

DISEÑO FACTORIAL FRACCIONADO 2^{k-p} APLICADO A LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CONSERVACIÓN DE INMUEBLES DE INTERES CULTURAL.

Factorial Design Divided 2^{k-p} Applied To The Determination Of The Value Of Conservation Of Buildings Of Cultural Interest.

RESUMEN

Este artículo presenta un caso particular del diseño de experimentos usado para determinar el valor de conservación de los inmuebles de interés cultural en el municipio de Apia (Risaralda - Colombia), permitiendo comprobar que las variables con mayor incidencia en la determinación del valor de conservación son: valor de construcción, área del terreno, valor del terreno y una variable generadora. El uso del diseño de experimento factorial 2^{k-p} permitió evidenciar que en la determinación del valor de los inmuebles de interés cultural, es posible reducir el número de variables si estas aportan mayor significancia para el cálculo del valor de conservación de los inmuebles.

PALABRAS CLAVES: Diseño Factorial fraccionado 2^{k-p} , valor de conservación, Inmuebles de interés cultural, Método de avalúos de inmuebles.

ABSTRACT

This article presents a particular case design experiments used to determine the value of conservation of structures of cultural interest in the town of Apia (Risaralda - Colombia), allowing verify that the variables with the highest incidence in determining the value of conservation are: Value of construction, land areas, value of the land and a generating variable. The use of factorial design experiment 2^{k-p} allowed evidence that in determining the value of structures of cultural interest, its possible to reduce the number of variables if this provides greater significance in the conservation value.

KEYWORDS: Factory design fractionized 2^{k-p} , Value of conservation, Cultural structure of interests, Method of valuable structures.

1. INTRODUCCIÓN

Bienes Culturales Urbanos: son los componentes, elementos e inmuebles de una ciudad, que permiten o facilitan las actividades y comportamientos de una sociedad, acorde a sus creencias, expectativas, ideológicas y normas, posibilitando a una comunidad, vivir complementariamente con sus costumbres y patrones de comportamiento, proporcionando a sus miembros un sentido de identidad y pertenencia mereciendo ser conservados aquellos inmuebles que los contengan dada su excepcionalidad.

Métodos de avalúos de inmuebles.

La ley 14 de 1983 y la resolución 2555 de 1988, establecen que el avalúo catastral es la suma del avalúo del terreno y el avalúo de las construcciones practicadas de forma independiente, por cualquiera de los métodos definidos en la resolución 762 de 1988: método de mercado, método de renta, método residual y método de costo de reposición.

Fecha de Recepción: 4 de Junio de 2008.
Fecha de Aceptación: 29 de Julio de 2008.

CARLOS ORLANDO LOZADA RIASCOS

Ingeniero Catastral y Geodesta-Esp. SIG- Director Sistema de Información Regional. Estudiante de Maestría en Investigación Operativa y Estadística. Universidad Tecnológica de Pereira ingeocar@utp.edu.co

JORGE ANDRES URRUTIA MOSQUERA

Licenciado en matemática y Física. Estudiante de Maestría en Investigación Operativa y Estadística. Universidad Tecnológica de Pereira jorandrs@hotmail.com

Se pretendió entonces mediante el uso del diseño de experimentos determinar cuál de estas variables consideradas en el avalúo de los inmuebles, caracterizaban mejor el valor de conservación de los inmuebles de interés cultural para este caso, ubicados en el municipio de Apia Risaralda, Colombia y determinar el valor de conservación tomando un número menor de variables, que se consideren las más representativas.

Se escogió el municipio de Apia(Risaralda) como objeto del presente análisis puesto que actualmente adelanta la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial, en donde uno de los puntos claves es lograr establecer la normatividad del suelo urbano, dentro de la cual existen los inmuebles de interés cultural declarados en algunos casos como Patrimonio cultural, lo que determina una serie de condiciones especiales para este tipo de inmuebles, entre otras el valor del inmueble y la correspondiente relación con la liquidación del impuesto predial del mismo, que en la mayoría de estos inmuebles por su condición, conlleva a la exoneración del pago de

impuesto predial y como el caso del municipio de Apia, reduce los ingresos municipales por recaudo de este concepto. Basado en el presente estudio el municipio de Apia podrá contar con un modelo preliminar que le permita calcular el valor de los inmuebles de valor cultural incluidos en la categoría de patrimonio, efectuar un análisis del recaudo de impuesto predial de estos inmuebles y contar con una herramienta para tomar decisiones frente a la planificación del municipio en relación con los inmuebles de valor cultural.



