hacen atípico en una colonia particular), deben afectar el precio por m^2 de terreno?

El cuestionamiento anterior es complemento de la pregunta 4 con el que se pretende conocer el efecto que tiene sobre el precio de un lote la forma y dimensiones del mismo. La pregunta es cerrada y tiene dos opciones de respuesta SÍ o NO.

6.- ¿Qué características, de las que se observan en la imagen de arriba, cree Ud. que afectan el precio del m^2 del lote sombreado? Señale con una X aquellas que considera influyen.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

Ubicación en la manzana	
Forma del terreno	
Superficie total	
Pendiente (descendiente, ascendiente)	
Infraestructura colindante (servicios)	
Otras (especifique)	<hr/>

La intención de esta pregunta es llevar al encuestado a reflexionar acerca de las variantes que modifican el precio de compra venta de un bien inmueble y que se deben considerar para otorgar el costo final del mismo. Es una pregunta cerrada aunque una de las opciones de respuesta deja abierta la posibilidad de que el encuestado enuncie otra u otras variables que no se hayan contemplado en el listado que se proporciona.

7.- Enumere, en orden de importancia según su criterio (asignando 1 a la que más afectaría, 2 a la que sigue y así sucesivamente), las características que Ud. eligió y que considera que afectan el precio por m² del terreno.

Ubicación en la manzana	
Forma del terreno	
Superficie total	
Pendiente (descendiente, ascendiente)	
Infraestructura colindante (servicios)	
Otras (especifique)	<hr/>

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

En este cuestionamiento se pretende que el encuestado jerarquice las opciones que se mencionaron en la pregunta 6, en orden de importancia, y en base a los porcentajes que se obtengan para cada opción identificar cuáles son los factores más influyentes en el momento de otorgar un costo a un bien inmueble. La pregunta es cerrada y de igual forma, como en la pregunta 6, se deja abierta la posibilidad para que el encuestado manifieste otro u otros factores determinantes.

8.- ¿Considera Ud. que es importante la asesoría de un especialista en compra-venta de bienes inmuebles cuando se desea vender o adquirir un terreno?

Con el cuestionamiento anterior se pretende conocer a través de las respuestas del encuestado que tan importante es para los que participan en la comercialización de bienes inmuebles la asesoría de personal calificado y si consideran que para asegurar una transacción comercial justa en razón de las variantes del mercado. La pregunta es cerrada con dos opciones: SÍ o NO.

9.- ¿Por qué? (Justifique su respuesta.).

El cuestionamiento nueve tiene la finalidad de que el encuestado argumente, de manera libre, las razones por las que considera o no importante la asesoría que un profesional puede dar para la realización de compra – venta de bienes inmuebles.

La forma final de la encuesta aplicada se presenta en la siguiente figura:

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del

costo

FOLIO:

OCUPACIÓN:



1.- ¿Ha hecho alguna transacción de compra-venta de algún bien inmueble?

SI NO

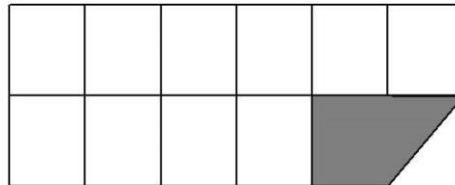
2.- ¿Tiene experiencia en transacciones de compra-venta de bienes inmuebles?

MUCHO (>4)	REGULAR (1-4)	NADA (0)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.- ¿Considera que influye en el precio de un terreno la zona urbana (colonia) en la que éste se ubica?

SI NO

Observe la imagen que a continuación se muestra; la cuadrícula representa terrenos con forma regular (o típica), con características geométricas técnicamente iguales, excepto uno (el que está sombreado).



Suponiendo que los lotes que no están sombreados tienen 200 m² de superficie y que su precio es de \$1500.00/m²;

4.- ¿Considera que el precio por m² del lote representado por la zona sombreada, debe valer lo mismo que aquellos que tienen una forma genérica o regular?

SI NO

5.- ¿Considera que la forma y dimensiones de un lote (que lo hacen atípico en una colonia particular), deben afectar el precio por m² de terreno?

SI NO

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

6.- ¿Qué características, de las que se observan en la imagen de arriba, cree Ud. que afectan el precio del m² del lote sombreado? Señale con una X aquellas que considera influyen.

Ubicación en la manzana	<input type="checkbox"/>
Forma del terreno	<input type="checkbox"/>
Superficie total	<input type="checkbox"/>
Pendiente (descendiente, ascendiente)	<input type="checkbox"/>
Infraestructura colindante (servicios)	<input type="checkbox"/>
Otras (especifique)	<hr/> <hr/>

7.- Enumere, en orden de importancia según su criterio (asignando 1 a la que más afectaría, 2 a la que sigue y así sucesivamente), las características que Ud. eligió y que considera que afectan el precio por m² del terreno.

Ubicación en la manzana	<input type="checkbox"/>
Forma del terreno	<input type="checkbox"/>
Superficie total	<input type="checkbox"/>
Pendiente (descendiente, ascendiente)	<input type="checkbox"/>
Infraestructura colindante (servicios)	<input type="checkbox"/>
Otras (especifique)	<hr/> <hr/>

8.- ¿Considera Ud. que es importante la asesoría de un especialista en compra-venta de bienes inmuebles cuando se desea vender o adquirir un terreno?

SI NO

9.- ¿Por qué? (Justifique su respuesta.)

Figura. 3.1. Encuesta diseñada para su aplicación y generación de la base de datos.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

3.1.2 Aplicación de la encuesta

Para aplicar la encuesta se eligió el tipo de muestreo llamado Muestreo intencional opinático en el que la persona que diseña y utiliza el instrumento de la encuesta para obtener información procura que sea representativa, dependiendo de su intención u opinión, siendo por tanto la representatividad subjetiva.

De tal forma que, para aplicar la encuesta, se eligieron personas que pudieran tener o no experiencia en operaciones de compra venta de bienes inmuebles.

En realidad se trata de una muestra **subjetiva**, sin embargo se pretende que la información que se obtenga arroje resultados que fortalezcan la premisa de que existen variantes para tasar el precio de lotes atípicos en una zona urbana y en un predio en el que la mayoría de los terrenos presentan cierta regularidad en cuanto al diferente carácter.

3.1.3 Base de datos

De la aplicación de la encuesta presentada en la Figura. 3.1, se obtuvo información específica que ayuda a generar una base de datos los cuales se emplearan para encontrar una expresión matemática que permita estimar el costo/m² de un terreno atípico en comparación con uno típico. La base de datos obtenida se muestra en la siguiente Tabla.

Es importante mencionar que debido a la naturaleza de la encuesta, la información que se presenta a continuación se divide en 3 partes, es decir, como las preguntas 6 y 7 contienen un conjunto de opciones a elegir por parte de los encuestados, la información que presentan es larga, por lo que no se pueden incluir en una sola tabla.

Así, la siguiente tabla presenta el concentrado de las respuestas obtenidas en la aplicación de la encuesta a los 30 sujetos que participaron en el proceso de la misma. Para fines prácticos la tabla ha sido dividida en tres partes; la parte a) tiene los resultados a las

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

preguntas 1 a la 5, la b) solo la pregunta 6 con sus respectivas opciones y la parte c) tiene las respuestas a las preguntas 7, también con sus respectivas opciones, y 8.

