



BUAP

BENEMÉRITA **U**NIVERSIDAD **A**UTÓNOMA DE **P**UEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**DETERMINACIÓN DE VALORES UNITARIOS CATASTRALES
DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, EMPLEANDO EL MÉTODO DE
REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRA EN VALUACIÓN

Presenta:

ARQ. GABRIELA PENÉLOPE MÉNDEZ BLANCA

Asesor de tesis:

Dr. Enrique Montiel Piña

Coasesor de tesis:

M. I. José Luis Macías Ponce

Puebla, Pue.

Diciembre 2016



OFICIO SIEP No. 2953/ 2016

ARQ. GABRIELA PENÉLOPE MÉNDEZ BLANCA
Maestría en Valuación
Presente.

El suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de tema de tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **"DETERMINACIÓN DE VALORES UNITARIOS CATASTRALES DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, EMPLEANDO EL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE"**, para obtener el grado de Maestro en Valuación. Asignándose como Asesor de tesis a Dr. Enrique Montiel Piña y Co-Asesor al M.I. José Luis Macías Ponce.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Pensar bien, para vivir mejor"

Puebla, Pue., a 10 de noviembre de 2016


M.I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

C.c.p. Dr. Enrique Montiel Piña. Asesor tema de tesis.

C.c.p. Mtro. José Luis Macías Ponce. Co-Asesor tema tesis.

C.c.p. Archivo.

ABH/JMP/dsm.



Facultad
de Ingeniería

Bldv. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING 4, 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

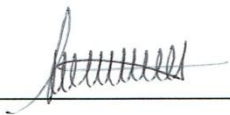
Los suscritos, Dr. Enrique Montiel Piña, M.I. José Luis Macías Ponce, Asesor de Tesis y Co-Asesor, respectivamente de la tesis titulada **“Determinación de Valores Unitarios Catastrales del Municipio de Puebla, empleando el Método de Regresión Lineal Múltiple”**, presentado por la **C. Arq. Gabriela Penélope Méndez Blanca**, pasante de la Maestría en Valuación, con número de matrícula: 213470286, nos permitimos informarle a Usted que después de haber revisado la tesis antes mencionada, no tenemos inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

Hacemos 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 02 de Diciembre de 2016



Dr. Enrique Montiel Piña
Asesor de Tesis



Mtro. José Luis Macías Ponce
Co-Asesor de Tesis

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

c. c. p. Arq. Gabriela Penélope Méndez Blanca.- Estudiante.

c. c. p. Archivo

DEDICATORIA

A mi familia Adrián, Emilio y Sarah con todo mi amor

AGRADECIMIENTOS

A mi familia quienes me apoyaron día a día, me esperaron y me alentaron a continuar con este sueño. A mis profesores que durante la maestría me compartieron conocimientos y que con su experiencia me permitieron crecer como profesionista. Especialmente al Mtro. David Sánchez Jiménez que me dio la oportunidad de ingresar a esta maestría y al Dr. Enrique Montiel Piña que además de dedicar sus conocimientos, paciencia y tiempo ha sido mi amigo.

Índice

Planteamiento del problema	I
Justificación	II
Objetivos	II
Introducción	1
Capítulo 1: Conceptos fundamentales de Valuación y Catastro	3
1.1 Conceptos fundamentales de Valuación	4
1.2 Conceptos fundamentales de Catastro	5
1.2.1 Generalidades del Castro	6
1.3 Valores Catastrales en el Municipio de Puebla	7
1.3.1 Aspectos legales de los Valores de suelo y zonificación	9
Capítulo 2: Valuación de Terrenos	14
2.1 Topografía, localización y forma	15
2.2 Factores que influyen los Valores de suelo	16
Capítulo 3: Colonias de Puebla	19
3.1 Características lugar de estudio	20
3.3 Colonias objeto de estudio (Variables)	20
Capítulo 4: Estadística aplicada: Regresión lineal y pruebas de significancia	25
4.1 Análisis de Regresión Lineal Múltiple	26
4.1.1 Objetivos de la Regresión aplicada a determinar valores unitarios	28
4.2 Método de Mínimos Cuadrados para la RM	29

4.3 Coeficiente de Determinación Múltiple	30
4.4 Relación entre SST , SSR y SSE	30
4.5 Coeficiente de correlación	31
4.6 Pruebas de significancia (f y t)	32
4.7 Análisis de residuales	33
4.8 Proceso de Homologación	34
Capítulo 5: Proceso y Análisis de Resultados	35
5.1 Generación de datos	36
5.2 Procesamiento de la información y obtención de resultados	39
5.3 Análisis	40
Conclusiones	54
Bibliografía	55

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existe una falta de metodología estructurada y sustentada que pueda coadyuvar a realizar un cálculo de valores catastrales debido a que actualmente estos valores los realiza el Catastro de Puebla, se requiere un método rápido, eficaz para hacer una valuación masiva e integrar bases de datos como estudios de mercado, encuestas de diferentes colonias urbanizadas para determinar valores lo más cercanos a lo que dicte el mercado inmobiliario y acercarse más a una equiparación de los mismos.

Debido a que este tipo de investigaciones o análisis requieren de una metodología especializada y de personal capacitado para la recopilación de los datos, el Catastro se encuentra limitado para hacer un levantamiento exacto de los predios donde en muchas ocasiones además se contra ponen intereses económicos y políticos.

En este trabajo se pretende demostrar que el Método de Regresión Lineal Múltiple representa un recurso, fundamentado en principios matemáticos, que permita calcular de una forma sustentada, Valores Catastrales adecuados para beneficio de los contribuyentes.

JUSTIFICACIÓN

Los Valores Unitarios corresponden al Valor Catastral por m², de un inmueble y se encuentran publicados en la Ley de Ingresos Municipal del Municipio de Puebla. Se publican los valores catastrales de cada uno de los municipios, debido a que con esos valores se calculan los impuestos que paga un individuo para hacer una transacción o algún trámite notarial. Con frecuencia se habla del valor de mercado de una propiedad y de un valor catastral de la misma. El órgano institucional que se encarga de hacer esta tarea es el Catastro Municipal, sin embargo, para el presente trabajo es necesario saber cómo son calculados los Valores Catastrales de suelo urbano, haciéndolo de una forma rápida y bien estructurada para el hacer los correctos ajustes a estos valores de una forma justificada para beneficio de todos los contribuyentes.

OBJETIVO

A medida que se incrementa la cantidad de información en el sistema de gestión catastral y se renuevan tanto los programas empleados por los organismos gubernamentales y el personal, se requiere a la par de un documento en el cual se determine la metodología a seguir para el procesamiento de la información. En estas condiciones, en este trabajo se pretende lograr el siguiente objetivo general:

Utilizar un método estadístico como el Método de Regresión Lineal Múltiple para determinar Valores Unitarios Catastrales para suelos urbanos, la propuesta se enfoca en 5 diferentes colonias del Municipio de Puebla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Empleando el Método Estadístico de Regresión Lineal Múltiple se determinarán las variables detonantes que influyen en el costo real del suelo urbano del Municipio de Puebla. Para esto se realizarán los siguientes objetivos específicos:

- Integrar una base de datos con características de 5 distintas colonias del Municipio de Puebla, con el método de Regresión Lineal Múltiple como un método matemático para determinar las variables detonantes para la determinación de Valores Catastrales.
 - Con la información de la base de datos, determinar las bases que originan el Valor Catastral de un predio urbano, mismo que sirve de base para el cobro de impuesto predial y un uso multifinanciero.

Introducción

El Catastro es el organismo gubernamental que tiene como uno de sus principales objetivos generar una base de datos de valores comerciales y catastrales actualizados. Esto está fundamentado en el Art. 115 Constitucional en el Art. 5to. Transitorio. Este artículo establece la obligación tanto para las Legislaturas de los Estados como para los Municipios de adoptar las medidas conducentes a fin de que los valores unitarios de suelo, que sirven de base para el cobro de las contribuciones sobre la propiedad inmobiliaria, sean equiparables a los valores de mercado.

El catastro actualmente tiene un problema técnico ya que no cuenta con los insumos necesarios para mantener la base de datos actualizada. Debido a la ausencia de estudios de mercado actualizado y el comportamiento de transformación del suelo, la ausencia y procesos claros, que vinculen bases de datos y cartografía.

La consolidación de las áreas urbanas determina la comercialidad del suelo, es decir mayor y mejor infraestructura, equipamiento o servicios, el suelo puede adquirir mejores valores de comercialización. Por lo tanto, donde existan pocas muestras de valor de suelo, la elaboración de un modelo permitirá que se consideren variables urbanas para la estimación de valores comerciales y catastrales

Esta tesis se basa en la Determinación de Valores de suelo Catastral en el Municipio de Puebla, tomando como caso de estudio 5 colonias de distinto nivel socioeconómico. Esto se logra mediante la utilización del Método de Regresión lineal Múltiple

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, costos, valores comerciales y valores catastrales. Utilizadas por los usuarios de las labores inmobiliarias.

En el segundo capítulo se describen los conceptos utilizados en valuación de terrenos, que factores afectan o benefician al valor de un terreno. Mismo que debemos considerar antes de dar un dictamen final.

El tercer capítulo se da a conocer cuál es nuestro caso de estudio que está dentro del Municipio de Puebla. Se procedió a elegir cinco colonias dentro de la zona metropolitana y que tuvieran distinto nivel socioeconómico. Este tema es importante debido a que las variables son el punto medular de la investigación, de estas dependen las zonas y valores por metro cuadrado.

En el capítulo cuatro 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, la realización de pruebas de hipótesis y como verificar si un conjunto de datos cumple con los principios del método.

En el capítulo cinco se menciona como se clasifica, se procesa y se analiza la información; Además de las variables que ayudan a determinar los valores, se analizaron las muestras utilizadas y finalmente los valores catastrales pronosticados y la comparación entre ellos.

Capítulo 1

Conceptos fundamentales de Valuación y Catastro

En este capítulo se exponen los conceptos fundamentales de la valuación y catastro necesario para el desarrollo de la tesis. El papel que juega el Catastro y el manejo de los valores catastrales en la actualidad; Además del marco legal que los fundamenta.

1.1 Conceptos fundamentales de Valuación

Esta investigación se basa en la determinación de Valores Catastrales estimados por metro cuadrado de suelo, mediante el método de regresión lineal múltiple; Es importante mencionar que los criterios que se aplican para determinar valores, están sujetas a variaciones propias de la zona (como son las relacionadas a los cambios de la oferta y la demanda), así como distintas variables como nivel de economía, disposición de servicios, equipamiento urbano, nivel de estudio, ubicación, y tipo de zona, es necesario tener referentes económicos y factores que proporcionen elementos que faciliten determinar valores de suelo urbano en una colonia.

A continuación se mencionan de forma enunciativa algunos conceptos que serán de vital importancia para el ejercicio de la Valuación. Mismos que se emplean comúnmente en esta actividad.

- **Valuación:** Es el procedimiento sustentado en conocimientos científicos y técnicos para estimar el precio justo de un bien. Es oportuno recordar en este momento que al referirnos en cada una de las definiciones a “un bien”, estamos hablando del inmueble en estudio. La valuación da como resultado un dictamen para efectos de conocer el valor con fines particulares, adquisiciones, enajenaciones, rentas seguros, fianzas o pago de impuestos.
- **Precio:** Es la cantidad demandada. Ofrecida o pagada por un activo. Debido a la capacidad financiera, motivaciones o intereses especiales de un determinado 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:** Se refiere a cuánto vale la propiedad, en términos monetarios, o equivalentes en beneficios o servicios para compradores y vendedores. También es valor cuando decimos cuánto vale hoy un beneficio futuro relacionado a la posesión de un bien.
- **Terreno:** Es el elemento fundamental de la valuación, constituido por el predio que alberga a las edificaciones son constituidas por los espacios físicos que alojan diferentes actividades humanas.
- **Lote Tipo:** Es lote de terreno cuyas dimensiones de frente y profundidad son lo más predominante en la zona. En general para las lotificaciones urbanizadas en los últimos años, las dimensiones tienen forma rectangular y tienen una relación entre la dimensión de frente y fondo.

- **Valor Catastral:** Es el valor obtenido de acuerdo a las tablas de valores catastrales unitarios de suelo aprobadas por la H. Legislatura y publicadas en el Periódico Oficial. En todos los casos, se aplicará de manera puntual la metodología y factores, descritos en el Manual de Valuación.
- **Valor Comercial:** Es el valor obtenido del estudio de mercado homologado para establecer el valor de mercado de esa calle, el cual se multiplica por el factor de 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.