Los principales logros de este estudio, radican en determinar cuáles son las variables que mayor influencia tienen en la determinación del valor de conservación de los inmuebles de interés cultural y al mismo tiempo permite comprender y evidenciar de forma palpable como cada una de estas variables afecta de forma directa o inversa el valor final.

2. DESARROLLO

Para el caso de estudio se determinó las variables dependientes y aquellas variables explicativas de acuerdo a los métodos de avalúo catastral, entendiendo en este caso la variable dependiente como la variable de respuesta y las variables explicativas como aquellos factores estudiados[1], teniendo así las siguientes variables de estudio:

Variable dependiente: Valor De Conservación, es la variable endógena del modelo, y se refiere al valor monetario que tiene un inmueble por sus características de interés cultural que lo diferencia de los demás, que no tienen esta condición.

Variables independientes explicativas:

Estrato, está definido por dos variables dicótomas para los estratos 3 y 4.

Área del terreno: Unidades (m^2).

Valor del terreno: unidades \$/área total.

Valor de construcción: unidades (m^2).

Estado de conservación: referidas a condiciones de mantenimiento y buen uso.

Uso del inmueble: Uso o destinación del inmueble de interés cultural.

2.1 ETAPA PRELIMINAR - MODELO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE

En el estudio se consideró una población de 142 inmuebles, de los cuales a través de muestreo, se seleccionó una muestra de 48 inmuebles. Para efectos de estudiar cuales de las siete variables consideradas en el estudio caracterizan mejor el modelo. Se realizó una prueba de regresión lineal con el paquete estadístico Statgraphics Centurión XV, determinando que las variables con mayor correlación fueron: Valor de construcción, Área del terreno, valor del terreno y conservación del terreno. La siguiente tabla muestra la validación del modelo:

Parámetro	Estimación	Error		Valor - P
		Estándar	Estadístico T	
CONSTANTE	1,17173E7	2,86163E6	4,09462	0,0002
X3_Valor Construcción_	1,08458	0,0123166	88,0584	0,0000
X4_Area de Terreno_	-115190,0	40042,1	-2,87672	0,0062
X5_Valor Terreno_	1,24485	0,0480058	25,9313	0,0000
D2 CONSERVACION	-1,59208E7	2,96905E6	-5,36225	0,0000

Del análisis previo con el modelo de regresión lineal múltiple se concluyó que las variables que mejor caracterizaban el modelo fueron:

- Valor de construcción.
- Área del terreno.
- Valor del terreno.
- Conservación del inmueble.

Del mismo modo, la tabla presenta el valor R^2 ajustado de la regresión, con un valor de 89.9%, lo que significa que las variables consideradas explican en un alto porcentaje el modelo.

Para efectos de estar completamente seguros de la relevancia de cada una de estas variables en el modelo, se realizó una prueba t con el paquete Statgraphics Centurión XV, evaluando la significancia individual de las variables seleccionadas en la regresión y probar la hipótesis nula definida como: $H_0 =$ No hay efectos significativos entre las variables V/s $H_1 =$ hay efectos significativos entre las variables, arrojando los siguientes resultados:

Significancia Individual de los Coeficientes – Prueba t

$$t\text{-Teórico} \approx -1.7$$

$$H_0 = \beta_s = 0$$

$$H_1 = \beta_s \neq 0$$

○ en forma equivalente si $P < \alpha$

Al analizar la prueba T de significancia individual de las variables se puede concluir que los coeficientes de las variables; valor de construcción, área del terreno, valor del terreno y conservación del inmueble, son

estadísticamente significativas, por tal motivo, se rechaza la hipótesis nula, esto significa que dichas variables explican el comportamiento de los datos en el modelo; sin embargo las variables: área de construcción, estrato y uso del inmueble, resultaron estadísticamente poco significativas, es decir, que no explican el comportamiento de la variable dependiente. El análisis de varianza realizado como prueba conjunta, permitió corroborar esta información:

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	7	6,15275E+18	8,78964E+17	8848,34	0,000
Residual Error	40	3,97346E+15	9,93366E+13		
Total	47	6,15672E+18			

Análisis de Varianza – Significancia Conjunta de Coeficientes (Prueba F) y Bondde Ajuste

F-Teórico (7,40)=-1,87
 $H0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$
 $H1 = \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0$

F- Calculado (7,40)=8848,34
 Prob > F =0,0000
 $R^2=0,904$
 Adj R-squared=0,899

Los resultados obtenidos del análisis de varianza muestra que los parámetros del modelo son conjuntamente significativos, lo que indica que el conjunto de variables independientes consideradas si explican el comportamiento de la variable dependiente; se evidencia a demás que el coeficiente de determinación de bondad de ajuste, supera el 70%, lo que indica que los datos tienen un buen ajuste a la recta de regresión [1]².