ENCUESTA	PREGUNTA 1		PREGUNTA 2			PREGUNTA 3		PREGUNTA 4		PREGUNTA 5	
	SI	NO	MUCHO	REGULAR	NADA	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	1			3		1		1		1	
2	1			3		1			2	1	
3	1			3		1			2	1	
4	1			3		1			2	1	
5		2			0	1			2		2
6		2			0	1			2	1	
7		2		3		1			2		2
8	1			3		1		1		1	
9	1			3		1			2	1	
10		2		3		1			2	1	
11	1			3		1			2	1	
12	1			3		1			2	1	
13	1			3		1			2	1	
14	1				0	1			2	1	
15	1			3		1			2	1	
16	1			3		1			2	1	
17	1				0	1			2	1	
18	1			3		1			2	1	
19	1		5			1		1		1	
20		2		3		1		1			2
21		2		3		1		1			2
22		2			0	1			2		2
23		2		3		1			2	1	
24		2			0	1		1			2
25	1			3		1			2	1	
26		2		3		1			2	1	
27		2			0	1		1			2
28	1		5			1		1		1	
29		2			0	1			2		2
30		2			0	1			2	1	

Tabla 3.1. a). En esta parte de la Tabla se presenta la información explícita recabada con las primeras cinco preguntas de la encuesta diseñada e implementada para este fin. Las escalas de calificación son evidentes, sin embargo no se omite una breve explicación: Pregunta 1: Si, corresponde a 1, 2 a la respuesta No; la pregunta 2 da opción a 3 posibles respuestas, en las que a la opción Mucho, se le asignó la escala 5, a Regular, 3 y a Nada el valor de 0. Las preguntas 3, 4 y 5 presentaron cada una dos opciones cuyas posibles respuestas eran Si o No, con lo que se les asignó la escala respectiva de 1 o 2.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

ENCUESTA	PREGUNTA 6				
	UBICACIÓN EN LA MANZANA	FORMA DEL TERRENO	SUPERFICIE TOTAL	PENDIENTE (DESCENDIENTE, ASCENDIENTE)	INFRAESTRUTURA COLINDANTE (SERVICIOS)
1	X		X	X	X
2	X	X		X	
3	X		X		X
4		X	X	X	X
5			X		X
6	X	X	X		X
7	X	X		X	X
8	X		X		X
9		X	X	X	
10		X	X		
11	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	
13	X	X	X	X	X
14	X	X		X	X
15	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	
17	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	
20	X	X			
21		X			
22	X		X		X
23	X	X	X	X	X
24	X		X		X
25	X	X	X	X	X
26	X	X	X		X
27		X		X	X
28	X	X		X	X
29	X				X
30	X	X	X	X	X

Tabla 3.1. b). En esta parte de la Tabla se presenta la información explícita recabada exclusivamente en la pregunta 6. Como se explica al inicio de la presente Sección, para responder a esta pregunta los encuestados tuvieron cinco opciones diferentes, siendo no mutuamente excluyentes, es decir, pudieron seleccionar desde 1 y hasta las cinco opciones en la pregunta, siendo de fundamental importancia el hecho de que alguna opción fuera seleccionada. Debido a esta situación, la respuesta a esta pregunta fue de tipo cualitativo y no requirió que se asignara una escala numérica.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

ENCUESTA	PREGUNTA 7					PREGUNTA 8	
	UBICACIÓN EN LA MANZANA	FORMA DEL TERRENO	SUPERFICIE TOTAL	PENDIENTE (DESCENDIENTE, ASCENDIENTE)	INFRAESTRUCTURA COLINDANTE (SERVICIOS)	SI	NO
1	4		2	3	1	1	
2	1	3		2		1	
3	3		2		1	1	
4		4	1	3	2	1	
5	3	4	1	5	2	1	
6	1	4	2	5	3	1	
7	1	2	4	5	3	1	
8	2	3	4	5	1	1	
9		1	3	4		1	
10	5	1	2	3	4	1	
11	1	4	5	3	2		2
12	3	2	1	4		1	
13	2	3	5	1	4	1	
14	4	2		3	1	1	
15	2	3	5	4	1	1	
16	1	3	4	5	2	1	
17	1	4	2	3	5	1	
18	4	3	2	5	1	1	
19	3	5	4	1	2	1	
20	1	2	5	3	4		2
21	3	1	4	2	5	1	
22	2		2		2	1	
23	5	3	2	4	1	1	
24	1	5	2	4	3	1	
25	1	2	3	4	5	1	
26	3	4	1	5	2	1	
27	2	3	4	5	1	1	
28	1	4		3	2	1	
29	1	5	2	4	3	1	
30	1	3	2	5	4	1	

Tabla 3.1. c). Tercera parte de la base de datos obtenida de la aplicación de la encuesta. Se presenta la información explícita recabada en las pregunta 6 y 7. Para responder a la primera de estas preguntas, los encuestados tuvieron las mismas cinco opciones diferentes de la pregunta 6, siendo también las opciones no mutuamente excluyentes, es decir, pudieron seleccionar desde 1 y hasta las cinco opciones en la pregunta, siendo de fundamental importancia el hecho de que alguna opción fuera seleccionada. Sin embargo, a diferencia de la pregunta 6, las respuestas se jerarquizan en orden de importancia, de 1 a 5, siendo 1 la opción más importante y 5 la menor. La jerarquía fue asignada por cada uno de los encuestados. La escala numérica asignada a la pregunta 8 fue 1 para Si y 2 para No.

En la siguiente sección se realiza el análisis estadístico que permitirá valorar los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta, pregunta a pregunta, por separado.

Sin embargo, para fines de aplicación, se obtuvo información sobre el precio de venta, por m², considerando las principales variables obtenidas de la aplicación de la encuesta, para terrenos en tres colonias diferentes de la ciudad de Puebla, específicamente hablando las

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

colonias Patrimonio, Vicente Guerrero y Jardines de San Manuel. La información se presenta en las siguientes tablas, las cuales incluyen precios para terrenos tanto típicos como atípicos, los cuales proporcionan los datos para realizar el análisis estadístico correspondiente.

COLONIA: EL PATRIMONIO

LOTE TIPO: 450.00 M²

PRECIO POR M²: \$ 1,700.00

LOTE	PRECIO X M ²	UBICACIÓN EN LA MANZANA	FORMA DEL TERRENO	M ²
1	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
2	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
3	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
4	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
5	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
6	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
7	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
8	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
9	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
10	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
11	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
12	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
13	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
14	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
15	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
16	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
17	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
18	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
19	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
20	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
21	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
22	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
23	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
24	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
25	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
26	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
27	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
28	\$ 1,700.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	450.00
29	\$ 2,057.00	ESQUINA	RECTANGULAR	132.40
30	\$ 2,142.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	113.79
31	\$ 1,819.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	250.37
32	\$ 1,683.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	487.69
33	\$ 1,887.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
34	\$ 2,091.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	125.00
35	\$ 2,091.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	125.00
36	\$ 1,700.00	ESQUINA	RECTANGULAR	417.29
37	\$ 1,955.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	168.09
38	\$ 1,853.00	ESQUINA	RECTANGULAR	223.42
39	\$ 1,870.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	210.00
40	\$ 1,819.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	255.00
41	\$ 1,683.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	462.00
42	\$ 2,006.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	147.00
43	\$ 1,819.00	ESQUINA	TRAPEZOIDAL	253.00

Tabla 3.2. Precios, por m², de terrenos en la colonia Patrimonio.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

COLONIA: VICENTE GUERRERO

LOTE TIPO: 310.00 M²

PRECIO POR M²: \$ 1,800.00

LOTE	PRECIO X M ²	UBICACIÓN EN LA MANZANA	FORMA DEL TERRENO	M ²
1	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
2	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
3	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
4	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
5	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
6	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
7	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
8	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
9	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
10	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
11	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
12	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
13	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
14	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
15	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
16	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
17	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
18	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
19	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
20	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
21	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	310.00
22	\$ 1,746.00	ESQUINA	RECTANGULAR	400.00
23	\$ 1,710.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	527.00
24	\$ 1,854.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	225.00
25	\$ 1,746.00	ESQUINA	RECTANGULAR	400.00
26	\$ 1,728.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	462.00
27	\$ 1,710.00	MEDIANERO	TRAPEZOIDAL	560.00
28	\$ 1,800.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	300.00
29	\$ 1,800.00	ESQUINA	RECTANGULAR	300.00
30	\$ 1,782.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	330.00
31	\$ 1,980.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	150.00
32	\$ 1,980.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	150.00
33	\$ 1,800.00	ESQUINA	RECTANGULAR	300.00