1.2 Conceptos fundamentales de Catastro

El catastro es el inventario de los inmuebles que conforman el territorio de un municipio, así como de la infraestructura y equipamiento de los mismos, estructurado por el conjunto de registros o padrones inherentes a la identificación, descripción, registro, cartografía y valuación masiva de éstos para fines fiscales y de usos multifinalitarios, procurando la actualización permanente de las características cualitativas y cuantitativas de la tierra y las construcciones que en ella se asienten.

A partir de marzo del 2000, con las reformas hechas por el Congreso de la Unión al artículo 115 constitucional, todos los ayuntamientos tienen la necesidad de realizar la valuación de las propiedades de la mancha urbana de las ciudades y de hacer más eficiente los siguientes servicios:

- Apoyar con los Planes de Desarrollo Urbano para determinar el uso de suelo
- Trabajar en conjunto con las delegaciones para la regularización de la tenencia de la tierra.
- Proporcionar y actualizar información cartográfica
- Incrementar la facturación del impuesto predial

El Catastro requiere de técnicas y procedimientos más precisos además de confiables para la valuación colectiva de los diferentes inmuebles, debido al crecimiento acelerado de las áreas urbanas que conforma el municipio de Puebla. Todos estos municipios tienen la necesidad de contar con información actualizada y real de cada uno de los predios y construcciones que están en su territorio, ya que cambios constantes en los inmuebles y las características del entorno urbano de cada uno de ellos que repercuten en sus valores. La valuación colectiva es una herramienta que apoya al avalúo individual en lo que respecta a

costos y tiempo, pero minimizando la subjetividad en los manuales de procedimientos establecidos por el catastro.

Los objetivos del catastro son:

- Obtener, clasificar, procesar y proporcionar información certificada de suelo y construcciones del terreno urbano y rural del municipio.
- Determinar y establecer normas técnicas para proponer tablas de valores unitarios, así como de incremento y demérito del valor de la propiedad raíz.
- Mantener actualizado un sistema de información geográfica catastral.
- Registrar, controlar y mantener permanentemente actualizados las características cuantitativas y cualitativas de los bienes inmuebles comprendidos en su jurisdicción territorial para fines de orden fiscal y otros usos multifinalitarios que pudieran generar.
- Localizar y deslindar los predios ubicados dentro del territorio del municipio.
- Establecer zonas y regiones de los predios urbanos y rurales del municipio.
- Crear un registro sistematizado de todos los bienes inmuebles dentro del patrimonio municipal.
- Asignación de claves catastrales de cualquier forma para su localización.¹

1.2.1 Generalidades del Catastro

1. En su sentido más usual, el término Catastro se refiere a la inscripción oficial de la localización, extensión, tenencia, propiedad y del valor de un inmueble, para obtener un conjunto de registros establecidos metódicamente de los inmuebles de una municipalidad territorial. De esta forma se define un sistema catastral como un registro de inmuebles, incluyendo tierras, mejoras y sus derechos establecidos metódicamente en todo un municipio.
2. Existe una gran variedad de términos que se asocian a la palabra catastro, por ellos resulta necesario hacer una clasificación. De modo que, según el propósito del levantamiento, se habla de un catastro jurídico o legal, de un catastro de propiedades, de un catastro geométrico y de un catastro de impuesto o catastro fiscal; en términos descriptivos, existe el catastro de edificaciones, el catastro de abastecimientos, el catastro forestal y agrícola, etc. Además de un catastro numérico, computacional o informático.
3. El catastro constituye una base fundamental para un municipio, ya que permite sentar las bases para la recaudación del impuesto predial, para poder destinar

¹ Manual de Valuación Catastral para el Estado de Puebla; Capítulo III; Metodología de la Valuación Edición 2014

recursos al financiamiento del desarrollo regional, las operaciones catastrales permiten integrar un banco informativo multifinalitario, con aplicaciones prácticas que rebasa los propósitos estrictamente fiscales.

4. Sin lugar a dudas, la actividad fiscal debe ser realizada de manera más precisa y cuidadosa, con el concurso de los progresos técnicos, pues ella representa no sólo una fuente de recursos económicos para el Estado o Municipio, sino también un vehículo de relación entre el gobierno y los ciudadanos. De ahí que sea necesario lograr un equilibrio óptimo entre las capacidades de pago de los diferentes sectores de la población y las necesidades que el gobierno tiene para realizar obras en beneficio de esa misma población. Esto se puede lograr mediante un catastro ágil y moderno.
5. Estas circunstancias generan la necesidad de aplicar un sistema eficiente, productivo, preciso y económico, que incluya la creación de un organismo responsable para controlar la administración y la aplicación técnica que garantice valuaciones uniformas y equitativas. Esto se puede lograr empleando métodos de valuación colectiva o masiva.
6. La elección de uno u otro dependerá fundamentalmente de las circunstancias y necesidades concretas y deberá siempre tener el objetivo de combinar la eficiencia con la precisión.

1.3 Valores Catastrales en el Municipio de Puebla

El Catastro en las distintas Entidades Federativas del país tiene como principal tarea el registro y captura de los inmuebles, una vez establecidas las características generadas de los mismos para determinar su valor.

La finalidad es fijar el impuesto predial que deberá pagar el propietario de un inmueble.

En este capítulo se presenta el papel del Instituto Registral y Catastral (IRCEP) y cuál es el procedimiento que tienen para hacer la investigación de valores y zonificación que cada año se actualiza y es publicada en la Ley de Ingresos

El sistema de información territorial está integrado por el instituto Registral y Catastral en coordinación con el Gobierno Federal, Estatal y Municipal. El instituto cuenta con patrimonio y personalidad jurídica propia en el Estado de Puebla desde el 3 de agosto de 2011, cuando se publicó en el Periódico Oficial la ley lo reconoce como un organismo público descentralizado y lo sectoriza a la Secretaría General de Gobierno. Esta dependencia se encarga de integrar la función registral y catastral para vincular la información de los propietarios de bienes inmuebles, así como determinarlas características físicas, geográficas y de valor de los inmuebles.

La misión del Catastro del Municipio de Puebla, es capturar las características físicas y legales de los inmuebles ubicados en el territorio estatal. Esta tarea se lleva a cabo mediante procesos sistematizados donde se vincula la información registral y catastral. Además de hacer estudios de mercado para que los valores estén lo más actualizados y apegados a la realidad.

Los objetivos del Catastro Municipal son los siguientes;

- Vincular la información registral y catastral
- Impulsar la modernización y mejoramiento del Registro Público, así como consolidar el catastro en todo el Municipio.
- Establecer el sistema de Administración Territorial y Municipal

Dentro del Catastro existe el Departamento de Valuación, y es aquí donde se generan los valores catastrales y comerciales de suelo urbano, suelo rustico y está ligado con el mapeo para generar las zonas de valor.

La Metodología a utilizar es la siguiente:

- 1.- Estudio de mercado: para generar muestras de cada una de las zonas que comprende el municipio. Esta tarea se realiza en conjunto con los gobiernos municipales.
- 2.- Digitalización de la información: todas las muestras son procesadas y mapeadas para generar las zonas de valor, teniendo en cuenta los límites de cada zona.
- 3.- Para estimar los valores de zona de cada localidad se utiliza el modelo de regresión lineal, pero para que este método de resultados confiables y sobre todo equitativos se requieren tener un buen número de muestras.
- 4.- Se relacionan con variables socioeconómicas

X ₁ = Riqueza económica (Índice de marginalidad)	Variables empleadas en el cálculo de los Valores comerciales 2008 (CONAPO 2005) $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + C$
X ₂ = Número de habitantes	
X ₃ = Tamaño de la localidad (Número de Manzanas)	
X ₄ = Nivel de zona (Número de zona)	
X ₅ = Económico	Se anexaron variables del índice de desarrollo municipal básico (Obtenidas del INAFED 2000)
X ₆ = Social	
X ₇ = Agua	
X ₈ = Drenaje	
X ₉ = Empleo	

Tabla 1.1. Variables empleadas al inicio del modelo

5.- Ecuación del Método de Regresión Lineal Múltiple

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + C$$

6.-

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente

β = Parámetros

C = Error de la estimación

7.- Sí. Con el algoritmo de nueve variables se obtiene un coeficiente de correlación del 78%, significa que sus variables se correlacionan.

Entre mejor sean las condiciones de un Municipio el Valor del suelo aumenta.

Los resultados obtenidos de la regresión lineal múltiple son favorables; pero no todos los municipios se comportan igual y no siempre las variables utilizadas, son factores que influyen en el Valor Catastral.

El Valor Comercial es el que el comprador está dispuesto a pagar y es determinado por el mercado. Valor comercial, contemplan tres tipos de enfoque valuatorio, por su reposición en costo, su rentabilidad y su comparativa al mercado de bienes similares. Todos fundamentados en métodos analíticos debidamente certificados sean de integración de costos, análisis de mercado o en su caso de homologación.

El Valor Catastral es el valor que se genera de relacionar el Valor comercial con diferentes variables convertidas en factores para que el Valor Catastral este a la baja.

Por tal es necesario hacer un estudio para que los valores estén calculados de forma equitativa y que dependiendo de las características de cada zona en estudio se pueda obtener resultados rápidos y confiables.

Si los valores catastrales son calculados de una forma sustentada, los propietarios de inmuebles podrán pagar impuestos equitativos.

1.3.1 Aspectos Legales que fundamentan a los Valores de suelo y su Zonificación

Según la última Reforma a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los ayuntamientos tienen la facultad de proponer a las legislaturas estatales las cuotas o tarifas que se aplicarán a los impuestos, a los derechos, las contribuciones de mejoras y tablas de

valores unitarios de suelo y construcción. Estas propuestas sirven como base para el cobro de impuestos sobre la propiedad inmobiliaria.

Los Ayuntamientos, podrán ejercer en forma directa los recursos de la Hacienda Municipal conforme a la ley, donde se plantean las facultades que las Leyes Federales y Estatales dan a los municipios para “Formular, Aprobar y Administrar la zonificación y Planes de Desarrollo Urbano Municipal” (Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos). Antes del inicio del ejercicio fiscal 2002, en el Artículo 5° de Transitorios, se plantea que las legislaturas de los estados, en coordinación con los municipios respectivos, adoptarán las medidas conducentes a fin de que los valores unitarios de suelo sean equiparables a los valores de mercado de dicha propiedad. Estos valores servirán como base para el cobro de las contribuciones sobre la propiedad. Las legislaturas de los Estados también procederán, en su caso a realizar las adecuaciones correspondientes a las tasas aplicables para el cobro de las mencionadas contribuciones, a fin de garantizar su apego a los principios de proporcionalidad y equidad.

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, en el Título tercero del poder Legislativo, establece en el Artículo 50 que el Congreso tendrá tres periodos de sesiones al año. En el Capítulo II de la Instalación y Labores del Congreso, que corresponde a la segunda sesión, se abordarán los caso previstos y se declarará sí las cantidades percibidas y gastadas están de acuerdo con las partidas respectivas de los presupuestos aprobados, si los gastos están justificados y si existen o no responsabilidades. En el Capítulo III, se especifica que la tercera sesión comenzará el día quince de octubre y terminará el quince de diciembre. Se deberá incluir, en la agenda legislativa, el estudio, la discusión y la aprobación de la Ley de Ingresos del Estado de cada Municipio. La Ley anterior entrará en vigor al año siguiente, al igual que las zonas

Catastrales y las tablas de valores unitarios de suelo y construcción que sirvan de base para el cobro de las contribuciones a la propiedad inmobiliaria. Estas tablas se elaborarán y enviarán en términos de la Legislación Secundaria.

Por último, en el inciso “d” del Artículo 103 de la Constitución Política del Estado de Puebla se plantea que los Ayuntamientos, en el ámbito de su competencia, propondrán a la Legislatura del Estado las cuotas y tarifas aplicables a impuestos, derechos, aprovechamientos, contribuciones de mejoras y productos; así como a las zonas catastrales y las tablas de valores unitarios de suelo y construcción que sirvan de base para el cobro de las contribuciones sobre la propiedad inmobiliaria.

La Ley de Catastro del Estado de Puebla, dedica el Capítulo VIII a los Valores Unitarios; El Capítulo IX, a la Zonificación Catastral; y el Capítulo X a las tablas de Valores Unitarios. En seguida, se presentan los Artículos que se incluyen en estos Capítulos.