2.1.1 Prueba de verificación de supuestos de mínimos cuadrados ordinarios.

Con el propósito de verificar la multicolinealidad entre las variables se realizó una prueba de cuadrados mínimos, tomando como indicador el factor de inflación de varianza VIF quien establece que cuando VIF tiende a infinito, es porque el $R^2=1$ indicando multicolinealidad perfecta, es decir, que hay relación entre las variables independiente y dependiente; a su vez un nivel de tolerancia definido como $TOL=1/VIF$, indica que cuando TOL tiende a cero es grave la multicolinealidad y cuando tiende a uno no hay colinealidad. Los siguientes cuadros muestra este análisis.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	10745475	4087063	2,63	0,012	
X2 (Area de Construcción)	189066	140191	1,35	0,185	2,287
X3 (Valor de Construcción)	0,9475	0,1022	9,27	0,000	0,313
X4 (Area de Terreno)	-194776	70283	-2,77	0,008	1,078
X5 (Valor Terreno)	1,33906	0,08439	15,87	0,000	2,508
D1 ESTRATO	-698648	5152457	-0,14	0,893	3,201
D2 CONSERVACION	-15718788	3271910	-4,80	0,000	1,273
D3 USO	2962042	3503578	0,85	0,403	1,357

Al analizar los resultados de la tabla se observa que los valores de tolerancia de las variables se aproximan a uno por lo que es posible afirmar que la multicolinealidad existe, pero no es grave ya que los valores de VIF promedio es igual a 0.26677935, valor muy cercano a cero. Esta prueba permitio establecer que para la realizacion del diseño de experimento, se considerarán las cuatro variables ya mencionadas.

El significado de los parámetros tenidos en cuenta para la regresión y el Signo Esperado se ilustran a continuación:

- $\beta_1=1.074e+07$: Es el intercepto de la recta de regresión lineal.
- $\beta_2=189066$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación cuando se incrementa en una unidad el área de construcción del inmueble, dejando constantes las demás variables.
- $\beta_3=0.947$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación cuando se incrementa en una unidad el valor de construcción del inmueble, dejando constantes las demás variables.
- $\beta_4=-194776$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación cuando se incrementa en una unidad el área de terreno del inmueble, dejando constantes las demás variables.
- $\beta_5=1.34$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación cuando se incrementa en una unidad el valor de terreno del inmueble, dejando constantes las demás variables.
- $\alpha_1=698648$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación cuando el inmueble pertenece al estrato 3 con respecto al estrato 4, dejando constantes las demás variables.
- $\alpha_2=-1.57e+07$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación del inmueble con una conservación regular con respecto a uno en buen estado.
- $\alpha_3=2.92e+06$: Expresa la proporción en que varía el valor de conservación con respecto a un uso del inmueble residencial a otro uso distinto como el comercial

Al tomar el nivel de significancia asumido para el modelo de regresión y analizar los resultados obtenidos del mismo, se obtuvo que para las siete variables incluidas el valor del R² está por debajo del nivel de significancia, debido a esto se concluye que solo cuatro variables caracterizan de manera adecuada el modelo[2]

2.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

Una vez realizado el modelo de regresion lineal y los diferentes test estadisticos con el objetivo de dedeterminar las variables que mejor caracterizan el modelo se procedio a realizar el diseño de experimento.

Para efectos de correr nuestro experimento se codificaron las variables seleccionadas a partir del modelo de regresión lineal dentro de un rango preestablecido, de forma tal que facilitara analizar con mayor eficacia el experimento con el paquete estadístico Statgraphics Centurión XV, La codificación se ajusto de la siguiente forma:

VARIABLES CODIFICADAS.