Tabla 3.3. Precios, por m², de terrenos en la colonia Vicente Guerrero.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

COLONIA: JARDINES DE SAN MANUEL
 LOTE TIPO: 200.00 M2
 PRECIO POR M2: \$ 3,500.00

LOTE	PRECIO X M ²	UBICACIÓN EN LA MANZANA	FORMA DEL TERRENO	M ²
1	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
2	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
3	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
4	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
5	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
6	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
7	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
8	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
9	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
10	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
11	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
12	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
13	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
14	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
15	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
16	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
17	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
18	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
19	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
20	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
21	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
22	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
23	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
24	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
25	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
26	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
27	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
28	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
29	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
30	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
31	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
32	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
33	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
34	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
35	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
36	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
37	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
38	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
39	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
40	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
41	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
42	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
43	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
44	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
45	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
46	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
47	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
48	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
49	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
50	\$ 3,500.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	200.00
51	\$ 3,465.00	ESQUINA	TRAPEZOIDAL	211.00
52	\$ 3,465.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	210.00
53	\$ 3,535.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	171.00
54	\$ 3,430.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	233.00
55	\$ 3,500.00	ESQUINA	RECTANGULAR	186.00
56	\$ 3,570.00	ESQUINA	TRAPEZOIDAL	159.00
57	\$ 3,570.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	160.00
58	\$ 3,570.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	165.00
59	\$ 3,675.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	125.00
60	\$ 3,535.00	MEDIANERO	RECTANGULAR	176.00
61	\$ 3,325.00	ESQUINA	RECTANGULAR	342.31

Tabla 3.4. Precios, por m², de terrenos en la colonia Jardines de San Manuel.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

3.2 Procesamiento de los datos

El procesamiento de los datos implica el uso de operaciones y métodos estadísticos mencionados en el Capítulo 2, los cuales son complicados y largos, por lo que se emplea un software para realizar el análisis correspondiente. El programa de cómputo empleado es Minitab [8], pues su uso presenta ventajas, respecto a otros programas parecidos, porque está diseñado para su uso en ciencias e ingeniería. Al realizar el análisis de regresión lineal, el software devuelve como resultado un conjunto de información, relativa a los datos, como el que se muestra a continuación y en el que se puede apreciar, por ejemplo, la ecuación de regresión, el análisis de varianza (ANOVA), etc, dependiendo de los resultados que se solicite al programa para desplegar.

Regression Analysis: Costo versus Superficie, for, ubic							
Regression Equation Costo = 2164.4 - 1.101 Superficie - 46.5 for + 33.5 ubic					Ecuación de Regresión obtenida		
Coefficients					Información de los coeficientes y sus respectivos valores de estadísticos de prueba para realizar las pruebas de hipótesis correspondientes		
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value			VIF
Constant	2164.4	79.8	27.13	0.000			
Superficie	-1.101	0.133	-8.25	0.000			1.04
for	-46.5	33.8	-1.38	0.196			1.04
ubic	33.5	35.7	0.94	0.368	1.02		
Model Summary					Resumen del modelo que proporciona la fiabilidad del mismo a través de la desviación estándar (s) y el coeficiente de correlación (R-sq) correspondientes		
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)				
60.3891	87.75%	84.41%	79.15%				
Analysis of Variance					Análisis de Varianza correspondiente en el que se incluyen los valores de MMS, MMR y MMT para determinar el valor de la Desviación Estándar del Modelo obtenido		
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value			P-Value
Regression	3	287418	95806	26.27			0.000
Superficie	1	248418	248418	68.12			0.000
for	1	6905	6905	1.89			0.196
ubic	1	3210	3210	0.88			0.368
Error	11	40115	3647				
Total	14	327533					

Tabla 3.5. Se muestra un ejemplo de los resultados que se obtienen con el uso del software Minitab. Tales resultados incluyen la ecuación de regresión, los coeficientes con sus respectivos estadísticos de prueba, valor T (o p) y F (o p) para su uso en la Prueba de hipótesis, en caso de que ésta se realice, el ANOVA correspondiente y un resumen del modelo, que proporciona la confiabilidad del mismo a través de los valores de la desviación estándar asociada S y del coeficiente de correlación, $R-sq$, respectivo.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

En la siguiente sección se muestran los resultados del análisis realizado en la sección anterior.

3.2.1 Obtención de resultados

Los resultados de la encuesta se presentan de forma “más visual” en esta sección de la Tesis, pregunta por pregunta.

PREGUNTA 1

1.- ¿Ha hecho alguna transacción de compra-venta de algún bien inmueble?

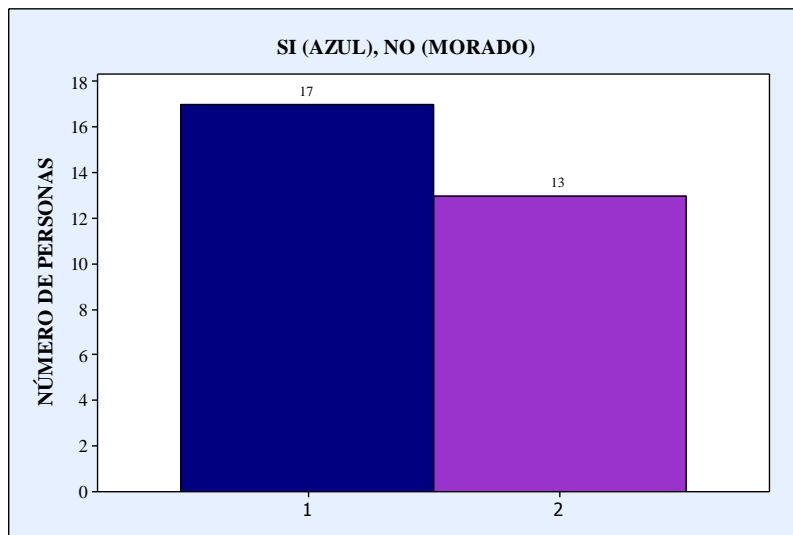


Figura 3.2. Histograma de frecuencias que muestra el comportamiento de la experiencia de los encuestados en la participación de transacciones de compra-venta de inmuebles. El color azul corresponde a la respuesta afirmativa, mientras que el tono morado a la negativa.

De la Figura 3.2, se puede apreciar que de los 30 encuestados, 17 responden que si han realizado transacciones de compra-venta de inmuebles, por lo que se puede concluir que las respuestas a las siguientes preguntas son producto de la realidad personal, por lo que validan las conclusiones finales del trabajo.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del

costo

PREGUNTA 2

2.- ¿Tiene experiencia en transacciones de compra-venta de bienes inmuebles?

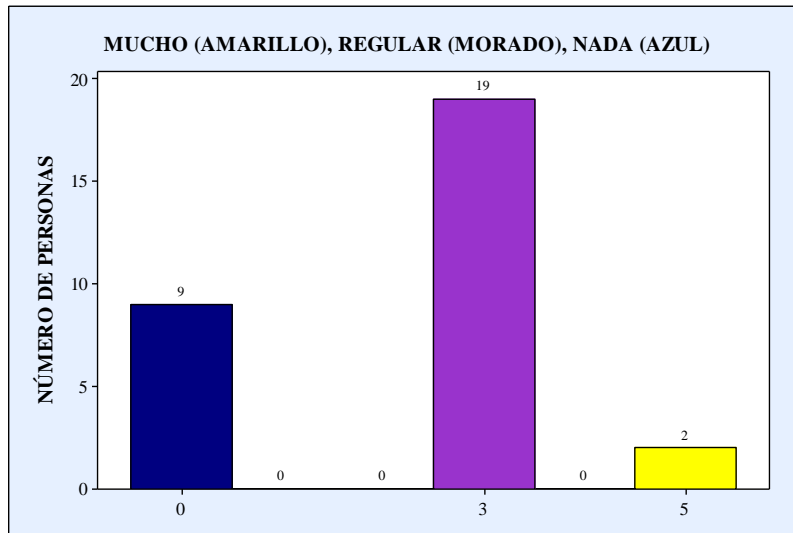


Figura 3.3. Histograma de frecuencias que muestra el comportamiento de la práctica de los encuestados en transacciones de bienes inmuebles. El color azul corresponde a la respuesta de que no tiene ninguna experiencia en este tipo de transacciones, el tono morado a que tienen regular experiencia y el tono amarillo a que cuentan con mucha experiencia.