Capítulo VIII De los Valores Unitarios

- **Artículo 59.** Los Valores Unitarios de suelo y construcción constituyen la única base de cálculo del valor catastral de un predio y deberán ser equiparables a los valores de mercado de la propiedad inmobiliaria.
- **Artículo 60.** Los Valores Unitarios de suelo y construcción contenidos en las tablas de valores que los Ayuntamientos presenten al Congreso del Estado, deberán determinarse observando los procedimientos, normas y lineamientos aplicables en la materia.
- **Artículo 61.** Las autoridades catastrales podrán determinar los valores unitarios provisionales que deberán aplicarse para obtener el valor catastral provisional de zonas urbanas, suburbanas y rústicas, no incluidas en las tablas de valores unitarios de suelo autorizadas por el Congreso del Estado, así como para los tipos de construcción no contenidos en la tabla correspondiente o cuando haya cambiado en sus características esenciales. Los valores catastrales provisionales regirán hasta que se incluyan en las tablas de valores unitarios de suelo y construcción que fueron aprobadas por el Congreso del Estado y la vigencia de estos valores no podrán exceder de dos años.

El valor catastral o catastral provisional resultante de la valuación o reevaluación surtirá sus efectos a partir del momento en que se realicen.

Capítulo IX. De la Zonificación Catastral

- **Artículo 62.** Zonificación catastral es la delimitación de las localidades urbanas por zonas homogéneas en función de su uso, destino, infraestructura y equipamiento.

Capítulo X. De las Tablas de Valores Unitarios

- **Artículo 63.** Las tablas de valores unitarios son los documentos, bases de datos y planos que contienen los valores por unidad de superficie para el suelo urbano, suburbano y rústico, así como para los diferentes tipos de construcción que se utilizan en la valuación catastral.
- **Artículo 65.** Las tablas de valores unitarios de suelo urbano, suburbano y rustico, así como las de construcción se elaborarán por los Ayuntamientos de conformidad con las disposiciones aplicables en la materia. Estas deberán presentarse al Congreso del Estado para su análisis y en su caso para aprobación en los términos a que refiere la Ley Orgánica Municipal. Estas tablas de valores deberán presentarse en base de datos o planos originales impresos, con el contenido, estructura, formato y especificaciones previstas en esta Ley y demás disposiciones aplicables.

- **Artículo 67.** Las tablas de valores tendrán vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre de cada año. Una vez concluida la vigencia, si el Gobierno Municipal respectivo no presenta, ante el Congreso del Estado, la propuesta de nueva tabla de valores, se prorrogará la misma hasta en tanto sean presentadas las del siguiente año.

El Manual de Procedimientos de la Dirección de Gestión Catastral, elaborado en marzo de 2012, establece las siguientes Normas y Políticas de Operación en la elaboración de la propuesta de Zonificación Catastral y la Tabla de valores unitarios de suelo y construcción del Municipio de Puebla.

- 1.- De acuerdo con las reformas aprobadas por el Congreso de la Unión al Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los Ayuntamientos de los Municipios tienen la facultad de proponer las Tablas de Valores Unitarios de suelo y construcción a las Legislaturas Estatales. Dichas tablas servirán de base para el cobro de las contribuciones de la propiedad inmobiliaria.
- 2.- Determinar las características físicas de los predios es una de las actividades de Catastro y como parte de la misma, propiciar que los Ayuntamientos reconozcan la importancia del Catastro como parte de su tarea administrativa.
- 3.- El estudio de mercado es el levantamiento de la información inmobiliaria (operaciones comerciales) por cada zona homogénea que tenga la localidad en análisis.
- 4.- El Honorable Ayuntamiento en sesión de Cabildo aprobará la propuesta de zonificación catastral y tabla de valores unitarios de suelo y construcción.
- 5.- Zonificación catastral es la delimitación de las localidades urbanas por zonas homogéneas en función de su uso, destino, infraestructura y equipamiento.
- 6.- Las zonas catastrales deben ser polígonos cerrados.
- 7.- Las zonas catastrales pueden modificarse por crecimiento del área urbana y por actualización de las características que dieron origen a la zona.
- 8.- Cada zona catastral de la zonificación debe tener un solo valor unitario de suelo.
- 9.- La vigencia de la zona catastral será de un año.

10.- La zonificación catastral urbana será representada a través de un plano impreso de acuerdo a la normatividad establecidas por el IRCEP.

11.- Los Valores Catastrales unitarios de suelo y construcción deberán ser equiparables a los valores de mercado de la propiedad inmobiliaria, su representación será de forma numérica y/o gráfica.

12.- Los valores catastrales unitarios se actualizarán de acuerdo al siguiente punto:

- Cuando el resultado estadístico de la muestra refleje un aumento o disminución respecto a los valores siguientes, se deberá sustentar los motivos que provocaron la disminución, a partir de los estudios de mercado inmobiliario realizados a la zonificación catastral.

13.- La zonificación catastral y la Tabla de Valores unitarios Catastrales de suelo y construcción serán aprobados por el H. Congreso del Estado y publicados en el Periódico Oficial. Además, iniciarán su vigencia el primer día del mes de enero del siguiente año a su aprobación.

Capítulo 2

Valuación de terrenos

En este capítulo se exponen los conceptos fundamentales para la valuación de terrenos. Para valuar un terreno es necesario tomar en cuenta tres aspectos importantes que nos ayudan a determinar el valor de los predios, los cuales son llamados factores de eficiencia del suelo

2.1 Topografía, localización, forma

De acuerdo con su **topografía**, considerando cómo es el fondo del predio respecto de su acceso, éstos pueden ser:

- Planos o nivelados
- Ascendentes o elevados
- Descendentes o hundidos
- Accidentados o rugosos

En la construcción se considera que los terrenos planos facilitan la realización de un proyecto. El que un terreno sea plano no amerita un premio sino es común que existan terrenos planos o semiplanos.

En otro caso si un terreno tiene una pendiente pronunciada pero son alguna vista al mar, panorama boscoso o un lago. El terreno podría tener un mérito. Estas razones hacen que su eficiencia sea variable.

Según su **localización** dentro de la manzana, es decir, según la posición de los terrenos en la traza urbana, pueden ser:

- Interior
- Intermedio
- Transversal
- Escuadra, Esquinero
- Cabecero
- Manzanero,

Dicha posición establece el número de acceso que una vivienda tiene desde la calle de manera que el interior no cuenta con acceso propio, sino que algún predio vecino debe proporcionar una “servidumbre de paso”, el intermedio tiene un acceso; el transversal dos, pero opuestos; en escuadra también dos, aunque no contiguos; el esquinero se ubica en esquina, y por tanto tendrá dos accesos; el cabecero le corresponde tres frentes; y, finalmente, el cabecero cuatro.

En ese sentido, se considera que cuando no existe un acceso propio la eficiencia del valor del terreno, en término de su potencial es del 50% al 70%, la normalidad queda definida

cuando se tiene un acceso; cuando se tienen dos accesos no contiguos se debe considerar un mérito al predio en un 10%, si son contiguos (esquina), dicho mérito será del 15 %; si existen tres accesos se adicionará un 20% al valor normal del predio; y finalmente, si se tiene cuatro el mérito será el 30%

Estas cantidades, aunque también subjetivas y dependiendo el criterio del valuador, son empleadas por uso y costumbre, siendo generalmente aceptadas en el ámbito de la valuación.

La forma hace que los predios se clasifiquen en dos categorías:

- a) Regulares
- b) Irregulares

Los predios regulares cuentan con cuatro vértices rectángulos, siendo cualquier otra circunstancia la que da lugar a los predios irregulares, situación que, en el ámbito urbano, hace que los terrenos se consideren de menor valor. La eficiencia general de un predio irregular estará dada por el llamado “factor por forma”. Como su nombre lo indica, este es un factor que pretende calificar, de alguna forma, la eficiencia de una construcción en la cantidad de ángulos que forman sus lados.

2.2 Factores que influyen los valores de uso de suelo

El valor de suelo de un comercio de clase alta y uno popular no está diferente, debido a que suele ser más rentable un local en áreas comerciales populares que uno en zonas de estrato alto. A pesar de que los locales comerciales más caros están en los centros comerciales de nivel alto, existen locales de zonas populares que por su tamaño y alta rentabilidad pagan rentas mayores por m² que los locales de estratos altos. Esta situación y otros factores influyen directamente en el precio de suelo. De tal forma que al realizar un avalúo debemos tomar en cuenta los factores que a continuación se describen.

- **Factor de actualización** El avalúo de un inmueble tiene que estar sustentado con un estudio de mercado, este deberá contener datos actualizados, estos datos se les aplica el Índice de Precios al Consumidor desde el momento de la transacción o la obtención de datos investigados hasta el momento de hacer el avalúo. Este factor de actualización permite pasar los precios de un año o un determinado mes a otro. Este procedimiento no se debe aplicar para periodos largos, superiores a los 2 años, debido a que el comportamiento del valor de los inmuebles no es similar a la inflación.
- **Factor Frente** Cuando el frente de un predio tenga una longitud menor de 6.00, el valor del predio sufrirá un ajuste o demérito, el cual será proporcional a la longitud

del frente con respecto al frente mínimo de 6.00 metros. El demérito no aplicará en aquellos predios ubicados en fraccionamientos donde más del 90% de los predios están diseñados a partir de frentes menores a 6.00 metros, como es el caso de fraccionamientos o unidades de interés social. En estos casos y en el de los predios mayores a 6.00 metros, el factor será igual a 1.00

- **Factor de Superficie** Es el ajuste que se obtiene de la relación existente entre la superficie de un predio comparado con el lote tipo catastral. Este factor no aplicará en aquellos predios ubicados en zonas o fraccionamientos; parques, corredores industriales o cuando tengan las características de parques industriales; en este caso el valor catastral unitario de suelo publicado o provisional considerará el ajuste correspondiente.
- **Factor de Profundidad** En avalúos de terrenos urbanizados, se aplica este factor de demérito en medida que la relación profundidad del lote tipo con el frente sea mayor a cuatro veces la longitud del frente del lote en estudio. El factor de ajuste (Demérito por profundidad) Nunca podrá ser menor a 0.50. Este factor no podrá ser aplicable en predios que tengan una más de 10 mts; de longitud en el frente. En estos casos y en donde la relación sea menor a 4.00 veces, el factor será igual a 1.00.²
- **Factor de ubicación** Para poder homologar es necesario que el estudio se realice en zonas geoeconómicas similares o iguales, sin perder de vista que en la colonia donde estén ubicadas existen terrenos con mejor ubicación. Para poder obtener un estudio de mercado confiable es necesario analizar los precios actuales, después se seleccionará una muestra representativa de inmuebles que tengan características similares para que puedan compararse y se aplica el procedimiento de homologación es recomendable hacerlo con 5 muestras. La homologación de comprable se llevará a cabo con los criterios que resulten adecuados y justificables para que el inmueble de que se trate. Los factores a considerar son los siguientes:

² José de Jesús Briseño González, Métodos Catastrales para predios urbanos; Julio 2005

- **Factor de Negociación** Es el factor resultante del valor de ofertad de un inmueble y el valor de cierre de la misma. Este proceso se lleva a cabo en transacciones que por lo general son de contado.
- **Factor de Zona** El factor de zona afecta el valor de un predio según su ubicación dentro de un área de valor específica.
- **Factor resultante** Es el producto de todos los factores en cada investigación de mercado. Cabe mencionar que los factores citados en este apartado son recopilados del Manual de Valuación Catastral del Estado de Puebla.
- **Lote Tipo** Es el lote de terreno que por sus dimensiones de frente y profundidad predomina en la zona, por lo general es de forma rectangular y con una relación entre frente y profundidad de 1:2 ó 1:3, a este se le aplica un factor de lote ³ igual a 1.00 y se debe investigar cual es el valor de calle que le corresponde.

³El factor lote es como su nombre lo indica, un factor de castigo o mérito para la valuación de un inmueble. Si el inmueble está construido en un lote tipo, el factor es de 1.00, es decir, no premia ni castiga el valor obtenido; si el lote no es tipo, se emplea un factor de lote distinto de 1.00, que puede premiar o castigar el valor obtenido.

Capítulo 3

Colonias de Puebla

En este capítulo se da a conocer el objeto de estudio que se encuentra dentro del Municipio de Puebla que es el tema que nos atañe junto con las cinco colonias que se eligieron para el presente trabajo.

3.1 Características del Lugar de estudio

El Municipio de Puebla es uno de los Estados de la República Mexicana más importantes ya que se localiza en la parte centro oriente del territorio mexicano. Colinda al este con Veracruz, al poniente con los estados de Oaxaca y Guerrero. Puebla cuenta con una superficie de 34,306 km², ocupa el número 21 de los estados de México por superficie. Puebla cuenta con aproximadamente 600 colonias, esta información es tomada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad

En el presente estudio se observa cómo se comporta el mercado inmobiliario y el nivel de equipamiento con el que cuenta cada colonia, para que esto ayude a determinar los valores cástrales empleando el Método de Regresión Lineal Múltiple en cuatro colonias de diferente estrato socioeconómico.