Valor de construcción	
\$7,435.987_____	\$145,435.000(-1)
\$146,435.000_____	\$592,760.00 (1)
Área del terreno	
1.5MC_____	162.2MC (-1)
163.2MC_____	1359.90MC (1)
Valor del terreno	
\$922.500_____	\$115,204.575(-1)
\$116,204.575_____	1142,711.731 (1)
Conservación del inmueble	
Estado de conservación regular (-1)	
Estado de conservación bueno (1)	

Para el caso de estudio se tomo un diseño factorial fraccionado 2^{k-p}; un diseño factorial fraccionado es un diseño en donde se elige adecuadamente una parte o fracción de los tratamientos de un diseño factorial completo con el fin de estudiar el efecto de los factores utilizando menos corridas experimentales.

Un diseño factorial completo, estudia el efecto de factores en determinados niveles y todas sus posibles interacciones, si existen K factores a 2 niveles el factor completo tiene 2^k combinaciones de niveles de factores por ejemplo: 2³=8 combinaciones, 2⁴= 16 combinaciones, 2⁵= 32, y 2⁶ = 64 combinaciones respectivamente.

En el diseño factorial fraccionado en cambio Si hay k factores a 2 niveles, se tiene 2^k/2^p = 2^{k-p} combinaciones

de niveles de factores que permiten evidenciar los efectos principales entre las variables estudiadas que permitan interpretar los resultados y establecer los mejores tratamientos entre las variables estudiadas. [2]²

En el presente estudio, se dispone de siete variables de las cuales tres de ellas no se tendrán en cuenta debido al análisis del modelo de regresión lineal quien determino que estas no aportaban mucho en la explicación del modelo; Esto permite aplicar un diseño experimental fraccionado 2^{k-p}.

En este caso k =7 factores, al descartar 3 de ellos se tiene un diseño factorial fraccionado 2⁷⁻³, quedando así un diseño 2⁴=16. Como finalmente se tienen dos niveles con cuatro factores cada uno, se tiene un total de 16 tratamientos. Con miras a obtener mejores resultados se realizaron corridas con el paquete estadístico Minitab 14 de forma aleatoria con dos replicas evitando sesgar los resultados, obteniendo así 32 tratamientos para efectos de correr el experimento.

Se realizo el análisis de varianza de los factores estudiados, observando que los factores si explican el modelo estadístico del experimento con un R cuadrado del 93.8341% y un valor alfa de 0.10% el siguiente cuadro ilustra la información.

R-cuadrado = 93,8341 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 88,7562 por ciento
Error Estándar de Est. = 4,86394E7
Error absoluto de la media = 2,68463E7
Estadístico Durbin-Watson = 1,51185 (P=0,0714)
Autocorrelación residual Lag 1 = 0,243372

La tabla de análisis de varianza, ANOVA divide la variabilidad en distintos segmentos separados para cada uno de los efectos, probando la significancia estadística de cada efecto comparando la media al cuadrado contra una estimación del error experimental; el estadístico R² ajustado indica que el modelo presentado explica el 88.7562% de la variabilidad.

Fuente	Suma de Cuadrados	G1	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
A:Factor_A	7,19055E15	1	7,19055E15	3,04	0,0004
B:Factor_B	5,35656E15	1	5,35656E15	2,26	0,0219
C:Factor_C	1,16997E16	1	1,16997E16	4,95	0,0709
D:Factor_D	2,74089E15	1	2,74089E15	1,16	0,2977
E:Factor_E	1,53744E15	1	1,53744E15	0,65	0,0120
F:Factor_F	1,44693E10	1	1,44693E10	0,00	0,9981
G:Factor_G	1,14968E15	1	1,14968E15	0,49	0,4957
AB+CE+FG	9,70009E13	1	9,70009E13	0,04	0,8421
AC+BE+DG	5,97337E15	1	5,97337E15	2,52	0,1316
AD+CG+EF	1,89877E15	1	1,89877E15	0,80	0,3836

de las interacciones entre los factores ya citados, considerados como representativos.

Generadores: E=+-ABC
F=+-BCD
G=+-ACD

El grafico de PARETO, muestra cuál de esas interacciones tienen más significancia o son consideradas como el mejor tratamiento; los factores que cruzan la línea en el grafico, son considerados entonces como los mejores candidatos a explicar el modelo y su correspondiente signo. [3]

El análisis de la tabla de ANOVA, muestra un valor P inferior a 0.10 para los factores A, B, C y E, lo que evidencia que son significativamente diferentes con respecto al nivel de confianza establecido.