De la Figura 3.3, se observa que los sujetos que participaron en la encuesta 2 responden que tienen una vasta experiencia (>5) en operaciones de compra-venta de bienes inmuebles, 19 que hay experiencia (3 o menos) y 9 que no han participado, ni conocen de este tipo de transacciones, de lo cual podemos afirmar que la mayoría de los encuestados conoce de este tipo de operaciones.

PREGUNTA 3

3.- ¿Considera que influye en el precio de un terreno la zona urbana (colonia) en la que éste se ubica?

Esta pregunta no se grafica puesto que los 30 encuestados afirmaron que si influye en el precio de un terreno la zona urbana (colonia) en la que éste se ubica.

PREGUNTA 4

4.- ¿Considera que el precio por m² del lote representado por la zona sombreada, debe valer lo mismo que aquellos que tienen una forma genérica o regular?

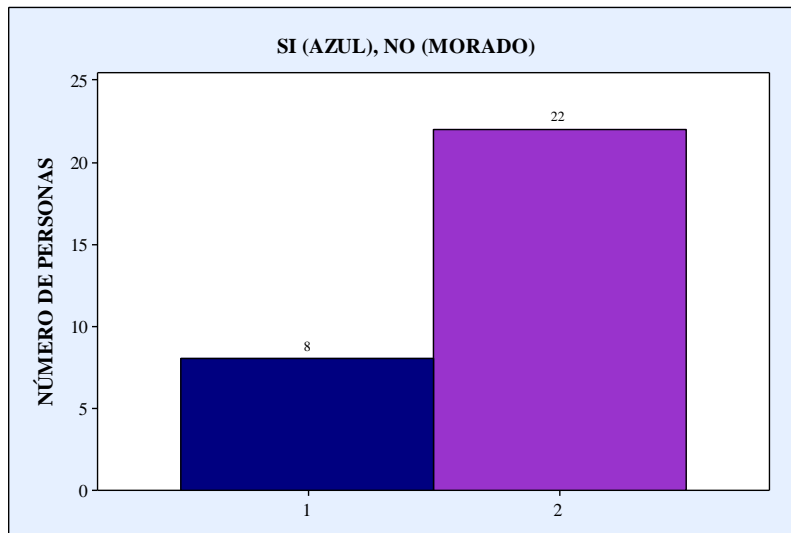


Figura 3.4. Histograma de frecuencias que muestra la opinión de los encuestados en cuanto a que si consideran que el precio por m² del lote representado por la zona sombreada, debe valer lo mismo que aquellos que tienen una forma genérica o regular. El color azul corresponde a la respuesta afirmativa, el tono morado a la respuesta negativa.

De la Figura 3.4, solo 8 de los encuestados responde que el precio del lote, presentado de manera sombreada en la imagen de la encuesta, debe ser el mismo que los otros de la misma imagen, mientras que 22 sujetos respondieron que no. La conclusión es que la experiencia, o el sentido común en transacciones con bienes inmuebles de los encuestados los condicionó para responder que no a este cuestionamiento.

PREGUNTA 5

5.- ¿Considera que la forma y dimensiones de un lote (que lo hacen atípico en una colonia particular), deben afectar el precio por m² de terreno?

De la Figura 3.5, se observa que 22 de los encuestados responden afirmativamente que debe ser diferente el precio por m² de un lote atípico y 8 que no debe ser diferente tal costo en los lotes que presentan características diferentes.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

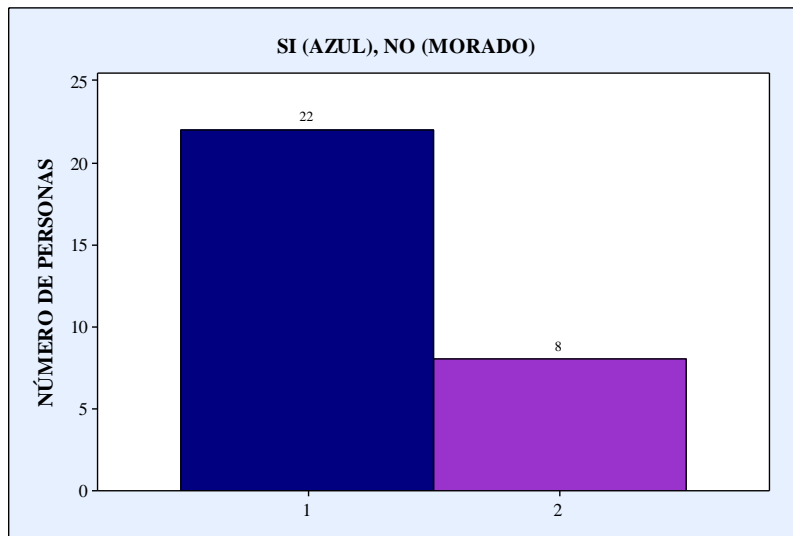


Figura 3.5. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto a que si piensan que la forma y dimensiones de un lote (que lo hacen atípico en una colonia particular), deben afectar el precio por m² de terreno. El color azul corresponde a la respuesta afirmativa, el tono morado a la respuesta negativa.

PREGUNTA 6

6.- ¿Qué características, de las que se observan en la imagen de arriba, cree Ud. que afectan el precio del m² del lote sombreado? Señale con una X aquellas que considera influyen.

Se pretende determinar el orden de importancia de los aspectos que influyen en la determinación del precio, por m², de un lote atípico, por lo que las respuestas no son necesariamente gráficas y se aplican para obtener conclusiones y resultados a la pregunta 7.

PREGUNTA 7

7.- Enumere, en orden de importancia según su criterio (asignando 1 a la que más afectaría, 2 a la que sigue y así sucesivamente), las características que Ud. eligió y que considera que afectan el precio por m² del terreno.

De la Figura 3.6, 12 encuestados le otorgan a ubicación en la manzana la opción número 1, esto quiere decir que la mayoría opina que es la que más afectaría al determinar el costo por m² de un terreno, mientras que 5 personas la número 2, 6 personas la número 3, 3 personas la número 4 y 2 personas la número 5.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

UBICACIÓN EN LA MANZANA

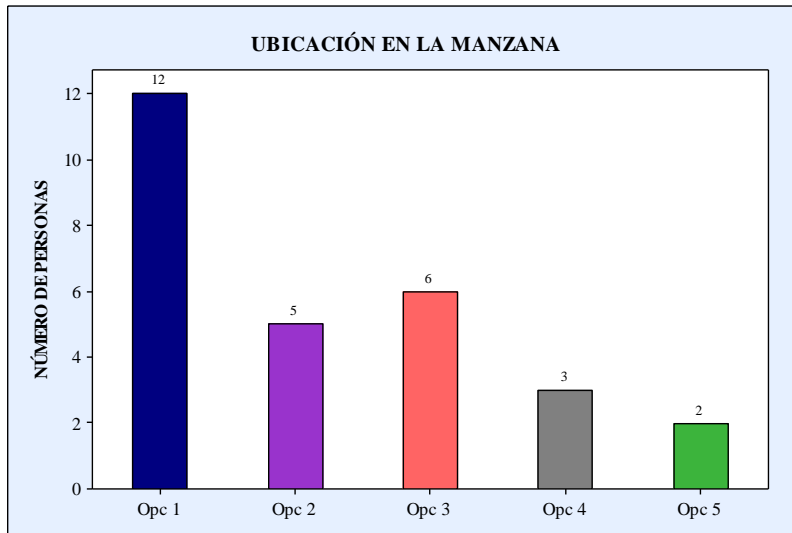


Figura 3.6. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto al grado de importancia que le dan a la opción “ubicación en la manzana” respecto a que considerarían que afectaría el precio por m² de un terreno. El color azul representa la opción número 1, el tono morado la 2, el tono rosa la 3, el tono gris la 4 y el tono verde la 5.