3.2 Colonias elegidas como objeto de estudio

- 1) Gabriel Pastor 2da. Sección
- 2) San José Mayorazgo
- 3) Patrimonio
- 4) Guadalupe Hidalgo
- 5) Santa Lucia

Colonia 1: ***Gabriel Pastor 1era sección*** está ubicada en la zona metropolitana del Municipio de Puebla. Cuenta con 325 mil m² de superficie, 45 manzanas, 696 predios, y tiene 1,791 habitantes, de estos la mayoría cuenta con estudios superiores.

La colonia Gabriel Pastor es una de las mejores ubicadas porque se encuentra a 1,900 m. del Centro Histórico

Límites: Al noreste limita con la Av. 37 poniente, al Sureste con la calle 16 de septiembre, al suroeste con la Avenida 43 poniente, al noroeste con la 11 sur. Vías de acceso principales:

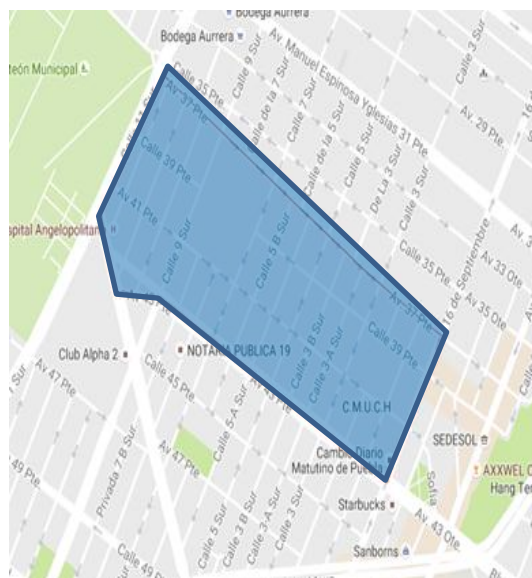


Figura 3.1. Mapa de Ubicación de la colonia Gabriela Pastor

La Colonia **San José Mayorazgo** está ubicada en la zona metropolitana del Municipio de Puebla. Esta colonia tiene 516 mil m2 de superficie, 52 manzanas, 1790 predios, y tiene 5,137 habitantes, de estos la mayoría cuenta con estudios superiores. Esta colonia es una de las mejores ubicadas porque se encuentra a 5,148 m. del Centro Histórico.

[illegible]

Equipamiento Urbano: La colonia cuenta con Hospitales, Iglesias, Centros comerciales, Mercados, Escuelas.

21

La Colonia **El Patrimonio** está ubicada en la zona metropolitana del Municipio de Puebla, actualmente es una colonia tiene 556 mil m² de superficie, 39 manzanas, 1408 predios, y tiene 6,438 habitantes, de estos la mayoría cuenta con estudios de educación básica. Esta colonia es una de las mejores ubicadas porque se encuentra a 1,829 m. del Centro Histórico.

Límites: Al noreste limita con la privada de la 59 B poniente, al Sureste con calle del Bosque, al suroeste en tres puntos con la calle Mayorazgo, calle 2da. De Benito Juárez y calle 5 de febrero, al noroeste en 2 puntos con la calle Matamoros y la calle Ignacio Zaragoza.

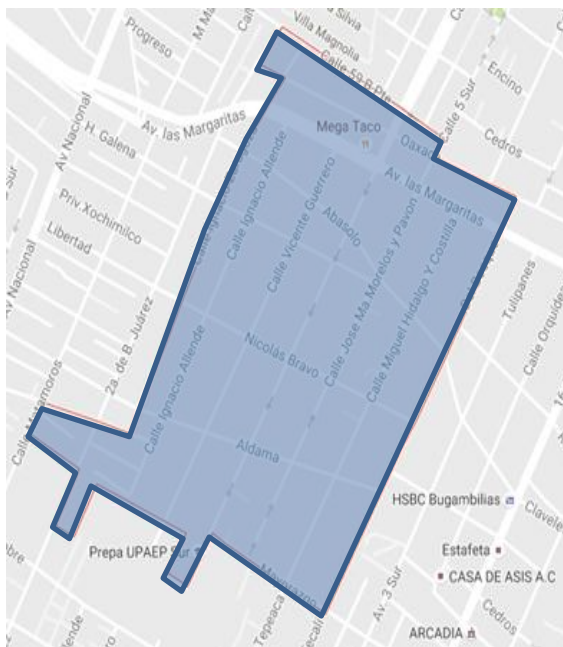


Figura 3.3. Mapa de Ubicación de la colonia Patrimonio

Vías de acceso principales: Las vialidades principales son al Noreste Avenida Margaritas, al Sureste Avenida 16 de Septiembre.

Equipamiento Urbano: La colonia cuenta con Hospitales, Iglesias, Centros comerciales, Mercados, Escuelas.

Servicios: La colonia cuenta con todos los servicios, luz, agua, drenaje, telefonía. El tipo de vivienda que se encuentra en esta colonia es de nivel medio bajo, debido a la cercanía y a la accesibilidad que tiene, el uso de suelo principalmente es habitacional. La tipología de los predios es irregular, por lo que el lote tipo que se encuentra en esa zona es de 300 m² promedio

La **Colonia Guadalupe Hidalgo** está ubicada en la zona metropolitana del Municipio de Puebla, actualmente es una colonia en crecimiento se encuentra con mucha construcción y predios irregulares, debido al tipo de asentamiento. Esta colonia tiene 1,158 mil m² de superficie, 136 manzanas, 2673 predios, y tiene 11,394 habitantes, de estos la mayoría cuenta con estudios de nivel básico. Esta colonia se encuentra a 8,956 m. del Centro Histórico

Figura 3.4. Mapa de Ubicación de la colonia
Guadalupe Hidalgo

se puede observar que no están pavimentadas, ya. El tipo de vivienda que se encuentra en esta zona, en proceso, el uso de suelo principalmente es residencial regular, por lo que el lote tipo que se encuentra

[illegible]

Figura 3.5. Mapa de Ubicación de la colonia Santa Lucia

Figura 3.5. Mapa de Ubicación de la colonia

calle Alcatraz, al Sureste en 2 tramos el primero de izquierda a derecha con Av. San Francisco y el 2do. Tramo con calle Las Torres, al suroeste con Calle Santa Eduvigis, y Al Noroeste con Camino Viejo ampliación a Balcones.

Vías de acceso principales: Las vialidades principales son al Noreste con Periférico Ecológico, al Sureste Avenida 16 de Septiembre.

Equipamiento Urbano: La colonia cuenta con Hospitales, Iglesias, Centros comerciales, Mercados, Escuelas. Servicios: La colonia en algunos predios cuenta con agua y drenaje. La mayoría de las calles se puede observar que no están pavimentadas, carece de señalética. No cuenta con vigilancia. El tipo de vivienda que se encuentra en esta colonia es de nivel bajo, construcciones en proceso, el uso de suelo principalmente es habitacional. La tipología de los predios es irregular, por lo que el lote tipo que se encuentra en esa zona es de 400 m² promedio.

Capítulo 4

Aplicación del Método de Regresión Lineal Múltiple

En este capítulo se exponen los conceptos matemáticos y estadísticos y como se va a emplear el Método que se propone. Debido a que se requiere un cálculo exhaustivo. La investigación es apoyada por un software que facilite los cálculos extensos que se requieren.

4.1 Análisis de Regresión Lineal Múltiple

El análisis de Regresión Múltiple se emplea para determinar la relación funcional entre variables, una de ellas dependiente y el resto independiente: esto 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 pruebas estadísticas. Todo estudio econométrico se centra en dos pilares básicos: la teoría y los hechos. La teoría permite derivar un modelo que sintetiza la incógnita relevante sobre el objeto del análisis y del cual deriva el modelo econométrico que permite medirlo y contrastarlo empíricamente. Los hechos se concretan en una serie de datos que denominaremos información muestral. La muestra, a su vez, consiste en una lista ordenada de valores numéricos de las variables objeto de estudio. En este caso la teoría es lo que nos llevara a tener el modelo matemático y estadístico para determinar valores; mismos que serán valores unitarios por metro cuadrado de suelo urbano, este será la variable dependiente y los factores que influyen para el valor catastral, serán las variables independientes (4).

En términos generales decimos que la hipótesis empleada en RLM se puede expresar de la siguiente manera:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon,$$

- y : Variable dependiente, valor de la propiedad (valor unitario)
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: Variable independiente, características o descriptores de la propiedad
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ = Coeficientes de la variable x_i . (Parámetros en términos de valores numéricos y unidades.)
- ε : error de estimación.

En una muestra diversos agentes económicos proporcionan información solicitada. Al mismo tiempo, el valuador trabaja con datos y referencias de fechas anteriores, en las que se dispone de información acerca de un inmueble cercano o parecido al objeto de estudio, como puede ser el municipio, una colonia. Estas muestras pueden tener frecuencia, mensual, anual, según frecuencia de observación de los datos. Una vez que se especifica el

⁴ Renatas Kyzis. (2010). Regresión Lineal Múltiple. Octubre 2016, de UOC.EDU Sitio web: http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/T01_Reg_Lineal_Multiple.pdf

modelo y se dispone de la información estadística convenientemente tratada, se llega a la etapa siguiente del trabajo econométrico: la etapa de estimación (5).

Los resultados de esta etapa de estimación permiten medir y contrastar las relaciones sugeridas por la teoría económica.

En la presente investigación se postularán una serie de hipótesis básicas de un modelo de regresión múltiple (MRLM) y se considerarán los principales métodos de estimación bajo dichas hipótesis. Se observará que los estimadores obtenidos mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) son insesgados, eficientes y consistentes. Además, se utilizará la inferencia basada en los contrastes de hipótesis para apreciar estadísticamente una cierta evidencia empírica. Finalmente, conoceremos la importancia del MRLM en la predicción y pronóstico de un cierto fenómeno comprendido por la variable endógena

En nuestro caso de estudio emplearemos letras secuenciales mayúsculas (A, B, C,...) en lugar de los subíndices que prosiguen a la letra “b”, para

Identificar a los coeficientes de los descriptores o características de los bienes analizados por este método.

El ajuste, se logra determinando, en el modelo, la magnitud de los $n + 1$ coeficientes, de dos maneras.

- A) Solución de mínimos cuadrados.- Se minimiza la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores, calculados y los valores registrados en la realidad.
- B) Solución de máxima probabilidad.- Se maximiza la probabilidad de que los valores estimados sean los más factibles.

El método de los mínimos cuadrados se usa para obtener una ecuación de regresión (o ecuación de estimación.)

La suma de los cuadrados de las desviaciones verticales deberá ser reducida al mínimo por medio de la elección adecuada de la curva que represente la tendencia de los mismos.

Un modelo de regresión múltiple, que consta de una serie de variables dependientes (valores) y un número de variables independientes (descriptores) es usado, en este caso, para determinar los valores de propiedades semejantes a las comparables contenidas en una base de datos. Por ello, se emplean las características respectivas de la propiedad que están representadas por los valores absolutos de los descriptores calculados en el modelo de

⁵ Renatas Kyzis. (2010). Regresión Lineal Multiple. Octubre 2016, de UOC.EDU Sitio web: http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/T01_Reg_Lineal_Multiple.pdf

regresión. Por otra parte, el modelo puede usarse también para ajustar compra- venta reales a valores de mercado.

A continuación se presenta el análisis de regresión para un conjunto de terrenos en una zona popular media, la colonia elegida es Patrimonio. Es muy importante asentar en esta etapa del reporte , que los valores que se concluyen en este tipo de análisis deben de estar homologados de antemano, respecto a diferencias que no sean consideradas durante el análisis de regresión, pero sería preferible que esta información correspondiera a inmuebles similares ubicados en una misma colonia, sin diferencias significativas.

4.1.1 Objetivos de la Regresión aplicada a determinar valores unitarios

- Conocer la estructura del MRLM para la determinación de valores unitarios
- Familiarizarse con las hipótesis básicas del MRLM y entender su importancia.
- Conocer los métodos de estimación del MRLM, el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)
- Introducirse en el uso de Minitab y excel para estimar el MRLM mediante el MCO.
- Saber cuantificar e interpretar bondad del ajuste del modelo.
- Valuar la contribución de cada variable exógena en explicar el comportamiento de la variable endógena; contrastar la significación individual de un parámetro y la global del modelo.
- En base de la estimación de MRLM, realizar predicciones puntuales y por intervalo de la variable endógena.

Si conociéramos los valores de b_i , Se podría emplear la ecuación anterior para calcular y dados los valores de $x_1, x_2, \dots, x_p$. Sin embargo esto no es posible en la práctica, porque es posible conocer de antemano los valores de los parámetros B_1 .