El error absoluto de la media MAE de 4.86 es el promedio del valor de los residuos. El estadístico Durbin Watson examina los residuos en búsqueda de correlación significativa, como el valor P es inferior a 0.10 hay indicios de una posible correlación de serie.

Welcome to Minitab, press F1 for help
Retrieving project from file: "H:\EXPERIMENTOS\FINAL.MGJ"

Results for: Worksheet 49

Fractional Factorial Design

Factors: 7 Base Design: 7.16 Resolution: IV
Runs: 32 Replicates: 2 Fraction: 1/8
Blocks: 1 Center pts (total): 0

Design Generators: E = ABC. F = BCD. G = ACD

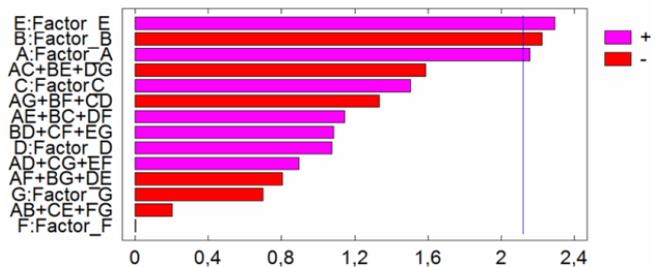
Alias Structure

I + ABCE + ABFG + ACDG + ADEF + BCDF + BDEG + CEFG

A + BCE + BFG + CDG + DEF + ABCDF + ABDEG + ACEFG
B + ACE + AFG + CDF + DEG + ABCDG + ABDEF + BCEFG
C + ABE + ADG + BDF + EFG + ABCFG + ACDEF + BCDEG
D + ACG + AEF + BCF + BEG + ABCDE + ABDFG + CDEFG
E + ABC + ADF + BDG + CFG + ABIEFG + ACDEG + BCDEF
F + ABG + ADE + BCD + CEG + ABCEF + ACDFG + BDEFG
G + ABF + ACD + BDE + CEF + ABCEG + ADEFG + BCDFG
AB + CE + FG + ACDG + ADEG + BCDG + BCEF + ABCEFG
AC + BE + DG + ABDF + AIEFG + BCFG + CDEF + ABCDEG
AD + CG + EF + ABCF + ABEG + BCDE + BDFG + ACDEFG
AE + BC + DF + ABDG + ACFG + BEFG + CDEG + ABCDEF
AF + BG + DE + ABCD + ACEG + BCEF + CDFG + ABIEFG
AG + BF + CD + ABDE + ACEF + BCEG + DEFG + ABCDFG
BD + CF + EG + ABCG + ABIEF + ACDE + ADFG + BCIEFG
ABD + ACF + AEG + BCF + BEF + CDE + DFG + ABCIEFG

El cuadro muestra que los factores más representativos para el modelo son: Factor A= valor del terreno, Factor B= estado del inmueble y Factor C= valor de construcción. Los Factores generadores E, F y G, resultan

Gráfico de Pareto estandarizado para Var_1



El objetivo de la combinación de los niveles es buscar los factores que determinen el mayor valor de conservación. En este, se estudiaron los efectos activos y se encontró que a mayor valor de área de construcción, mayor valor de conservación, a mayor valor de construcción mayor valor de conservación y a mayor área del terreno menor valor de la conservación. Por tanto se puede determinar que el mejor tratamiento en la determinación del valor de conservación de un inmueble de interés cultural en el municipio de Apia (Risaralda) es: área de construcción (nivel alto), valor de construcción (nivel alto) área terreno (nivel bajo).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El diseño del experimento factorial aplicado a la determinación del valor de conservación de inmuebles de interés cultural, efectuado para el caso particular del municipio de Apia, permitió comprobar de forma práctica, que es posible determinar el valor de los inmuebles de interés cultural incluyendo un número reducido de variables, lo que posibilita una mejora en el proceso de avalúo de inmuebles estipulado por la ley 14 de 1983 y una posible reducción de costos asociados al procedimiento. El análisis efectuado de este modo se constituye en una técnica práctica para determinar el valor de conservación de los inmuebles de interés cultural, que se debe apoyar en un estudio de generalización del modelo a escala Departamental, que permita la definición de variables a mayor escala y la

aplicabilidad del mismo por departamentos en el ámbito regional.