FORMA DEL TERRENO

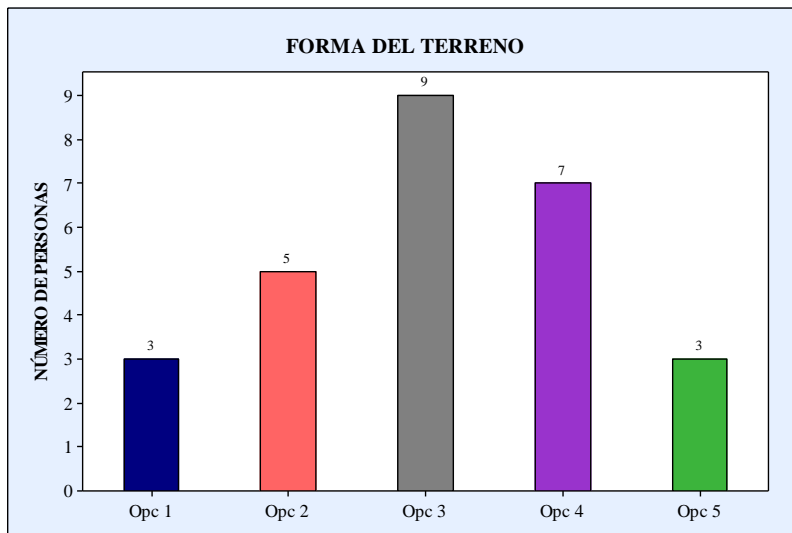


Figura 3.7. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto al grado de importancia que le dan a la opción forma del terreno referente a que considerarían que afectaría el precio por m² de un terreno. El color azul representa la opción número 1, el tono rosa la número 2, el tono gris la número 3, el tono morado la número 4, el tono verde la número 5.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

De la Figura 3.7, 9 personas encuestadas a esta opción la considera como la número 3, esto es, que si bien no la consideran la principal opción, si influye al determinar un valor por m^2 a un terreno, 3 personas la número 1, 5 personas la número 2, 7 la número 4 y 3 personas la número 5.

SUPERFICIE TOTAL

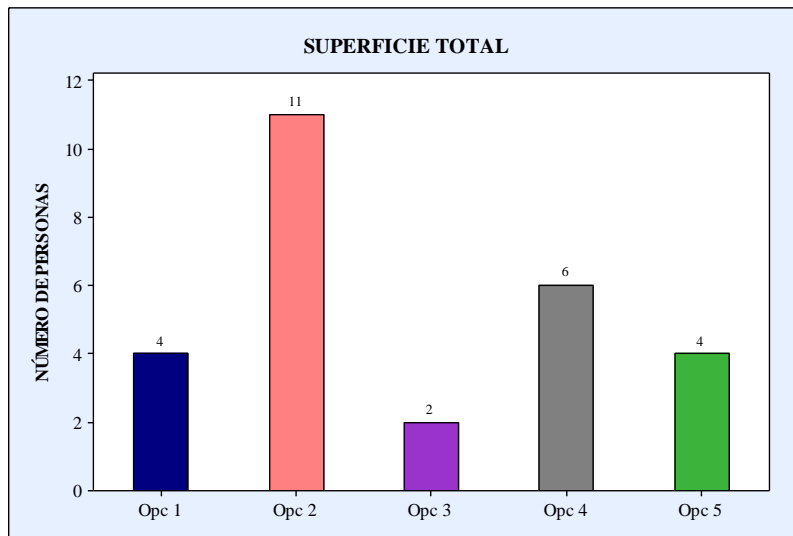


Figura 3.8. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto al grado de importancia que le dan a la opción superficie total en relación a que considerarían que afectaría el precio por m^2 de un terreno. El color azul representa la opción número 1, el tono rosa la número 2, el tono morado la número 3, el tono gris la número 4 y el tono verde la número 5.

De la Figura 3.8, 11 personas encuestadas la consideran como la opción número 2 otorgándole una elección relevante más no tan importante, 4 personas la número 1, 2 personas la número 3, 6 personas la número 4 y 4 personas la número 5.

PENDIENTE (DESCENDIENTE, ASCENDIENTE)

En la Figura 3.9 se puede apreciar que 9 personas encuestadas le otorga la opción número 5 con esto se considera que no creen que este sería un factor que influiría para proporcionarle un precio por m^2 a un terreno, 2 personas la número 1, 2 personas la número 2, 8 personas la número 3 y 7 personas la número 4.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

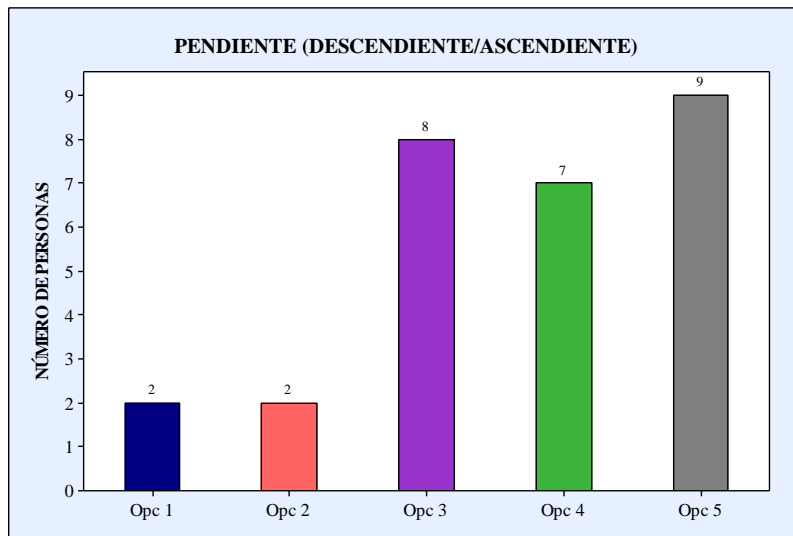


Figura 3.9. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto al grado de importancia que le dan a la opción pendiente (Descendiente/Ascendiente) en cuanto a que considerarían que afectaría el precio por m² de un terreno. El color azul representa la opción número 1, el tono rosa la número 2, el tono morado la número 3, el tono verde la número 4 y el tono gris la número 5.

INFRAESTRUCTURA COLINDANTE (SERVICIOS)

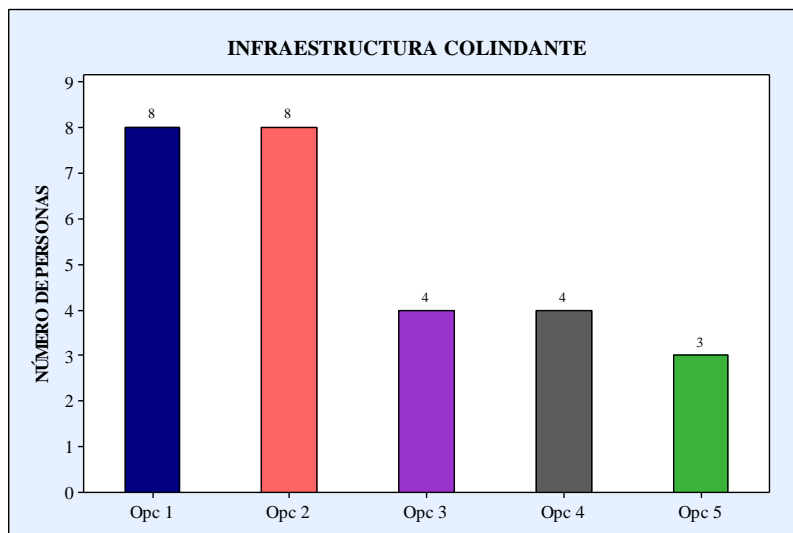


Figura 3.10. Histograma de frecuencias que muestra la respuesta de los encuestados en cuanto al grado de importancia que le dan a la opción infraestructura colindante (servicios) en cuanto a que considerarían que afectaría el precio por m² de un terreno. El color azul representa la opción número 1, el tono rosa la número 2, el tono morado la número 3, el tono gris la número 4 y el tono verde la número 5.

De la Figura 3.10, 8 Personas encuestadas la consideran como la opción número 1 al igual que 8 personas la consideran como la número 2, esto quiere decir que opinan que esta opción es de gran importancia para determinar el valor por m² de un terreno, mientras que 4 personas la número 3, 4 personas la número 4 y 3 personas la número 5.

PREGUNTA 8

8.- ¿Considera Ud. que es importante la asesoría de un especialista en compra-venta de bienes inmuebles cuando se desea vender o adquirir un terreno?

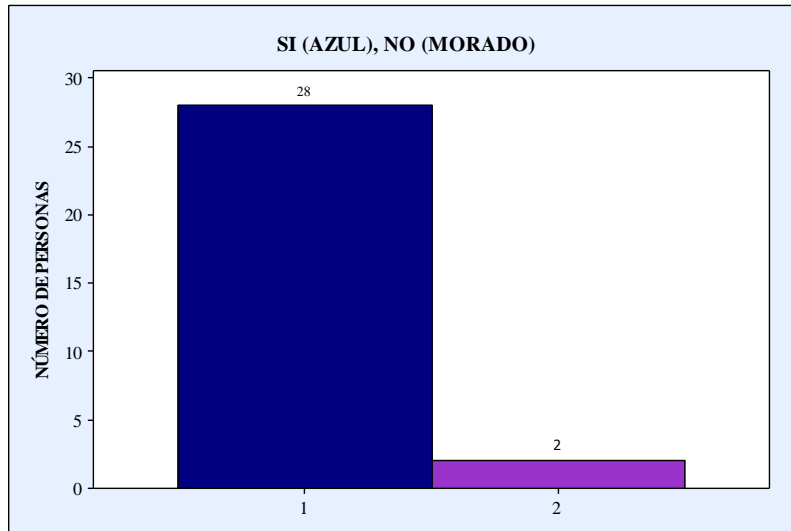


Figura 3.11. Histograma de frecuencias que muestra el comportamiento de la experiencia de los encuestados en la participación de transacciones de compra-venta de inmuebles. El color azul corresponde a la respuesta afirmativa, mientras que el tono morado a la respuesta negativa.

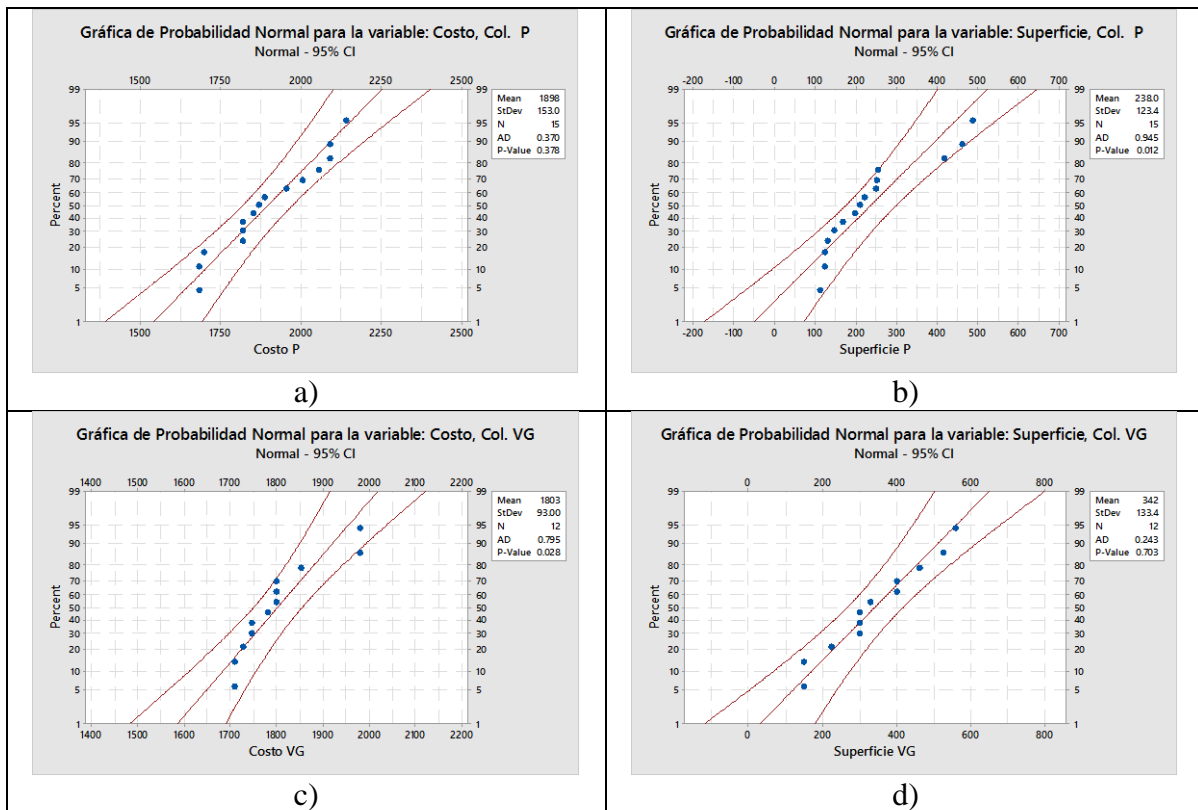
De la Figura 3.11, 28 de los participantes consideran que se debe recurrir a la asesoría de un especialista cuando se realizan operaciones de compra-venta de bienes inmuebles y solamente 2 mencionan que no. Esto lleva a la conclusión de que en efecto es importante la asesoría de un especialista para realizar este tipo de procedimientos.

De lo anterior se desprende el hecho que de todas las características presentadas en la encuesta, a “ubicación en la manzana” las personas encuestadas le otorgan el grado de importancia número 1, pues piensan que es la que más afecta el precio por m² del terreno, después a “infraestructura colindante (servicios)” le otorgan el grado de importancia 2, mientras que el grado de importancia 3 es para “superficie total”, consecutivamente, a “forma del terreno” se le da el grado de importancia 4 y finalizando con “pendiente (descendiente, ascendiente)” la importancia 5.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

En estas condiciones y de acuerdo con los resultados de los histogramas de las Figuras. 3.2-3.11, se puede decir entonces que las dos variables numéricas a considerar son: “Costo” y “Superficie”.

Para aplicar los métodos estadísticos descritos en el Capítulo 2 a las dos variables numéricas a considerar, es menester revisar si los datos correspondientes a las muestras obtenidas en las tres colonias, satisfacen los supuestos del modelo, es decir, se realizan las correspondientes gráficas de Probabilidad Normal, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente figura.



Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

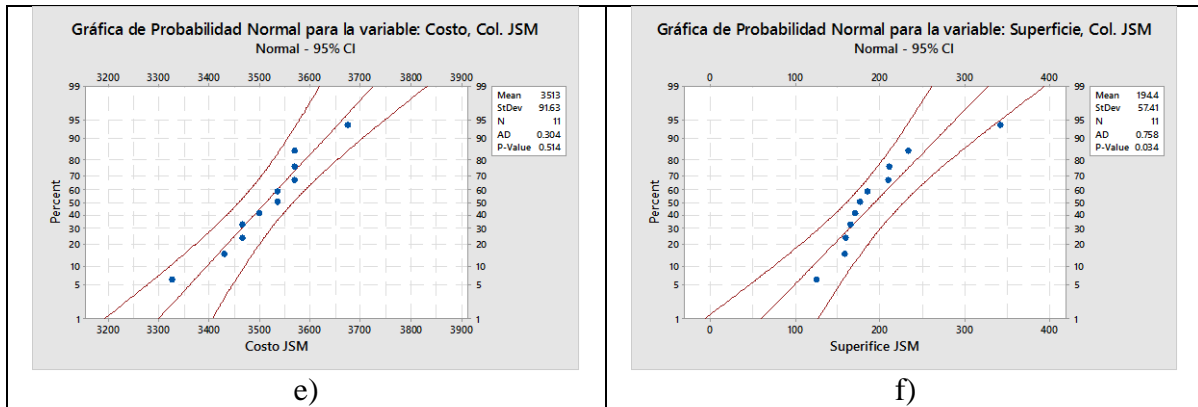


Figura. 3.12. Se muestran las gráficas de probabilidad normal de los variables costos y superficie, respectivamente, para las muestras de las tres colonias consideradas; a) colonia Patrimonio (P), b) colonia Vicente Guerrero (VG) y c) colonia Jardines de San Manuel.

De acuerdo con los resultados mostrados en la figura anterior, se puede observar que ambas variables, para las tres muestras, cumplen con los supuestos del modelo, pues tienen un buen comportamiento estadístico, como se explicó en la Sección 2. Por lo tanto, no se tiene ningún inconveniente en realizar el análisis de regresión lineal correspondiente para cada muestra, para el caso de los terrenos atípicos. Tales análisis se muestran a continuación.

- a) Para la muestra de la colonia Patrimonio: se realiza un ARLM que contiene como variable respuesta al Costo y como variables explicativas a la Superficie, la Forma y la Ubicación, obteniendo el siguiente resultado.

Regression Analysis: Costo versus Superficie, for, ubic

Regression Equation

$$\text{Costo} = 2164.4 - 1.101 \text{ Superficie} - 46.5 \text{ for} + 33.5 \text{ ubic}$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	2164.4	79.8	27.13	0.000	
Superficie	-1.101	0.133	-8.25	0.000	1.04
for	-46.5	33.8	-1.38	0.196	1.04
ubic	33.5	35.7	0.94	0.368	1.02

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
60.3891	87.75%	84.41%	79.15%

Analysis of Variance

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	287418	95806	26.27	0.000
Superficie	1	248418	248418	68.12	0.000
for	1	6905	6905	1.89	0.196
ubic	1	3210	3210	0.88	0.368
Error	11	40115	3647		
Total	14	327533			

Los siguientes resultados presentan el ARLS para las variables respuesta Costo y explicativa Superficie.

Regression Analysis: Costo versus Superficie

Regression Equation

$$\text{Costo} = 2170.4 - 1.143 \text{ Superficie}$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	2170.4	35.5	61.18	0.000	
Superficie	-1.143	0.133	-8.58	0.000	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
61.5202	84.98%	83.82%	79.22%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	278332	278332	73.54	0.000
Superficie	1	278332	278332	73.54	0.000
Error	13	49202	3785		
Total	14	327533			

Como se puede observar, las ecuaciones del análisis son muy parecidas, teniendo prácticamente las mismas ordenada al origen y pendiente, por lo que parece que no es necesario incluir en el modelo las otras variables explicativas, pues no aportan información considerable al mismo.

- b) Para la muestra de la colonia Vicente Guerrero: se realiza un ARLS considerando como variable respuesta al Costo y como variable explicativa a la Superficie. Vale la pena resaltar que como en el caso anterior, el resto de las variables no aportan información relevante al modelo, por lo que no se incluyen en el mismo, es decir, no se realiza un ARLM.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del

costo

Regression Analysis: Costo VG versus Superficie VG

Regression Equation

$$\text{Costo VG} = 2023.9 - 0.6458 \text{ Superficie VG}$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	2023.9	30.3		66.69	0.000	
Superficie VG	-0.6458	0.0831		-7.77	0.000	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
36.7772	85.78%	84.36%	75.85%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	81622.4	81622.4	60.35	0.000
Superficie VG	1	81622.4	81622.4	60.35	0.000
Error	10	13525.6	1352.6		
Total	11	95148.0			

- c) El ARLS para el caso de la muestra de la colonia Jardines de San Manuel se tiene lo siguiente (no se realiza el caso con el resto de las variables explicativas por las razones explicadas en los casos anteriores):

Regression Analysis: Costo JSM versus Superficie JSM

Regression Equation

$$\text{Costo JSM} = 3809.2 - 1.525 \text{ Superficie JSM}$$

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	3809.2	31.7		120.11	0.000	
Superficie JSM	-1.525	0.157		-9.71	0.000	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
28.5105	91.29%	90.32%	61.09%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	76653	76652.5	94.30	0.000
Superficie JSM	1	76653	76652.5	94.30	0.000
Error	9	7316	812.9		
Total	10	83968			

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

A manera de ejemplo, se presenta lo siguiente: Supongamos que se requiere estimar el costo de un terreno con 210 m² ubicado en la colonia San Manuel. De acuerdo con los resultados presentados en el caso c) se tiene:

- i. Usando la Ecuación de Regresión:

$$\text{Costo JSM} = 3809.2 - 1.525 \text{ Superifíce JSM},$$

Y sustituyendo en ésta el valor de *Superifíce JSM* =210.

- ii. Se obtiene un precio de \$ 3488.95, el cual es aproximadamente 91.29 % de que sea correcto, de acuerdo con el Coeficiente de Correlación (de Pearson) encontrado.
- iii. Asimismo, el valor de la desviación estándar $s = 28.5105 \approx 29$, se encuentra que el intervalo de precios que contiene a aproximadamente el 68 % de las muestras es (3459.00, 3517.00), notando que el valor obtenido se encuentra sin problemas en el intervalo de confianza del 68% y 91 % que el valor obtenido es correcto.

Con estos resultados se encuentra que dentro de una colonia dada, los factores de **Ubicación en la manzana** y **Forma** de un lote atípico no influyen grandemente en el precio del mismo, por lo que basta con realizar un ARLS para estimar el precio del lote.

En estas condiciones es menester observar que al precio debe anexarse el valor del margen de error correspondiente, dado por la desviación estándar respectiva, que pese a que se puede calcular manualmente, el programa de cómputo lo realiza de forma sencilla.

Finalmente, para que los resultados presentados tengan “sentido” de aplicación, se requiere determinar el coeficiente de correlación, para este caso de Pearson, correspondiente, pues recordemos que éste proporciona la medida de asociación entre las dos variables que se pretenden relacionar.

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

3.3 Análisis de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en la sección anterior, a través de las Figuras. 3.2 a 3.12, se puede decir que la ecuación que se utiliza para calcular el costo (variable dependiente) de un lote atípico en una colonia determinada de la Ciudad de Puebla, es la de Regresión Lineal Simple en la que solamente se toma en cuenta la superficie del terreno en cuestión (variable independiente), además del coeficiente de correlación (de Pearson). Esta conclusión se establece porque las otras variables independientes como ubicación y forma no proporcionan variación significativa en el costo del lote. Sin embargo, una descripción o análisis de los resultados para cada caso se presenta a continuación.

1. Para la colonia Patrimonio: se realiza el ARLM, que considera como variable respuesta al Costo, y como variables explicativas a la Superficie, la Forma y la Ubicación. Adicionalmente se realiza un ARLS que solo contiene la variable respuesta Costo y la variable explicativa Superficie. Se realiza una comparación de resultados obteniendo que:

- a. para el caso del ARLM la Ec. de Regresión es

$$\text{Costo} = 2164.4 - 1.101 \text{ Superficie} - 46.5 \text{ for} + 33.5 \text{ ubic},$$

en la que se aprecia que el valor del término constant es de 2164.5 y de los coeficientes es -1.101 para la variable Superficie, -46.5 para for y 33.5 para ubic. Los valores de los estadísticos de prueba, valor p, son apropiados y el FVI es válido, de acuerdo con lo descrito en el Capítulo 2. Asimismo, el valor correspondiente de la desviación estándar es de $S = 60.3891$, con un valor de $R^2=87.75 \%$, lo cual nos muestra que la relación lineal entre la variable respuesta y las explicativas es aproximadamente 88 % confiable. Adicionalmente se realizó un ARLS, como se describió en la sección 3.2.1, encontrando que la Ec. de Regresión respectiva es:

$$\text{Costo} = 2170.4 - 1.143 \text{ Superficie},$$

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

notando que los coeficientes constante y de la variable Superficie son muy similares a los del modelo de RLM. Sin embargo, $R^2 = 84.98\%$, también muy cercano al valor del caso de RLM, pero los valores de los estadísticos de prueba fueron excelentes, así como el del FVI, por lo que se optó por emplear este modelo para uso en el trabajo. El valor de la desviación estándar correspondiente a emplear para realizar predicciones es de $S = 61.5202$, que es también muy cercano al del caso anterior. Estos datos se emplean para determinar el intervalo de predicción correspondiente, como se mostró al final de la sección anterior. La decisión anterior de emplear el MRLS en lugar del MRLM se sustenta en el hecho que los valores de los estadísticos de prueba y el FVI son aún mejores para el primer caso que para el segundo.

2. Para el caso de la colonia Vicente Guerrero el ARLS arroja la Ec. de Regresión

$$\text{Costo VG} = 2023.9 - 0.6458 \text{ Superficie VG,}$$

en la que el término constante tiene un valor de 2023.9, mientras que el coeficiente o pendiente de la ecuación es -0.6458. La desviación estándar es $S = 36.7772$, con una $R^2 = 85.78\%$. Los valores de los estadísticos de prueba y del FVI fueron excelentes también, como se aprecia en la parte b) de los análisis de regresión realizados en la sección anterior.

3. Para la muestra de la colonia Jardines de San Manuel la Ec. de Regresión es

$$\text{Costo JSM} = 3809.2 - 1.525 \text{ Superficie JSM,}$$

notando que los valores de los coeficientes constante y pendiente del modelo son 3809.2 y -1.525, respectivamente. El valor de la desviación estándar obtenido es $S = 28.51$, con $R^2 = 91.29\%$. Análogamente, los valores de los estadísticos de prueba y del FVI fueron excelentes. Sin embargo, a manera de ejemplo, se realiza un ejercicio en el que se explica la forma de obtener el precio de un lote de 210 m^2 empleando el ARLS, obteniendo un costo del terreno, por m^2 , de \$ 3488.95, del cual

Capítulo 3: Aplicación del método estadístico en la determinación del costo

estamos aproximadamente 91 % seguros de que sea correcto. Dado que $S = 28.51$, el intervalo de confianza correspondiente, al 68 % es de (3459.00, 3517.00), con lo que se observa que el valor obtenido de \$ 3488.95 se encuentra en el intervalo de confianza del 68 %, como se explicó en la parte c) del análisis de regresión presentado al final de la sección anterior.

Finalmente, es importante mencionar que con estos resultados se presenta una ecuación, en relación a una base de datos y con respaldo estadístico, que permite determinar el precio, por m^2 , de un terreno atípico en una colonia dada. El método permite adicionalmente calcular la desviación estándar, que representa el error del modelo, para determinar el intervalo de confianza respectivo, garantizando que es posible su aplicación general, para lo cual solo se requiere de la base de datos correspondiente.

Conclusiones

El presente trabajo cumple tanto su objetivo general como los particulares propuestos al detallar una propuesta de método (que emplea Regresión Lineal) para determinar el costo, por m^2 , de un lote atípico, y con esto, determinar el precio total del lote en cuestión. Por lo que se concluye lo siguiente:

- En el primer capítulo se describen los conceptos fundamentales de la valuación, sus enfoques y principios, con la finalidad de mostrar el conocimiento de los mismos. En el segundo capítulo se exponen los métodos estadísticos empleados para el desarrollo y tratamiento del problema. En el tercer capítulo se aplican los métodos descritos para generar un método que permita determinar el costo de un lote atípico.
- Empleando métodos y consideraciones de carácter estadístico se genera una encuesta que proporciona el sustento para realizar el estudio estadístico. Adicionalmente se emplean datos con valores de precios de terrenos en tres colonias distintas de la ciudad de Puebla. Estos precios de terrenos constituyeron una segunda base de datos, que finalmente se empleó para el estudio realizado.
- Aplicando a la base de datos de costos de terrenos atípicos, inicialmente el Método de Regresión Lineal Múltiple, se determinó la ERLM para el costo, por m^2 , de un terreno de este tipo. Sin embargo, por las consideraciones mencionadas en los Análisis de Regresión de la Sección 3.2.1, Obtención de Resultados, resultó más conveniente la Regresión Lineal Simple para determinar el costo, por m^2 , de un terreno atípico, en función solo de las dimensiones de la superficie del mismo, es

decir, basta con un ARLS que considere como variable respuesta al Costo y como variable explicativa a la Superficie, para obtener el valor de un lote por m^2 , pues las demás variables inicialmente consideradas, no proporcionaron una diferencia significativa, estadísticamente hablando. Es importante mencionar que todas las variables de la encuesta han sido consideradas y graficadas, sin embargo, el estudio arroja que solo se deben considerar aquellas que llevan a una conclusión apegada a las variables tomadas en cuenta al final.

- El estudio se realizó para tres colonias diferentes de la ciudad de Puebla. Las ecuaciones de regresión obtenidas son estadísticamente viables, pues tienen un R^2 significativo, con lo que se resalta la importancia de la Estadística como herramienta fundamental para el valuador. En los tres casos se presenta el margen de error, representado por la desviación estándar, que aporta sentido y confiabilidad al modelo.
- Con lo anterior se presenta finalmente un método que permite al perito valuador determinar, primero, el costo, por m^2 , de un lote atípico, y posteriormente el costo total del mismo, con lo que se muestra que se cumplen los objetivos propuestos al inicio de la tesis.

Es importante mencionar que el método obtenido es aplicable para la Ciudad de Puebla, sin embargo, para ajustarlo o aplicarlo a zonas diferentes, se pueden realizar las encuestas pertinentes y aplicar el mismo método y argumentos, para determinar las ecuaciones pertinentes a la zona en que se desea aplicar.

Finalmente, una reflexión: El presente trabajo tiene la única pretensión de apoyar a los profesionales que asesoran o tienen la necesidad de valorar los predios atípicos que son

sujetos a transacciones de compra-venta, para que tengan una referencia y un instrumento que les permita sustentar sus decisiones basadas en una herramienta confiable y metodológicamente probada para ejercer su tarea.

Bibliografía

1. Asociación Profesional de Sociedades de Valoración (ATASA, España), Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación (UPAV), Normas Internacionales de Valuación, (2011)
2. M.V.I. Ing. Civil Gonzalo E. Quiroga Cantú, Valuación Inmobiliaria, Tratado de Metodologías, México (2009)
3. diario oficial, Sociedad Hipotecaria Federal, s.n.c. reglas de carácter general que establecen la metodología para la valuación de inmuebles objeto de créditos garantizados a la vivienda, México (2004)
4. Diario Oficial, Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, metodología y criterios de carácter técnico para la elaboración de trabajos velatorios que permitan dictaminar el monto de las rentas de los bienes inmuebles, muebles y unidades económicas de los que las dependencias, la Procuraduría General de la República, las unidades administrativas de la Presidencia de la República y las entidades, deban cobrar cuando tengan el carácter de arrendadoras o pagar cuando tengan el carácter de arrendatarias, México (2009)
5. Anderson D. R., Sweeney D. J., Williams T. A. Estadística para Negocios y Economía. Cengage Learning. 11ª. Edición. México. 2012.
6. Levine D. M., Ramsey P. P. and Smidt R. K. Applied Statistics for Enginners and Scientists using Microsoft Excel and Minitab. Prentice Hall. 2001. New Jersey.
7. Rosales L. M. Fundamentos de Estadística, Análisis Exploratorio de Datos. ITAM. México. 2013.
8. Meet Minitab, Release 14 for Windows. 4th Editioin. Minitab Inc. 2003.