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_1 . El proceso de estimación para la RM se presenta en la siguiente figura para el caso de $P=2$. (Dos variables independientes)

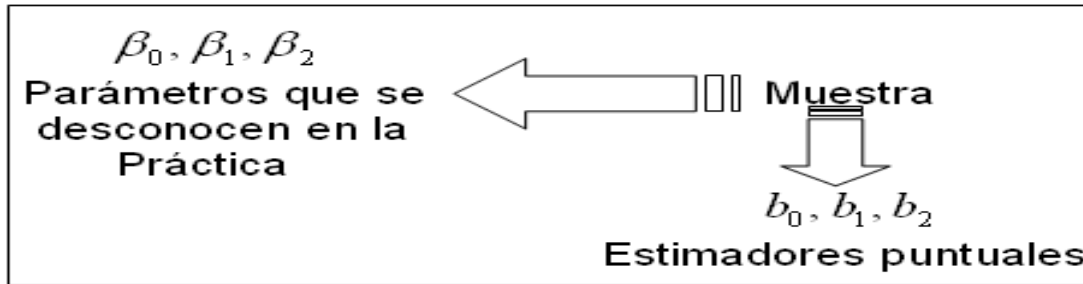


Figura 4.1: Estimadores Puntuales

De la figura y ecuación anteriores, se tiene que los b_i son los estimadores puntuales de los coeficientes del MRM.

Se emplea una muestra aleatoria para determinar los b_i que dan por resultado una Ecuación de Regresión Múltiple Estimada (ERME)

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

Donde 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 para obtener la ERME que más se aproxima a la relación lineal entre las variables

4.2 Método de Mínimos Cuadrados para la RM

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

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

- 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.

Cabe mencionar que los valores estimados de la variable dependiente, $\hat{y}$, se calculan con la ERME

Como lo indica la Ec. , 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 .

Para deducir las expresiones para calcular los coeficientes de regresión, b_i . Se requiere del uso de Álgebra de matrices, aún para los conjuntos pequeños. De tal forma que se utilizara Excel para obtener ERME.

4.3 Coeficiente de Determinación Múltiple

Un cálculo que es muy importante en RM es la suma de los cuadrados del total. Esta suma se puede dividir en dos componentes, la suma de los cuadrados debido a la regresión y la suma de los cuadrados debido al error. La relación entre estas sumas se presenta a continuación

4.4 Relación entre SST , SSR y SSE

$$SST = SSR + SSE,$$

Se puede demostrar que

SST = suma de cuadrados del total,

SST = suma de cuadrados del total,

SSE = suma de cuadrados debida al error =

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 se debe determinar el Coeficiente de Determinación Múltiple (CDM), que se define como:

$$R^2 \equiv \frac{SSR}{SST}.$$

Este coeficiente se puede interpretar como la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que se puede explicar cómo la ERME (o simplemente ER). 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 de 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 se observa a continuación:

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

4.5 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 entre la variable dependiente y alguna de las variables independientes o bien la relación entre estas últimas. La medida de esta relación se hace a través de un coeficiente de correlación existen diferentes índices de correlación; en el caso de dos variables, una dependientes (y) y la otra independiente (x), se emplea el coeficiente de correlación de Pearson, R

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

4.6 Pruebas de significancia (F y t)

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

La varianza del error que se representa 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 variables x_i , no se relacionan con el valor de y y tampoco están relacionados.

El término de error, ϵ es una variable aleatoria con distribución normal que refleja la diferencia entre el valor 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 .

Para comprobar que existe una relación importante de regresión entre las variables 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. Son las pruebas t y F . Para cualquiera de estas pruebas se requiere estimar σ^2 , La varianza de ϵ en el modelo de regresión y la conclusión a la que se llega con estas pruebas es la misma: si rechaza la hipótesis nula, la conclusión es que las variables (dos en este caso) se relacionan. Sin embargo esto no es así en la RM.

La prueba F , también llamada de significancia global, se utiliza para determinar si existe alguna relación significativa entre la variable de respuesta y las variables independientes. También se aplica para determinar si cada una de las variables independientes tiene significancia individual.

Prueba F $H_0 : y = \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_3 = 0$

H_a : uno o más de los parámetros del MRM no son iguales a cero

Si se rechaza H_0 , contaremos con la suficiente evidencia estadística para concluir que uno o más de los parámetros es diferente de cero, por lo que la relación general entre la variable respuesta y el conjunto de variables independientes 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.

La Prueba F ha demostrado que la relación de RM tiene significancia, se puede hacer entonces una prueba t para determinar la significancia individual.

$H_0: \beta_1 = 0$

$H_0: \beta_1 \neq 0$

Estadístico de prueba

Regla de rechazo

Con el estadístico de prueba: Rechazar H_0 : si $t \leq -t_{\alpha/2}$, ó bien si $t \geq t_{\alpha/2}$

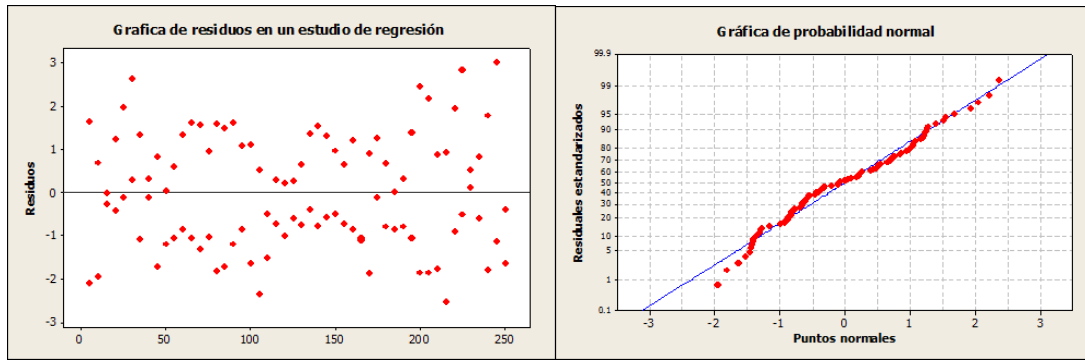
Con el valor p: Rechazar H_0 si el valor de $p \leq \alpha$

4.7 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 método (la ERM, la ERME, e incluso las pruebas de significancia y las estimaciones de intervalos descrita en la sección anterior utilizan a los supuestos como base teórica) se sustentan 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) además conclusiones que se obtengan carecen de sentido.

Los residuales proporcionan información acerca de ϵ , por lo que un paso importante y quizá necesario, para describir si las hipótesis acerca de ϵ es realizar un análisis de residuales, el cual se base 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 se busca que los residuales presenten un patrón adecuado, es decir, un patrón similar a una banda horizontal

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 la hipótesis se satisface, entonces la gráfica de probabilidad normal se consigue colocando pares ordenados de la forma (mínimo punto normal, mínimo residual estandarizado)



Gráfica de probabilidad normal correcta en un estudio de regresión

El análisis de residuales correspondiente se realiza para cada situación, sin embargo los resultados no se observan porque solo se emplean para corroborar la prueba de hipótesis y no se utilizan para modificar la propuesta final.

4.8 Proceso de Homologación

Según la Real Academia de la Lengua homologar significa Equiparar, poner en relación de igualdad dos cosas. Por otra parte se define como igualación o comparación de una cosa con otra por tener ambas en común características referidas a su naturaleza, función o clase. En el presente trabajo se ha mencionado que el insumo primordial para obtención de los valores de suelo es el mercado inmobiliario ya que es el principal indicador para ver el comportamiento de las ofertas. El estudio de mercado que se elaboró es necesario para la estimación de valor aplicando este enfoque de valuación, corresponde a la recolección de datos, por medio de comunicación directa con los participantes en una operación de compra venta, a través de información publicada en internet y revistas especializadas; es importante que las muestras estén vigentes, mismas ofertas no deberán ser mayores a 6 meses.

Capítulo 5

Proceso y Análisis de Resultados

En este capítulo se presentan el procedimiento estadístico necesario a emplear para la obtención de resultados. Debido a que en general cualquier tratamiento estadístico requiere una gran cantidad de cálculos, algunos de los detalles no vienen en este contenido. Para el análisis de los datos se emplea un software de computo que facilita los cálculos extensos que se requieren, sin embargo, la explicación de los resultados que éste arroja se explican en el siguiente capítulo.

5.1 Generación de los datos

El estudio de mercado se aplicó para obtener información relacionada con el problema que se presenta al principio del trabajo, está diseñado para que pueda brindarnos la información necesaria y valorar de manera particular cada una de las colonias. Precisando son colonias que por sus características socioeconómicas se relacionen directamente con el valor de suelo. Los predios que se utilizaron como muestras son aquellos que están disponibles para compra venta. La muestra es un subconjunto de la población.

Población objetivo: Son todos los predios que se encuentran en la colonia objeto de estudio.

Población muestreada: Es aquella que está integrada por los predios que realmente se tomaron como muestra, son aquellos que están total o parcialmente baldíos y que están disponibles para compra venta. 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.

Es importante mencionar que para realizar el estudio de mercado fue necesario visitar cada una de las colonias y mediante anuncios, llamadas telefónicas, búsqueda en internet de colonias similares, se obtuvieron de 10 a 15 muestras para cada una de las colonias. Debido a que existen pocas muestras de terrenos en venta.

Dentro del estudio de mercado se realizaron, se investigaron diferentes variables para saber cómo se correlacionan con el valor unitario de mercado de suelo urbano. Las variables a considerar fueron las siguientes:

1. Variable Economía

La economía es una de las variables que se utilizan en este estudio, la razón es porque dependiendo el nivel de ingresos que esta colonia genere es como se puede determinar un valor de suelo, a mayor economía, mayores ingresos y mejor calificada estará la colonia en estudio.

Variable x_1	Nivel	Número	Factor
Economía	Excelente	5	1.00
	Muy Buena	4	0.90
	Buena	3	0.80
	Regular	2	0.70
	Mala	1	0.60

Tabla 5.1 Muestra la variable economía y la codificación para la regresión

2. Variable Ubicación

La Ubicación es una de las variables que tiene mayor peso en el estudio por la simple razón de que entre más cercana este la colonia del principal núcleo de la ciudad (Centro Histórico). Mayor y mejor será la accesibilidad y la plusvalía. Esta variable se calcula y se califica conforme a los kilómetros que la acerque o la alejen del Centro Histórico. La variable se contabiliza y se escala de kilómetros a número, para la Regresión se utilizan factores.

Variable x 2	kilómetros	Número	Factor
Ubicación	2.00	9	0.90
	5.00	6	0.70
	4.00	7	0.8
	8.00	3	0.7
	10.00	1	0.6

Tabla 5.2 Muestra la variable ubicación y la codificación para la regresión

3. Variable Zona

La variable Zona se refiere a que tipo de clasificación es la que predomina en la colonia y en específico los predios que se utilizan como muestra. La clasificación que se utiliza en el presente estudio es como maneja el Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla. Es importante mencionar que el Municipio de Puebla no tiene esta clasificación dentro del Plan Municipal de Desarrollo Urbano. Pero si se puede clasificar las colonias dependiendo al uso que más predomine.

Variable x 3	Tipo	Número	Factor
Zona	Corredor turístico	5	1.00
	Comercial	4	0.90
	Servicios	3	0.8
	habitacional	2	0.7
	Corredor turístico	1	0.6

Tabla 5.3 Muestra la variable zona y la codificación para la regresión

4. Variable Comercialidad

La variable comercialidad se refiere en principio a que tan vendible o comercial es el predio que se utiliza como muestra. Esto dependerá del valor por metro cuadro, de la zona en la que se encuentra y de otros aspectos importantes, como el porcentaje de negociación que el propietario ofrezca para su comercialización.

Variable x 4	Tipo	Número	Factor
Comercialidad	MUY BUENO	5	1.00
	BUENO	4	0.90
	MEDIO	3	0.80
	REGULAR	2	0.70
	BÁSICO	1	0.60

Tabla 5.4 Muestra la variable comercialidad y la codificación para la regresión

5. Variable Equipamiento

El concepto de variable equipamiento incluye el análisis y la localización de los edificios y las áreas libres que prestan servicios significativos a la población; Además de los servicios con los que cuente cada uno de los predios en estudio que son elementales para su buen funcionamiento. Los edificios se dividen de acuerdo con la siguiente clasificación: Educación, Salud, Recreación, Abastos

De estos se califica el nivel de equipamiento de los predios muestra.

Variable x 5	Tipo	Número	Factor
Equipamiento	MUY BUENO	5	1.00
	BUENO	4	0.90
	MEDIO	3	0.80
	REGULAR	2	0.70
	BÁSICO	1	0.60

Tabla 5.5 Muestra la variable equipamiento y la codificación para la regresión

5.2 Procesamiento de la información y obtención de resultados

Para obtener resultados a partir de la información que proporcionan los comparables, se aplican los métodos y procedimientos estadísticos descritos en el capítulo anterior, específicamente el análisis de regresión lineal múltiple, 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 emplear este programa de cómputo para analizar la información de los comparables, Minitab devuelve como resultado un conjunto de información como el que se muestra a continuación y en el que se puede apreciar, por ejemplo, la Ecuación de Regresión Lineal Múltiple, (ERME), el Análisis de Varianza (o ANOVA, de su nombre en inglés, Analysis of Variance), entre otras cosas, dependiendo de los resultados que se soliciten al programa.

Regression Analysis: P.U. M1 GP versus ECO, UBIC, ZONA, EQUIP, COMERC.						
The regression equation is P.U. M1 GP = - 22351 + 23678 ECO + 14887 UBIC + 1371 ZONA - 5409 EQUIP - 2144 COMERC.					Ecuación de Regresión obtenida	
Coefficients					Información de los coeficientes y sus respectivos valores de estadísticos de prueba para realizar las pruebas de hipótesis correspondientes	
Predictor	Coef	SE Coef	T	P		VIF
Constant	-22351	18184	-1.23	0.286		
ECO	23678	12349	1.92	0.128		3.5
UBIC	14887	14878	1.00	0.374		6.6
ZONA	1371	8726	0.16	0.883		2.2
EQUIP	-5409	5704	-0.95	0.397		2.6
COMERC.	-2144	8908	-0.24	0.822	5.2	
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)				
836.890	61.8%	14.1%				
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	SS	MS	F		
P						
Regression	5	4533659	906732	1.29		
0.413						
Residual Error	4	2801538	700385			
Total	9	7335197				

Tabla 5.6. 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; también se presentan 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.

En la siguiente sección se muestran los resultados del análisis cuando se utiliza Minitab para determinar la ecuación de regresión para cada caso, es decir, para cada colonia. Vale la pena resaltar que para el Análisis de Regresión de cada uno de los casos considerados, se consideran, por un lado, los valores de mercado y los respectivos homologados, tomando en cuenta los factores mencionados en el Capítulo 2, y por otro lado las variables descritas en la sección anterior, que son las que al final determinan el valor catastral de un predio.

5.3 Análisis de resultados

- **Gabriel Pastor**

Se utilizaron 10 muestras, son predios que están en venta, con este estudio se puede observar que todos tienen características diferentes; se incluyeron muestras de colonias similares debido a que no existen suficientes predios en venta en la colonia Gabriel Pastor (GP), ésta se encuentra con un índice de población medio-alto.

En la siguiente tabla se muestran los comparables empleados, específicamente se muestran los valores, por m², de suelo urbano y cómo se comportan sus valores de mercado y sus homologados.

INVESTIGACIÓN DE MERCADO DE TERRENOS											
GABRIEL PASTOR 1ERA. SECC.											
LOTE: 250.00 M2			FACTORES DE HOMOLOGACIÓN						F.Re	VALOR	
No.	PRECIO OFER.	SUP. M2	PRECIO / M2	NEG/EXP.	F. UBIC	F. ZONA	F. SUP	FORM/TOP	RESULTANTE	M2	Colonia
1	\$ 1,300,000.00	200	\$ 6,500.00	0.95	1.00	1.00	0.97	1.00	0.93	\$ 6,018.65	Gabriel Pastor 2da.
2	\$ 1,150,000.00	200	\$ 4,500.00	1.00	0.90	0.90	0.97	1.00	0.79	\$ 3,552.71	Anzures
3	\$ 875,000.00	133	\$ 6,578.95	0.95	0.95	1.10	0.94	1.00	0.93	\$ 6,137.29	Anzures
4	\$ 1,700,000.00	250	\$ 6,800.00	0.95	1.00	0.90	1.00	0.90	0.77	\$ 5,232.60	Chula Vista
5	\$ 4,000,000.00	800	\$ 5,000.00	0.95	0.90	0.95	1.24	1.00	1.01	\$ 5,056.22	Chula Vista
6	\$ 1,920,000.00	300	\$ 6,400.00	0.90	1.00	1.10	1.02	0.90	0.91	\$ 5,843.22	Rivera de Atoyac
7	\$ 1,725,000.00	250	\$ 6,900.00	0.90	1.00	1.10	1.00	0.95	0.94	\$ 6,489.45	Gabriel Pastor 1era.
8	\$ 9,500,000.00	200	\$ 6,800.00	0.95	0.90	0.95	0.97	0.90	0.71	\$ 4,845.10	Huexititla
9	\$ 900,000.00	180	\$ 5,000.00	0.95	1.00	1.00	0.96	1.00	0.92	\$ 4,580.73	Residencial Boulev ares
10	\$ 1,650,000.00	300	\$ 5,500.00	0.90	0.95	1.00	1.02	0.90	0.79	\$ 4,336.77	Residencial Boulev ares
PROMEDIO			\$ 5,997.89					PROMEDIO:	\$/M2	\$ 5,209.27	
VALOR UNITARIO APLICADO:										\$ 5,200.00	

El Análisis de Regresión Lineal Múltiple (ARLM), para esta colonia, empleando los valores de mercado, es el siguiente:

Regression Analysis: P.U. M1 GP versus ECO, UBIC, ZONA, EQUIP, COMERC.

The regression equation is

$$\text{P.U. M1 GP} = - 22351 + 23678 \text{ ECO} + 14887 \text{ UBIC} + 1371 \text{ ZONA} - 5409 \text{ EQUIP} - 2144 \text{ COMERC.}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-22351	18184	-1.23	0.286	
ECO	23678	12349	1.92	0.128	3.5
UBIC	14887	14878	1.00	0.374	6.6
ZONA	1371	8726	0.16	0.883	2.2
EQUIP	-5409	5704	-0.95	0.397	2.6
COMERC.	-2144	8908	-0.24	0.822	5.2

S = 836.890 R-Sq = 61.8% R-Sq(adj) = 14.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	4533659	906732	1.29	0.413
Residual Error	4	2801538	700385		
Total	9	7335197			

Source	DF	Seq SS
ECO	1	2448632
UBIC	1	1451228
ZONA	1	2714
EQUIP	1	590500
COMERC.	1	40585

Tabla 5.7. Análisis de regresión lineal múltiple para la colonia Gabriel Pastor, empleando los valores de mercado. Se incluyen las cinco variables.

Se obtiene la ecuación de regresión múltiple que incluye las cinco variables mencionadas en la sección anterior. Se puede observar lo siguiente: todas variables tienen un VIF aceptable, por debajo de 10; el valor de la desviación estándar S es de \$ 837.00 (redondeado), que representa la desviación en el precio, por m^2 , de terreno, que se emplea en los cálculos de los intervalos de confianza y de predicción; el respectivo coeficiente de determinación múltiple es del 61.8 %, que redondeado se puede considerar como $R^2=62\%$.

El correspondiente ARLM utilizando los valores homologados se presenta en la siguiente tabla.

Regression Analysis: P.U. HOM GP versus ECO_1, UBIC_1, ...					
The regression equation is					
P.U. HOM GP = - 5952 + 4102 ECO_1 - 521 UBIC_1 + 2065 ZONA_1 + 1180 EQUIP_1 + 6126 COMERC._1					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-5952	30727	-0.19	0.856	
ECO_1	4102	20867	0.20	0.854	3.5
UBIC_1	-521	25141	-0.02	0.984	6.6
ZONA_1	2065	14745	0.14	0.895	2.2
EQUIP_1	1180	9639	0.12	0.908	2.6
COMERC._1	6126	15053	0.41	0.705	5.2

S = 1414.14 R-Sq = 24.7%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	2625704	525141	0.26	0.912
Residual Error	4	7999150	1999787		
Total	9	10624854			

Source	DF	Seq SS
ECO_1	1	621863
UBIC_1	1	923615
ZONA_1	1	748976
EQUIP_1	1	6
COMERC._1	1	331245

Tabla 5.8

Los valores de S y R^2 , son 1414 y 25 %, respectivamente; los valores de VIF para todas las variables son buenos, pues son menores a 10.

De acuerdo con las dos tablas anteriores se puede observar que todas variables tienen un VIF aceptable, por debajo de 10. Sin embargo, la variable UBIC tiene un valor de VIF de 6.6, que es el más grande, para ambos análisis, por lo que se elimina esa variable y se repite el proceso. Los resultados de los análisis correspondientes se presentan en las siguientes tablas.

Regression Analysis: P.U. M1 GP versus ECO, ZONA, EQUIP, COMERC.

The regression equation is

P.U. M1 GP = - 5965 + 15183 ECO - 4627 ZONA - 2720 EQUIP + 5719 COMERC.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-5965	7906	-0.75	0.485	
ECO	15183	8968	1.69	0.151	1.9
ZONA	-4627	6342	-0.73	0.498	1.1
EQUIP	-2720	5032	-0.54	0.612	2.0
COMERC.	5719	4196	1.36	0.231	1.2

S = 836.991 R-Sq = 52.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	3832430	958108	1.37	0.363
Residual Error	5	3502767	700553		
Total	9	7335197			

Source	DF	Seq SS
ECO	1	2448632
ZONA	1	64980
EQUIP	1	17311
COMERC.	1	1301506

Tabla 5.9. ARLM utilizando los valores de mercado, en el que se ha eliminado la variable UBIC.

Regression Analysis: P.U. HOM GP versus ECO_1, ZONA_1, ...

The regression equation is

$$\text{P.U. HOM GP} = -6526 + 4399 \text{ ECO}_1 + 2275 \text{ ZONA}_1 + 1086 \text{ EQUIP}_1 + 5851 \text{ COMERC.}_1$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-6526	11948	-0.55	0.608	
ECO_1	4399	13553	0.32	0.759	1.9
ZONA_1	2275	9584	0.24	0.822	1.1
EQUIP_1	1086	7604	0.14	0.892	2.0
COMERC._1	5851	6341	0.92	0.398	1.2

S = 1264.91 R-Sq = 24.7% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	2624845	656211	0.41	0.796
Residual Error	5	8000009	1600002		
Total	9	10624854			

Source	DF	Seq SS
ECO_1	1	621863
ZONA_1	1	352380
EQUIP_1	1	288275
COMERC. 1	1	1362326

Tabla 5.10. ARLM utilizando los valores homologados, en el que se ha eliminado la variable UBIC.

De una comparación de las Tablas 5.7 con 5.9, se desprende lo siguiente:

Los valores para S en ambos casos es prácticamente el mismo, sin embargo el porcentaje de confiabilidad baja poco menos de 10 puntos porcentuales en el caso en que se ha eliminado la variable UBIC.

De la respectiva comparación de las Tablas 5.8 con 5.10, se observa lo siguiente:

En ambos casos los valores de S son mayores en poco más de un 50 % al compararlos con los obtenidos en las Tablas 5.7 y 5.9, resultados que, como ya se mencionó, emplean los valores de mercado; adicionalmente los valores de R^2 son mucho menores que con los correspondientes obtenidos también en las Tablas 5.7 y 5.9.

Por lo anterior, y debido a que el caso con mejores condiciones es el presentado en la Tabla 5.9, el mejor modelo a emplear es el que considera solo cuatro de las cinco variables (se elimina la variable UBIC) y utiliza los valores de mercado de los predios.

En resumen, la información obtenida para la colonia GP es:

El MRLM obtenido para este caso tiene una confiabilidad del 52 %. Empleando el mínimo valor promedio de los predios para la muestra considerada, que es de \$ 4988.00 y la desviación estándar, que es de \$ 837.00, se establece que el intervalo de confianza del 68 % es (4151, 5825). Se considera entonces el mínimo de este intervalo, como el valor catastral unitario de suelo urbano, que es \$ 4151.00/m² (considerando los valores de mercado, pues los valores homologados no son confiables, según los valores de R^2 obtenidos en el MRLM).

- **San José Mayorazgo**

Se utilizaron 10 muestras de la colonia San José Mayorazgo (SJM), correspondientes a predios que están en venta; con este estudio se puede observar que en la colonia predomina el uso habitacional, con viviendas de 2 a 3 niveles y la mayor parte se encuentra habitada.

Empleando la información de los comparables mostrados, se construye la siguiente tabla en la que se incluyen tanto el valor unitario de mercado y el respectivo homologado, por m² de los predios comparables.

INVESTIGACIÓN DE MERCADO DE TERRENOS											
SAN JOSÉ MAYORAZGO											
LOTE: 200.00 M2				FACTORES DE HOMOLOGACIÓN					F.Re	VALOR	
No.	RECIO OFERTAD	UPERFICIE M	PRECIO / M2	NEG/EXP.	F. UBIC	F. ZONA	F. SUP	FORM/TOP	RESULTANTE	M 2	Colonia
1	\$ 880,000.00	200	\$ 4,400.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 4,180.00	San José Mayorazgo
2	\$ 780,000.00	200	\$ 3,900.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 3,705.00	San José Mayorazgo
3	\$ 930,000.00	200	\$ 4,650.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 4,417.50	San José Mayorazgo
4	\$ 481,000.00	130	\$ 3,700.00	1.00	0.95	0.95	0.96	0.90	0.78	\$ 2,870.83	San José Mayorazgo
5	\$ 840,000.00	200	\$ 4,200.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 3,990.00	San José Mayorazgo
6	\$ 772,200.00	198	\$ 3,900.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.90	0.85	\$ 3,330.33	San José Mayorazgo
7	\$ 700,000.00	200	\$ 3,500.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 3,325.00	San José Mayorazgo
8	\$ 460,800.00	128	\$ 3,600.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.90	0.77	\$ 2,789.41	San José Mayorazgo
9	\$ 900,000.00	200	\$ 4,500.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 4,275.00	San José Mayorazgo
10	\$ 760,000.00	200	\$ 3,800.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	\$ 3,610.00	San José Mayorazgo
			\$ 4,015.00					PROMEDIO:	\$/M2	\$ 3,649.31	
								VALOR UNITARIO APLICADO:		\$ 3,600.00	

Empleando la información de la tabla anterior, se realiza el análisis de regresión lineal correspondiente, obteniendo el resultado que se muestra en la siguiente tabla.

Regression Analysis: P.U. M1 S.J. M. versus ECO, UBIC, ZONA, EQUIP, COMERC.

The regression equation is

$$\text{P.U. M1 S.J.M.} = -3555 + 4203 \text{ ECO} + 27 \text{ UBIC} - 2934 \text{ ZONA} + 94 \text{ EQUIP} + 7181 \text{ COMERC.}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-3555	4485	-0.79	0.472	
ECO	4203	1845	2.28	0.085	1.1
UBIC	27	3645	0.01	0.995	1.2
ZONA	-2934	6400	-0.46	0.670	7.9
EQUIP	94	2971	0.03	0.976	2.6
COMERC.	7181	8242	0.87	0.433	5.6

S = 352.489 R-Sq = 65.3% R-Sq(adj) = 21.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	933257	186651	1.50	0.357
Residual Error	4	496993	124248		
Total	9	1430250			

Source	DF	Seq SS
ECO	1	784970
UBIC	1	9752
ZONA	1	40693
EQUIP	1	3530
COMERC.	1	94310

Unusual Observations

Obs	ECO	P.U. S.J.M.	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
8	0.800	3600	3600	352	0	* X

X denotes an observation whose X value gives it large influence.

Tabla 5.11. ARLM para la colonia San José Mayorazgo (SJM) empleando los Valores de Mercado.

Los resultados del correspondiente ARLM utilizando los valores homologados se presentan en la siguiente tabla.

Regression Analysis: P.U. HOM S.J.M versus ECO_1, UBIC_1, ...

The regression equation is

$$\text{P.U. HOM S.J.M} = -9907 + 4306 \text{ ECO}_1 + 616 \text{ UBIC}_1 - 9185 \text{ ZONA}_1 + 1758 \text{ EQUIP}_1$$

+ 17116 COMERC._1						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	-9907	7061	-1.40	0.233		
ECO_1	4306	2904	1.48	0.212	1.1	
UBIC_1	616	5737	0.11	0.920	1.2	
ZONA_1	-9185	10075	-0.91	0.414	7.9	
EQUIP_1	1758	4677	0.38	0.726	2.6	
COMERC._1	17116	12975	1.32	0.258	5.6	
S = 554.896 R-Sq = 58.1% R-Sq(adj) = 5.7%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	5	1706119	341224	1.11	0.474	
Residual Error	4	1231637	307909			
Total	9	2937756				
Source	DF	Seq SS				
ECO_1	1	931733				
UBIC_1	1	109935				
ZONA_1	1	126613				
EQUIP_1	1	2036				
COMERC._1	1	535802				
Unusual Observations						
		P.U.				
		HOM			St	
Obs	ECO_1	S.J.M	Fit	SE Fit	Residual	Resid
8	0.800	2789	2789	555		0
X denotes an observation whose X value gives it large influence.						

Tabla 5. 12. ARLM para la colonia San José Mayorazgo (SJM) empleando los Valores Homologados.

El ARLM eliminando la variable Zona, que resultó con el VIF más elevado, empleando los valores de mercado, se presenta en la Tabla 5.13.

Regression Analysis: P.U. M1 S.J.M. versus ECO, UBIC, EQUIP, COMERC.						
The regression equation is						
P.U. M1 S.J.M. = - 2851 + 4320 ECO + 596 UBIC - 703 EQUIP + 4006 COMERC.						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	-2851	3867	-0.74	0.494		
ECO	4320	1677	2.58	0.050	1.1	
UBIC	596	3144	0.19	0.857	1.1	
EQUIP	-703	2211	-0.32	0.763	1.7	
COMERC.	4006	4099	0.98	0.373	1.6	

S = 323.452 R-Sq = 63.4% R-Sq(adj) = 34.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	907145	226786	2.17	0.209
Residual Error	5	523105	104621		
Total	9	1430250			

Source	DF	Seq SS
ECO	1	784970
UBIC	1	9752
EQUIP	1	12535
COMERC.	1	99887

Tabla 5.13. ARLM con cuatro variables (se ha eliminado la variable ZONA), utilizando los valores de mercado.

El respectivo ARLM con la variable ZONA eliminada y empleando los valores homologados se presentan en la siguiente tabla.

Regression Analysis: P.U. HOM S.J.M versus ECO_1, UBIC_1, ...

The regression equation is

P.U. HOM S.J.M = - 7702 + 4672 ECO_1 + 2397 UBIC_1 - 737 EQUIP_1
+ 7175 COMERC._1

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-7702	6521	-1.18	0.291	
ECO_1	4672	2827	1.65	0.159	1.1
UBIC_1	2397	5303	0.45	0.670	1.1
EQUIP_1	-737	3729	-0.20	0.851	1.7
COMERC._1	7175	6913	1.04	0.347	1.6

S = 545.445 R-Sq = 49.4% R-Sq(adj) = 8.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	1450205	362551	1.22	0.408
Residual Error	5	1487551	297510		
Total	9	2937756			

Source	DF	Seq SS
ECO_1	1	931733
UBIC_1	1	109935
EQUIP_1	1	88016
COMERC._1	1	320520

Tabla 5.14. ARLM con cuatro variables (se ha eliminado la variable ZONA), utilizando los valores homologados.

En resumen, de las Tablas 5.11 a 5.14 se tiene lo siguiente:

Tabla 5.11	Tabla 5.12	Tabla 5.13	Tabla 5.14
S = \$ 352.00 $R^2 = 65 \%$ VIF: 7.9 la variable ZONA	S = \$ 555.00 $R^2 = 58 \%$ VIF: 7.9 la variable ZONA	S = \$ 323.00 $R^2 = 63 \%$ VIF: Todas las variables bien	S = \$ 545.00 $R^2 = 49 \%$ VIF: Todas las variables bien

Tabla 5. 15. Resumen de las Tablas 5.11 a 5.14.

De acuerdo con los resultados anteriores, el caso con mejores condiciones es el presentado en la Tabla 5.13, por lo que el mejor modelo a emplear es el que considera solo cuatro de las cinco variables (se elimina la variable ZONA) y utiliza los valores de mercado de los predios.

En resumen, la información obtenida para la colonia SJM es:

El MRLM obtenido para este caso tiene una confiabilidad del 63 %.

Empleando el mínimo valor promedio de los predios para la muestra considerada, que es de \$ 3623.00 y la desviación estándar, que es de \$ 323.00, se establece que el intervalo de confianza del 68 % es (3299.00, 3946.00).

Se considera entonces el mínimo de este intervalo como el Valor Catastral unitario de suelo urbano, que es \$ 3299.00/m² (considerando los valores de mercado, pues los valores homologados no son confiables, según los valores de R^2 obtenidos en el MRLM).

- ***El Patrimonio***

Se utilizaron 10 muestras de predios en venta; predomina el uso habitacional y solo hacia el norte, sobre la Avenida Margaritas, el uso de suelo cambia a comercial; en general se observa una colonia desorganizada con viviendas en proceso y deterioradas de 2 a 3 niveles. En la siguiente tabla se presenta la información de los comparables, que como en el caso anterior, incluye el valor unitario, tanto del mercado como el respectivo homologado, por m² de los predios comparables.

INVESTIGACIÓN DE MERCADO DE TERRENOS										
EL PATRIMONIO										
LOTE: 250.00 M2				FACTORES DE HOMOLOGACIÓN					F.Re	VALOR
No.	PRECIO OFERTA	PERFICIE M	PRECIO / M2	NEG/EXP.	F. UBIC.	F. ZONA	F. SUP.	FORM/TOPOG/SERV		Colonia
1	\$ 637,500.00	250	\$ 2,550.00	0.95	1.00	0.98	1.00	1.00	0.93	\$ 2,374.05 Patrimonio
2	\$ 1,248,000.00	520	\$ 2,400.00	0.90	0.95	0.95	1.13	1.00	0.92	\$ 2,196.86 Patrimonio
3	\$ 448,000.00	160	\$ 2,800.00	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	0.82	\$ 2,290.07 Patrimonio
4	\$ 1,366,120.00	574	\$ 2,380.00	0.90	1.00	1.00	1.15	0.90	0.93	\$ 2,218.23 Patrimonio
5	\$ 612,500.00	250	\$ 2,450.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.98	\$ 2,401.00 Patrimonio
6	\$ 625,000.00	250	\$ 2,500.00	0.95	0.95	0.95	1.00	0.95	0.81	\$ 2,036.27 Patrimonio
7	\$ 352,000.00	110	\$ 3,200.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.90	0.83	\$ 2,670.80 Patrimonio
8	\$ 675,000.00	250	\$ 2,700.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$ 2,430.00 Patrimonio
9	\$ 725,000.00	250	\$ 2,900.00	0.95	0.98	0.98	1.00	1.00	0.91	\$ 2,645.90 Vicente Guerrero
10	\$ 926,900.00	299	\$ 3,100.00	0.95	1.00	1.00	1.02	1.00	0.97	\$ 3,016.29 Vicente Guerrero
			\$ 2,698.00	PROMEDIO:					\$/M2	\$ 2,427.95
			VALOR UNITARIO APLICADO:							\$ 2,400.00

Posterior a esto se procede a calificar cada una de las muestras según las variables elegidas para que el Análisis de Regresión Múltiple nos indique los datos que estamos buscando. Es importante notar que para esta colonia, según estudio de marcado y con apoyo de datos de INEGI, el lote tipo es de 300 m², sin embargo, en las muestras obtenidas se observa que la mayoría tiene superficies muy desproporcionadas y al aplicarle los factores correspondientes de terreno, el valor por m² de suelo urbano baja, de tal forma que para el Análisis de Regresión Lineal Múltiple se utilizara el promedio simple de m² de suelo urbano.

Al realizar un análisis como los mostrados en las Tablas 5.XX a 5.XX o 5.XX a 5.XX de las colonias anteriores, se obtiene el resumen de la información para la colonia El Patrimonio que se muestra en la siguiente tabla:

Valores de mercado	Valores de mercado	Valores homologados	Valores homologados
$S = \$ 303.00$ $R^2 = 53 \%$ VIF: 9.2 la variable EQUIP	$S = \$ 335.00$ $R^2 = 28 \%$ VIF: Todas las variables bien, variable EQUIP eliminada	$S = \$ 345.00$ $R^2 = 35 \%$ VIF: 9.2 la variable EQUIP	$S = \$ 354.00$ $R^2 = 14 \%$ VIF: Todas las variables bien, variable EQUIP eliminada

Tabla 5. 16. Resumen de las Tablas 5.11 a 5.14.

De acuerdo con los resultados anteriores, el caso con mejores condiciones es el que corresponde al que emplea todas las variables y los valores de mercado, pues tiene el mejor valor de coeficiente de determinación múltiple y el mínimo valor de desviación estándar. Vale la pena resaltar que en este caso todas las variables tienen un VIF aceptable, por debajo de 10.

En resumen, la información obtenida para la colonia SJM es:

El MRLM obtenido para este caso tiene una confiabilidad del 53 %. Empleando el mínimo valor promedio de los predios para la muestra considerada, que es de \$ 2283.00 y la desviación estándar, que es de \$ 333.00, se establece que el intervalo de confianza del 68 % es (1980.00, 2586.00). Se considera entonces el mínimo de este intervalo como el valor catastral unitario de suelo urbano, que es \$ 1980.00/m² (considerando los valores de mercado, pues los valores homologados no son confiables, según los valores de R² obtenidos en el MRLM y en este caso no es necesario eliminar ninguna de las variables).