Dentro del proceso de revisión del Esquema de Ordenamiento territorial del municipio, se deberá efectuar una revisión del grupo de inmuebles incluidos en la categoría de valor cultural, definiendo los que realmente cumplan con las condiciones para pertenecer a este tipo de inmuebles y estableciendo el avalúo de los mismos apoyado en la metodología a partir del estudio efectuado, de este modo el municipio contara con una herramienta practica para tomar decisiones frente a la planificación del municipio en relación con los inmuebles de valor cultural.

Se puede concluir que después de efectuado el cálculo del modelo planteado correspondiente al diseño factorial fraccionado 2^{k-p} aplicado, fue posible determinar tres variables representativas (**Factores A; B, E**), en donde los factores **A= valor del terreno** y **B= estado del inmueble** y el **factor E =+-ABC que presenta interacción** de los **factores AB** y **Factor C= valor de construcción**, respectivamente, siendo E un factor generador, son los que mejor caracterizan el modelo. Por otra parte al contrastar el diseño del experimento con el modelo de regresión lineal múltiple MRL previo efectuado, se observa que ambos determinan que las variables: *Valor del terreno*, *Estado del Inmueble*, *Valor de Construcción* son las más incidentes y significativas en la explicación cuantitativa del modelo que determina el valor de conservación de los inmuebles de interés cultural en el municipio de Apia Risaralda. De este modo se evidencia que el diseño del experimento factorial fraccionado aplicado si es útil en la determinación del valor de conservación de inmuebles de interés cultural.

El modelo calculado es específico para inmuebles de interés cultural en el municipio de Apia (Risaralda) y para el período de tiempo al que pertenecen los datos (2007). Es posible que las especificaciones generales sean aplicables a inmuebles de conservación en otro ámbito geográfico, pero que se presenten cambios sustanciales principalmente por razones de ubicación. Se plantea como posibilidad derivada del presente análisis, la de llevar a cabo un estudio para la determinación del valor de inmuebles de valor cultural a escala Departamental, que permita la definición de variables a una escala mayor y la posible generalización del modelo.

Debido a que no existe mucha información teórica ni estudios a priori sobre el cálculo del valor de inmuebles de interés cultural, los supuestos teóricos inicialmente formulados pueden requerir ajustes, sin embargo las aproximaciones obtenidas con el modelo son aceptables pues pese al reducido número de datos las pruebas son consistentes. A partir de los supuestos teóricos iniciales incluidos se derivaron las siguientes conclusiones para las variables contempladas:

- En la etapa preliminar del diseño, basado en el modelo de regresión lineal múltiple se fijó un signo esperado para cada una de las variables, pero al estimar los parámetros encontramos que dicho supuesto no se cumplieron al pie de la letra. Se esperaba que el signo de todas las variables fuera positivo, sin embargo, se observó que el valor del coeficiente de la variable Área de terreno es negativo (-) lo que es contrario a la realidad, puesto que a mayor área de terreno, el valor del inmueble de interés cultural debería ser mayor, lo que lleva a pensar que el valor de interés cultural por conservación depende sólo de la construcción, lo cual puede convertirse en una contradicción.
- Para el caso de las variables *dummy* Estrato y Conservación se esperaban signos (+), sin embargo, presentan signo negativo (-), para el caso de la variable Estrato se explica por la categoría base elegida que corresponde al estrato mayor (Estrato 4), así a mayor estrato el precio de los inmuebles es mayor, es de esperar que si el estrato más alto es la categoría base, el precio en los estratos más bajos se comporta negativamente, de modo similar para la variable conservación del inmueble se escogió como categoría base el mejor estado de conservación (Buen estado), y de este modo es de suponer que los estados de conservación menores hagan que el valor de conservación del inmueble se comporte de manera decreciente, y por eso el signo negativo.
- Como se menciono se puede llevar a cabo un análisis del comportamiento de las variables *dummy* incluidas en el modelo, en otro ámbito geográfico para poder analizar su comportamiento y pertinencia dentro del modelo planteado.

4. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Análisis y diseño de experimentos; Humberto Gutiérrez Pulido-Román de la Vara Salazar. Editorial McGraw-Hill
- Regresión y diseño de experimentos; Daniel Peña Sánchez de Rivera. Editorial Alianza.
- [2] Diseño de experimentos, principios estadísticos para el análisis y diseño de investigaciones; R.O Kuehl, editorial Thompson 2001.
- [3] Diseño de experimento métodos y aplicaciones; Luis Alberto López Pérez, Oscar Orlando Melo Martínez, Sandra esperanza Melo Martínez. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias.