



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencias de la Valuación

Vida útil ponderada de las viviendas de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro.

T e s i s

**Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Ciencias de la Valuación**

Presenta:

Ing. Jaime Armando Castillo Reséndiz

Dirigido por:

M.G.P. José Luis Alcántara Obregón

Santiago de Querétaro Qro. junio 2012



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ciencias de la Valuación

VIDA ÚTIL PONDERADA DE LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Ciencias de la Valuación

Presenta:

Ing. Jaime Armando Castillo Reséndiz

Dirigido por:

M.G.P. José Luis Alcántara Obregón

SINODALES

M.G.P. José Luis Alcántara Obregón
Presidente

M. C. Sergio Javier Amaya Padilla
Secretario

M. C. Estefanía de la Luz Flores Benítez
Vocal

M. C. Verónica Leyva Picazo
Suplente

M. C. José Gonzalo Alejandro Álvarez Frías
Suplente

Dr. Aurelio Domínguez González
Nombre y Firma
Director de la Facultad

Dr. Irineo Torres Pacheco
Nombre y Firma
Director de Investigación y
Posgrado

RESUMEN

Hoy en día han llegado varios desarrolladores de viviendas de interés social a la ciudad de Querétaro, la problemática que existe para valorar las viviendas nuevas, es que los valuadores profesionales al momento de realizar un avalúo, dicen que la vida útil de la vivienda de interés social nueva oscila entre 50 y los 70 años. El tema del siguiente estudio es demostrar que la vida útil ponderada de las viviendas de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro es mayor de los 60 años; para llevar a cabo dicho estudio se requiere del presupuesto de obra por partidas de cada prototipo y la vida útil probable de cada elemento constructivo con la cual fue construida la vivienda, el método a seguir, es el de calcular los índices de cada elemento constructivo usando los costos de cada uno de ellos y dividiéndolos entre el costo total de la obra, para calcular la vida útil ponderada de cada elemento constructivo se multiplica el índice por la vida útil probable, al momento de obtener cada una de ellas se suman y se obtiene la vida útil ponderada de la vivienda de interés social. Para obtener los resultados se hacen grupos de elementos constructivos iguales de los diferentes prototipos utilizados, en donde se utilizarán las medidas de tendencia central y de dispersión, usando los costos y las edades ponderadas de cada elemento constructivo, para comprobar el resultado se elabora un prototipo promedio, utilizando todos los costos promedios de cada elemento constructivo obtenido en cada grupo. Al final del estudio, se comprueba la hipótesis en donde la vida útil de la vivienda de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro es mayor a 60 años.

(Palabras clave: Interés social, vida útil, elementos constructivos, viviendas y costos.)

SUMMARY

Nowadays a few affordable housing developers have come to Queretaro, the issue is that in order to value the new housing is that the professional appraisers at the moment of doing the valuation they say that the useful life of the new affordable housing oscillates between 50 and 70 years. The topic of the next study is to demonstrate that the useful life is praised by the affordable housing in the metropolitan area of Queretaro city is older than 60 years to make the study that was already mentioned happen it requires a work budget line item for each prototype of the useful life of every constructed element that was used to create the housing, the next method is to calculate the index of every constructive element using the costs of the useful life praised of every constructive element multiply the index for the probable useful life, at the moment of obtaining every single one they will be added and we will obtain the useful praised life of the affordable housing. To obtain the results we make the same groups of constructive elements from different prototypes already used, which later they will be used in the central policy tendency and dispersion using the cost of each constructive element to prove the result we elaborate an average prototype using all the costs of each constructive element obtained in each group. At the end of the study, hypothesis will be checked in which the useful life of the affordable housing in the metropolitan area of Queretaro city is older than 60 years.

(Key words: social interest, life span, construction elements, housing and costs.)

DEDICATORIAS

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A mi esposa por brindarme todo su apoyo y cariño en esta difícil y bonita etapa de mi vida.

Especialmente se la dedico a mi hijo por ser la luz de mi vida y la fuerza para luchar en esta vida.

Con mucho cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo Papá y Mamá por darme esos consejos y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

A mis hermanos, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Al M.C. Sergio Javier Amaya Padilla por brindarme el tiempo necesario para que me superara y terminara mis estudios de postgrado

Al M.G.P. José Luis Alcántara Obregón que gracias a su apoyo incondicional pude titularme.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa, porque gracias a su cariño, amor, apoyo y confianza he llegado a realizar dos de mis mas grandes metas en la vida. La culminación de la maestría y el hacerla sentirse orgullosa de mí.

A mi hijo, tú que eres mi vida, quiero agradecerte esta capacidad de amor que me has dado, todas las sonrisas que me has regalado, tus travesuras que me han enseñado tanto, agradecerte el darme la oportunidad de ser Papá. Puede que a veces no lo haga tan bien como me gustaría, pero lo hago lo mejor posible. Gracias, simplemente por darme tú alegría.

A dios, que me ha heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo "sus Padres".

A mis padres, quienes escatimar esfuerzo alguno sacrificaron gran parte de su vida para educarme.

A mis hermanos, quienes la ilusión de su vida ha sido verme convertido en un hombre de provecho.

Un especial agradecimiento a mis sinodales (M.G.P. José Luis Alcántara Obregón, M. C. Sergio Javier Amaya Padilla, M. C. Verónica Leyva Picazo, M. C. José Gonzalo Alejandro Álvarez Frías y M. C. Estefanía de la Luz Flores Benítez.) por su dedicación, por sus enseñanzas, sus consejos, sus comentarios y sobre todo, por compartir su tiempo conmigo para la realización de esta tesis.

INDICE

	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Indice	v
Indice de cuadros	viii
Indice de figuras	ix
I. INTRODUCCION	1
II. FUNDAMENTACION TEORICA	4
2.1 Vida útil total de las viviendas	4
2.1.1 Vida media probable de un inmueble	6
2.2 El mantenimiento y la vida útil de las edificaciones	8
2.3 Calidad de vida en el interior de los edificios: Síndrome del edificio enfermo	10
2.4 El mantenimiento y el proceso constructivo	12
2.5 Las fases de influencia del mantenimiento	13
2.6 Vida útil probable de los materiales a nivel mundial	15
2.7 Vidas útiles probables mínimas para materiales de obra	18
2.8 Vida útil probable de las partidas básicas de una edificación	20
2.9 La vida de servicio y el grado de instalación de las Edificaciones	21
2.10 Factores que influyen en la esperanza de vida de una Edificación	23
2.11 Condiciones físicas de las edificaciones	23
2.12 Circunstancias externas a los bienes	24
2.13 Sustituciones de las edificaciones en la ciudad	25
2.14 Durabilidad del concreto	26

III.	HIPOTESIS Y OBJETIVOS	29
	3.1 Hipótesis	29
	3.2 Objetivos	29
	3.2.1 Objetivo general	29
	3.2.2 Objetivos Particulares	29
IV.	METODOLOGIA	30
V.	RESULTADOS	40
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
	6.1 Conclusiones	70
	6.2 Recomendaciones	73
	REFERENCIAS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Vida útil probable de los materiales básicos de una edificación	19
2	Descripción de obra de la vivienda de interés Social	20
3	Vida útil probable de inmuebles por su grado de instalación	22
4	Presupuesto de obras por partidas	33
5	Índice de participación de la obra	34
6	Cálculo de incidencia	35
7	Edad probable	35
8	Edad ponderada	36
9	Grupo de concretos	37
10	Presupuestos de obra del prototipo San Javier	40
11	Regla de Pareto 80/20 del prototipo San Javier	41
12	Presupuestos de obra del prototipo San Pedrito	43
13	Regla de Pareto 80/20 del prototipo San Pedrito	44
14	Presupuestos de obra del prototipo San Mateo	45
15	Regla de Pareto 80/20 del prototipo San Pedrito	46
16	Presupuestos de obra del prototipo San Miguel	47
17	Regla de Pareto 80/20 del prototipo San Pedrito	48
18	Presupuestos de obra del prototipo P33M2	49
19	Regla de Pareto 80/20 del prototipo P33M2	50
20	Presupuestos de obra del prototipo P46M2	51
21	Regla de Pareto 80/20 del prototipo P46M2	52
22	Presupuestos de obra del prototipo P50M2	53
23	Regla de Pareto 80/20 del prototipo P50M2	54
24	Presupuestos de obra del prototipo P58M2	55
23	Regla de Pareto 80/20 del prototipo P50M2	54
26	Grupo de concretos	57
27	Prototipos y costos de los concretos	57
28	Prototipos y edades ponderadas de los concretos	58
29	Grupo de aceros	59
30	Prototipos y costos de los aceros	59
31	Prototipos y edades ponderadas de los aceros	60
32	Grupo de aluminios	61
33	Prototipos y costos de los aluminios	61
34	Prototipos y edades ponderadas de los aluminios	62

35	Grupo de impermeabilizantes	63
36	Prototipos y costos de las impermeabilizaciones	63
37	Prototipos y edades ponderadas de las Impermeabilizaciones	64
38	Grupo de los muebles de baño	65
39	Prototipos y costos de los muebles de baño	65
40	Prototipos y edades ponderadas de los muebles de baño	66
41	Regla de Pareto y los costos totales de los Prototipos	67
42	Regla de Pareto y las edades ponderadas de Los prototipos	68
43	Prototipos de vivienda promedio	69

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Gráfica de regresión lineal del prototipo	36
2	Gráfica de regresión lineal del prototipo San Javier	42
3	Gráfica de regresión lineal del prototipo San Pedrito	44
4	Gráfica de regresión lineal del prototipo San Mateo	46
5	Gráfica de regresión lineal del prototipo San Miguel	48
6	Gráfica de regresión lineal del prototipo P33M2	50
7	Gráfica de regresión lineal del prototipo P46M2	52
8	Gráfica de regresión lineal del prototipo P50M2	54
9	Gráfica de regresión lineal del prototipo P58M2	56

I. INTRODUCCION

La estimación de la vida útil de las edificaciones, de las estructuras y de los bienes en general, ha sido un tema de investigación relativamente poco tratado desde el punto de vista de la valuación en México.

Otras especialidades de la ingeniería han dirigido su punto de atención hacia las investigaciones respecto a la durabilidad de las estructuras. Sin embargo, a nivel mundial, según un artículo del autor Turibio Da Silva, señala antecedentes de estudios sobre la durabilidad de materiales que datan del año de 1938, basados en probetas moldeadas en 1907 (Da Silva, 2002).

En México es escasa la información técnica existente que trate el tema de la vida útil de las edificaciones. Algunas instituciones del estado y principalmente los laboratorios de materiales de algunas universidades o de compañías privadas que se encargan a la construcción de viviendas, han ejecutado programas enfocados a la estimación de la resistencia de los materiales constructivos.

La casa es una edificación que tiene fines de vivienda familiar y está organizada en una o varias plantas. Desde tiempos inmemoriales y con las diferencias culturales, de costumbres y de clases sociales, que imperaron en las distintas épocas, las casas han sido el principal patrimonio de las familias. Pero además de esta función de tipo social que presenta la casa, también ha servido y ha sido utilizada con fines puramente supervivientes, para salvaguardarse de las inclemencias del clima (Dobner, 1983).

En la década de los setentas, al implementarse una política de apoyo a la vivienda por parte del sector público se crearon y fortalecieron las instituciones nacionales y estatales dirigidas a financiar y construir viviendas de interés social en zonas urbanas caracterizándose por ser casas unifamiliares de uno y dos piso en los conjuntos. A partir de 1959 se construyeron los primeros conjuntos

habitacionales multifamiliares en régimen de condominio promovidos principalmente por el Instituto del Fondo de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) en ciudades con un alto índice de urbanización (Bernal, 2000).

Con la modificación de la política nacional de vivienda en el año de 1992, al pasar el gobierno de un estado financiero-constructor a uno exclusivamente financiero, se responsabiliza al sector privado y social de ser actores principales en la generación y construcción de vivienda. En el año de 1993 se decreta la segunda ley general de asentamientos humanos (HCU, 1993)

El 9 de Marzo de 1999, se estableció la siguiente tipología de vivienda: social progresiva, interés social, popular, media, residencial y residencial campestre (HCU, 1999)

Los componentes para construir una edificación son: Cimentación, muros y estructura (que incluye a los cimientos, castillo, trabes, vigas, cerramientos, revestimientos para pisos y paredes), albañilería, acabados, carpintería, cancelería, instalación eléctrica, instalación sanitaria, instalación de gas, instalación eléctrica, entre otros.

En esta investigación se demostrará que la vida útil ponderada de las viviendas de interés social nuevas en México no es de setenta años como se describe en los avalúos ya sean fiscales para el traslado de dominio, el pago de impuesto y los comerciales para los créditos de compra-venta, hipotecas, herencias, entre otros.

Con el estudio que se llevará a cabo, se obtendrán las herramientas necesarias para determinar la vida útil ponderada de la vivienda de interés social nueva en cualquier parte de la Republica Mexicana, realizándose dicho estudio en algunos fraccionamientos dentro del área metropolitana de la Ciudad de Querétaro, que conforman los municipios de Corregidora, El Marqués y Querétaro.

Según la ASTM 632 – 82, la vida útil es el periodo de tiempo después de la construcción durante la cual todas las propiedades esenciales alcanzan o superan el valor mínimo aceptable con un mantenimiento rutinario (American Society For Testing and Materials, 1998).

En la valuación inmobiliaria hoy en día al menos en el campo de la investigación, se desconoce que existan algunos tipo de parámetros, en el cual se pueda calcular la vida útil ponderada del inmueble valuado, al momento de la visita al inmueble ya sea ésta nueva o usada, el valuador toma como base la edad con respecto a la fecha en que se realizó la escrituración, la edad del fraccionamiento, licencia de terminación de obra o la última remodelación que se le hizo al inmueble.

En la ciudad de Querétaro no es usado algún documento o herramienta que sirva para calcular la vida útil ponderada de las edificaciones, se ha tomado la decisión de aplicar el Método de la Vida Útil Ponderada, partiendo del hecho que es un enfoque que no requiere directamente del soporte de laboratorios de materiales especializados y se presta de forma indirecta, para hacer variaciones en la calidad de los materiales, la mano de obra empleada y las condiciones del medio en la cual se encuentra, entre otros elementos (Dobner, 1983).

El estudio de la Vida Útil Ponderada en las edificaciones va ha ser de gran utilidad a los valuadores para saber realmente la edad del inmueble, del cual se va realizar el avalúo, tomando en cuenta el estado físico y las condiciones ambientales que a éste afectan en cualquier parte del territorio mexicano en donde se ubique el inmueble.

Al realizar dicho estudio se obtendrá realmente la Vida Útil Ponderada de las viviendas de interés social, tomando como base los presupuestos de obra y las edades de los elementos constructivos que componen la vivienda.

II. FUNDAMENTACION DE LA VIDA ÚTIL DE LOS BIENES INMUEBLES

2.1 Vida útil total de las viviendas

Previo a la aplicación del método para estimar la Vida Útil Ponderada de una edificación, es necesario conocer los términos que los valuadores citan en diferentes casos al referirse al estimado de vida de los bienes en general.

La vida útil representa la unidad de un bien, en la que prestará un servicio dentro de los límites de eficiencia económica. Es la vida útil probable futura que se estima tendrán los bienes que se valúan considerando los límites de eficiencia económica y de producción de la persona física o moral para la cual se está realizando el avalúo. Según la ASTM (American Society for Testing and Materials) “es el periodo de tiempo después de la construcción durante la cual todas las propiedades esenciales alcanzan o superan el valor mínimo aceptable con un mantenimiento rutinario”.

En México existen diversas informaciones que muestran la vida útil para diferentes tipos de edificaciones ya sean estas de interés social, residenciales e industriales. La mayoría de estas publicaciones han sido desarrolladas en los países más industrializados que tienen los recursos necesarios para desarrollar programas de seguimiento en el campo de la materia y la implementación de investigaciones en laboratorios de materiales. Los dictámenes que señalan la vida útil de los componentes de una edificación, advierten que éstas no son exactas, se publican únicamente a modo de guía y se deben considerar como un promedio normal y razonable de vida útil.

La edad de un inmueble debe representar el tiempo transcurrido desde la instalación del bien, hasta la fecha de la valuación. La edad no puede ser equivalente al periodo cronológico transcurrido desde la instalación de la propiedad nueva, hasta la fecha del avalúo, ya que existen una serie de factores,

como calidad del mantenimiento, la intensidad del uso, el clima, la contaminación, las reparaciones mayores entre otros, que solo pueden determinarse mediante la inspección física del bien.

La vida de servicio de una edificación es la base del cálculo de la rentabilidad de una edificación. Esta corresponde a la duración de servicio promedio de un edificio o de un elemento constructivo de una instalación o de un componente de éste.

La vida agotada de un inmueble no puede ser equivalente a la edad actual. La opinión de la vida agotada debe emitirse como el resto de la observación y consideración de la utilidad de un bien, que puede ser influenciada, tanto por la observación como por la edad (Pérez, 1997).

Una unidad particular de propiedad puede tener una vida normal esperada de 70 años y tener 35 años de edad, pero si por estado de conservación revela que no ha sufrido la cantidad normal de deterioro durante estos años, la vida remanente puede aun ser de 47 años, representando un agotamiento actual solamente del 33.33% de su vida normal. Lo contrario puede también ser cierto y a través de su estado de conservación, maltratos, abusos y descuidos, el inmueble puede haberse agotado más del 50% de su vida esperada.

La vida útil remanente esperada es la que gobierna la determinación del valor de una propiedad (Nebreda, *et al.*, 2006). Se expresa matemáticamente según la siguiente fórmula:

$$V.U.R.=V.U. * \frac{V.N.R.}{V.R.N.} \qquad \text{No. 1}$$

Donde:

V.U.R. = Vida Útil Remanente

V.U. = Vida Útil

V.N.R. = Valor Neto de Reposición

V.R.N. = Valor de Reposición Nuevo

El concepto intrínseco de esta fórmula es importante destacarlo, tomando en cuenta que en algunos casos se estima la vida remanente como la diferencia entre la vida útil y la edad cronológica. Este último concepto, no necesariamente es correcto, debido a que el restante de vida de un inmueble o mueble, depende de su estado de conservación.

2.1.1 Vida media probable de un inmueble

“La vida media probable es el valor estadístico obtenido a partir de las curvas de mortalidad para cada bien” (Corell. 2011). En nuestro país, es común encontrar bienes que han superado ampliamente la Vida Media Probable y que aun continúan en explotación económica, porque en su momento se les ha dado su mantenimiento preventivo continuamente y su vida útil aumenta por el factor del estado de conservación.

En el caso de querer determinar el periodo de vida útil durante el cual un bien puede seguir prestando servicios la respuesta es aleatoria, pues se trata de problemas de probabilidad de subsistencia. Esto en parte se soluciona recurriendo al uso de las tablas de mortalidad o de gráficos que representan la frecuencia de los retiros en función de la antigüedad, especialmente en el caso de maquinaria y equipo (Da Silva, *et al.*, 2002).

Sin embargo, la vida económica de un bien se encuentra íntimamente relacionada con el grado de explotación y es, a su vez, función del adelanto tecnológico.

En algunos casos, cuando un bien llega a su vida media probable resulta que es equivalente a su valor final y solo tiene un valor igual al de chatarra o desecho. Esto ocurre con frecuencia en países de gran desarrollo industrial. Sin embargo en países de poco desarrollo industrial, el bien sigue siendo rentable y continua siendo productivo, prestando servicio con menores exigencias de exactitud y calidad en los productos a procesar, es decir que su valor de vida media probable será apreciable y superior al de desecho o chatarra.

Cuando a un inmueble en la valuación se le aplica un factor de vida, este se refiere a la relación que hay entre la vida útil total en la cual se estima que el bien prestará el servicio, considerando los límites de producción y económicos en condiciones de operación normal del bien y la fórmula se presenta de la siguiente manera (Nebreda, *et al.*, 2006).

$$F.V. = \frac{V.U.T. - E}{V.U.T.}$$

No. 2

Donde:

F.V. = Factor de Vida

V.U.T. = Vida Útil Total

E. = Economía

Cuando la edad de un inmueble se estima, se debe de basar en la comparación con otras estructuras del mismo tipo, independientemente de su edad actual, que depende de la condición actual de la propiedad.

Una propiedad antigua, que ha tenido un programa regular de mantenimiento, remodelaciones, entre otros, puede tener el mismo aspecto y demanda de las propiedades típicas que son 25 años menores y viceversa. En estos casos el valuador debe tomar en cuenta el costo de la manutención y el mantenimiento en lugar de escoger un valor de las tablas de depreciación.

Como se puede apreciar existen un sin número de formas de citar la vida útil de una edificación o de un bien en general, sin embargo no cabe la menor duda que ésta depende en gran parte del programa de mantenimiento que se le aplique a la edificación o al elemento que en este caso se esté analizando.

La vida útil ponderada se obtiene con los costos de cada elemento constructivo que componen la vivienda que sumados todos estos, nos da el costo total de la vivienda, con estos costos desglosados se obtiene la incidencia dividiendo el costo de cada elemento constructivo entre el costo total de la vivienda y el resultado que se obtiene es la incidencia de cada uno de los elementos que sumados debe de ser el 100%, ésta se multiplica con la vida útil de cada elemento constructivo y se obtiene la vida ponderada de cada elemento constructivo que sumados todos los elementos nos da como resultado la vida útil ponderada.

En la aplicación del método para estimar la edad, se requiere tener una amplia certeza de:

- La vida probable de cada elemento constructivo.
- El presupuesto de obra por partidas.
- Se debe de calcular la incidencia, a la cual le corresponde a cada elemento constructivo.
- Y se deben de sumar todos los resultados obtenidos cuando se multiplica el factor de incidencia y la vida probable de cada elemento constructivo.

2.2 El mantenimiento y la vida útil de las edificaciones.

Una vez que concluye la etapa de construcción de la vivienda, es evidente que ella misma necesita de acciones de mantenimiento que permitan que sus distintos subsistemas, elementos y componentes que la integran alcancen la vida útil prevista presentando eficientemente servicio durante dicho periodo.

El mantenimiento preventivo se basa en la realización planificada y constante en el tiempo de las acciones de mantenimiento, como una forma eficaz que permite ir delante del problema y no detrás de él. En el caso de las viviendas en uso con deficiencias en el mantenimiento, para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo siempre es necesaria la puesta en marcha previa de un plan de mantenimiento correctivo (Falabella, 2006).

En general las edificaciones plantean una expectativa de vida aproximada entre los 60 y 70 años, luego de los cuales requieren para su sobrevivencia una intervención general. Esta resultará necesaria en relación del edificio que se trate, su función, su uso y también el mantenimiento que de él se haya hecho a lo largo de su vida. Si esa rehabilitación integral no se realiza, por lo general el edificio que ha sufrido el deterioro progresivo y permanente del tiempo producto de variaciones climáticas o que ha recibido las influencias de los cambios a que ha sido sometido su entorno inmediato o él mismo, debiendo a veces responder a necesidades para las cuales no fue proyectada (Da Silva, et al, 2002).

De la misma manera que ocurre con un automóvil al que hoy en día las fábricas imponen mantenimientos preventivos que aseguran las garantías ofrecidas, en el momento de la venta se acompaña de un manual de uso y que ante una falla o un cambio en el ruido percibido en el motor se lleve a la agencia para que el personal especialmente capacitado lo revise y lo repare.

Las edificaciones también deben para no llegar a su ruina: ser inspeccionados técnicamente por el profesional capacitado al que se debe recurrir ante la aparición de cualquier falla de la construcción para descubrir las causas de la patología y sugerir las acciones correspondientes para su reparación integral. Debe considerarse que habitualmente el tiempo transcurrido entre la aparición de la lesión y la consulta, es directamente proporcional al futuro costo de la reparación, a la vez que dificulta el descubrimiento inmediato de las causas que

generaron la falla. Adicionalmente, los edificios deberán incluir una vez concluidas las obras un manual de uso y de mantenimiento.

2.3 Calidad de vida en el interior de los edificios: Síndrome del edificio enfermo.

El síndrome del edificio enfermo se origina por los efectos nocivos para la salud producidos por los contaminantes del aire interior de los locales y varían desde una mínima incomodidad, hasta enfermedades respiratorias, cáncer y en los casos más extremos, la muerte. Ello ha motivado en varios países a la formación de grupos interdisciplinarios compuestos por ingenieros, arquitectos, médicos alergistas, dermatólogos, entre otros para estudiar este fenómeno y divulgar sus causas y soluciones.

Las edificaciones protegen a sus ocupantes de la contaminación reinante en la ciudad. Pero en muchos casos, durante la vida útil del edificio, los índices de contaminación pueden excederse debido a malas condiciones internas de suciedad, polvo, humedad, gases tóxicos, hongos y aguas detenidas, o bien crear cuadros absolutamente nuevos de contaminación en interior del edificio.

Cuando más del 20% de los usuarios de un edificio presenta dolores de cabeza, náusea, mareos, dolores de garganta, picazón o resequeidad en la piel, congestión o irritación nasal, ojos llorosos, fatiga excesiva y estos síntomas desaparecen si estas personas salen de su lugar de trabajo o durante los fines de semana, es muy probable que estos síntomas estén siendo provocados por algunos contaminantes presentes en el edificio. La existencia simultánea de algunos de estos síntomas en un conjunto de personas se conoce como el “Síndrome del Edificio Enfermo” (SEE) o “Sick Building Syndrome” (SBS). Un edificio en estas condiciones puede agravar enfermedades bronquiales o de la piel (Moreno, 2000).

Uno de los básicos problemas en la concepción del programa de mantenimiento, es lograr un equilibrio en las medidas a tomar. Estos con el fin de evitar multiplicar las inspecciones de partes del edificio cuya vida útil doble o triplique el periodo de las inspecciones.

Para estos motivos es necesario establecer la vida útil de los materiales y sistemas con la más cercana aproximación. Para este fin es necesario contar con información procedente de los fabricantes, en el mejor de los casos, y de la propia experiencia obtenida o provocada mediante ensayos de envejecimiento o de la observación de aquellos que están involucrados en el proceso constructivo.

En forma discriminada, los valuadores en muchas ocasiones, relacionan los inmuebles con los componentes o materiales que se caracterizan por vidas útiles de más de 50 años. Por ejemplo, solo toman en cuenta los elementos de concreto, hierros, materiales de P.V.C., entre otros. Por esa razón, el valuador erróneamente puede concluir que la expectativa de los inmuebles en un 100% de los casos, se ubica en rangos de 50 a 80 años.

La investigación sobre este tema de la vida útil ponderada de los principales materiales que componen las edificaciones en México no es profunda. Algunos manuales muestran datos o listas de vidas útiles o esperanzas de vidas de diferentes tipos de inmuebles, sin embargo, no señalan como o bajo que metodologías o parámetros fueron obtenidas.

El mantenimiento es una actividad razonable, destinada a evitar gastos mayores en los edificios, que siempre ha existido en aquellos casos en que se ha dado la concurrencia de grandes inversiones y promotores comprometidos durante toda la vida útil de la edificación.

En nuestro medio, la edificación como un conjunto no ha convertido todavía el mantenimiento en una doctrina para la acción consolidada y aceptada

por todos. Al mantenimiento le pasa como todas las actividades que van más allá de los intereses individuales inmediatos, necesitan pasar por una fase de imposición hasta que se convierten en un hábito social. En los años 60 el tema del control de calidad y mantenimiento de edificaciones era un material experimental practicado sólo por grandes corporaciones, hoy en día conocemos el nivel de especialización, las experiencias y lo exitoso que han sido los planes de mantenimiento (De los Reyes, 2006).

2.4 El mantenimiento y el proceso constructivo.

El tiempo no pasa en vano y hoy sí que es un patrimonio consolidado de nuestro acervo técnico-cultural que cuanto antes se profundice en una actividad del proceso, más probabilidades hay de que se obtengan los resultados buscados.

Con el mantenimiento no podía ser menos en el eco que nos llega de la discusión internacional, el tratamiento de mantenimiento comienza en el propio programa de necesidades que el promotor entrega al contratista de un modo más o menos rudimentario (Alejandre-Sánchez, 2002).

Así se recomienda que proyectistas y promotor traten de considerar los costos de mantenimiento en el momento que deciden los principales rasgos de la nueva promoción, al proyectista se le pide que elabore el proyecto con el mantenimiento sobrevolando toda su actividad, dado que decisiones que se toman en esa fase con ligeros cambios de enfoque se traducen menores costos para varias décadas de vida útil del edificio.

En la fase del proceso se recomienda a los constructores y supervisores de obra que consideren entre sus prioridades el respeto por los aspectos del proyecto a ejecutar con el mantenimiento. Además se incide también en aspectos

como la flexibilidad de lo construido para permitir los cambios provocados por la obsolescencia de los locales y estancias.

2.5 Las fases y etapas del mantenimiento.

Las fases de influencia del mantenimiento en el proceso constructivo, en este nuevo enfoque están centradas en el proyecto, aunque se prolongan en la ejecución, son las siguientes (Álvarez, *et al.*, 2009):

- Concepción.
- Establecimiento de la vida útil prevista del edificio.
- Pre-diseño.
- Establecimiento de la vida útil de previa vista de los componentes.
- Evaluación de la vida de servicio de los componentes.
- Comprobación de que la vida de servicio predicha es mayor que la prevista.
- Realizar el proyecto.
- Elaborar el programa de mantenimiento.

Aclaremos que la vida útil prevista es la duración que el propietario y el proyectista establecen para el conjunto del edificio y sus componentes. Con los elementos básicos aquí tratados, se puede percibir que para el establecimiento del mantenimiento de las edificaciones, es preciso determinar la vida útil de los bienes que formarán parte de la edificación en estudio.

La vida útil debe ser considerada en los siguientes aspectos del proceso como lo determino el Ing. Francisco García Olmos: Prestaciones, funcionalidad, especificaciones, costos iniciales estimados y listas de chequeo para las fases de construcción. Igualmente la vida útil debe estar relacionada con la caracterización del medio ambiente, la información sobre la vida útil normal de los materiales y sistemas así como las recomendaciones de mantenimiento asociadas con esta vida útil, las estimaciones del costo de ciclo de vida y las listas de chequeo para las fases de evaluación y mantenimiento.

El proyecto debe ser elaborado bajo la influencia de los criterios de calidad, seguridad y respecto al medio ambiente. Los criterios de calidad suponen que las prestaciones del edificio son conformes con los requisitos del cliente, y se conservan durante la vida útil con un mantenimiento proporcional a la vida útil de cada componente del edificio. Cuando esto no ocurre son necesarias acciones correctoras como: reparación, rehabilitación y sustitución.

La metodología a seguir para el mantenimiento en general se describe en las siguientes etapas (Alejandre-Sánchez, 2002):

- Descripción de la vivienda, observación y valoración del estado en general.
- Recopilación de información.
- Análisis de la situación y diagnóstico.
- Proyecto de intervención.
- Intervención.
- Mantenimiento.

Si se realiza un análisis detallado en la primera y en la segunda etapa se puede observar que en las dos se establece el estado de la cuestión de la vivienda, es decir, la evolución de la misma desde que se construyó hasta la situación actual, incluyendo los distintos factores que han afectado a su estado de conservación. La tercera etapa se centra en la interpretación de la información obtenida para poder ofrecer un diagnóstico, es decir, nos proporciona una información sobre el estado de la vivienda, que debe ser evaluada y discutida antes de la emisión del diagnóstico.

Ya cuando se tiene el diagnóstico, en la cuarta etapa, corresponde establecer el proyecto de intervención, pero no solo se debe proponer éste, sino también se deben de tomar en cuenta los diferentes criterios que se han seguido para decidirlo, se deben de tener claras las técnicas a emplear para su adecuada ejecución.

La intervención es la quinta etapa y en ella se realiza la ejecución de la restauración. Además de suponer la materialización del tratamiento, puede arrojar nueva información que sirva para modificar la propuesta inicial. Y por último en la sexta etapa es el mantenimiento, que se puede equiparar a un tratamiento preventivo con el que se pretende evitar o al menos retrasar lo máximo posible las patologías que llevaron a la intervención.

Como puede observarse, la estimación de la vida útil de una vivienda, no sólo es necesaria para la estimación de la depreciación en los procesos de valuación de inmuebles. Es básica y necesaria para la correcta implementación de los procesos de mantenimiento y la toma de decisiones sobre los programas futuros del inmueble.

2.6 Vida útil probable de los materiales a nivel mundial.

Un inmueble se compone de diferentes elementos constructivos que en conjunto forman los diferentes sistemas necesarios para la prestación de un servicio o actividad. Los avances de la tecnología constructiva han hecho que muchos de estos materiales sean muy versátiles teniendo diferentes usos y aplicaciones.

Sin embargo, en el fondo el componente básico es el mismo. Por ejemplo, el fibrocemento sea aplicado en una edificación está compuesto por fibras de amianto y celulosa mezcladas con cemento. Otro gran componente de los elementos es el policloruro de vinilo, conocido comercialmente como PVC. A su vez, cada uno de esos componentes tiene un comportamiento diferente ante las diversas acciones del ambiente y sus múltiples usos.

Es por ese motivo, que los valuadores profesionales, no deben fijar la vida de los bienes inmuebles a partir de la esperanza de vida de un concreto, de

un metal o por el uso de un gráfico o una tabulación de valores del cual se desconoce su procedencia.

Dentro de la investigación realizada, se ha determinado que a nivel mundial el estudio y estimación de las vidas útiles de los bienes ha sido y es un tema en el cual cada día más organismos e investigadores se han involucrado.

En la actualidad la predicción de la vida útil de las estructuras representa un área de investigación reciente, no obstante está muy relacionada al concepto de durabilidad, el cual se viene estudiando desde hace muchos años.

Resulta compleja la predicción de la vida útil de toda la edificación, debido a diversos factores que son susceptibles de incidir en su determinación, entre los cuales están: los fenómenos mecánicos, funcionales, químicos o ambientales, de igual manera, añade complejidad a la predicción de la vida útil, el hecho de que los elementos estructurales pueden encontrarse sujetos a condiciones de utilización o bien de exposición ambiental diferentes y variables con el tiempo.

Otras limitaciones se agregan del hecho de que los distintos elementos estructurales de una edificación, resisten condiciones mecánicas y ambientales muy distintas. Asociado al concepto de vida útil, es imprescindible fijar un valor mínimo aceptable de vida, elegido por la propiedad del proyecto; sin embargo, no hay estudios suficientes enfocados a la elección de las variables de control y fijación de los valores mínimos aceptables.

La estimación de la vida útil se ve limitada a distintos requerimientos, técnicos (no están relacionados con el uso de la estructura), funcionales (capacidad de la estructura para cumplir con las funciones para la cual ha sido diseñada) y económicos (costo de mantenimiento necesario para garantizar que la estructura siga en usos).

En el caso de la corrosión de las armaduras, es necesario fijar ciertos criterios para determinar la vida útil, tal como el alcance de la fisuración por productos de corrosión, pérdida de sección de la armadura.

Entre los grupos de investigación en aspectos de vida útil de estructuras más notables, se encuentran los comités CIB-RILEM: “Comité 130 CLS – Métodos para la estimación de la vida de servicio de estructuras de concreto”, y uno de los más recientes como es el Comité 140-TLS: “Sobre la predicción de la vida de servicio de los componentes de materiales en las edificaciones” (Parrott, 1994).

Algunas de las publicaciones consultadas son de entes tan prestigiosos como la American Society for Testing and Materials Committee, la Norma International Organization for Standardization (ISO), especialmente en su apartado “Draft International Standard ISO/DID 15686: Buildings Service Life Planning”, la publicación de Marshall and Swift Publication Co. “Life Expectancy Guidelines”, y la obra del investigador Rudbeck: “Assesing the Service Life of Building Envelope Constructions”.

En la conclusión de los valores propuestos, es importante resaltar que los estudios que ha realizado la Oficina Federal de Edificaciones de Suecia, ha sido fuente primaria de consulta. Este organismo en especial, ha generado modelos y pruebas de laboratorio a partir de los cuales les ha permitido llegar a definir valores de vida probable con un alto grado de confiabilidad.

Todas estas publicaciones son claras al señalar que la vida útil de una edificación, no depende de unos cuantos componentes, sino, que cada uno de ellos aporta, en menor o mayor proporción, una incidencia dentro de la vida útil de la edificación.

Al no tener en el medio mexicano, conocimiento sobre una investigación científica o de alguna otra índole, se dio paso a la selección de las literaturas

consultadas, una serie de componentes de las edificaciones, que son consistentes con la industria de la construcción nacional y en la cual sus compuestos básicos son similares o los mismos que los aplicados en nuestro medio.

Para aplicar el método de la vida útil ponderada, se debe tener claramente definido la vida útil probable de cada uno de los elementos constructivos considerados para la construcción del inmueble. Datos inexactos o fuera de contexto, resultarían en vidas útiles ponderadas no confiables.

2.7 Vidas útiles probables mínimas para materiales de obra

Las vidas útiles anotadas en la Tabla No. 1, se sugiere que sean aplicadas por los valuadores, como parte del proceso que culmina en la asignación de la vida útil ponderada de la edificación. Esta tabla se ha ajustado tomando en cuenta la experiencia consultada a proveedores de materiales y componentes, ingenieros en mantenimiento industrial, ingenieros constructores y a la comparación directa con obras de diversas edades cronológicas. Estas se pueden considerar como vidas probables mínimas.

Estos valores son básicos en el siguiente proceso que es la estimación de la vida probable de los componentes de las edificaciones. Los estimados de vida de los materiales anotados en la Tabla No. 1, no provienen de una sola fuente bibliográfica o investigación, sino de diferentes fuentes de las cuales se han extraído aquellos valores que más se ajusten al promedio de vida, sugerido por las opiniones de distintos profesionales que tienen relación con el uso de estos materiales, son usados por una dependencia gubernamental llamada Servicios Internos de Chile, que en México es similar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Tabla No. 1	
Vida Útil Probable de los Materiales Básicos de una Edificación	
Descripción	Vida Útil Probable
	Normal
Concretos	100
Losas, cadenas y trabes	100
Tabique, tabicón, block, bloques de cemento, entre otros	30
Aplanados y plafones de concreto	50
Estructura metálica	25
Muros de concreto	100
Muros de tabique, tabicón, block, bloques de cemento, entre otros	50
Cimentación de piedra, zapatas corridas, entre otros	50
P.V.C.	40
Acero	30
Aluminio	40
Cobre	50
Cromo, níquel	50
Pisos de loseta de cerámica	40
Pinturas sobre concreto	5
Pinturas sobre metales	7
Puertas y ventanas metálicos	40
Puertas y ventanas de aluminio	40
Vidrios	35
Instalación telefónica	30
Artefactos sanitarios (lavabo y w.c.)	30
Tarja o fregadero	30
Llaves de agua en cocina y baño	20
Instalaciones foto voltaicas	20
Instalación hidráulica	25
Instalación eléctrica	30
Puertas interiores de tambor de pino	30
Pintura exterior	4
Pintura interior	5
Pintura en cocina	3
Aplanado con pasta texturizada en recamara	40
Aplanado con pasta texturizada en cocina	25
Aplanado con yeso	30
Drenaje	30
Zaguán o portones	30
Calentador de gas de agua	10
Calentador de agua eléctrico	12
Carpintería (closets y cocineta)	18
Cerrajería	10
Impermeabilización	7

Fuente: Servicios Internos de Chile

2.8 Vida útil probable de las partidas básicas de una vivienda de interés social

Se presenta a continuación en la Tabla No. 2 los valores sugeridos para aplicarse en aquellos casos que se cumpla con una vivienda de interés social.

Tabla No. 2
Descripción de obra de la vivienda de interés social

Descripción	Vida Útil Probable
Preliminares	65
Concreto	100
Inst. en cimentación	65
Muros de concreto armado	100
Losas y trabes de concreto	100
Albañilerías	60
Impermeabilización	7
Grifería	25
Azulejo	40
Aplanado exterior	50
Aplanado interior	50
Banquetas de acceso	50
Pisos y zoclos de loseta de cerámica	40
Herrería (perfiles tubulares de acero)	30
Aluminio	40
Puerta principal	28
Puertas interiores de tambor de pino	30
Pintura exterior	4
Pintura interior	5
Juegos de baño	30
Calentador de gas	10
Acero	50
Instalaciones especiales (componentes y conductos)	25
Instalaciones Eléctricas	30

Fuente: Servicios Internos de Chile

En la Tabla No. 2 se sugirieron las vidas útiles probables de diferentes componentes de obra que son parte de una vivienda de interés social. Sin embargo, generalmente en la aplicación del método de la vida útil ponderada, se facilita resumiendo el presupuesto en diferentes partidas de obra, como por

ejemplo: preliminares, concretos, impermeabilización, acero, aluminio, muebles de baño, entre otros.

Dentro de las publicaciones estudiadas, se presentan las expectativas de vida por componentes, sugeridas en el estudio presentadas en el Congreso de Valuación de la Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación (UPAV), en Octubre del 2000 y realizado por los ingenieros Daniel Silva, Iván Caputto y el Arquitecto Pablo Herrera.

Los valores que en la Tabla No. 2 se sugieren utilizar en el método de la vida útil ponderada, responden a las investigaciones de los autores antes citados y utilizados por los Servicios Internos de Chile.

2.10 La vida de servicio y el grado de instalación de las edificaciones

Es importante destacar, que dentro del proceso de definición de la vida útil probable ponderada media entre otros, de una edificación, no sólo se ha de tomar en cuenta la incidencia de los costos, las características mecánicas de los materiales y su durabilidad, el grado de instalación de la edificación.

Los métodos no han tratado específicamente el cómo cuantificar el efecto de elementos tan importantes como los indicados anteriormente. Existe un consenso claro que todo valuador ha de meditar sobre el valor y efecto de los siguientes puntos:

- Exigencias relativas a las condiciones ambientales a través del tiempo.
- Del valor arquitectónico.
- Género de construcción.
- Grado de instalación.

En segundo lugar a partir de:

- Desgaste efectivo relativo a la explotación y las incidencias del ambiente.
- La calidad de las construcciones.

- Del plan de conservación, mantenimiento y de servicio.

En lo que respecta al grado de instalación éste se clasifica en:

Poco: Sin sistemas de calefacción, instalaciones electromecánicas sencillas de ventilación y sanitarios.

Medio: Con sistemas electromecánicos, sistema de ventilación y sanitarios normales.

Elevado: Con sistemas de aire acondicionado, sistemas electromecánicos importantes y sistemas de sanitarios importantes.

El género de la construcción, se clasifica en Masiva y Mixta. En lo que respecta al grado de instalación de una edificación, la Oficina Federal de Construcciones de Suecia, recomienda el uso de los valores mostrados en la Tabla No. 3

Tabla No. 3

Vida útil probable de inmuebles por su grado de instalación

Género de la construcción	Grado de instalación en años		
	Poco	Medio	Elevado
Masiva	60	50	40
Mixta	50	40	30

Fuente: Oficina Federal de Construcciones de Suecia

En caso de que la vida útil sobrepase lo estimado se debe considerar la siguiente:

- Los costos adicionales por el mantenimiento y los servicios de operación.
- Las limitaciones en las funciones.
- Si los elementos de construcciones corresponde con las exigencias usuales de estética e higiénicos.

2.11 Factores que influyen en la esperanza de vida de una edificación

Los factores que influyen considerablemente en la esperanza de vida de una edificación o de un edificio son los siguientes (Pérez, 1997):

- Cambio prematuro en el uso.
- Problemas con la adquisición de piezas en componentes o refacciones.
- La compatibilidad de componentes antiguos con los novedosos.
- Las nuevas tendencias o innovaciones.
- Reemplazo o sustitución de elementos de la construcción en vez de reemplazar el elemento más débil.

Entre las circunstancias que conducen a la retirada de un inmueble, están las siguientes:

- a) Condiciones físicas: Accidente, catástrofe, deterioro debido al tiempo, desastres y desperfectos debido al uso
- b) Circunstancias funcionales: Inadecuación y obsolescencia
- c) Circunstancias externas a los inmuebles: Término de la necesidad, imposición de la autoridad y abandono del inmueble.

Aislar la causa que ha dado origen al retiro de los bienes inmuebles es en muchos de los casos difícil. Por ellos el conocimiento de la clasificación general de las causas de retirada de los bienes que puede ayudar a la predicción del tiempo de vida útil.

2.12 Condiciones físicas de las edificaciones

Los bienes inmuebles que son causa del retiro o demolición son los que tienen daños físicos repentinos que pueden ser debido a diversos accidentes, tales como explosiones, colisiones, caídas, fallas de los edificios o de otras estructuras o la ruptura de la máquina debido a fuerzas extrañas.

Cuando se producen daños repentinos por desastres tales como incendios, tormentas, inundaciones o terremotos, que llegan hasta la destrucción, los bienes son retirados. Si los daños son parciales, el costo de reparación o reconstrucción se compara con el costo de sustitución para decidir si los bienes deben o no ser retirados.

La caducidad física resulta de la debilitación que se desarrolla e incrementa durante el servicio de los bienes, a pesar de los desembolsos por reparaciones y conservación. La caducidad física puede ser causada por el deterioro debido a la oxidación o a otros procesos químicos, a los efectos mecánicos del congelamiento y el deshielo, a variaciones de la temperatura o a una gradual descomposición. Podemos hallar ejemplos de ellos en un puente de madera poco seguro debilitado por los agentes destructores y de corrosión.

El deterioro físico se incrementa con la edad y con la amplitud de la exposición a los elementos destructivos, más bien que con el uso.

El uso normal origina desgastes y desperfectos por rozamiento, impactos, vibraciones, tensiones y fatiga del material. Ejemplo de ellos nos lo proporciona un motor, un torno, entre otros por el uso. El desgaste y los desperfectos son proporcionales al uso más que a la edad.

2.13 Circunstancias externas a los bienes

Los directores de las empresas se ven a obligados a retirar los bienes satisfactorios. El negocio puede sufrir cambios de tal índole que se haga innecesario para lo sucesivo el empleo de dichos bienes. Estos casos pueden ocurrir cuando los bienes dejan de ser necesarios por concluir una fase del negocio. Por ejemplo, una empresa que abandona la fabricación de aparatos calefactores con el fin de dedicar su plena capacidad a la producción de hornos y

gas o petróleo, retirará ciertos instrumentos de trabajo o equipos por dejar de necesitarlos.

Retirada de bienes a causa del abandono total de la empresa, como en el caso del levantamiento de una fábrica de cemento para trasladarla a un emplazamiento más cercano a una nueva cantera.

Retirada de servicios subterráneos para dejar paso a vías de tránsito municipales o la remoción de estructuras de un terreno que ha de ser inundado por un embalse, o quizás por una nueva carretera.

2.14 Sustituciones de las edificaciones en la ciudad

Los bienes pueden ser renovados o sustituidos. La sustitución consiste en reemplazar los bienes retirados al final de su vida útil, generalmente por encontrarse dañados, desgastados o anticuados. Una sustitución no siempre significa la reproducción exacta de los bienes retirados o de sus servicios. Las sustituciones engloban las renovaciones (que duplican los bienes antiguos), pero se limitan a ello.

Los procesos de sustitución son tan importantes en la historia de las ciudades como los de crecimiento y expansión horizontal. El crecimiento interior acompaña, principalmente a las etapas de crisis y ha sido una solución ante la dificultad que pueden presentar, a causa de la carestía de las infraestructuras, las intervenciones fuera del compacto urbano.

La sustitución de las edificaciones se ha producido en la ciudad a lo largo de todo el periodo. Desde los años cincuenta tuvieron lugar intervenciones puntuales destinadas a reemplazar el viejo caserío y desplazar usos sobre todo en el centro de la ciudad. Pero el único proceso de sustitución sistemática estuvo asociado a las áreas de la ciudad que como consecuencia de su nueva

calificación con el plan comercial eran susceptibles de alcanzar mayores densidades edificatorias (Saiz, 2004).

Estas primeras actuaciones no significaron, en ocasiones, la desaparición de los primitivos inmuebles, por lo menos en una fase inicial. Se aprovechaba parte de la finca sin ocupar, para realizar la primera intervención, mientras que el viejo caserío continuaba con su primitivo uso durante unos años más. En esta forma de actuar ha sido posterior mente una constante en las operaciones de sustitución.

El crecimiento desbordante había rodeado a las más antiguas edificaciones sobre las cuales se produjo una fuerte presión. Por otro lado la expansión de la ciudad hizo imprescindibles nuevas calles cuyas aperturas no podían completarse sin expropiaciones.

2.15 Durabilidad del concreto

A la observación presentada por el ingeniero Luis Mario Ochoa Martínez, el comité técnico le manifiesta que la determinación de tener en cuenta los últimos cinco años de estudio en el concreto, obedece a que como es conocimiento de los gremios de la Ingeniería y la Arquitectura, las tecnologías día a día avanzan, es así como el Instituto Colombiano de Productores de Cemento permanentemente hace investigaciones en tecnologías del concreto, como son: La practica estándar para el curado del concreto, vibraciones del concreto, controles de calidad del concreto en obra, pavimentos en concreto, suelo cementos y otros en busca de tecnologías que garanticen mayor durabilidad, calidad y soporte de la estructura de la misma.

Los principales procesos que deterioran el concreto dependen de alguna sustancia que penetre la masa de concreto desde el exterior, a través de la superficie. Dichas sustancias son principales el gas carbónico, los iones de cloro,

el oxígeno y por supuesto el agua. Dado que es por la superficie por donde comienza el ataque al concreto, todo lo que se haga para evitar la penetración de las sustancias dañinas está a favor de la durabilidad del concreto. Las acciones más inmediatas consisten en hacer menos poroso el concreto, aumentar la permeabilidad y disminuir la difusión (Parrott, 1994).

Los mecanismos de transporte se potencian con los ciclos de humedecimiento y secado, y ellos son los responsables del incremento de las concentraciones de los agentes agresivos de las zonas cercanas a la superficie del concreto, debido a la evaporación del agua que contiene sustancias agresivas disueltas.

Se ha observado que los mecanismos de transporte en el concreto son exponenciales por naturaleza. Este hecho tiene que ser considerado al evaluar las consecuencias de un ambiente agresivo, en la figura se observa un esquema de la manera como un recubrimiento protege una estructura. En ella se indica que si se tiene un recubrimiento del refuerzo, de alta calidad, con un espesor de 35 mm el frente de carbonatación se demoraría en llegar al refuerzo 100 años, pero, si el recubrimiento real es de menos de 20 mm, la carbonatación podría llegar al refuerzo en menos de 20 años, momento en el cual comenzaría la corrosión del acero (Andrade, 1988).

Existen obras que al año de servicio ya muestren corrosión del acero de refuerzo, en este caso el deterioro del material se debe a la mala calidad del trabajo, que genera debilidad en la estructura y no es que el concreto no sea capaz de defenderse de la agresión externa, lo que se debe resaltar acá es que son dramáticas las consecuencias de fallas simples que se pueden evitar durante la ejecución de las obras.

A continuación se presentan las recomendaciones para que los concretos tengan una larga vida de servicio. Durante el diseño, se deben considerar los

fenómenos de transporte y concentración antes mencionados y asegurar que sean mantenidos bajo control. Esa es la clave para que las obras alcancen una larga vida.

Se debe tener mucho cuidado durante la construcción de la obra, con el fin de asegurar una calidad adecuada en las capas externas de la estructura, para darle al concreto una superficie fuerte, a manera de coraza, bien compactada. Es necesario además que dicha coraza tenga baja permeabilidad, baja difusión y que durante su conformación no se presenten fisuras erráticas por contracción, razón por la cual no se deben ahorrar esfuerzos para tener un curado muy cuidadoso.

Los códigos buscan en general que las estructuras de concreto tengan una vida útil por encima de los 50 años, pero hay que tener en cuenta que algunas estructuras de concreto se deben diseñar para períodos de 100 años en casas de interés social y otras, para periodos de 25 años o menos. El Código Europeo del Concreto (CEB – FIP CODE 1990) para concreto estructural dice que el requisito básico para proyectar, teniendo en cuenta la durabilidad es: “Se proyectará, construirá y utilizarán las estructuras de hormigón de tal modo que, bajo las condiciones ambientales previstas, mantengan su seguridad, funcionalidad y buen aspecto, durante un período de tiempo explícito o implícito, sin que se requieran costos elevados e inesperados de mantenimiento y reparación (Parrott, 1994).

La vida útil depende tanto de los elementos estructurales, como de los no estructurales, entre estos están los sistemas de drenajes, ciertas juntas, las instalaciones eléctricas, hidráulicas, y algunos componentes estructurales, como anclajes, acoples y desviadores para los tendones de pretensado, que necesitan la asesoría y atención de especialistas además de los ingenieros estructurales. Los accesorios casi siempre tienen vidas útiles menores que la estructura, por lo cual se deben tener rutinas de mantenimiento y sustitución de tales elementos. Esas rutinas deben de hacer parte de las mismas especificaciones.

III. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

La vida útil ponderada de las viviendas de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro es mayor a 60 años.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Desarrollar el método de la vida útil ponderada probable, en la estimación de la esperanza de vida de inmuebles de interés social.

3.2.2 Objetivos Particulares

- Estudiar los métodos de estimación de la esperanza de vida de los bienes inmuebles.
- Analizar las variables más importantes que componen el método de estudio.
- Proponer un conjunto de valores de vidas útiles probables de materiales y partidas de obra, ajustadas y consistentes con la tipología mexicana.
- Aplicar el método recomendado, a una tipología constructiva reconocida y oficial.

IV. METODOLOGIA APLICADA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA UTIL PONDERADA DE LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL

La ciudad de Querétaro se ubica en el centro de México, en una región conocida como el Bajío. Se encuentra ubicada a unos 221 km. al nor-noroeste de la ciudad de México. Cuenta con una altitud media sobre el nivel del mar de 1820 m. Y una población de 1,070,471 habitantes en la zona metropolitana, de acuerdo con los resultados obtenidos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010.

La temperatura promedio máxima anual es de 26.4 °C, la temperatura promedio mínima anual es de 18.9 °C y la precipitación pluvial total es de 638.30 según los datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional.

El área metropolitana de la ciudad de Querétaro se encuentra localizada entre los paralelos 20° 31' 03" y 20° 43' 39" de latitud norte y los meridianos 100° 16' 44" y 100° 30' 03" de longitud oeste, conforme al meridiano de Greenwich (Mellado, 1961).

El nivel de vida en la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro es considerada de las más altas de la Republica Mexicana, debido principalmente a que sus índices delictivos son unos de los más bajos del país y la tasa de desempleo es baja. Sin embargo, se considera una de las ciudades más caras para vivir. Es considerada una de las ciudades más limpias del mundo.

El presidente del colegio de ingenieros del estado de Querétaro, Fernando Martínez Osornio, reveló que será a mas tardar en 6 meses cuando se concluya con el estudio técnico para valuar el proyecto del metro en la ciudad de Querétaro, esto es para prevenir el acelerado crecimiento poblacional y económico de la ciudad (Arcos, 2010).

Los municipios que conforman el área metropolitana de la ciudad de Querétaro, según los datos obtenidos por el Censo de Población y Vivienda,

realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con fecha censal del 12 de Junio de 2010, cuenta con 1,070,471 habitantes, de dicha cantidad 525,323 son hombres y 545,148 son mujeres.

El área metropolitana de la ciudad de Querétaro la integran los municipios de Corregidora, El Marqués y Querétaro. Se encuentran un sin número de fraccionamientos en proceso de construcción, se visitaron cada uno de ellos (de los cuales se omiten sus nombres). Para llevar a cabo el estudio se requirieron los documentos proporcionados y las opiniones que cada uno de los desarrolladores brindaron, las herramientas necesarias para este estudio son los presupuestos de obra por partidas y la vida útil total de cada elemento constructivo.

El presente trabajo se realizó con una muestra de 8 prototipos diferentes, no se realizó ningún cálculo estadístico para obtener la muestra, ya que nada más se contó con la documentación y planos arquitectónicos necesarios de dicho número de prototipos para iniciar el experimento.

Por vida útil ponderada, se entiende la vida de la edificación a partir de un promedio ponderado, que resulta ponderar la esperanza de vida de los principales elementos constructivos, en función de la participación que representa cada uno de éstos, en el costo total de la obra.

En el área metropolitana de la ciudad de Querétaro existen varios fraccionamientos de interés social de diferentes compañías constructoras que hoy en día están siendo construidos, en la mayoría de estos se construyen casas duplex en 1 y 2 niveles en donde se utilizan moldes de acero, algunos de los elementos constructivos son las losas de concreto armado con varillas de acero de 3/8 de pulgada y muros de concreto armado con maya de acero de 6 x 6 x 6, las ventanas, la puerta de servicio y la cancelaría son de aluminio natural, los acabados en los muros y plafones son de estuco y pasta texturizada, los pisos son de loseta vinílica y loseta de cerámica al igual que el zoclo de cintilla vinílica y cintilla de cerámica, en la iluminación se utilizan focos ahorradores fluorescentes,

grifería, instalación hidráulica, instalación eléctrica, impermeabilización, pintura vinílica y esmalte entre otros.

En el presente estudio se realizaron 50 visitas y encuestas a las diferentes constructoras de los alrededores de la ciudad de Querétaro y se solicitó información de los presupuestos de obra pero no se tuvo éxito porque la mayoría de ellas todos sus documentos son controlados. Solamente algunas de las constructoras accedieron para proporcionar su información las cuales se omiten sus nombres para evitar algún problema, se les solicitaron los presupuestos de obra de cada uno de los prototipos que manejan y los planos arquitectónicos para la realización de dicho estudio.

Se recopiló información a las diferentes empresas fabricantes de materiales para la construcción, referente a la vida útil total de cada uno de los elementos constructivos que componen la vivienda de interés social como son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización, marcos y puertas de tambor de pino, instalación hidráulica (P.V.C.), instalación eléctrica, pintura vinílica y esmalte, grifería, juego de baño, entre otros. También las constructoras proporcionaron datos relacionados con las vidas útiles totales de los elementos constructivos ya instalados según estudios internos realizados dentro de sus empresas y experiencias con el uso de estos materiales.

Al momento de obtener todos los datos necesarios para la realización del método, se procede a realizar el estudio para la estimación de la vida útil ponderada de la vivienda de interés social utilizando los ocho prototipos diferentes, se ha propuesto utilizar el método que consiste en los siguientes pasos:

Se elijen diferentes prototipos, cada uno de ellos con construcciones similares de viviendas de interés social nuevas, similar o igual al tipo de inmueble sobre el cual existe la necesidad de definir la Vida Útil Ponderada, determinando factores como la función, el uso que va a tener y el ambiente en que se encuentra.

En la Tabla No. 4 se desglosa la obra en construcción en sus principales partidas de obra y sus costos por cada uno de estos conjuntos de cada prototipo en especial, como por ejemplo: preliminares, concreto, acero, aluminio, impermeabilización, grifería, loseta vinílica o loseta de cerámica, herrería, puertas, instalación hidráulica, instalación eléctrica, instalaciones hidráulicas (P.V.C.), instalaciones eléctricas, pintura vinílica y esmalte, grifería, juegos de baños, limpieza, moldes metálicos (renta), conexión de gas, obra complementaria, entre otros.

Tabla No. 4
Presupuesto de obra por partidas

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
	PROTOTIPO			
1	PRELIMINARES			
2	CONCRETO			
3	ACERO			
4	ALUMINIO			
5	IMPERMEABILIZACION			
6	GRIFERIA			
7	LOSETA VINILICA			
8	HERRERIA			
9	PUERTAS			
10	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)			
11	INST. ELECTRICA			
12	PINTURA VINILICA			
13	PINTURA ESMALTE			
14	MUEBLES DE BAÑO			
15	LIMPIEZA			
16	MOLDES METALICOS (RENTA)			
17	CONEXION DE GAS			
18	OBRA COMPLEMENTARIA			

En los ocho presupuestos de obra se utilizó el principio de Pareto, en algunos círculos se toma a la ligera la regla 80/20, a pesar de que los datos no hacen más que corroborar su validez.

La regla 80/20 o, más exactamente, el principio de Pareto “así llamado en honor a Wilfredo Pareto, economista y sociólogo italiano del siglo XIX” ayudo a explicar la importancia de establecer prioridades para obtener los resultados esperados (Sierra, et al, 1996)

La regla en cuestión dice que el 80% del valor del cualquier conjunto de ítems generalmente se concentra en tan sólo el 20% de los mismos. Este interesante principio se demuestra cada vez que se aplica.

Por ejemplo:

- El 80% de todo el costo del presupuesto de obra corresponde a un 20% de los elementos constructivos.

Se procede a estimar el índice de participación y el costo de cada una de los elementos constructivos de la obra utilizando la regla del 80/20 de Pareto respecto al costo total de cada uno de los ocho prototipos, como lo muestra la Tabla No. 5

Tabla No. 5
Índice de participación de la obra

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO
CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,315.47
ACERO	1	LOTE	\$ 21,086.59
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,165.92
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,041.20
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,484.64
			\$ 61,093.82

En la Tabla No. 5 se utiliza el 20% de los componentes más importantes de la obra, pero que significa el 80% del costo total de la misma, el costo de cada elemento constructivo, su incidencia respecto al costo total y cada uno de ellos relacionados con la respectiva vida útil probable.

Cuando se obtienen los costos de cada uno de los elementos constructivos que componen la vivienda en estudio, se calcula el factor de incidencia dividiendo cada de los costo de los elementos constructivos entre el costo total que es lo que cuesta fabricar una vivienda, con el resultado de cada una de estas divisiones se obtiene el factor de incidencia en porcentaje y la suma resultante de todos los factores de incidencias obtenidos nos debe de dar el 100% de incidencia, como se muestra en la Tabla No. 6

Tabla No. 6
Cálculo de la incidencia

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA
CONCRETO				51%
ACERO				35%
ALUMINIO				7%
IMPERMEABILIZACION				3%
MUEBLES DE BAÑO				4%
				100%

En la Tabla No. 7 a cada elemento constructivo de la vivienda se le asigna una esperanza de vida, tomando en cuenta las diferentes clasificaciones descritas con anterioridad.

Tabla No. 7
Edad probable

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD
CONCRETO					100
ACERO					50
ALUMINIO					40
IMPERMEABILIZACION					7
MUEBLES DE BAÑO					30

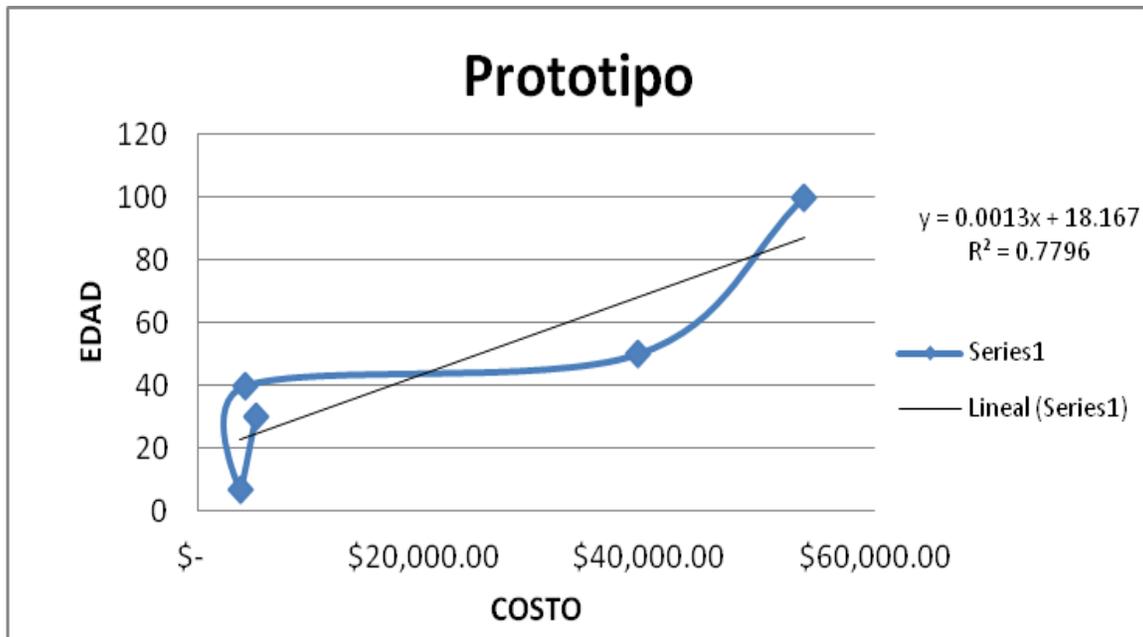
En la Tabla No. 8 se procede a multiplicar el factor de incidencia de cada elemento constructivo por su vida útil probable. Representa el grado de vida en que incide cada componente de la obra. La sumatoria de todos ellos resultará en la vida útil ponderada de la vivienda analizada.

Tabla No. 8
Edad ponderada

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO						51.26
ACERO						17.26
ALUMINIO						2.73
IMPERMEABILIZACION						0.23
MUEBLES DE BAÑO						1.22
						72.70

Al obtener la vida útil ponderada del prototipo en estudio, se elabora una grafica de regresión lineal en donde se utiliza en el eje de la "Y" la edad y en el eje de la "X" el costo, tomando en cuenta la relación existente entre la edad y el costo de cada uno de los elementos constructivos tomados en la regla de Pareto 80/20 para ver el comportamiento de cada uno de los puntos que se obtendrán dentro de la grafica, si el resultado de R2 se aproxima a 1.00 se dice que el estudio en cuestión es confiable para su elaboración.

Figura No. 1
Grafica de regresión lineal del prototipo



Después de haber realizado las regresiones lineales de cada uno de los ocho prototipos y ver el comportamiento de los puntos en la gráfica respecto a la línea resultante, se procede a juntar en grupos los elementos constructivos de los ocho prototipos por ejemplo: concretos, acero, aluminio, impermeabilización, muebles de baño, entre otros. Cada uno de los elementos constructivos con sus respectivos costos, incidencias, edades probables y la edad ponderada; como se muestra en la Tabla No. 9

Tabla No. 9
Grupo de concretos

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,315.47	51.26%	100	51.26
2	CONCRETO	1	LOTE	\$ 53,771.93	50.84%	100	50.84
3	CONCRETO	1	LOTE	\$ 37,574.96	50.42%	100	50.42
4	CONCRETO	1	LOTE	\$ 58,385.52	52.74%	100	52.74
5	CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,345.58	49.46%	100	49.46
6	CONCRETO	1	LOTE	\$ 39,620.85	49.63%	100	49.63
7	CONCRETO	1	LOTE	\$ 49,910.54	49.31%	100	49.31
8	CONCRETO	1	LOTE	\$ 61,701.07	47.99%	100	47.99

Con los costos y la edad probable se procede a calcular la media, la mediana, la desviación media, la varianza y la desviación estándar.

Con los costos de cada uno de los elementos constructivos del grupo y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central y de dispersión:

- Media o promedio = \$45,453.24
- Mediana = \$44,765.70
- Desviación media = \$10,489.02
- Varianza = \$145,041,507.73
- Desviación estándar = \$12,043.32

Con las edades ponderadas de cada uno de los elementos constructivos del grupo y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central y de dispersión:

- Media o promedio = 50.21
- Mediana = 50.03
- Desviación media = 1.11
- Varianza = 2.08
- Desviación estándar = 1.44

Al final se elaboran los mismos estudios realizados anteriormente pero ahora con los costos y edades ponderadas totales de cada uno de los ocho prototipos utilizados, obtendremos la moda, la mediana, la desviación media, la varianza, la desviación estándar y la media que es el valor buscado en esta tesis para obtener la vida útil ponderada de las viviendas de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro.

Es necesario enfocar la vida útil ponderada de una forma probabilística, debido a que la mayor parte de los parámetros envueltos en los procesos son de naturaleza aleatoria. De estos se hace imprescindible caracterizar las variables, lo que a su vez requiere de datos, a fin de obtener una representación estadística confiable de las distintas variables.

Otra causa que se sepa, para que la predicción de la vida útil ponderada sea planteada de manera probabilística, es el hecho, de que una edificación está compuesta de varios elementos constructivos, cada uno de ellos con vida útil deferente.

Es importante hacer notar, que para la aplicación de este método, se deben tener presupuestos de obras confiables y de tener claro la tipología a la cual responde la obra, sus condiciones de servicio, ambientales y la vida útil

probable de cada uno de los elementos que componen la obra consecuentes con la realidad del medio.

V. RESULTADOS

Después de haber realizado un estudio minucioso en los presupuestos de obra de los ocho prototipos diferentes de las viviendas de interés social que se encuentran ubicadas dentro del área metropolitana de la ciudad de Querétaro, en los fraccionamientos: Paseos del Bosque, Los Viñedos, Eduardo Loarca Castillo y Los Héroes Querétaro, a continuación se describen cada uno de los prototipos utilizados para la realización del estudio.

El prototipo “San Javier” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignada común), sala, comedor, recamara, baño, cocina, patio de servicio y jardín trasero. En la Tabla 10 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$75,363.52

Tabla No. 10
Presupuesto de obra del prototipo “San Javier”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 128.25	\$ 128.25
2	CONCRETO	1	\$ 31,315.47	\$ 31,315.47
3	ACERO	1	\$ 21,086.59	\$ 21,086.59
4	ALUMINIO	1	\$ 4,165.92	\$ 4,165.92
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 2,041.20	\$ 2,041.20
6	GRIFERIA	1	\$ 2,258.79	\$ 2,258.79
7	LOSETA VINILICA	1	\$ 2,243.81	\$ 2,243.81
8	HERRERIA	1	\$ 43.46	\$ 43.46
9	PUERTAS	1	\$ 3,148.62	\$ 3,148.62
10	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,312.44	\$ 1,312.44
11	INST. ELECTRICA	1	\$ 1,257.94	\$ 1,257.94
12	PINTURA VINILICA	1	\$ 628.68	\$ 628.68
13	PINTURA ESMALTE	1	\$ 501.12	\$ 501.12
14	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 2,484.64	\$ 2,484.64
15	LIMPIEZA	1	\$ 816.27	\$ 816.27
16	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 125.83	\$ 125.83
17	CONEXION DE GAS	1	\$ 1,096.01	\$ 1,096.01
18	OBRA COMPLEMENTARIA	1	\$ 708.48	\$ 708.48
				\$ 75,363.52

Se muestra en la Tabla No. 11 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$61,093.82; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada del prototipo. Por ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Incidencia} &= \text{costo} / \text{costo total} \\ &= \$31,315.47 / \$61,093.82 \\ &= 0.5126 \times 100 \\ &= 51.26\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Edad ponderada} &= \text{Incidencia} \times \text{Edad en años} \\ &= 51.26 \text{ años} \end{aligned}$$

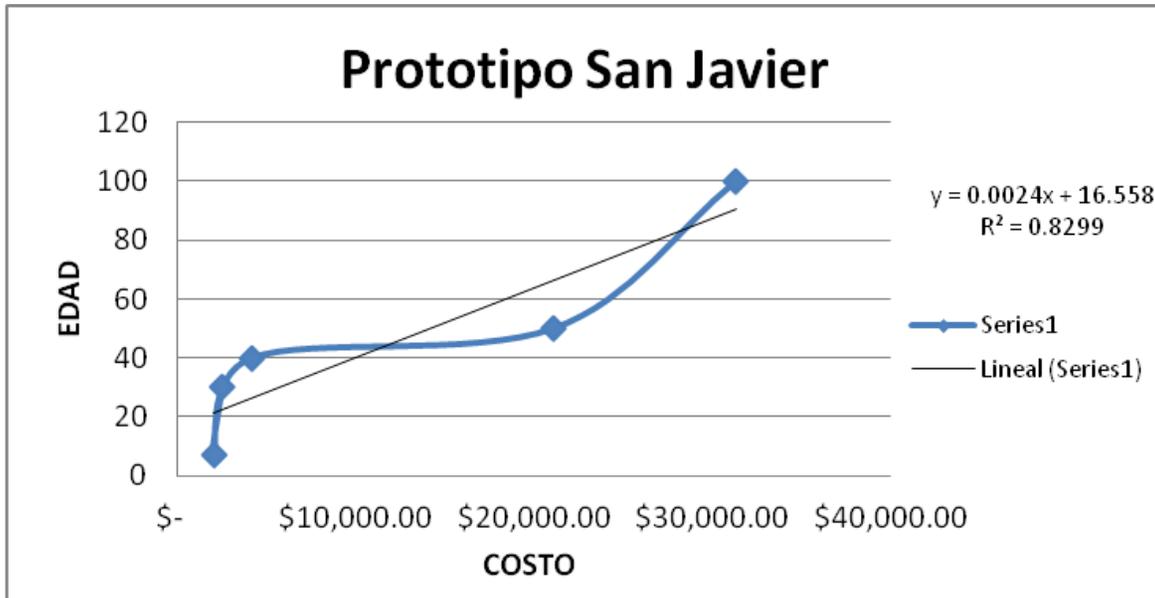
Tabla No. 11
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “San Javier”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,315.47	51.26%	100	51.26
ACERO	1	LOTE	\$ 21,086.59	34.52%	50	17.26
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,165.92	6.82%	40	2.73
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,041.20	3.34%	7	0.23
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,484.64	4.07%	30	1.22
			\$ 61,093.82	100.00%		72.70

En la figura No. 2 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “San Javier” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.8299.

Figura No. 2

Gráfica de regresión lineal del prototipo "San Javier"



El prototipo "San Pedrito" cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera 1 auto, jardín frontal, sala, comedor, 2 recamaras, alcoba, baño, cocina, patio de servicio y jardín trasero. En la Tabla 12 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$129,049.12

Tabla No. 12
Presupuesto de obra del prototipo “San Pedrito”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 253.44	\$ 253.44
2	CONCRETO	1	\$ 53,771.93	\$ 53,771.93
3	ACERO	1	\$ 38,970.27	\$ 38,970.27
4	ALUMINIO	1	\$ 4,209.71	\$ 4,209.71
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 3,689.84	\$ 3,689.84
6	GRIFERIA	1	\$ 1,973.08	\$ 1,973.08
7	LOSETA DE CERAMICA	1	\$ 3,740.84	\$ 3,740.84
8	HERRERIA	1	\$ 175.02	\$ 175.02
9	PUERTAS	1	\$ 3,647.49	\$ 3,647.49
10	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,393.87	\$ 1,393.87
11	INST. ELECTRICA	1	\$ 3,048.97	\$ 3,048.97
12	PINTURA VINILICA	1	\$ 913.44	\$ 913.44
13	PINTURA ESMALTE	1	\$ 624.76	\$ 624.76
14	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 5,116.78	\$ 5,116.78
15	LIMPIEZA	1	\$ 2,003.07	\$ 2,003.07
16	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 2,342.02	\$ 2,342.02
17	CONEXION DE GAS	1	\$ 1,100.70	\$ 1,100.70
18	OBRA COMPLEMENTARIA	1	\$ 2,073.89	\$ 2,073.89
				\$ 129,049.12

Se muestra en la Tabla No. 13 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$105,758.53; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 13

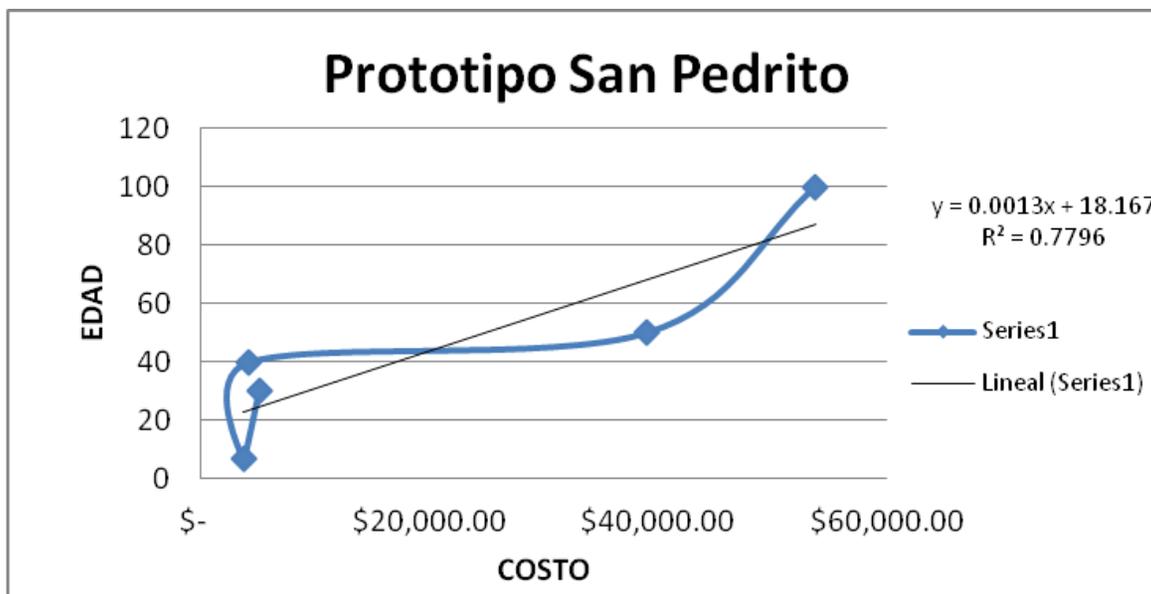
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “San Pedrito”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 53,771.93	50.84%	100	50.84
ACERO	1	LOTE	\$ 38,970.27	36.85%	50	18.42
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,209.71	3.98%	40	1.59
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 3,689.84	3.49%	7	0.24
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 5,116.78	4.84%	30	1.45
			\$ 105,758.53	100.00%		72.56

En la figura No. 3 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “San Pedrito” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.7796.

Figura No. 3

Gráfica de regresión lineal del prototipo “San Pedrito”



El prototipo “San Mateo” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignación común), sala, comedor, 2 recamaras, cocina, baño, patio de servicio y jardín trasero. En la Tabla 14 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado por la constructora

con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$92,061.47

Tabla No. 14
Presupuesto de obra del prototipo “San Mateo”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 981.49	\$ 981.49
2	CONCRETO	1	\$ 37,574.96	\$ 37,574.96
3	ACERO	1	\$ 26,241.21	\$ 26,241.21
4	ALUMINIO	1	\$ 4,230.37	\$ 4,230.37
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 2,597.84	\$ 2,597.84
6	GRIFERIA	1	\$ 2,497.91	\$ 2,497.91
7	LOSETA VINILICA	1	\$ 2,811.99	\$ 2,811.99
8	HERRERIA	1	\$ 85.86	\$ 85.86
9	PUERTAS	1	\$ 3,695.87	\$ 3,695.87
10	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,284.62	\$ 1,284.62
11	INST. ELECTRICA	1	\$ 2,298.41	\$ 2,298.41
12	PINTURA VINILICA	1	\$ 807.82	\$ 807.82
13	PINTURA ESMALTE	1	\$ 455.07	\$ 455.07
14	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 3,878.18	\$ 3,878.18
15	LIMPIEZA	1	\$ 822.55	\$ 822.55
16	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 411.51	\$ 411.51
17	CONEXION DE GAS	1	\$ 935.81	\$ 935.81
18	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 450.00	\$ 450.00
				\$ 92,061.47

Se muestra en la Tabla No. 15 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$74,522.56; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 15

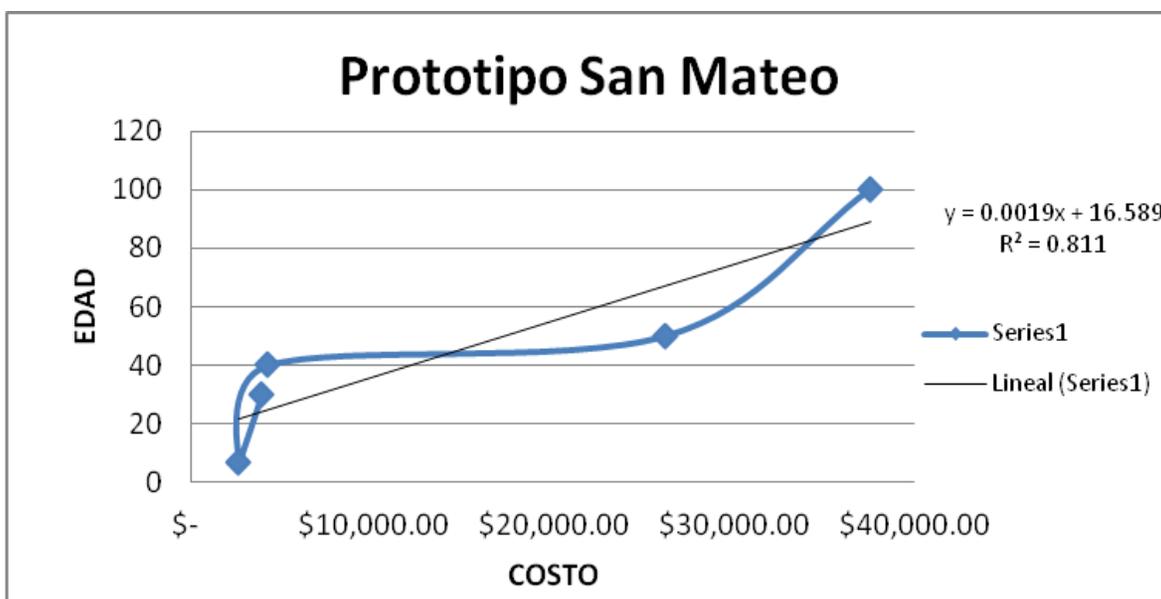
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “San Mateo”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 37,574.96	50.42%	100	50.42
ACERO	1	LOTE	\$ 26,241.21	35.21%	50	17.61
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,230.37	5.68%	40	2.27
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,597.84	3.49%	7	0.24
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 3,878.18	5.20%	30	1.56
			\$ 74,522.56	100.00%		72.10

En la figura No. 4 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “San Mateo” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.811.

Figura No. 4

Gráfica de regresión lineal del prototipo “San Mateo”



El prototipo “San Miguel” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera 1 auto, sala, comedor, cocina, medio baño, patio de servicio, cubo de escaleras, 2 recamaras, vestíbulo y baño. En la Tabla 16 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado

por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$136,730.47

Tabla No. 16
Presupuesto de obra del prototipo “San Miguel”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 823.88	\$ 823.88
2	CONCRETO	1	\$ 58,385.52	\$ 58,385.52
3	ACERO	1	\$ 42,313.89	\$ 42,313.89
4	ALUMINIO	1	\$ 5,867.98	\$ 5,867.98
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 4,144.96	\$ 4,144.96
6	GRIFERIA	1	\$ 1,366.98	\$ 1,366.98
7	LOSETA VINILICA	1	\$ 4,196.13	\$ 4,196.13
8	HERRERIA	1	\$ 1,493.02	\$ 1,493.02
9	PUERTAS	1	\$ 4,103.47	\$ 4,103.47
10	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 2,382.93	\$ 2,382.93
11	INST. ELECTRICA	1	\$ 2,328.66	\$ 2,328.66
12	PINTURA VINILICA	1	\$ 1,522.07	\$ 1,522.07
13	PINTURA ESMALTE	1	\$ 683.35	\$ 683.35
14	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 2,719.52	\$ 2,719.52
15	LIMPIEZA	1	\$ 1,534.86	\$ 1,534.86
16	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 1,098.27	\$ 1,098.27
17	CONEXION DE GAS	1	\$ 1,264.89	\$ 1,264.89
18	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 500.09	\$ 500.09
				\$ 136,730.47

Se muestra en la Tabla No. 17 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio e impermeabilización, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$110,712.35; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 17

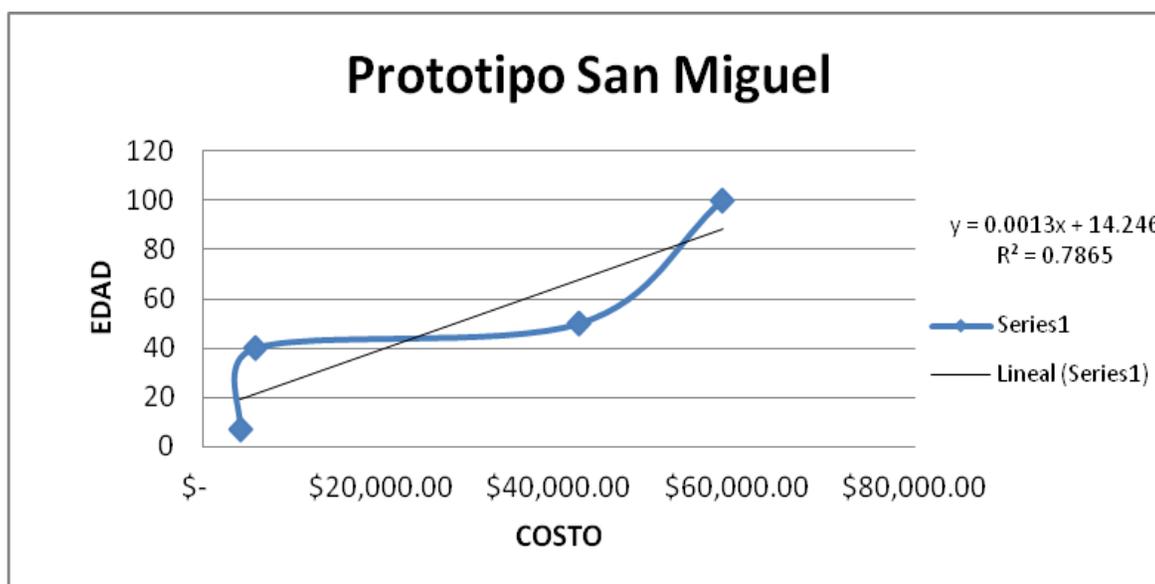
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “San Miguel”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 58,385.52	52.74%	100	52.74
ACERO	1	LOTE	\$ 42,313.89	38.22%	50	19.11
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,867.98	5.30%	40	2.12
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 4,144.96	3.74%	7	0.26
			\$ 110,712.35	100.00%		74.23

En la figura No. 5 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “San Miguel” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.7865.

Figura No. 5

Gráfica de regresión lineal del prototipo “San Miguel”



El prototipo “P33M2” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignación común), sala, comedor, recamara, cocina, baño, patio de servicio y recamara principal con baño. En la Tabla 18 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado

por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$82,658.55

Tabla No. 18
Presupuesto de obra del prototipo “P33M2”

o.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 1,666.76	\$ 1,666.76
2	CONCRETO	1	\$ 31,345.58	\$ 31,345.58
3	ACERO	1	\$ 22,698.52	\$ 22,698.52
4	ALUMINIO	1	\$ 3,806.42	\$ 3,806.42
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 2,877.34	\$ 2,877.34
6	GRIFERIA	1	\$ 1,624.01	\$ 1,624.01
7	HERRERIA	1	\$ 147.69	\$ 147.69
8	PUERTAS	1	\$ 2,923.35	\$ 2,923.35
9	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,595.60	\$ 1,595.60
10	INST. ELECTRICA	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
11	PINTURA VINILICA	1	\$ 2,822.45	\$ 2,822.45
12	PINTURA ESMALTE	1	\$ 1,120.12	\$ 1,120.12
13	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 2,645.92	\$ 2,645.92
14	LIMPIEZA	1	\$ 555.87	\$ 555.87
15	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 1,627.67	\$ 1,627.67
16	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 3,701.25	\$ 3,701.25
				\$ 82,658.55

Se muestra en la Tabla No. 19 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$63,373.78; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 19

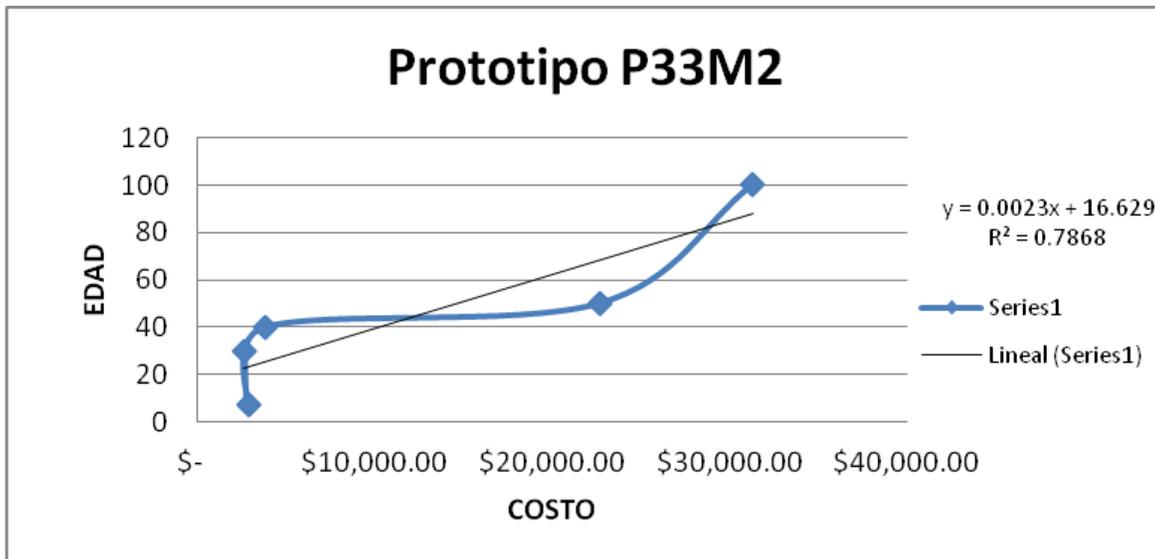
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “P33M2”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,345.58	49.46%	100	49.46
ACERO	1	LOTE	\$ 22,698.52	35.82%	50	17.91
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 3,806.42	6.01%	40	2.40
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,877.34	4.54%	7	0.32
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,645.92	4.18%	30	1.25
			\$ 63,373.78	100.00%		71.34

En la figura No. 6 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “P33M2” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.7868.

Figura No. 6

Gráfica de regresión lineal del prototipo “P33M2”



El prototipo “P46M2” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignación común), sala, comedor, 2 recamaras, cocina, baño y patio de servicio. En la Tabla 20 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado por la constructora con su costo

correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$99,311.57

Tabla No. 20
Presupuesto de obra del prototipo “P46M2”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 1,666.76	\$ 1,666.76
2	CONCRETO	1	\$ 39,620.85	\$ 39,620.85
3	ACERO	1	\$ 28,690.96	\$ 28,690.96
4	ALUMINIO	1	\$ 5,897.81	\$ 5,897.81
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 3,033.15	\$ 3,033.15
6	GRIFERIA	1	\$ 1,002.86	\$ 1,002.86
7	HERRERIA	1	\$ 147.69	\$ 147.69
8	PUERTAS	1	\$ 2,923.35	\$ 2,923.35
9	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,659.43	\$ 1,659.43
10	INST. ELECTRICA	1	\$ 1,580.00	\$ 1,580.00
11	PINTURA VINILICA	1	\$ 2,935.65	\$ 2,935.65
12	PINTURA ESMALTE	1	\$ 1,672.59	\$ 1,672.59
13	MUEBLES DE BAÑO	1	\$ 2,583.07	\$ 2,583.07
14	LIMPIEZA	1	\$ 568.48	\$ 568.48
15	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 1,627.67	\$ 1,627.67
16	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 3,701.25	\$ 3,701.25
				\$ 99,311.57

Se muestra en la Tabla No. 21 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$79,825.84; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 21

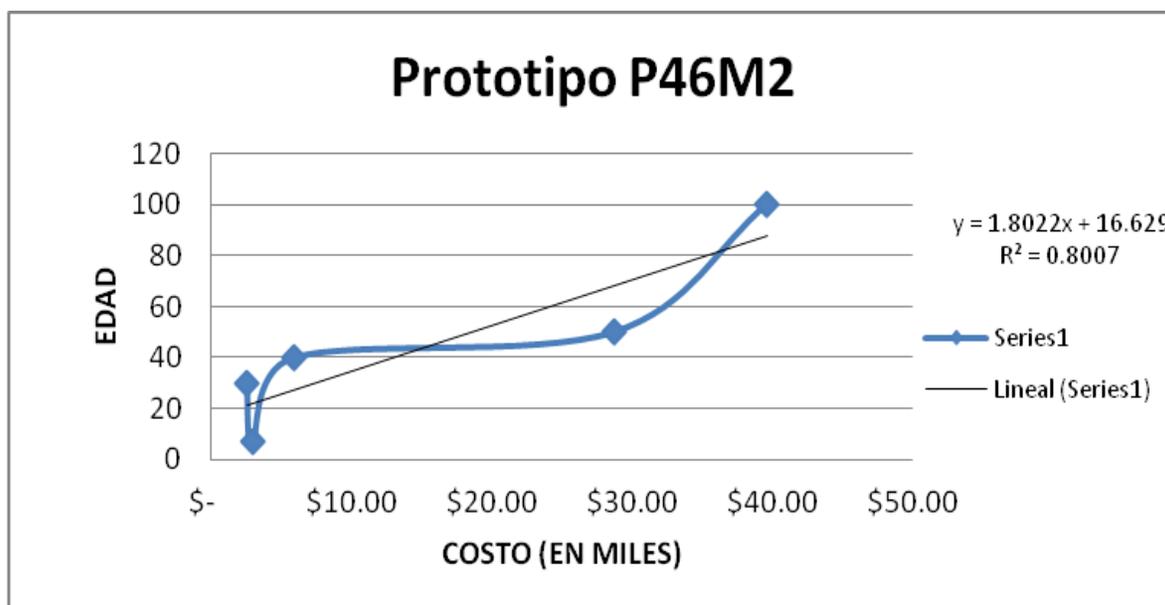
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “P46M2”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 39,620.85	49.63%	100	49.63
ACERO	1	LOTE	\$ 28,690.96	35.94%	50	17.97
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,897.81	7.39%	40	2.96
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 3,033.15	3.80%	7	0.27
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,583.07	3.24%	30	0.97
			\$ 79,825.84	100.00%		71.80

En la figura No. 7 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “P46M2” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.8007.

Figura No. 7

Grafica de regresión lineal del prototipo “P46M2”



El prototipo “P50M2” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignación común), sala, comedor, recamara, cocina, baño, patio de servicio y recamara principal con baño. En la Tabla 22 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado

por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción es de \$133,446.09

Tabla No. 22
Presupuesto de obra del prototipo “P50M2”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 3,115.99	\$ 3,115.99
2	CONCRETO	1	\$ 49,910.54	\$ 49,910.54
3	ACERO	1	\$ 36,142.12	\$ 36,142.12
4	ALUMINIO	1	\$ 7,678.04	\$ 7,678.04
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 4,161.70	\$ 4,161.70
6	GRIFERIA	1	\$ 2,026.24	\$ 2,026.24
7	HERRERIA	1	\$ 203.85	\$ 203.85
8	PUERTAS	1	\$ 4,443.06	\$ 4,443.06
9	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 2,072.00	\$ 2,072.00
10	INST. ELECTRICA	1	\$ 4,200.00	\$ 4,200.00
11	PINTURA VINILICA	1	\$ 3,324.81	\$ 3,324.81
12	PINTURA ESMALTE	1	\$ 2,561.11	\$ 2,561.11
13	YESO	1	\$ 2,881.67	\$ 2,881.67
14	LIMPIEZA	1	\$ 733.93	\$ 733.93
15	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 1,627.67	\$ 1,627.67
16	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 8,363.36	\$ 8,363.36
				\$ 133,446.09

Se muestra en la Tabla No. 23 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización e instalación eléctrica, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$101,217.21; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 23

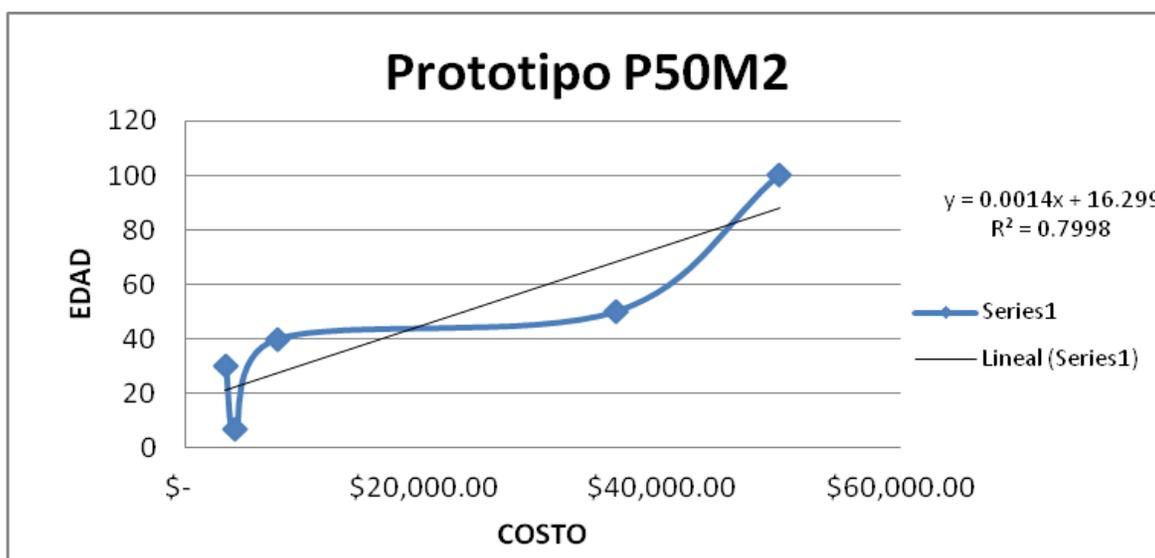
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “P50M2”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 49,910.54	49.31%	100	49.31
ACERO	1	LOTE	\$ 36,142.12	35.71%	50	17.85
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 7,678.04	7.59%	40	3.03
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 4,161.70	4.11%	7	0.29
INST. ELECTRICA	1	LOTE	\$ 3,324.81	3.28%	30	0.99
			\$ 101,217.21	100.00%		71.47

En la figura No. 8 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “P50M2” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.7998.

Figura No. 8

Gráfica de regresión lineal del prototipo “P50M2”



El prototipo “P58M2” cuenta con las siguientes áreas de distribución: cochera exterior (asignación común), sala, comedor, cocina, patio de servicio, jardín trasero, cubo de escaleras, 2 recamaras y baño. En la tabla 24 se muestra el presupuesto de obra por partidas de cada elemento constructivo proporcionado

por la constructora con su costo correspondiente de cada uno de los elementos constructivos, su costo total de construcción total es de \$170,775.85

Tabla No. 24
Presupuesto de obra del prototipo “P58M2”

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	PRELIMINARES	1	\$ 2,506.27	\$ 2,506.27
2	CONCRETO	1	\$ 61,701.07	\$ 61,701.07
3	ACERO	1	\$ 44,680.08	\$ 44,680.08
4	ALUMINIO	1	\$ 5,965.62	\$ 5,965.62
5	IMPERMEABILIZACION	1	\$ 5,183.77	\$ 5,183.77
6	GRIFERIA	1	\$ 1,549.06	\$ 1,549.06
7	HERRERIA	1	\$ 1,529.15	\$ 1,529.15
8	PUERTAS	1	\$ 4,594.89	\$ 4,594.89
9	INST. HIDRAULICA (P.V.C.)	1	\$ 1,792.00	\$ 1,792.00
10	INST. ELECTRICA	1	\$ 5,096.00	\$ 5,096.00
11	PINTURA VINILICA	1	\$ 4,323.10	\$ 4,323.10
12	PINTURA ESMALTE	1	\$ 3,718.36	\$ 3,718.36
13	YESO	1	\$ 3,990.02	\$ 3,990.02
14	LIMPIEZA	1	\$ 936.23	\$ 936.23
15	MOLDES METALICOS (RENTA)	1	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
16	LOSETA DE CERAMICA	1	\$ 11,040.61	\$ 11,040.61
17	ADECUACION DE MANO DE OBRA	1	\$ 8,869.62	\$ 8,869.62
				\$ 170,775.85

Se muestra en la Tabla No. 25 que se utiliza el 20% de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y loseta de cerámica, pero que significa el 80% del costo de la obra que es de \$128,571.15; con los costos unitarios de cada elemento constructivo se procede a calcular la incidencia, se divide el valor unitario entre la suma total del 20% y se multiplica por 100 para convertirlo en porcentaje, después de obtener la incidencia de cada uno de los elementos constructivos se multiplica por la vida útil probable y nos da como resultado la edad ponderada de cada uno de ellos que al sumarlos obtenemos la vida útil ponderada.

Tabla No. 25

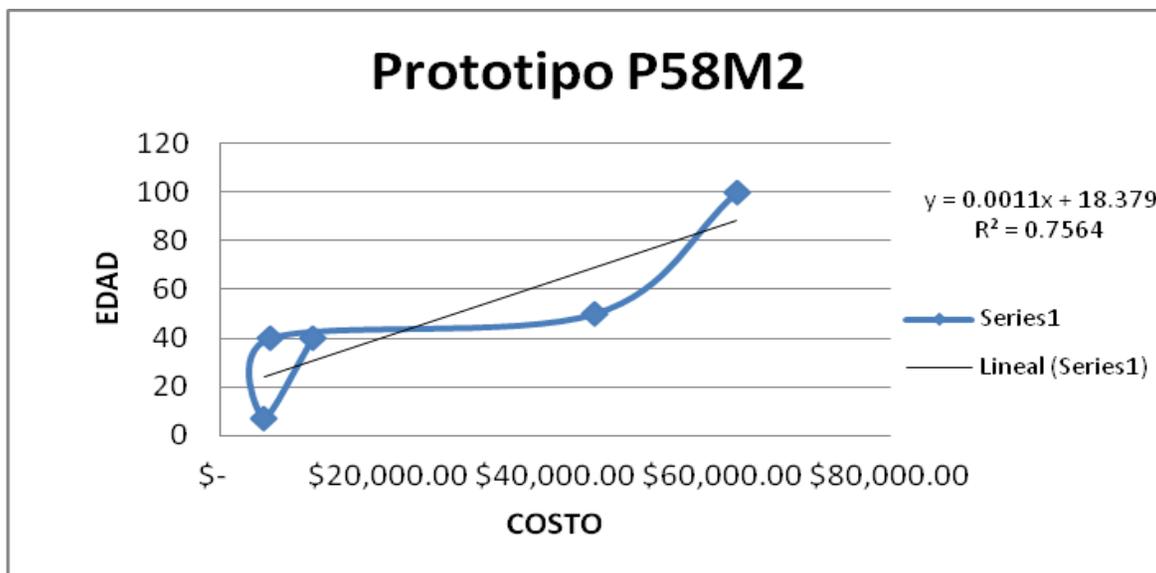
Regla de Pareto 80/20 del prototipo “P58M2”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 61,701.07	47.99%	100	47.99
ACERO	1	LOTE	\$ 44,680.08	34.75%	50	17.38
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,965.62	4.64%	40	1.86
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 5,183.77	4.03%	7	0.28
LOSETA DE CERAMICA	1	LOTE	\$ 11,040.61	8.59%	40	3.43
			\$ 128,571.15	100.00%		70.94

En la figura No. 9 se muestra la gráfica obtenida del prototipo “P58M2” la relación existente entre el costo y la edad, en donde los puntos obtenidos se aproximan a la línea recta y el valor de R2 es de 0.7564.

Figura No. 9

Gráfica de regresión lineal del prototipo “P58M2”



A continuación se procede a formar grupos de cada elemento constructivo utilizado en la Regla de Pareto 80/20 de los ocho prototipos, como por ejemplo: concretos, aceros, aluminios, impermeabilizaciones, muebles de baños, entre otros. Esto con el fin de utilizar los costos y la edad ponderada de

cada elemento para poder calcular la media, la moda, la mediana, la desviación media, la varianza y la desviación estándar de cada uno de los grupos.

En la Tabla No. 26 se muestra el grupo de cada uno de los concretos utilizados en las viviendas con sus respectivos costos, incidencias, edades y la edad ponderada, con el fin de ver que en cada uno de ellos, sus costos y edades ponderadas son diferentes.

Tabla No. 26
Grupo de concretos

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,315.47	51.26%	100	51.26
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 53,771.93	50.84%	100	50.84
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 37,574.96	50.42%	100	50.42
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 58,385.52	52.74%	100	52.74
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 31,345.58	49.46%	100	49.46
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 39,620.85	49.63%	100	49.63
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 49,910.54	49.31%	100	49.31
1	CONCRETO	1	LOTE	\$ 61,701.07	47.99%	100	47.99

En la Tabla No. 27 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los concretos y los costos de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 27
Prototipos y costos de los concretos

PROTOTIPO	DESCRIPCION	COSTO
SAN JAVIER	CONCRETO	\$ 31,315.47
SAN PEDRITO	CONCRETO	\$ 53,771.93
SAN MATEO	CONCRETO	\$ 37,574.96
SAN MIGUEL	CONCRETO	\$ 58,385.52
P33M2	CONCRETO	\$ 31,345.58
P46M2	CONCRETO	\$ 39,620.85
P50M2	CONCRETO	\$ 49,910.54
P58M2	CONCRETO	\$ 61,701.07

Con los costos de los concretos y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$45,453.24
- Mediana = \$44,765.70
- Desviación media = \$10,489.02
- Varianza = \$145,041,507.73
- Desviación estándar = \$12,043.32

En la Tabla No. 28 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los concretos y las edades ponderadas de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 28

Prototipos y edades ponderadas de los concretos

PROTOTIPO	DESCRIPCION	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	CONCRETO	51.26
SAN PEDRITO	CONCRETO	50.84
SAN MATEO	CONCRETO	50.42
SAN MIGUEL	CONCRETO	52.74
P33M2	CONCRETO	49.46
P46M2	CONCRETO	49.63
P50M2	CONCRETO	49.31
P58M2	CONCRETO	47.99

Con las edades ponderadas de los concretos y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = 50.21
- Mediana = 50.03
- Desviación media = 1.11
- Varianza = 2.08

- Desviación estándar = 1.44

En la Tabla No. 29 se muestra el grupo de cada uno de los aceros utilizados en las viviendas con sus respectivos costos, incidencias, edades y la edad ponderada, con el fin de ver que en cada uno de ellos, sus costos y edades ponderadas son diferentes.

Tabla No. 29
Grupo de aceros

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
2	ACERO	1	LOTE	\$ 21,086.59	34.52%	50	17.26
2	ACERO	1	LOTE	\$ 38,970.27	36.85%	50	18.42
2	ACERO	1	LOTE	\$ 26,241.21	35.21%	50	17.61
2	ACERO	1	LOTE	\$ 42,313.89	38.22%	50	19.11
2	ACERO	1	LOTE	\$ 22,698.52	35.82%	50	17.91
2	ACERO	1	LOTE	\$ 28,690.96	35.94%	50	17.97
2	ACERO	1	LOTE	\$ 36,142.12	35.71%	50	17.85
2	ACERO	1	LOTE	\$ 44,680.08	34.75%	50	17.38

En la Tabla No. 30 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los aceros y los costos de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 30
Prototipos y costos de los aceros

PROTOTIPO	DESCRIPCION	COSTO
SAN JAVIER	ACERO	\$ 21,086.59
SAN PEDRITO	ACERO	\$ 38,970.27
SAN MATEO	ACERO	\$ 26,241.21
SAN MIGUEL	ACERO	\$ 42,313.89
P33M2	ACERO	\$ 22,698.52
P46M2	ACERO	\$ 28,690.96
P50M2	ACERO	\$ 36,142.12
P58M2	ACERO	\$ 44,680.08

Con los costos de los aceros y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$32,602.96
- Mediana = \$32,416.54
- Desviación media = \$7,923.64
- Varianza = \$82,818,239.16
- Desviación estándar = \$9,100.45

En la Tabla No. 31 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los aceros y las edades ponderadas de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 31

Prototipos y edades ponderadas de los aceros

PROTOTIPO	DESCRIPCION	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	ACERO	17.26
SAN PEDRITO	ACERO	18.42
SAN MATEO	ACERO	17.61
SAN MIGUEL	ACERO	19.11
P33M2	ACERO	17.91
P46M2	ACERO	17.97
P50M2	ACERO	17.85
P58M2	ACERO	17.38

Con las edades ponderadas de los aceros y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = 17.94
- Mediana = 17.88
- Desviación media = 0.42
- Varianza = 0.36
- Desviación estándar = 0.60

En la Tabla No. 32 se muestra el grupo de cada uno de los aluminios utilizados en las viviendas con sus respectivos costos, incidencias, edades y la edad ponderada, con el fin de ver que en cada uno de ellos, sus costos y edades ponderadas son diferentes.

Tabla No. 32
Grupo de aluminios

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,165.92	6.82%	40	2.73
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,209.71	3.98%	40	1.59
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 4,230.37	5.68%	40	2.27
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,867.98	5.30%	40	2.12
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 3,806.42	6.01%	40	2.40
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,897.81	7.39%	40	2.96
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 7,678.04	7.59%	40	3.03
3	ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,965.62	4.64%	40	1.86

En la Tabla No. 33 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los aluminios y los costos de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 33
Prototipos y costos de los aluminios

PROTOTIPO	DESCRIPCION	COSTO
SAN JAVIER	ALUMINIO	\$ 4,165.92
SAN PEDRITO	ALUMINIO	\$ 4,209.71
SAN MATEO	ALUMINIO	\$ 4,230.37
SAN MIGUEL	ALUMINIO	\$ 5,867.98
P33M2	ALUMINIO	\$ 3,806.42
P46M2	ALUMINIO	\$ 5,897.81
P50M2	ALUMINIO	\$ 7,678.04
P58M2	ALUMINIO	\$ 5,965.62

Con los costos de los aluminios y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$5,227.73

- Mediana = \$5,049.18
- Desviación media = \$1,124.63
- Varianza = \$1,798,011.76
- Desviación estándar = \$1,340.90

En la Tabla No. 34 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los aluminios y las edades ponderadas de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 34

Prototipos y edades ponderadas de los aluminios

PROTOTIPO	DESCRIPCION	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	ALUMINIO	2.73
SAN PEDRITO	ALUMINIO	1.59
SAN MATEO	ALUMINIO	2.27
SAN MIGUEL	ALUMINIO	2.12
P33M2	ALUMINIO	2.40
P46M2	ALUMINIO	2.96
P50M2	ALUMINIO	3.03
P58M2	ALUMINIO	1.86

Con las edades ponderadas de los aluminios y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = 2.37
- Mediana = 2.34
- Desviación media = 0.41
- Varianza = 0.26
- Desviación estándar = 0.51

En la Tabla No. 35 se muestra el grupo de cada una de las impermeabilizaciones utilizadas en las viviendas con sus respectivos costos,

incidencias, edades y la edad ponderada, con el fin de ver que en cada una de ellas sus costos y edades ponderadas son diferentes.

Tabla No. 35
Grupo de impermeabilizantes

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,041.20	3.34%	7	0.23
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 3,689.84	3.49%	7	0.24
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,597.84	3.49%	7	0.24
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 4,144.96	3.74%	7	0.26
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 2,877.34	4.54%	7	0.32
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 3,033.15	3.80%	7	0.27
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 4,161.70	4.11%	7	0.29
4	IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 5,183.77	4.03%	7	0.28

En la Tabla No. 36 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de las impermeabilizantes y los costos de cada una de ellas para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 36
Prototipos y costos de las impermeabilizaciones

PROTOTIPO	DESCRIPCION	COSTO
SAN JAVIER	IMPERMEABILIZACION	\$ 2,041.20
SAN PEDRITO	IMPERMEABILIZACION	\$ 3,689.84
SAN MATEO	IMPERMEABILIZACION	\$ 2,597.84
SAN MIGUEL	IMPERMEABILIZACION	\$ 4,144.96
P33M2	IMPERMEABILIZACION	\$ 2,877.34
P46M2	IMPERMEABILIZACION	\$ 3,033.15
P50M2	IMPERMEABILIZACION	\$ 4,161.70
P58M2	IMPERMEABILIZACION	\$ 5,183.77

Con los costos de las impermeabilizaciones y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$3,466.23
- Mediana = \$3,361.50
- Desviación media = \$828.84
- Varianza = \$1,037,637.06
- Desviación estándar = \$1,018.64

En la Tabla No. 37 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de las impermeabilizaciones y las edades ponderadas de cada una de ellas para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 37

Prototipos y edades ponderadas de las impermeabilizaciones

PROTOTIPO	DESCRIPCION	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	IMPERMEABILIZACION	0.23
SAN PEDRITO	IMPERMEABILIZACION	0.24
SAN MATEO	IMPERMEABILIZACION	0.24
SAN MIGUEL	IMPERMEABILIZACION	0.26
P33M2	IMPERMEABILIZACION	0.32
P46M2	IMPERMEABILIZACION	0.27
P50M2	IMPERMEABILIZACION	0.29
P58M2	IMPERMEABILIZACION	0.28

Con las edades ponderadas de las impermeabilizaciones y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = 0.27
- Mediana = 0.26
- Desviación media = 0.02
- Varianza = 0.00
- Desviación estándar = 0.03

En la Tabla No. 38 se muestra el grupo de cada uno de los muebles de baños utilizados en las viviendas con sus respectivos costos, incidencias, edades y la edad ponderada, con el fin de ver que en cada uno de ellos, sus costos y edades ponderadas son diferentes.

Tabla No. 38
Grupo de los muebles de baños

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
5	MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,484.64	4.07%	30	1.22
5	MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 5,116.78	4.84%	30	1.45
5	MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 3,878.18	5.20%	30	1.56
5	MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,645.92	4.18%	30	1.25
5	MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 2,583.07	3.24%	30	0.97

En la Tabla No. 39 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los muebles de baño y los costos de cada uno de ellos para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 39
Prototipos y costos de los muebles de baño

PROTOTIPO	DESCRIPCION	COSTO
SAN JAVIER	MUEBLES DE BAÑO	\$ 2,484.64
SAN PEDRITO	MUEBLES DE BAÑO	\$ 5,116.78
SAN MATEO	MUEBLES DE BAÑO	\$ 3,878.18
P33M2	MUEBLES DE BAÑO	\$ 2,645.92
P46M2	MUEBLES DE BAÑO	\$ 2,583.07

Con los costos de los muebles de baños y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$3,341.72

- Mediana = \$2,645.92
- Desviación media = \$924.61
- Varianza = \$1,308,225.23
- Desviación estándar = \$1,143.78

En la Tabla No. 40 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción del grupo de los muebles de baños y las edades ponderadas de cada una de ellas para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 40

Prototipos y edades ponderadas de los muebles de baño

PROTOTIPO	DESCRIPCION	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	MUEBLES DE BAÑO	1.22
SAN PEDRITO	MUEBLES DE BAÑO	1.45
SAN MATEO	MUEBLES DE BAÑO	1.56
P33M2	MUEBLES DE BAÑO	1.25
P46M2	MUEBLES DE BAÑO	0.97

Con las edades ponderadas de los muebles de baños y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = 1.29
- Mediana = 1.25
- Desviación media = 0.17
- Varianza = 0.05
- Desviación estándar = 0.23

Con los diferentes presupuestos de obra y utilizando la regla 80/20 de Pareto, en donde nos dice que el 80% del costo total de la obra le corresponde el 20% de los elementos constructivos. En la Tabla 41 se muestran los costos de los

diferentes prototipos de la regla de Pareto 80/20 en donde se procede a calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 41

Regla de Pareto y los costos totales de los prototipos

PROTOTIPO	REGLA DE PARETO	COSTO TOTAL
SAN JAVIER	80 / 20	\$ 61,093.82
SAN PEDRITO	80 / 20	\$ 105,758.53
SAN MATEO	80 / 20	\$ 74,522.56
SAN MIGUEL	80 / 20	\$ 110,712.35
P33M2	80 / 20	\$ 63,373.78
P46M2	80 / 20	\$ 79,825.84
P50M2	80 / 20	\$ 101,217.21
P58M2	80 / 20	\$ 128,571.15

Con los costos totales de la regla de Pareto del 80/20 y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- Media o promedio = \$90,634.41
- Mediana = \$90,521.53
- Desviación media = \$20,930.41
- Varianza = \$596,465,697.07
- Desviación estándar = \$24,422.65

Con el fin de poder obtener la Vida Útil ponderada de las Viviendas de Interés Social en el Área Metropolitana de la Ciudad de Querétaro se procede a calcularla con las edades ponderadas de cada uno de los ocho prototipos utilizados en el estudio, en donde al calcular las medidas de tendencia central se obtendrá la media o promedio y el valor que nos proporcione el estudio será la vida útil ponderada esperada.

En la Tabla No. 42 se muestran los diferentes prototipos utilizados en este estudio con la descripción de la edad ponderada de cada uno de los diferentes prototipos, para así poder calcular las medidas de tendencia central.

Tabla No. 42

Regla de Pareto y las edades ponderadas de los prototipos

PROTOTIPO	REGLA DE PARETO	EDAD PONDERADA
SAN JAVIER	80 / 20	72.70
SAN PEDRITO	80 / 20	72.56
SAN MATEO	80 / 20	72.10
SAN MIGUEL	80 / 20	74.23
P33M2	80 / 20	71.34
P46M2	80 / 20	71.80
P50M2	80 / 20	71.47
P58M2	80 / 20	70.94

Con las edades ponderadas de los prototipos y utilizando la estadística descriptiva se obtuvieron las siguientes medidas de tendencia central:

- **Media o promedio = 72.14 = 72 años**
- Mediana = 71.955
- Desviación media = 0.76
- Varianza = 1.07
- Desviación estándar = 1.03

Con el estudio antes realizado se calculó la media o promedio de las medidas de tendencia central y se observa que la Vida Útil Ponderada de las Viviendas de Interés Social en el Área Metropolitana de la Ciudad de Querétaro es de 72 años lo cual demuestra la hipótesis descrita con anterioridad.

Con el fin de comprobar la Vida Útil Ponderada de las Viviendas de Interés Social en el Área Metropolitana de la Ciudad de Querétaro, en donde se

realizo el estudio anteriormente y nos dio como resultado de 72 años, se procede a realizar una tabla en donde se utilizarán las medias o promedios de los costos y las edades ponderadas de cada uno de los elementos constructivos utilizados con la regla de Pareto 80/20.

En la Tabla No. 43 se muestran las medias o promedios de cada uno de los elementos constructivos de la obra que son: concreto, acero, aluminio, impermeabilización y muebles de baño, el 80% del costo de la obra es de \$90,091.87; para obtener la incidencia se divide cada uno de los elementos constructivos entre el costo total de la obra y el resultado se multiplica por 100 para obtener el resultado en porcentaje, para obtener la edad ponderada se multiplica la incidencia por la edad probable de cada uno de los elementos constructivos y obtenemos el resultado, estos se suman y se obtiene la edad ponderada total de la vivienda.

Tabla No. 43
Prototipo de vivienda promedio

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO PROMEDIO	INCIDENCIA	EDAD	EDAD PONDERADA
CONCRETO	1	LOTE	\$ 45,453.24	50.45%	100	50.45
ACERO	1	LOTE	\$ 32,602.96	36.19%	50	18.09
ALUMINIO	1	LOTE	\$ 5,227.73	5.80%	40	2.32
IMPERMEABILIZACION	1	LOTE	\$ 3,466.23	3.85%	7	0.27
MUEBLES DE BAÑO	1	LOTE	\$ 3,341.72	3.71%	30	1.11
			\$ 90,091.87	100.00%		72.25

En la Tabla No. 43 nos muestra que la edad ponderada es de **72 años**. En donde se está comprobando que la Vida Útil Ponderada de las Viviendas de Interés Social en el Área Metropolitana de la Ciudad de Querétaro es confiable y verdadero.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En la República Mexicana, es casi nula la investigación en materia de valuación. En el caso que nos interesa, es indudable que se requiere que las universidades y las sociedades de valuadores profesionales, estimulen a ejercer una actitud más crítica sobre temas técnicos, como el aquí tratado, las vidas útiles de los bienes es un punto crítico a establecer en un sin número de procedimientos. En algunos casos el punto de decisión sobre el hacer o no una inversión, o sobre el aceptar un bien como garantía, queda sujeto a la vida de la inversión o a la vida residual. Pero aún continuamos exportando recetarios, que nos sugieren vidas de bienes y edificaciones concebidas bajo normativas y exigencias muy diferentes a las nacionales.

Se han realizado extensas investigaciones en materia de la vida útil de los bienes, que tanto profesionales independientes como prestigiosas instituciones y asociaciones a nivel mundial han desarrollado. En el medio existen diferentes tipos de tablas y resúmenes. Sin embargo, luego de analizar su procedencia y bajo las condiciones de su definición en este trabajo de investigación, se propone el uso de dos grupos. El primer grupo toma en cuenta la vida útil probable de los materiales y el segundo grupo propone vidas útiles de partidas de obra. Este segundo grupo se considera más acertado para las obras de construcción del medio mexicano. No se parte de los resultados de una sola investigación, sino, se han tomado los valores más acordes a nuestra realidad, de diferentes fuentes investigadas.

No sólo el método de la vida útil ponderada hace uso de las vidas probables o de la esperanza de vida de los bienes. La estimación de la vida remanente, o de la vida efectiva de una vivienda de interés social o la estimación del valor, entre otras cosas, requieren de una adecuada y acertada definición de

este parámetro, motivo adicional para profundizar en el tema en futuras investigaciones.

El método de la vida útil ponderada, no debe tomarse a la ligera, debe ser sometido a análisis. Se usan diferentes variables como: el presupuesto de obra por partidas, la incidencia se obtiene a través del presupuesto de obra y la vida probable de los elementos constructivos. Todas y cada una de las variables que lo componen han de estar razonablemente determinadas y aprobar el filtro del cuestionamiento. Así y solo así, se podrá concluir sobre la aplicabilidad o no del método.

Una tipología constructiva oficial asociada a las vidas probables mínimas, le brindaría a los evaluadores profesionales un marco de referencia estandarizado práctico y eficiente. La tipología constructiva que han desarrollado las constructoras son instrumentos de gran ayuda, en razón que contempla un gran número de tipos de edificaciones asociadas a sus respectivos costos de obra y a cada una de ellas se les asigna una vida probable. Sin embargo, sería importante que se retomara ese método, ya sea por el sector público o privado.

Para obtener un resultado más confiable de la vida útil ponderada de las viviendas de interés social en el área metropolitana de la ciudad de Querétaro, fue necesario aplicar la regla de Pareto 80/20 en donde nos dice que el 80% del costo total de la obra le corresponde el 20% de los elementos constructivos. Si esta regla del 80/20 no se hubiese aplicado, la vida útil ponderada no sería confiable porque existen elementos constructivos que su costo es muy bajo pero su vida útil es muy alto o viceversa y la vida útil ponderada de la vivienda útil bajaría un 36% de la vida útil ponderada obtenida.

Para cada uno de los prototipos se realizó una gráfica de regresión lineal en donde se relacionaban la edad de cada uno de los elementos constructivos con el costo para ver el comportamiento de los puntos obtenidos dentro de la

misma y se observó que en cada gráfica los puntos estaban cerca a la línea recta en donde R^2 oscilaba entre 0.80 y 0.83; para que un estudio sea confiable y cuando se utiliza una gráfica de regresión lineal R^2 debe de aproximarse lo más posible a 1.00.

Para obtener la vida útil ponderada de las viviendas de interés social se utilizó la estadística descriptiva, en donde las medidas de tendencia central y de dispersión que se obtuvieron son: la media o promedio, la mediana, la desviación media, la varianza y la desviación estándar, esto con el fin de tener herramientas certeras y confiables para la obtención de los resultados.

Para poder comprobar el resultado obtenido de la vida útil ponderada de las viviendas de interés social, se realizó un prototipo promedio en donde se utilizaron nada más los costos promedios y las edades probables de cada uno de los elementos constructivos utilizados en la regla de Pareto 80/20 y se llegó a la conclusión que el estudio realizado es confiable y positivo, porque con los ocho prototipos se obtuvo una vida útil ponderada de 72.14 años y con el prototipo promedio se obtuvo una vida útil ponderada de 72.25 años.

Para que este método sea utilizado en otras partes del país o del mundo en donde existan fenómenos naturales diferentes al del lugar de estudio, se requiere que se aplique algún factor de siniestralidad para obtener la vida útil ponderada de las viviendas de interés social.

El método de la vida útil ponderada se puede aplicar para otro tipo de vivienda, ya sea económica o popular, medio, residencial, residencial campestre, entre otras. En donde la vida probable de los elementos constructivos debe de ser la misma que la utilizada en este estudio, la única diferencia es que el presupuesto de obra por partidas dependiendo al tipo de vivienda será diferente en el costo de construcción en donde la vida útil ponderada de la vivienda será mayor o menor a la obtenida en este estudio.

6.2 Recomendaciones

El método de la vida útil ponderada, es un método que se recomienda sea aplicado por las diferentes unidades de valuación y por el mismo catastro. De esta forma se tendría la vida útil ponderada de las viviendas de interés social, siempre y cuando sean construidas con los materiales similares mencionados en este documento, y que cumplan con las normativas de desarrollo urbano y obras públicas del estado.

Para que este método sea aplicado en otro lugar, que no sea el lugar de estudio, se debe tener en cuenta que debe de existir un medioambiente similar al de la ciudad de Querétaro en donde no se presenten fenómenos naturales como son: huracanes, terremotos, tormentas de arena, temperaturas extremas, entre otros.

Se hace hincapié en unir esfuerzos entre las diferentes asociaciones de valuadores profesionales locales relacionados con el tema, de forma que el nivel de valuación local, en el corto plazo, reconozca el valor de la investigación realizada, única vía válida para desarrollar los criterios sostenibles con la realidad nacional actual y futura.

REFERENCIAS

Alejandro-Sánchez, J. (2002). Historia, caracterización y restauración de morteros. España: El porvenir.

Álvarez, F. J. (2009). *Valoración Inmobiliaria (1)*. Vértice.

Álvarez, M. S., Reinoso, M., & Casado, M. d. (2004). *Guía de Valoración de Empresas*. Prentice Hall.

Álvarez, S. L., & Viesca, J. L. (2009). *Organización de Obra y Control de Personal*. Lex Nova.

American Society For Testing and Materials. (1998). *Comité G-3 Book of ASTM Standards*.

Andrade, C. (1988). Corrosión of steel in concrete. Londres: P.Schiesl.

Arcos, G. (23 de Noviembre de 2010). Proyecto del Metro en Querétaro. Diario Rotativo.

Bernal, G. (2000). *Casa en Construcción*. México: Porrúa.

Caputto, M. (2000). *Las Edades de un Edificio*. Venezuela: UPAV Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación.

Copyright. (2007 - 2001). *Definición del Diccionario ABC*. México.

Corell, J. V. (2011). *Valoración de Inmuebles de Naturaleza Urbana*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.

Da Silva, T. J. (2002). *La Predicción de la Vida Útil y de la Vida Residual de las Construcciones*. San Paulo, Brasil.

De los Reyes, A. (2006). Campo y Ciudad. México Distrito Federal: Fondo de cultura económica

Dobner Eberi, H. K. (1983). *La Valuación de Predios Urbanos*. México, Distrito Federal: Concepto S.A.

Falabella, M. (2006). El mantenimiento edilicio y su relación con la patología constructiva. Buenos Aires: Nobuko.

García-Erviti, F. (2006). Compendio de Arquitectura Legal. Barcelona, España: Reverté S.A.

- Huerta, E. (1990). *Necesidades esenciales en México (vivienda)*. Cd. de México: Coplamar.
- Jevons, W. (1998). *La Teoría de la Economía Política*. Madrid, España: Piramide.
- M., C. (2000). *Las Edades de un Edificio*. Venezuela: UPAV.
- Mellado, J. A. (1961). *Geografía del Estado de Querétaro*. México D.F.: Patria.
- Moreno, E. (1995). *Nociones psicosociales para la intervención y la gestión ambiental*. Barcelona España: Universitat de Barcelona.
- Moreno, E. (2000). *Nociones Psicosociales para la Intervención y la Gestión Ambiental*. Barcelona, España: Los Heures.
- Nebreda, P. G., padua, J. T., & Sánchez, E. V. (2006). *La Valoración Inmobiliaria Teoría y Práctica*. Wolters Kluwer.
- Parrott, L. (1994) *Proceedings of the International Congress on Durability of Concrete*, Francia: Nice.
- Peréz, C. (1997). *Valoración Inmobiliaria Aplicaciones Urbanísticas y Expropiaciones*. España: UPC Universidad Politécnica de Catalunya.
- Reyes, A. D. (2006). *Campo y Ciudad*. México, Distrito Federal: Fondo de cultura económica.
- Ronny, G. M. (1996). *Metodologías Modernas de Valuación de Terrenos y Edificaciones*. Costa Rica.
- Saiz, A. M. (2004). *Promoción inmobiliaria y crecimiento espacial*. España: Universidad de Cantabria.
- Sierra, E. D. (1996). *El Liderazgo Efectivo*. Sau Paulo, Brasil: Loyola.
- UNAM. (2005). *Memoria 2004*. México: Quijote.
- HCU, Honorable Congreso de la Unión (1976). *Ley General de Asentamientos Humanos*. México.
- HCU, Honorable Congreso de la Unión (1993). *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Valero, J. L., Ribera, C. F., & Bellver, J. A. (2003). *Catastro y Valoración Catastral*. España: UPV Universidad Politécnica de Valencia.

Walpole, R. (1999). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.