- **Guadalupe Hidalgo**

Se utilizaron 10 muestras de predios en venta de la colonia Guadalupe Hidalgo (GH); predomina el uso habitacional y solo hacia el sur, sobre la Avenida Guadalupe, el uso de suelo cambia a comercial; en general se observa una colonia con viviendas, de 2 a 3 niveles, en proceso de construcción y existe muchos lotes baldíos. Es importante mencionar que la colonia carece de infraestructura y equipamiento urbano debido a que los primeros asentamientos fueron irregulares, sin embargo el valor de uso comercial se ha encarecido. En la siguiente tabla se presenta la información de los comparables, que como en el caso anterior, incluye el valor unitario, tanto del mercado como el respectivo homologado, por m², de los predios comparables.

Guadalupe Hidalgo											
LOTE: 250.00 M2			FACTORES DE HOMOLOGACIÓN						F.Re	VALOR	
No.	PRECIO OFERTA	UPERFICIE M	PRECIO / M2	NEG/EXP.	F. UBIC	F. ZONA	F. SUP	FORM/TOPOG/SERV		M2	Colonia
1	\$ 275,000.00	250	\$ 1,100.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.01	0.91	\$ 1,002.68	Castillota
2	\$ 180,000.00	110	\$ 1,636.36	1.00	0.90	0.90	0.93	1.00	1.00	\$ 1,636.36	Guadalupe Hidalgo
3	\$ 625,000.00	250	\$ 2,500.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	\$ 2,500.00	Guadalupe Hidalgo
4	\$ 312,000.00	130	\$ 2,400.00	0.95	1.00	1.00	0.94	1.00	1.02	\$ 2,448.00	Guadalupe Hidalgo
5	\$ 380,000.00	200	\$ 1,900.00	0.90	0.90	0.90	0.97	1.00	1.00	\$ 1,900.00	Guadalupe Hidalgo
6	\$ 248,000.20	140	\$ 1,771.43	0.90	0.90	0.90	0.94	1.00	1.00	\$ 1,771.43	Guadalupe Hidalgo
7	\$ 518,400.00	288	\$ 1,800.00	0.95	0.90	0.90	1.02	0.90	1.00	\$ 1,800.00	Guadalupe Hidalgo
8	\$ 216,000.00	120	\$ 1,800.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	\$ 1,800.00	Guadalupe Hidalgo
9	\$ 720,000.00	400	\$ 1,800.00	0.95	0.95	0.95	1.07	1.00	1.02	\$ 1,836.00	Chapulco
10	\$ 300,000.00	250	\$ 1,200.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.10	1.00	\$ 1,200.00	Guadalupe Hidalgo
			\$ 1,790.78							PROMEDIO: \$/M2 \$ 1,789.45	
									VALOR UNITARIO APLICADO:		
									\$ 1,800.00		

Al realizar un análisis como los mostrados para los dos primeros casos, se obtiene el resumen de la información para la colonia Guadalupe Hidalgo que se muestra en la siguiente tabla:

Valores de mercado	Valores de mercado	Valores de mercado
S = \$ 314.00 $R^2 = 77 \%$ VIF: 61.9 la variable ECO	S = \$ 292.00 $R^2 = 75 \%$ VIF: 16.4 variable EQUIP. Variable ECO eliminada	S = \$ 275.00 $R^2 = 74 \%$ VIF: Todas las variables bien. Variables ECO y EQUIP eliminadas

Tabla 5. 17. Resumen de la información de las corridas del programa para los Valores de Mercado.

Valores homologados	Valores homologados	Valores homologados
S = \$ 344.00 $R^2 = 76 \%$ VIF: 61.9 la variable ECO	S = \$ 315.00 $R^2 = 74 \%$ VIF: 16.4 variable EQUIP. Variable ECO eliminada	S = \$ 293.00 $R^2 = 73 \%$ VIF: Todas las variables bien. Variables ECO y EQUIP eliminadas

Tabla 5. 18. Resumen de la información de las corridas del programa para los valores homologados.

De acuerdo con los resultados de las Tablas 5.17 y 5.18, el caso con mejores condiciones es el que corresponde al que emplea únicamente tres variables (UBIC, ZONA y COMERC) y los valores de mercado, pues tiene un valor de coeficiente de determinación múltiple de 74 %, tan solo 3 puntos porcentuales por debajo del mejor, y el mínimo valor de desviación estándar. Vale la pena resaltar que en este caso las tres variables que al final se consideran en el modelo, tienen un VIF aceptable, por debajo de 10.

En resumen, la información obtenida para la colonia SJM es:

El MRLM obtenido para este caso tiene una confiabilidad del 53 %. Empleando el mínimo valor promedio de los predios para la muestra considerada, que es de \$ 1438.00 y la desviación estándar, que es de \$ 275.00, se establece que el intervalo de confianza del 68 % es (1163.00, 1713.00). Se considera entonces el mínimo de este intervalo como el valor catastral unitario de suelo urbano, que es \$ 1163.00/m² (considerando los valores de mercado, pues los valores homologados no son confiables, según los valores de R^2 obtenidos en el MRLM y en este caso es necesario eliminar del modelo las variables ECO y EQUIP).

- **Santa Lucia**

Se utilizaron 10 muestras de predios en venta; predomina el uso habitacional y solo hacia el oeste, sobre la Prolongación de la 16 de Septiembre, el uso de suelo cambia a comercial; en general es una colonia con viviendas, de 1 o 2 niveles, en proceso de construcción y existen muchos lotes baldíos. Es importante mencionar que la colonia carece de infraestructura y equipamiento urbano

Santa Lucia											
LOTE: 300.00 M2				FACTORES DE HOMOLOGACIÓN					F.Re	VALOR	
No.	PRECIO OFERTA	PERFICIE M	PRECIO / M2	NEG/EXP.	F. UBIC	F. ZONA	F. SUP	FORM/TOPOG/SERV		M2	Colonia
1	\$ 558,000.00	310	\$ 1,800.00	0.90	0.95	0.95	1.00	1.01	0.82	\$ 1,482.81	Santa Lucia
2	\$ 472,500.00	350	\$ 1,350.00	0.90	0.90	0.90	1.02	1.00	1.00	\$ 1,350.00	Santa Lucia
3	\$ 205,000.00	164	\$ 1,250.00	0.95	0.80	1.00	0.94	1.00	1.00	\$ 1,250.00	Santa Lucia
4	\$ 650,000.00	500	\$ 1,300.00	0.95	0.80	1.00	1.08	1.00	1.02	\$ 1,326.00	Santa Lucia
5	\$ 367,500.00	350	\$ 1,050.00	0.90	0.85	0.90	1.02	1.00	1.00	\$ 1,050.00	Balcones
6	\$ 300,000.00	250	\$ 1,200.00	0.90	0.90	0.90	0.98	1.00	1.00	\$ 1,200.00	Santa Lucia
7	\$ 200,000.00	200	\$ 1,000.00	0.95	0.90	0.90	0.96	0.90	1.00	\$ 1,000.00	Santa Lucia
8	\$ 432,000.00	320	\$ 1,350.00	0.90	0.90	1.00	1.01	1.00	1.00	\$ 1,350.00	Santa Lucia
9	\$ 108,000.00	120	\$ 900.00	0.95	0.95	0.95	0.92	1.00	1.02	\$ 918.00	Santa Lucia
10	\$ 360,000.00	450	\$ 800.00	0.90	0.95	0.95	1.06	1.10	1.00	\$ 800.00	Santa Lucia
			\$ 1,200.00						PROMEDIO:	\$/M2 \$ 1,172.68	
								VALOR UNITARIO APLICADO:			\$ 1,200.00

Al realizar un análisis como los mostrados para los dos primeros casos, se obtiene el resumen de la información para la colonia Guadalupe Hidalgo que se muestra en la siguiente tabla:

Valores de mercado	Valores de mercado	Valores homologados	Valores homologados
S = \$ 195.00 $R^2 = 79 \%$ VIF: 17.5 la variable ECO	S = \$ 175.00 $R^2 = 79 \%$ VIF: Todas las variables bien. Variables ECO eliminada	S = \$ 120.00 $R^2 = 87 \%$ VIF: 17.5 la variable ECO	S = \$ 109.00 $R^2 = 87 \%$ VIF: Todas las variables bien. Variables ECO eliminada

Tabla 5. 19. Resumen de la información de las corridas del programa para los valores de mercado y homologados.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 5.19, el caso con mejores condiciones es el que corresponde al que emplea únicamente cuatro variables (UBIC, ZONA, EQUIP y COMERC) y los valores homologados, pues tiene un valor de coeficiente de determinación múltiple de 87 % y el mínimo valor de desviación estándar (\$ 109.00). Vale la pena

resaltar que en este caso las cuatro variables que al final se consideran en el modelo, tienen un VIF aceptable, por debajo de 10.

En resumen, la información obtenida para la colonia SJM es:

El MRLM obtenido para este caso tiene una confiabilidad del 87 %. Empleando el mínimo valor promedio de los predios para la muestra considerada, que es de \$842.00 y la desviación estándar, que es de \$ 109.00, se establece que el intervalo de confianza del 68 % es (733.00, 951.00). Se considera entonces el mínimo de este intervalo como el valor catastral unitario de suelo urbano, que es \$ 733.00/m² (considerando los valores de homologados, ya que son los que presentan los mejores resultados del modelo (mayor valor de R^2 y menor valor de desviación estándar). Es menester mencionar que en este caso se elimina del modelo la variable ECO).

Conclusiones

La implementación del modelo de Regresión Lineal Múltiple ha demostrado que se pueden estudiar variables de tipo urbano que dan clara referencia de apoyo y confiabilidad cuando se requiere de obtener valores de suelo, sin importar el número de muestras de mercado inmobiliario disponibles.

Es un modelo que permite la obtención de valores catastrales de manera rápida y eficaz, adicionalmente permite estudiar zonas con características cualitativas que ayuden a determinar valores, dependiendo su nivel socioeconómico.

El objetivo de utilizar 5 colonias en diferentes zonas y con características distintas, fue demostrar que el uso de codificación para calificar las variables, funciona aun cuando no se cuente con el mismo desarrollo entre una colonia y otra.

Así mismo sucede con las muestras inmobiliarias, por ejemplo, en la colonia San José Mayorazgo no hubo problema en encontrar mercado inmobiliario y se logró obtener valores, mientras que en el caso opuesto, la colonia Gabriel Pastor, no existen las suficientes muestras porque el terreno baldío es escaso, sin embargo se pudo obtener valores catastrales razonables.

Los valores catastrales publicados en la Ley de ingresos, en comparación con los valores comerciales, son extremadamente bajos. De tal forma es necesario equiparar de una forma razonable y sustentada el incremento de estos valores, para que se pueda tener una mejor y mayor recaudación. Esto se podrá traducir en mejor infraestructura y equipamiento urbano.

En conclusión si este sistema se implementa en los municipios y con la extensa información que se puede obtener, tendremos valores de suelo catastral y comercial de forma rápida y razonable, tanto para el gobierno como para los contribuyentes.

Esta tesis demuestra que utilizando el método se pueden obtener valores equitativos, tomando como referencia los valores de mercado, aplicándoles las variables socio económicas y utilizando las características propias de cada predio

Por lo tanto podemos concluir que entre mejor sean las condiciones de una colonia como economía, ubicación, zona, equipamiento urbano y comercialización el valor del suelo aumenta y entre menos tenga el valor de suelo baja.

Bibliografía

1. Mario Rafael Marqués Tapia. (2013). Criterios Metodológicos para la Valuación de inmuebles urbanos. Córdoba, Ver.: VALOR
2. José de Jesús Briseño. (2003). Métodos Catastrales para la Valuación de predios Urbanos. Hermosillo, Sonora: ITC.
3. Instituto Registral y Catastral del Estado de Puebla. (Diciembre 2015). Valuación de Terrenos. Manual de Valuación Catastral para el Estado de Puebla, 24-30.
4. Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C. (2004). Disposiciones generales. Reglas de Carácter General que establecen la Metodología para la Valuación, 107
5. Hernández Plasencia Jorge Antonio. (2013) “Valuación de predios rústicos”, Curso impartido en BUAP
6. Montiel Piña Enrique. (2013) “Probabilidad y estadística aplicada”, Curso impartido en BUAP
7. Rosales L. M. Fundamentos de Estadística, Análisis Exploratorio de Datos. ITAM. México 2013.
8. Meet Minitab, Release 14 for Windows. 4th Edition. Minitab INC. 2003