

Propuesta para la aplicación del método multicriterio AHP a la valoración de condominios verticales en Costa Rica



Abstract

The present study is to evaluate the implementation of the Multicriteria Method Analytical Hierarchical Process to the assessment of vertical condominiums in Costa Rica. This initiative seeks to determine whether its application to such assets is feasible, besides being able to compare this method with the market valuation method to determine advantages and disadvantages, if one exists.

As part of the information base for the analysis, we included a series of appraisals by the company Tecnoingeniería. Of these was extracted all the information, both quantitative and qualitative; completed the process of analysis has led to different conclusions from which it was proved that the method is fully applicable to the assessment of vertical condominiums. However, their study requires to dominate some matrix issues that, ultimately, difficult to explain the process to any audience. However, the method showed to be sufficiently tech throughout its process, which reduces the subjectivity of the expert to the assessment.

The keywords for the identification of this work are:

- Multicriteria Methods
- Assessment of vertical condominiums
- Analytical Hierarchical Process
- Quantitative variable
- Qualitative variable

Resumen

El presente trabajo consiste en la evaluación de evaluar la implementación del método multicriterio Proceso Analítico Jerárquico, a la valoración de condominios verticales en Costa Rica y. Dicha iniciativa procura determinar de esta manera si su aplicación a este tipo de activos resulta factible, además de poder establecer una comparación de este método con el método de valoración de mercado y determinar ventajas y desventajas, en caso de existir alguna.

Como parte de la información de partida para el análisis, se contó con una serie de avalúos realizados por la empresa Tecnoingeniería, de los cuales. De estos se extrajo toda la información, tanto cuantitativa como cualitativa; concluido el proceso de análisis se llegó a diversas conclusiones desde las cuales se pudo demostrar que el método es completamente aplicable a la valoración de condominios verticales. Sin embargo su estudio requiere dominar algunos temas matriciales que, a la postre, dificultaran la explicación del proceso a cualquier público; aunque a. A pesar de esto ello, el método demostró estar suficientemente tecnificado en todo su proceso, lo cual disminuye la subjetividad del experto a la hora de valorar.

Las palabras claves para la identificación de este trabajo serían:

- Métodos Multicriterio
- Valoración de condominios verticales
- Proceso Analítico Jerárquico
- Variable Cuantitativa
- Variable Cualitativa

Propuesta para la aplicación del método multicriterio AHP para la valoración de condominios verticales en Costa Rica

Ing. CRISTIAN MORA PICADO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2009

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO.....	7
METODOLOGÍA.....	15
RESULTADOS.....	21
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
RECOMENDACIONES Y COCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS.....	45

Prefacio

Como parte de una constante mejora en los procesos de valoración, motivados por la búsqueda de un proceso más objetivo a la hora de realizar una comparación, surgen los métodos multicriterios multicriterios., trayendo Estos traen consigo una serie de ventajas con respecto a otros métodos; parte de estas sus innovaciones son una la respuesta a una serie de necesidades: sea está la poca información a disposición de los expertos o por el uso de variables no cuantificables que en los otros métodos de valoración eran despreciados , debido a una falta de herramientas que ayudaran a incorporarlas al proceso.

Estas Las referidas condiciones demuestran la relevancia del análisis del Proceso Analítico Jerárquico, a la valoración;, en este caso, aplicado a condominios verticales en Costa Rica.

El objetivo principal del presente estudio es determinar la viabilidad de la implementación del Proceso Analítico Jerárquico a los condominios verticales en Costa Rica, dado puesto que este tipo de activos presentan una serie de características particulares, como lo sería la ubicación vertical, entre otras.

Este trabajo hubiese sido imposible sin fue posible gracias a la ayuda de la empresa Tecnoingeniería. Especial reconocimiento, y mayormente merezca su gerente y dueño, Ing. Robert Laurent Sanabria Msc., por facilitar haber facilitado la información requerida para el análisis., Así mismo, al Ing. Otto Peñaranda Guzmán y a la Ing. Aida Laurent Valespín por proporcionar información de apoyo y gran utilidad para el estudio del método.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo consiste en la evaluación de la implementación del método multicriterio Proceso Analítico Jerárquico, a la valoración de condominios verticales en Costa Rica., la razón de estudio del presente tema dicha iniciativa responde a una constante búsqueda y necesidad por mejorar el proceso de valoración en la empresa tecnoingeniería, empresa entidad dedicada desde hace más de 15 años a la valoración de bienes muebles e inmuebles.

Como parte de los objetivos planteados para evaluar el método Proceso Analítico Jerárquico se mencionan los siguientes:

Objetivo General

- Determinar la viabilidad de la aplicación del método multicriterio (AHP) para la valoración de condominios verticales en Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Analizar la objetividad de los métodos multicriterio.
- Analizar la funcionalidad de los métodos multicriterio en la estimación del valor de bienes inmuebles en Costa Rica.
- Comparar el método multicriterio multicriterio (AHP) con los métodos tradicionales (mercado).

Para aplicar el proceso analítico jerárquico fue necesario utilizar un sistema de información geográfica (GIS) implementado en la empresa. Este, el cual sistema permite registrar y ubicar avalúos que se hayan realizado por la compañía, de esta manera se pudo localizar los activos valorados que coincidieran con algunas características previamente definidas, entre las cuales se mencionan las siguientes:

- Condominios ubicados en la periferia de Escazú.
- Con una reciente transacción.

- Condominios que igualaran o superaran los seis niveles de altura.
- Con una edad de construcción reciente.

Una vez que el programa mencionando (GIS) mostró todas las opciones, se procedió a seleccionar siete muestras de todas las mostradas ofrecidas por el programa. L, las muestras seleccionadas fueron las siguientes:

	Muestra	Area Área (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	380.47	1.173.251
5	Torres del Country	156.04	205.242
6	Altos de Mayorca	193	215.709
7	Los Prados	207.41	210.148

Seleccionadas estas muestras se procedió a revisar los informes escritos con el propósito de obtener información más específica de cada una de las opciones, datos tan específicos como la calidad de las áreas comunes, calidad de materiales utilizados, vista del condominio, entre otros

Al momento de iniciar el proceso, se definieron variables principales o mega variables; y a su vez, variables secundarias, cuyo esquema es como sigue se detalla a continuación:

1. Características del Edificio
 - a. Áreas Comunes
 - b. Edad
2. Características del apartamento
 - a. Nivel de ubicación
 - b. Superficie construida
 - c. Cantidad de dormitorios
 - d. Cantidad de baños
 - e. Cantidad de parqueos
3. Entorno urbanístico
 - a. Categoría de la zona
4. Distancia a centros de interés
 - a. Distancia a centro urbano

El primer paso en este método consistió en ponderar las variables principales entre ellas

mismas, seguido de la comparación de las variables secundarias también entre sí mismas. Para, para lo cual este evento fue necesario clasificar las variables en cuantitativas, cualitativas e indirectas, ya que; dependiendo de esta clasificación dependerá se determinará la forma de analizarlas; para. En cuanto a la variables cualitativas fue necesario el planteamiento de matrices de comparación; para las variables cuantitativas simplemente se normalizaron los datos por el método de la suma y para las variables indirectas fue necesario se requirió transformarlas a directas por medio de su inversa y luego normalizarlas, también por el método de la suma. Realizada esta clasificación se continuó con la comparación de las siete muestras en función de cada una de la variables secundarias, para finalizar con la obtención del valor de los activos.

C; como estrategia de análisis se consideró la aplicación del método para cada una de las muestras y así estimar el valor de todas, de modo que se obtuvieron siete valores., los cuales Estos últimos se compararon con los valores transados obtenidos en los avalúos por el método del mercado, donde; se observaron diferencias entre el valor del método y el valor transado de hasta un 57%, por lo que se procedió a eliminar una de las muestras que presentaba mas mayor diferencia en cuanto a las características explicativas.

Continuando con el estudio del método, se procedió a excluir una muestra al azar de las siete inicialmente estudiadas, las cuales y que se presentan a continuación:

Cuadro 2. Selección de 6 muestras			
Muestra		Area Área (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242
5	Altos de Mayorca	193	215.709
6	Los Prados	207.41	210.148

Con estas seis muestras se volvió a utilizar todo el proceso empleado para la obtención de los valores de las siete muestras., arrojando Se

obtuvieron ahora resultados que se acercaron al valor de venta de los apartamentos, disminuyendo lo cual disminuyó esa diferencia considerablemente a un 33%;, sin embargo y como parte del estudio se volvió a eliminar otra muestra. L; la nueva lista se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Selección de 5 muestras			
Muestra		Área (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242
5	Altos de Mayorca	193	215.709

Una vez más el procedimiento fue repetido para estimar calcular el valor de cada una de las cinco muestras y estos compararlos se compararon de nuevo con los valores de venta de los condominios., mostrando Se alcanzaron resultados muy similares a los obtenidos en el análisis hecho para la seis muestras, dado que las diferencias entre los valores mostraron una tendencia a la estabilidad; ejemplo de esto es que se obtuvo un 35% de diferencia para la muestra que anteriormente obtuvo un 32%.

Por último, se volvió a seleccionar una muestra de las cinco anteriores con el fin de excluirla e iniciar de nuevo un análisis, tan solo que ahora se aplicó con cuatro muestras., Lla nueva lista se muestra a continuación:

Cuadro 4. Selección de 4 muestras			
Muestra		Área (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242

El nuevo cálculo de valores dio datos muy similares a los anteriores, mostrando lo que muestra de nuevo una estabilidad en los resultados, en razón de que el 35% se redujo a un 34%.

Como parte de las conclusiones llegadas a través del análisis de los resultados, se determinó que el método es completamente funcional como para aplicarlo a la valoración de cualquier tipo de activo, disminuyendo. Con esta medida se elimina la subjetividad del experto a la hora de trabajar en el método., Asimismo, como parte de las bondades del método se encuentran la provisión de herramientas que me facilitan involucrar variables cualitativas de un modo más técnico, mismas variables que son tratadas de una manera más empírica por métodos tradicionales.

No obstante y A pesar de estas herramientas, se encontró la complejidad de analizar algunas de estas variables cualitativas cuando la cantidad de muestras involucradas supera las seis y, por ende, el método se simplifica cuando se disminuye esta cantidad.

Como parte del análisis de las variables explicativas involucradas en el proceso, se evidenció la gran importancia que tiene trascendencia de la variable "nivel" en el estudio y así, lo mismo que en la toma de decisión ante varias opciones.

El método multicriterio multicriterio proceso analítico jerárquico, por su alto grado de tecnificación en sus cálculos, que implementando el tema matricial, hace que su explicación y entendimiento se torne complicado para el experto y para aquel que desee saber el porqué del valor de su propiedad.

Así mismo igualmente se recomienda el uso de método con la ayuda de algún programa de cómputo diseñado para tal fin, que nos simplifique conduzca a simplificar el cálculo del activo problema.

Con la implementación de este método se observó que, en algunos casos, los valores de venta de los condominios obedecen más a una idea caprichosa del desarrollador o, bien, del corredor; sin embargo, y a pesar de estas diferencias obtenidas por expertos en el tema, no se puede, desde ningún punto de vista, anular o desechar la experiencia obtenida por el profesional a la hora de encausarla encausarla en un proceso de valoración.

Introducción

El proceso de valoración es tan antiguo como el la historia del ser humano, dado que en. En los textos bíblicos aparecen referencias a la valoración de distintos diversos activos; una muestra de esto lo encontramos en el libro de Levítico (capítulo 27); en donde este los sacerdotes o Levitas debían estimar calcular el valor de los votos ofrecidos a Jehová, votos que podían consistir en animales, tierra, cultivos u otros bienes. D, desde este momento entonces podemos vislumbrar la importancia utilidad de la estimación del valor de un bien.

En los momentos actuales la relevancia de la valoración de todo tipo de activos está queda fuera de duda. En la sociedad actual para un gran número de actividades económicas es indispensable conocer el valor de los activos implicados. Por ejemplo, podríamos citar las expropiaciones para la construcción de determinado proyecto hidroeléctrico, siguiendo con situaciones tan cotidianas como enjuiciamientos civiles, repartición de herencias, hipotecas, compra y venta de fincas, terrenos, viviendas, etc. Estos hechos demuestran que la valoración de activos es trascendental en cualquier país, y es más, cuanto mayor es el progreso económico, al ser más intensa la actividad económica, también mayor es la necesidad de una mejor y más ajustada valoración de los activos de esa sociedad

De la misma manera Costa Rica ha experimentado, desde su inicio como nación independiente, la actividad valuadora. En, ya en 1853 se promulgó el Código de Comercio, herramienta que sirvió de pauta para realizar avalúos de bienes al fijarles valor a los mismos, ; así mismo, con el desarrollo del puerto de Puntarenas se generó un aumento en el número de edificaciones locales, lo que provocó originó que algunas empresas aseguradoras empezaran a realizar abocarse a su labor. C, con estos

hechos se puede observar la incipiente actividad valuadora en Costa Rica.

En tiempos más recientes, específicamente en la las últimas dos décadas, se ha notado en nuestro país un aumento importante considerable en dicha actividad; razón por la cual los profesionales han tenido que especializarse y mejorar los procesos de valoración con el fin de brindar un servicio de calidad. A pesar de esto, el experto valuador se enfrenta, a la hora de determinar el costo de un bien inmueble, ante la toma de una serie de decisiones, las cuales en muchos casos son basadas en su experiencia, intuición o percepción del bien.

No obstante laLa tarea valuadora debe prescindir de la subjetividad del experto, basando quien debe basar y determinando determinar el valor de un bien inmueble apoyado en variables explicativas, características o atributos relevantes que lo identifican; esto último sin desechar la experiencia adquirida. Es en este punto donde entran en juegos una serie de métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad de los procesos de valuación, con el fin de aumentar la eficiencia y eficacia en la toma de decisión. Son, herramientas que nos permiten facilitar aliviar las carencias de otros métodos de valoración, carencias como la falta de una base de datos suficientemente nutrida de información cuantificable y, así como la dificultad de considerar variables explicativas del tipo cualitativo.

Estas nuevas alternativas representan los métodos multicriterio, el los cuales se sustentan en la identificación de variables representativas; las cuales explican su valor, ya sean estas cuantitativas o cualitativas y las relaciona en forma numérica, de manera que los métodos multicriterio involucran características tanto tangibles como intangibles de una manera más tecnificada. Lo anterior; a diferencia de los

métodos tradicionales donde en los que, a pesar de que son involucradas su relación con el valor, representan una alta subjetividad por parte del experto.

Entre las características cuantitativas se podría pueden citar las siguientes:

1. Distancia a centros urbanos
2. Área constructiva
3. Área del terreno
4. Número de habitaciones
5. Número de baños
6. Número de pisos
7. Edad de la construcción

Y como parte del grupo de las características cualitativas podríamos citarresaltan las siguientes:

1. Riesgo de inundación
2. Calidad del vecindario
3. Calidad de la construcción
4. Proximidad a zonas marginales
5. Vista panorámica
6. Existencia de zonas verdes
7. Seguridad

Es por estaPor la situación que indicada los métodos multicriterio representan una alternativa a considerar en el proceso de valoración de un bien determinado, ya puesto que involucran una serie de elementos que son desestimados por los métodos de valoración tradicionales.

Objetivo Generalgeneral

Analizar la viabilidad de la aplicación del método multicriterio (AHP) para la valoración de condominios verticales en Costa Rica.

Objetivos Específicosespecíficos

- Analizar la objetividad de los métodos multicriterio.
- Analizar la funcionalidad de los métodos multicriterio en la estimación del valor de bien inmueble en Costa Rica.
- Comparar el método multicriterio (AHP) con los métodos tradicionales (mercado).

- Proponer una alternativa para el análisis dentro del método multicriterio AHP de la variable nivel en los condominios verticales.

Marco Teórico

En la actualidad el campo de la valoración de bienes cuenta con una extensa gama de métodos, los cuales se consignan en dos grandes grupos: sean estos los comparativos y los analíticos, mismos que procuran conseguir por diferentes flancos de investigación el valor más veraz para un determinado bien, partiendo. Parten desde la comparación de bienes cuyas características son muy similares, hasta la propia información contable financiera del mismo. Entre estos dos grupos se pueden mencionar los siguientes métodos:

- Método del Origen
- Método de los Extremos
- Método de los Ratios
- Método Baricéntrico
- Método Beta
- Método Econométrico
- Método de Capitalización
- Método Objetivo-Subjetivo

No obstante, todos estos métodos presentan adolecen de una serie de limitaciones como común denominador, limitaciones que radican en la necesidad de contar con datos cuantificados de los criterios a evaluar, además de la seria complicación que representa el análisis en función de criterios cualitativos. los cuales Estos terminan siendo desestimados por el experto, lo que, aunado a estas dificultades, se presenta conjuga la condición de la pobre o inexistente base de datos que imposibilita realizar una comparación confiable. Todas estas carencias de los procedimientos actuales hacen la imperante imponen la necesidad de contar con nuevos métodos de valoración que innoven o completen los ya existentes.

La decisión Multicriterio, universalmente conocida por sus siglas en inglés como MCDM o Múltiple Criterio Decisión, tiene su aparición aparece en la década de los años 501950 en medio de un conflicto de ideas entre la teoría económica

tradicional. Esta última que postula que el ser humano, ante un problema de decisión, escoge lo la mejor opción en función de un solo criterio, lo cual ; se topa con la realidad cotidiana que la cual indica que las decisiones se toman en función de una serie de criterios que, si bien son incompatibles entre sí, ayudan al cumplimiento de metas generales, dando lo que da como resultado el MCDM.

Frecuentemente, ante la dificultad de tomar una determinación como sería la compra de una vivienda, en un mercado donde en el que se ofrecen bienes con criterios muy similares, se suele tomar la decisión pensando en una serie de criterios del bien, : ya sea la superficie de construcción, la edad o la extensión del terreno, lo cual. Este no representa ofrece mayor dificultad; no obstante lo que síi representa una grave complicación para los métodos actuales de valoración, como ya fuese ha mencionado, anteriormente es el hecho de contemplar considerar criterios que no son cuantificables como lo podrían ser, el entorno, la arquitectura, la categoría de la zona; e. Ens en esta situación donde se presentan los Métodos Multicriterios, ya que nosque proporcionan herramientas adecuadas para englobar cada uno de estos rasgos que describen el bien, ya sean estas cuantitativas o cualitativas o cualitativas y compararlas de manera integral con las otras alternativas, de modo que se pueda tomar una decisión basada no en un solo criterio sino en todos los los que nos interesen interesa evaluar.

Dicho de otra manera, en palabras de Moreno (1996):

"Se entiende por decisión multicriterio, el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos

de decisión y a incrementar el conocimiento de los mismos”.

Como parte de la clasificación de los métodos que se han desarrollado en el campo de MCDM, podemos citar dos grandes grupos:

- El análisis multicriterio continuo
- El análisis multicriterio discreto

En el primer grupo podemos encontrar métodos como, la programación multiobjetivo, la programación compromiso y la programación por metas, entre otros; métodos sistemas que, para su desarrollo, se deben contar con una serie ilimitada de alternativas a considerar. Por otro lado, el análisis multicriterio discreto abarca los casos donde en que el número de alternativas a considerar por el experto es limitado y normalmente no es muy amplio; en este grupo podemos citar métodos como, Electre, El Promethee y el Proceso Analítico Jerárquico o, por sus siglas en inglés, AHP (Analytic Hierarchy Process) el cual será desarrollado con profundidad más adelante.

Fundamentos

Tipos de Variables y su clasificación

Como base de trabajo de los métodos ya mencionados, se encuentran las siguientes tareas; primero adaptar la terminología utilizada para el Proceso Analítico Jerárquico (método en estudio) en razón de su aplicación a la valoración: lo que hemos llamado “alternativas” ahora serán “activos a valorar” y lo que hemos denominado “criterios” ahora serán “variables explicativas”. L; la siguiente tarea es la clasificación de cada una de estas variables explicativas en sus dos grupos:

- Variables Explicativas Directas
- Variables Explicativas Inversas

El primer grupo es llamado de esta manera en vista de que el comportamiento de esta variable incide directamente en el valor, ya sea

aumentado o disminuyendodisminuido. E, ejemplo de esto sería el incremento de área de construcción en una vivienda o la ubicación de un apartamento en una torre de condominio donde, a mayor altura se encuentre, mayor es su valor y viceversa. El segundo grupo de variables tiene un efecto contrario al anterior, ya que: al aumentar el valor de esta el valor del activo disminuye y viceversa; ejemplo de esto sería la edad, dado que a mayor edad, menor es su valor, o bien, la cercanía a centros urbanos, donde a mayor distancia del centro, menor será su valor. E; el tratamiento de esta variable inversa es distinto al anterior debido a que no podemos trabajar con variables cuyo aporte sea directa e indirectamente proporcional al valor a la misma vez, de manera que esta última deberá ser transformada en una variable directa.

Existen dos métodos para convertir dicha variable a directa; el primero de ellos es la transformación por la inversa, que consiste simplemente en dividir uno entre el valor dado.

$$\text{Inversa} = \frac{1}{x}$$

Ec. 1

Donde:

x = Valor de la variable explicativa

Y el segundo método es la transformación por la diferencia a una constante, que consiste en restarle a esta el valor de la variable.

$$\text{Transformada} = K - x$$

Ec. 2

Donde:

x = Valor de la variable explicativa

K = Constante

De ambos métodos el más utilizado es el primero por las razones de la simplicidad y de que este último método no conserva una proporcionalidad. Nno obstante, podríamos se podría encontrar la particularidad de que dicha variable sea cero, de tal forma que nos encontraríamos ante un error matemático al dividir entre cero. A, ante tal situación se puede asignar a esa variable nula un valor pequeño (en función del tipo de variable), de manera que no afecte la proporcionalidad.

Otra clasificación relevante de las variables explicativas y que son compuestas conjuntamente por las variables directas e indirectas ya mencionadas son:

- Variables Explicativas Cuantitativas
- Variables Explicativas Cualitativas

Las Variables explicativas cuantitativas son las que vienen expresadas en cantidades y su tratamiento es sumamente sencillo. Dentro de, entre estas características podemos citar los siguientes ejemplos:

- Número de Dormitorios
- Número de Baños
- Cantidad de Parqueos
- Área de Terreno
- Área de Construcción
- Edad del bien, entre otras

Las variables explicativas cualitativas nos expresan características que no son medibles o cuantificables. E, en lugar de esto nos expresan cualidades del bien;, ejemplo de estas serían las siguientes:

- Arquitectura
- Entorno Urbanístico
- Calidad de la Zona
- Calidad de los Materiales de Construcción
- Calidad de zonas comunes en caso de condominios.

Sin embargo, para tratar con tales características es necesario establecer una escala ya determinada para tal fin, la cual será mencionada más adelante.

Normalización

Para el debido trabajo y organización de los criterios explicativos es de vital importancia resulta determinante establecer un patrón en el cual se puedan considerar todas las variables a la misma vez, sin que estas, sin importar su magnitud o dimensión, puedan distorsionar los resultados. P, prueba de esta confusión se presenta al momento de evaluar aquellas variables cuantitativas seleccionadas, las cuales se

encuentran expresadas en diferentes unidades; como por ejemplo: la distancia a centros urbanos enunciada en unidad de longitud (km, m, ft), el área de construcción medida en unidad de longitud al cuadrado (km^2 , m^2 , ft^2) entre otras. ,P por tal razón es necesario normalizar todos los datos cuantitativos que se tengan. De modo que se podría definir la normalización como el conjunto de pasos por los cuales los valores de las variables quedan comprendidos en un intervalo de 0 a 1.

Existen varios métodos para realizar la normalización de las variables, entre ellos:

- Normalización por la suma
- Normalización por el ideal
- Normalización por el rango

Una vez entendido este detalle, es necesario establecer un cuadro a modo de matriz en el cual que se muestren los datos referentes a cada o variable explicativa. D y de acuerdo con a cada posible activo a comparar a sí mismo, la nomenclatura de filas y columnas es la misma que se utiliza en el trabajo con matrices, donde las columnas son representadas con la letra "J" y las filas por medio de la letra "i".

Cuadro 5. Matriz Comparativa			
	Variable Exp 1	Variable Exp 2	Variable Exp 3
Comparable 1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
Comparable 2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
Comparable 3	X_{31}	X_{32}	X_{33}
Comparable 4	X_{41}	X_{42}	X_{43}

Normalización por la Suma

Este método consiste en utilizar el resultado de la división de cada elemento entre la suma de los elementos de la misma columna. De manera que:

$$X_{11} \text{ normalizado} = \frac{X_{11}}{X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41}}$$

Ec.3

Donde:

X_{11} = variable a normalizar

X_{j1} = variables de cada columna

$$X_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}}$$

Ec 4

Donde:

X_{ij} = variable a normalizar

Normalización por el ideal

Este método consiste en dividir cada elemento de una columna entre el mayor de esa misma columna. De manera que:

$$X_{ij} \text{ normalizado} = \frac{X_{ij}}{\text{Max} X_{ij}}$$

Ec. 5

Donde:

X_{ij} = variable a normalizar

Max X_{ij} = valor máximo de la columna

Normalización por el Rango

Por último, tenemos la normalización por el rango, que consiste en la división de cada elemento menos el mínimo entre el rango del valor máximo menos el mínimo.

$$X_{ij} \text{ normalizado} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}$$

Ec. 6

Donde:

X_{ij} = variable a normalizar

Max X_{ij} = valor máximo de la columna

Min X_{ij} = Valor mínimo de la columna

De estos tres métodos de normalización, el que será usado con mayor frecuencia es el de la normalización por la suma, debido a su simplificado cálculo.

Desarrollo

Métodos de Valoración con información cualitativa, Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Como ya se ha mencionado previamente, el Proceso Analítico Jerárquico es un método multicriterio que nos permite determinar un valor de un activo a partir de información muy escasa. Fue propuesto por el Profesor Thomas L Saaty (1980) como solución a problemas en la toma de decisiones en el Departamento de Defensa de los EE.UU. E, sin embargo el método ha sido resultado tan versátil que su implementación en otros campos ha sido todo un éxito, siendo implementado utilizado en áreas como aplicaciones ambientales, resolución de conflictos internacionales, nuevas tecnologías, educación, ciencia, economía, transporte y más recientemente en la valoración de activos., Mmedularmente podríamos decir que el AHP es un método de selección de alternativas en función de una serie de variables en conflicto. P, para esto se ponderan tanto las variables como las distintas posibilidades utilizando las matrices de comparación pareadas y la escala fundamental para las comparaciones por pares.

El método se desarrolla de la siguiente manera:

- Se inicia del interés que pueda tener un individuo por escoger la mejor alternativa de un conjunto de estas.
- Se establecen cuáles serían las características más deseables que el individuo pueda tener, ya que en función de estas se hará la elección.
- Conocidas las alternativas y establecidas las características, se procederá a

- ordenar y a ponderar de acuerdo al con el interés, cada una de las características de cada alternativa.
- Conocida la ponderación de cada característica se procede a ponderar cada alternativa en función de cada característica.
- Con los dos procedimientos anteriores se consiguen dos matrices, una matriz (m x n) correspondiente a la ponderación de las alternativas, esto en función para cada criterio (donde n es el número de criterios a evaluar y m las alternativas consideradas) y la otra matriz columna (n x 1) es la ponderación entre criterios, siendo n el numero de criterios.
- El producto de ambas matrices arrojará como resultado una ponderación total de cada alternativa en función de todas las características, sean estas cuantitativas o cualitativas.

Una vez conocidos los pasos anteriores, se procederá a ver en detalle el proceso para la obtención de cada una de las ponderaciones para la construcción de las matrices mencionadas. Con respecto a la ponderación, tanto de los criterios como de las alternativas, es indispensable contar con una escala que me resulte practica a la hora de realizar las comparaciones., Ssuponiendo una escala de 10 a 100 se podría empezar a suponer el interés de cada uno de las criterios, todos a la misma vez, aunque realizar dicha comparación sería una labor extremadamente dura y compleja, debido a que el cerebro humano no está adaptado para realizar múltiples comparaciones al mismo tiempo.

Como solución a esta dificultad, el Profesor profesor Thomas L Saaty propone realizar aplicar comparaciones en parejas, acción a la que el cerebro está perfectamente adaptado; para esto el profesor plantea la siguiente escala:

Cuadro 6. Escala Comparativa de Saaty	
Valor	Definición
1	Igual importancia

3	Importancia Moderada
5	Importancia Grande
7	Importancia muy Grande
9	Importancia Extrema
2,4,6,8	Valores intermedios, cuando sea necesario

Fuente: Nuevos Métodos de Valoración, Modelos Multicriterio

El modo de emplear esta escala consiste en comparar, siempre en parejas, los elementos de la matriz pareada y asignar valores de acuerdo a con la preferencia o importancia de la variable., Mmuestra de esto sería usar el valor de 9 para la comparación entre una variable ubicada en el primer puesto de la primera fila con una variable ubicada en el primer puesto de la primera columna, refiriéndose a que el elemento de la fila tiene una importancia extrema en relación a con la variable de la columna, o bien, si la importancia fuese al revés, se debería indicar en este caso 1/9 y de este modo se completa la matriz.

Partiendo de la escala anterior se construyen varias matrices cuadradas $A_{n \times n}$, comparando primeramente las activos a valorar y luego los activos en función de cada variable explicativa cualitativa.

$$A = [a_{ij}]$$

$$1 \leq i, j \leq n$$

Donde:

a_{ij} = comparación entre el elemento "i" y el elemento "j"

Esta matriz cuadrada $A_{n \times n}$ debe cumplir con las siguientes propiedades:

- Recíproca: si $a_{ij} = x$, entonces $a_{ji} = 1/x$ con $1/9 \leq x \leq 9$ (el valor de 9 obedece al valor máximo en el escala de Saaty y de acuerdo a con esta propiedad solo se necesitan $n(n-1)/2$ comparaciones para construir la matriz cuadrada).
- Homogeneidad: si "i" y "j" son considerados iguales, entonces $a_{ij} = a_{ji} = 1$; , además a_{ii} para todo i.
- Consistencia: se satisface que $a_{jk} * a_{kj} = a_{ij}$ para todo $1 \leq i, j, k \leq n$

Debido a la subjetividad inherente del decisor, el axioma de la consistencia ocurre muy pocas veces; por tal motivo dicha esa subjetividad es la que se pretende minimizar al máximo con el procedimiento de la matriz de comparaciones por pares. L, la inconsistencia es producto de las repetitivas comparaciones que se realizan a la hora de construir la matriz; esta inconsistencia es medida por medioa través del cálculo del Ratio de Consistencia (CR) de la matriz A., este El referido cálculo es se aplica de la siguiente manera.:

El primer paso consiste en la normalización de los datos, procedimiento ya mencionado previamente.

$$X_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}}$$

Ec.7

Una vez normalizada toda la matriz original, es necesario sumar todas las filas.

$$\begin{aligned} \frac{a_{11}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} &= b_1 \\ \frac{a_{21}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{22}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{2n}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} &= b_2 \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{n2}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} &= b_n \end{aligned}$$

Ec.8

El conjunto de las sumas de cada fila forma un vector columna. L, llegado a este punto se deberá promediar cada elemento de este vector columna.

$$B = \left[\frac{b_1}{n}, \frac{b_2}{n}, \dots, \frac{b_n}{n} \right]$$

Ec.9

Con este nuevo vector columna B y con la matriz original A, se obtiene por medio de la multiplicación un nuevo vector columna denominado Vector Columna Total designado como C.

$$A * B = C$$

Ec.10

Se realiza el cociente entre el Vector Columna Total (C) y el vector B, dando lo que da como resultado otro vector columna denominado D

$$\frac{C}{B} = D$$

Ec.11

qQue al sumar todos los cocientes y promediarlos se obtiene λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Ec.12

Donde:

n = cantidad de elementos de fila o de columna, recordando que $A_{n \times n}$

Calculado λ_{\max} se calcula el Índice de consistencia (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n}$$

Ec.13

Con el índice de consistencia obtenido, se procede a comparar con los valores aleatorios de CI que son el valor que se debería obtener del CI si los juicios numéricos establecidos en la matriz original (A) fueran aleatorios dentro de la escala de Saaty. T, tales valores son los que aparecen en la el siguiente cuadro.:

Cuadro 7. Valores de la consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz										
Tamaño de la matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria (CA)	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Fuente: Nuevos Métodos de Valoración, Modelos Multicriterio

En función de n se elige la consistencia aleatoria., El resultado de la división entre el CI y CA, se denomina como Ratio de Consistencia o RC y es se identifica como sigue.

$$RC = \frac{CI}{CA}$$

Ec.14

Dicho Ratio de consistencia deberá ser cotejado con los que aparecen a continuación. S y se considerará admitirá que existe consistencia cuando no se superen los valores que se muestran en el cuadro a continuación:.

Cuadro 8. Ratio de Consistencia Máximo	
Tamaño de la matriz (n)	Ratio de Consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Si fuere ocurriera el caso de que el ratio de consistencia obtenido fuese superior al permitido, se deberán revisar las ponderaciones, o bien, proceder con otro método multicriterio. En algunas situaciones donde en que la comparación sea únicamente entre dos variables, no será necesario el cálculo para el radio de consistencia máxima, ya que pues no existe inconsistencia a al realizar una sola comparación; por lo tanto dicho cálculo será obviado.

Por otro lado, cuando el cálculo del ratio de consistencias fuese menor al tolerado, solo entonces se podrá calcular su "eigenvector" o vector propio de la matriz, cuyo resultado reflejaráa el peso o la importancia relativa que tiene cada criterio en cada activo.

Su cálculo parte de la matriz original A, donde un vector v distinto de cero es un vector propio de la matriz A si para cierto escalar λ se cumple que:

$$A * v = \lambda * v$$

Ec. 15

El escalar λ (que puede ser cero) se llama vector propio de la matriz de A asociado con el vector propio de la matriz v, cuyas raíces reales del polinomio característico de una matriz son los vectores propios de la matriz de esta matriz. Se determina calculando las raíces del siguiente polinomio:

$$\det(A - \lambda * I) = 0$$

Ec. 16

Un vector v es un vector propio de la matriz de A correspondiente a un "eigenvalor" λ si y solo si v es una solución no trivial del sistema.

$$(A - \lambda * I) * v = 0$$

Ec.17

O bien, el cálculo del vector propio de la matriz se podría obtener multiplicando la matriz original (A) por sí misma, con lo que obtendríamos una matriz (A²). P, posterior a esto se suman las filas y se normalizan por el método de la suma, con lo que lograríamos una matriz columna. E, esta matriz columna sería el vector propio de la matriz aproximado de la matriz. T, tal procedimiento se repite (multiplicando la matriz resultante por sí misma) hasta que el vector propio obtenido sea igual al anterior hasta la cuarta cifra decimal, con lo que se habrá obtenido una aproximación adecuada al vector propio de la matriz buscado.

Recordemos el procedimiento para la multiplicación de matrices:

Siendo:

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix}$$

Luego

$$A \times B = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix}$$

Donde

$$A \times B = \begin{pmatrix} (a & b) \begin{pmatrix} e \\ \vdots \\ g \end{pmatrix} & \dots & (a & b) \begin{pmatrix} f \\ \vdots \\ h \end{pmatrix} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (c & d) \begin{pmatrix} e \\ \vdots \\ g \end{pmatrix} & \dots & (c & d) \begin{pmatrix} f \\ \vdots \\ h \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

$$A \times B = \begin{pmatrix} (a * e) + (b * g) & \cdot & (a * f) + (b * h) \\ (c * e) + (d * g) & \cdot & (c * f) + (d * h) \end{pmatrix}$$

No obstante, el cálculo puede llevarse a cabo en un programa como lo sería Excel y, por medio de la aplicación de la función matemática MMULT del asistente de funciones, el procedimiento sería el siguiente:

1. Se toma la matriz original de comparaciones pareadas.
2. Se multiplica por sí misma.
3. Se suman las filas y se obtiene un vector columna.
4. Se promedia este vector columna.
5. Se divide cada elemento del vector columna entre el promedio del punto 4, dando lo que da como resultado otro vector columna que eventualmente podría ser el vector propio de la matriz.
6. Se toma la matriz obtenida en el punto 2 y se multiplica por sí misma; se suman sus filas, se promedia, y cada elemento de la fila es dividido entre el promedio.
7. El resultado se compara con el obtenido en el punto 5. Si, si ambos son iguales hasta la cuarta cifra, entonces se habrá obtenido el vector propio de la matriz; de no ser así, el procedimiento deberá repetirse hasta que el vector propio sea el mismo al anterior hasta la cuarta cifra.

Con este sistema, a través del cálculo del vector propio de la matriz, se logra obtener la ponderación de cada uno de los activos y variables explicativas cualitativas que se van a utilizar para determinar el peso de cada uno de los activos a considerar.

Ahora bien, si la variable se presenta en forma cuantitativa, el cálculo de la ponderación es simplemente el resultado de la normalización de dicha variable.

Al final de esta serie de pasos obtendremos una matriz con todos los vectores propios de cada una de las comparaciones de los activos dados para cada variable explicativa. E, esta será una matriz (m x n) siendo m el número de activos considerados y n el número de variables explicativas involucradas; esta matriz se multiplica por la matriz (n x 1) siendo esta el resultado de la ponderación entre las variables. El resultado de esta multiplicación

$$(mxn) * (nx1) = (mx1)$$

Resulta resulta en una matriz (mx1) que indica la ponderación total de cada activo en función de todas las variables explicativas, hayan sido estas cualitativas o cuantitativas.

Conociendo el valor de cada activo y su ponderación ya calculada, se procede a estimar el ratio de la siguiente manera:

$$Ratio = \frac{\sum Valor.Activos..Testigo}{\sum Ponderación.Activos..testigo}$$

Partiendo de este ratio, su producto por la ponderación del activo a valorar, dará como resultado el valor buscado.

$$ValorActivoPr oblema = Ratio * P.A.P.$$

Donde:

P.A.P = Ponderación del Activo Problema

Este valor estará en función de todas las variables involucradas que se consideraron explicativas del precio.

Metodología

El desarrollo de este proyecto se realizó cumplió en tres etapas: la primera consistió en la búsqueda de información referente a los métodos Multicriterios; la segunda etapa, se llevó a cabo en medio de la selección, en la base de datos proporcionada por el sistema de posicionamiento geográfico (GIS) de diferentes activos que cumplieran con determinadas características, como lo fueron el estar ubicado en la periferia del centro del cantón de Escazú, el formar parte de una torre de condominios y que su transacción se haya realizado recientemente. Con esta información ya seleccionada se procedió a desarrollar el método multicriterio, elegido con el fin de determinar la funcionalidad del método; esto correspondería al tercer y último paso. A, a continuación se detallara con más profundidad cada etapa del proyecto.

Primera Etapa

El proceso de búsqueda de información concerniente a los métodos Multicriterios requirió de una larga tarea de rastreo en internet, lo cual permitió ir comprendiendo, poco a poco, que los métodos Multicriterios son ampliamente utilizados en la toma de decisiones para diversos campos. Sin embargo, la información obtenida hasta el momento no daba mayor luz sobre la aplicación a la valoración de activos; o sea continuo con la investigación en internet y por medio de otros colegas dedicados a este ramo. Lentamente se fueron obteniendo resultados positivos hasta que la búsqueda en la red arrojó como resultado el hallar la página oficial de la Universidad Politécnica de Valencia, donde se logró encontrar como parte de la biblioteca digital (<https://polimedia.upv.es/catalogo/curso.asp?curso=2d5b9695-5e86-ec4b-af93-bd8180e63be6>) un documento donde en el que se explica con lujo de detalles todo lo relacionado a con la valoración por medio de los métodos multicriterio.

El documento, que comprendía una presentación audio-visual, describió minuciosamente todo lo que compone el conjunto de los métodos Multicriterios, iniciando. Se inicia desde la importancia de la valoración y pasando por conceptos introductorios y fundamentales de los métodos, conceptos como la definición de variables explicativas directas e indirectas, variables cuantitativas y cualitativas, normalización de valores, entre otros. T; y terminado con la aplicación de cada método a la valoración de algún activo ejemplo.

Como parte de la investigación se lograron obtener documentos físicos y digitales que ayudaron a complementar los conocimientos adquiridos por medio de la ayuda audio-visual de la Universidad Politécnica de Valencia. C; con toda esta información se procedió a estudiar minuciosamente cada método, con el propósito de evaluar uno solo de ellos, con la fin de comprobar su objetividad y funcionalidad para la eventual valoración de un condominio vertical en Costa Rica.

A la hora de estudiar cada método se pudo observar que, en la mayoría de estos, su análisis está enfocado a variables explicativas cuantitativas, lo cual implica que se parte de suficiente información; no así. Pero no opera igual para el caso del Proceso Analítico Jerárquico, el cual parte no solamente de información cuantificable sino que involucra en su análisis variables que son cualitativas y que, por consiguiente, se deberán comparar entre sí para obtener un grado de ponderación o importancia. E esto de acuerdo a con la escala de Saaty (escala que permitirá medir cuantitativamente el aporte de la variables cualitativas). L, la razón de incorporar al análisis variables cualitativas, a pesar de que su estudio no es sencillo, es la razón de la escasa información con la que cuenta el experto a la hora de estimar el valor de un activo "X" y que, por lo tanto, debe considerar en

su análisis cuanta información pueda estar disponible a su alcance.

Segunda Etapa

La segunda etapa consistió en la búsqueda por medio del sistema de posicionamiento geográfico (GIS), de activos que cumplieran ciertas características seleccionadas. El programa mencionado forma parte de las herramientas de trabajo. El GIS es un *software* que permite ingresar información de activos recién valorados, información que compila una serie de datos elementales del bien (área de construcción, área de Terrenoterreno, edad, estado de conservación, precio etc.). Además, me permite posibilita verificar sus su ubicación exacta.

Dado que como lo que se pretendía analizar eran condominios verticales ubicados en la periferia de Escazú y que hayan hubieran sufrido recientemente una transacción, se establecieron filtros en el GIS, de modo que solo se mostrará mostrarán activos con las características mencionadas. Las opciones seleccionadas se mostrarán más adelante, en el cuadro 5 y más detalladamente en el apéndice 1.

De todas estas muestras se seleccionó una cantidad determinada para iniciar con el análisis del método AHP. Una vez escogidas las muestras de trabajo, se procedió a revisar los documentos físicos de estos avalúos, con el propósito de poder observar sus fotografías y así poder contar con datos más generales como la calidad de las obras comunes, arquitectura del edificio, detalles internos del condominio, calidad de materiales que lo conforman integran, entre otros.

Tercera Etapa

Una vez seleccionadas las muestras a analizar, se procedió a realizar la matriz de comparación

pareada para el caso de las variables explicativas primarias o macro variables, las cuales fueron:

1. Entorno Urbanístico
2. Características del Edificio
3. Características del Apartamento
4. Distancia a centros de interés

Se elaboró la matriz cuadrada de acuerdo a con la escala de ponderación de Saaty, respondiendo que responde a las preguntas típicas que hay que se deben formular para utilizar la escala:

- ¿Qué es más importante? o
- O ¿Qué se prefiere más ?

Es decir, una vez planteada la matriz, se inició el proceso de comparación entre la variable Entorno urbanístico y el resto de variables, respondiendo como respuesta a las preguntas antes mencionadas y tomando en cuenta la escala de Saaty para asignar ese grado de preferencia o de importancia sobre las otras variables. Este mismo proceso se siguió hasta que se compararon todas las variables entre sí.

Seguido fue necesario realizar De seguido se requirió su la revisión a su ratio de consistencia, para verificar si su consistencia estaba por debajo de la tolerada (esto de acuerdo al con el cuadro 4). Dicho procedimiento para verificar la consistencia es el siguiente:

1. Una vez completada la matriz de comparaciones pareadas.
2. Se normalizó por la suma (Ecuación 7).
3. Normalizada la matriz se sumaron todas las filas (Ecuación 8).
4. Se obtuvo un promedio de cada una de esas sumas de filas, de modo que tendríamos un vector columna, con tantas filas como variables estemos analizando (en este caso, cuatro) (Ecuación 9).
5. Por medio de la multiplicación de la matriz original y este último vector columna (promedio), se obtuvo un nuevo vector llamado Vector Columna Total (Ecuación 10).

6. Al dividir cada elemento del Vector Columna Total entre cada elemento del vector columna de los promedios, se consiguió otro vector columna (Ecuación 11).
7. Con este nuevo vector, se sumaron todos los elementos y se promediaron, obtenido para obtener como resultado λ_{max} (Ecuación 12).
8. Con el dato de λ_{max} y con $n = 4$ (ya que la matriz es cuadrada 4x4) se calculó el índice de consistencia (Ecuación 13)
9. Con este índice de consistencia y de acuerdo al con el cuadro 3, se estimó el ratio de consistencia (Ecuación 14).
10. Dicho resultado fue comparado con la tabla 4 para determinar el ratio de consistencia máximo permitido para una matriz de 4X4; el cual este resultó inferior al permitido, con lo cual se tuvo luz verde para proseguir con el análisis.

La continuación del proceso es el cálculo del vector propio de la matriz. P, para obtener este resultado se utilizó del el programa Excel del asistente de funciones. L, la función MMULT que permitió multiplicar una matriz por sí misma; el procedimiento seguido aplicado fue el siguiente:

1. Se tomó la matriz original de comparaciones pareadas y se multiplicó por sí misma, dando lo que dio como resultado una nueva matriz.
2. Cada fila de esta matriz fue sumada, obteniendo y se obtuvo una sola columna.
3. Se obtuvo alcanzó un promedio de esta columna.
4. Cada elemento de la fila obtenida en el paso 2 fue dividida entre el promedio del paso anterior.
5. El resultado fue una nueva columna, al a la cual llamamos vector propio de la matriz.
6. La nueva matriz obtenida en el primer paso se multiplicó por sí misma, para obtener una nueva matriz.
7. Se obtuvo su vector propio y se comparó con el anterior, dado que no eran iguales; hasta la cuarta cifra el procedimiento debió continuar.
8. La matriz resultante del punto 6 se multiplicó de nuevo por sí misma y se

volvió a calcular su vector propio, el cual fue comparado con el anterior sin ser iguales hasta la cuarta cifra, con lo que el procedimiento debió continuar.

9. La nueva matriz del punto 8 se volvió a multiplicar para obtener su vector propio; el cual coincidió hasta la cuarta cifra con el vector propio calculado anteriormente. Ppor lo tanto, el procedimiento finaliza en este punto con la obtención de este dato, que representa numéricamente la importancia de cada variable principal.

Una vez comparadas las variables explicativas principales, se procedió a comparar las variables explicativas secundarias, con la finalidad de obtener el vector propio de la matriz. L, las variables secundarias analizadas fueron las siguientes:

1. Entorno Urbanístico
 - a) Categoría de la zona
2. Características del Edificio
 - a) Áreas comunes
 - b) Edad
3. Características del Apartamento
 - a) Nivel de ubicación
 - b) Superficie
 - c) Cantidad de dormitorios
 - d) Cantidad de baños
 - e) Cantidad de parqueos
4. Distancias a centros de interés
 - a) Distancia a centro Urbanourbano

Iniciando Al iniciar el análisis con la categoría de la zona, nos dimos cuenta de que su importancia utilidad para la variable principal eran de un 100%. E en vista de que esta variable secundaria no tenía ningún "competidor", el mismo comportamiento mostró la variable distancia a centro urbano por las mismas razones, de manera que. Entonces no fue necesario calcular su ratio de consistencia ni su vector propio, ya puesto que este era uno, para ambas variables.

Renglón aparte fue Este no fue el caso para la variable Características del edificio, dado que pues la importancia de esta es dada por las áreas comunes y la edad., Como nota importante sobresaliente para esta variable, es que no fue necesario estimar el ratio de consistencia por la razón de que solo se estaban comparando dos variables secundarias. E y en

estos casos la consistencia siempre será cero, por lo que se pasó directamente a calcular el vector propio de la matriz, siguiendo el mismo procedimiento ya mencionado para este cálculo. Cabe mencionar que el cálculo del vector propio de la matriz se obtuvo rápidamente en la segunda multiplicación de la matriz cuyo resultado del vector propio fue idéntico al previo.

Para la variable características Características del apartamento, si fue necesario el cálculo de ratio de consistencia, por los motivos de que en esta variable entraban en juego cinco variables secundarias, este procedimiento es igual al ya mencionado. Dicho resultado fue comparado con la tabla 4 para determinar el ratio de consistencia máximo permitido para una matriz de 5x5; el cual fue inferior al permitido, y por ende, se puede continuar con el estudio y estimar el vector propio de la matriz, de la misma manera como ya lo habíamos venido calculando.

Una vez que se calcularon todos los vectores propios (variables principales y cada variable secundaria) se multiplicaron entre su correspondiente para obtener un Vector Propio Total. Es, es decir, el valor obtenido para la variable principal características Características del apartamento se multiplicó por los valores obtenidos para las variables, baños, dormitorios, parqueos, superficie, nivel de ubicación. P; para la variable características Características del edificio se multiplicó el valor por el de Áreas comunes y Edad; el de distancia a centro de interés por el de distancia a centro urbano y, por último, el valor de Entorno Urbanístico por el de Categoría de la zona. Este vector propio total quedó formado por una sola columna y con nueve filas (nueve fue la cantidad de variables explicativas secundarias utilizadas, 9x1). El uso de este vector lo veremos en la etapa final del método.

Siguiendo el proceso del método se debió ahora comparar cada alternativa, pero de acuerdo a con cada variable secundaria, de manera que cada activo utilizado se comparó con todos los demás en con base en:

- Categoría de la zona
- Áreas Comunes
- Edad
- Nivel de ubicación

- Superficie
- Cantidad de dormitorios
- Cantidad de baños
- Cantidad de parqueos
- Distancia a centro urbano

Las muestras seleccionadas fueron las siguientes:

Cuadro 9. Selección de 7 muestras			
Muestra		Área (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	380.47	1.173.251
5	Torres del Country	156.04	205.242
6	Altos de Mayorca	193	215.709
7	Los Prados	207.41	210.148

Para la variable Categoría de la zona se inició con el planteamiento de la matriz de comparación de todos los activos en función únicamente a esta variable. C, completada la matriz se calculó su ratio de consistencia, el cual fue menor al permitido. lo que nos abrió camino para calcular su vector propio, el cual fue conseguido hasta la cuarta multiplicación de la matriz correspondiente.

Continuando ahora con la variable Áreas comunes, se planteó de igual manera su matriz de comparación, se estimó su ratio de consistencia, siendo este menor al permitido, con lo que se pudo seguir con el cálculo del vector propio, el cual fue obtenido hasta el cuarto producto de la matriz.

Con respecto a la variable edad, el cálculo de su vector propio fue sumamente simple, dado que esta variable es de carácter cuantitativo. Lo primero que se debió realizar fue convertirla a variable directa por medio de su inversa, ya que su influencia sobre el bien es indirecta proporcional al valor del activo. U, una vez convertida la variable a directa, se procedió a normalizarla por el método de la suma, que consistió en sumar todos los valores ya directos, y para el cálculo del vector propio se divide cada elemento entre la sumatoria de los valores directos. E, el resultado de esta normalización representa el vector propio de esta variable.

Por otro lado, las variables explicativas concernientes a las características del apartamento como lo son superficie, dormitorios, baños y parqueos se identificaron como variables directas y cuantificadas; por lo tanto el cálculo de sus vectores propios consistió en la simple normalización por el método de la suma.

Para el cálculo del vector propio para la variable identificada como Nivel de ubicación, se tuvo que idear una alternativa para el cálculo de su vector. En primera instancia su simple observación indica que se podría tratar de una variable cuantitativa; no obstante enfrentábamos al problema de que en el análisis consideramos bienes que se ubican en distintos edificios que varían en altura y, por ende, en cantidad de pisos. Por esta razón que se imposibilitó compararlos directamente, dado que se contaba con activos que se ubicaban en diferentes niveles y en diferentes edificios que variaban en altura; visto Considerado desde otro punto de vista, no podíamos realizar una comparación directa de un activo que se ubicaba en el tercer nivel de un edificio de seis niveles con otro que se ubicaba en el mismo nivel pero en un edificio de siete o de cinco pisos. La estrategia a seguir fue basada en la consideración de tomar cada activo y compararlo a modo de variable cualitativa expresando la preferencia o importancia en base a la ubicación y a la altura del edificio conjuntamente, respondiendo a la siguiente pregunta: ¿Qué es más preferible entre un activo que se ubica en un tercer nivel de un edificio de seis a un activo ubicado en el cuarto nivel de un edificio igualmente de seis? Hecho lo anterior propuesta se procedió a construir la matriz de comparación pareada, contando con el cálculo de ratio de consistencia y terminando se terminó con la estimación del vector propio, el cual se obtuvo hasta el cuarto producto de la matriz.

Por último, se calculó el vector propio para la variable definida como Distancia a centro urbano, cuyo tratamiento fue similar al de la variable Edad por tratarse de una variable inversa. E, el resultado igualmente se obtuvo por medio de la normalización.

Cada uno de los vectores propios resultantes de las variables secundarias, son de una sola columna con siete filas (por usar siete muestras, 7×1).

Finalizado el cálculo de todos los vectores de las matrices y variables directas, se construyó una sola tabla; por un lado teníamos el vector propio total obtenido de la comparación de todas las variables entre sí (vector 9×1) y por el otro teníamos todos los vectores de comparación de los activos en función de cada variable secundaria (vectores 7×1) que formarían una sola matriz (7×9 , siete los activos y nueve las variables secundarias analizadas). Después se realizó el producto del vector propio total y la matriz formada por las variables arrojando y se obtuvo como resultado un vector columna con siete filas, que representó el número de activos utilizados en el proceso. E, el resultado de este producto es la ponderación total de cada activo o bien la importancia de aporte que tendría cada activo a la hora de utilizarlo como comparable.

Obtenidas estas ponderaciones se procedió a multiplicar cada una de estas con los valores unitarios de construcción de cada activo, dando. Se obtuvo como resultado un ratio de ponderación; para el primer caso de la estimación del valor del activo siete se debieron realizar debió aplicar el siguiente procedimiento:

1. Se sumaron los ratios de ponderación de las opciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (excluyendo el 7, ya que es el bien a valorar).
2. Se promedió esta suma.
3. Se multiplicó este promedio por el ratio de comparación del bien a valorar (en este caso, el de la opción 7).
4. Este último producto se multiplicó por el área constructiva del activo a valorar.
5. El resultado obtenido fue el valor que se obtuvo para ese bien.

Seguidamente se realizó este mismo procedimiento para estimar calcular cada uno de los valores de los activos en cuestión, con el propósito de comprobar la utilidad del método y así calcular los porcentajes de diferencia para su adecuado análisis.

Llegado a este punto y en vista a de los porcentajes de diferencia que arrojada ofrecía el método en comparación a con los valores en los que se transó el bien, se optó por la decisión de eliminar alguna opción que pudiese estar afectando negativamente el proceso analítico jerárquico, de manera que ahora se emplearía el método con seis muestras. S, sin embargo y en forma adicional, a esto se decidió trabajar con cinco y posteriormente con cuatro muestras, de manera que poco a poco se fueran eliminando alternativas que no cumplían con ciertas características de comparables. En las siguientes tablas se muestran ofrecen las muestras utilizadas para cada análisis:

Cuadro 10. Selección de 6 muestras			
Muestra		Area (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242
5	Altos de Mayorca	193	215.709
6	Los Prados	207.41	210.148

Cuadro 11. Selección de 5 muestras			
Muestra		Area (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242
5	Altos de Mayorca	193	215.709

Cuadro 12. Selección de 4 muestras			
Muestra		Area (m ²)	Valor (\$)
1	Condado del campo	146	270.892
2	Condado del Campo	171.92	283.702
3	Condado del Campo	148.45	275.188
4	Torres del Country	156.04	205.242

El procedimiento para cada análisis es repetitivo y ya se mostró anteriormente.

Resultados

Antes de iniciar con el planteamiento de los resultados, se indica que todos los cálculos detallados se muestran en el apéndice 2.

Ahora bien, se indicó en el procedimiento que el primer paso consistió en realizar las comparaciones entre las variables principales.

- Entorno urbanístico
- Características del Edificio
- Características del Apartamento
- Distancia a centros de interés

	Entorno	Edificio	Apart	Distancia
Entorno	1	1/4	1/5	1/2
Edificio	4	1	1/3	3
Apart	5	3	1	3
Distancia	2	1/3	1/3	1

Una vez normalizada esta matriz, se calculó su índice de consistencia (CI) y posteriormente su ratio de consistencia (RC).

$$CI = 0.046$$

$$RC = 0.040$$

El ratio de consistencia arrojó como resultado un valor de 4% que; este nos indica que las ponderaciones realizadas se mantienen en un margen de inconsistencia aceptable, por lo que se prosiguió con el cálculo del vector propio para la matriz de comparaciones de variables principales.

Variable	Ponderación
Entorno	0.0760
Edificio	0.2780
Apartamento	0.5135
Distancia	0.1325

Una vez finalizada con la comparación de las variables principales, se continuó con la comparación de las variables secundarias, ya seleccionadas de previo.

- Áreas comunes
- Edad del apartamento

	Áreas Comunes	Edad
Áreas Comunes	1	1/5
Edad	5	1

Y recordando que para una matriz de 2x2 no es necesario el cálculo de su CI y su RC, por lo que directamente se calculó el vector propio.

Variable	Vector Propio
Áreas Comunes	0.1667
Edad	0.8333

De la misma manera se continuó para la variable Ccaracterísticas del apartamento, planteando. Se plantea primeramente su matriz de comparación, para luego calcular su CI y su RC, dado que esta matriz es de 5x5. L, las variables a consideradas fueron:

- Nivel de ubicación
- Área de construcción
- Cantidad de dormitorios
- Cantidad de baños
- Cantidad de parqueos

	Nivel	Área	Dorm	Baños	Parq
Nivel	1	4	6	9	4
Área	1/4	1	3	5	2
Dorm	1/6	1/3	1	3	2
Baños	1/9	1/5	1/3	1	1/3
Parq	1/4	1/2	1/2	1/3	1

$$CI = 0.056$$

$$RC = 0.063$$

El cálculo del RC dio como resultado 6%, valor que se encuentra por debajo del máximo permitido: que es 10%. P, por lo tanto, se continúa con el cálculo de su vector.

Variable	Vector Propio
Nivel	0.5389
Área	0.2078
Dormitorios	0.1135
Baños	0.0408
Parqueos	0.0990

Y recordandoRecuérdese que para las variables Ddistancia a centro urbano y Ccategoría de la zona, sus vectores asociados son uno, por lo que, completadao esta información se calcularon los pesos totales para cada variable.

Variable Principal		Variable Secundarias	Vector Propio	Peso Total
Entorno Urbanístico	0.0760	Categoría de la zona	1.000	0.0760
Características del Edificio	0.2780	Áreas Comunes	0.1667	0.0463
Características del Edificio	0.2780	Edad	0.8333	0.2317
Características del Apartamento	0.5135	Nivel	0.5389	0.2767
Características del Apartamento	0.5135	Superficie	0.2078	0.1067
Características del Apartamento	0.5135	Dormitorios	0.1135	0.0583
Características del Apartamento	0.5135	Baños	0.0408	0.0210
Características del Apartamento	0.5135	Parqueos	0.0990	0.0508
Distancia a centros de interés	0.1325	Centro Urbano	1.000	0.1325

Siete Muestras

Características del Condominio

Como parte del análisis ya mencionado, fueron seleccionadas siete muestras (representadas del 1 al 7 en la fila y columna inicial) al azar para iniciar el método AHP. P, primeramente se analizaron las variables Áreas comunes y Edad., Ddichas muestras son las mostradasse muestran en el cuadro 5.

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1/3	1/3	4	1/2
2	1	1	1	1/3	1/3	4	1/2
3	1	1	1	1/3	1/3	4	1/2
4	3	3	3	1	1	4	2
5	3	3	3	1	1	4	2
6	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1	1/3
7	2	2	2	1/4	1/2	3	1

Seguidamente se calculo el CI y RC, donde RC nos indica que nos encontramos con un valor adecuado según el tamaño de la matriz.

$$CI = 0.029$$

$$RC = 0.040$$

El valor obtenido para el vector propio de esta matriz es el que se muestra a continuación.

Cuadro 21. Vector Propio o ponderaciones de las siete muestras en función de la variable “áreas Áreas comunes”	
Activo	Ponderaciones
Muestra 1	0.0981
Muestra 2	0.0981
Muestra 3	0.0981
Muestra 4	0.2590
Muestra 5	0.2590
Muestra 6	0.0408
Muestra 7	0.1467

Para la variable Eedad, no fue necesario plantear la matriz dado que la forma de esta es cuantitativa, el. El vector propio o ponderación de la variable Eedad es el siguiente:.

Cuadro 22. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Eedad”			
	Edad	Inversa	Ponderación
Muestra 1	4	0.2500	0.1000
Muestra 2	6	0.1667	0.0667
Muestra 3	4	0.2500	0.1000
Muestra 4	4	0.2500	0.1000
Muestra 5	3	0.3333	0.1333
Muestra 6	4	0.2500	0.1000
Muestra 7	1	1.0000	0.4000
	SUMA	2.500	

Características del Apartamento

El cálculo de los vectores propios o ponderaciones para las variables cuantitativas (baños, dormitorios, superficie y parqueos), se consiguió por medio de la normalización de sus datos, como se muestra en los cuadros 19, 20, 21, 22, respectivamente.

Cuadro 23. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de baños”	
Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1481
Muestra 2	0.1481
Muestra 3	0.1481
Muestra 4	0.1852
Muestra 5	0.1111
Muestra 6	0.1111
Muestra 7	0.1481

Cuadro 24. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de dormitorios”	
Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1250
Muestra 2	0.1250
Muestra 3	0.1667
Muestra 4	0.1667
Muestra 5	0.1250
Muestra 6	0.1250
Muestra 7	0.1667

Cuadro 25. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ssuperficie”	
Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1046
Muestra 2	0.1226
Muestra 3	0.1059
Muestra 4	0.2714
Muestra 5	0.1113
Muestra 6	0.1370
Muestra 7	0.1472

Cuadro 26. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “parqueosParqueos”

Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1333
Muestra 2	0.1333
Muestra 3	0.1333
Muestra 4	0.2000
Muestra 5	0.1333
Muestra 6	0.1333
Muestra 7	0.1333

Construida la matriz de comparación para la variable Nivel, se procedió a calcular su CI; posteriormente su RC y, por último, su vector propio.

Cuadro 27. Matriz de comparación pareada para la variable “Nivel”

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	4	2	1/4	1/2	2	4
2	1/4	1	1/3	1/7	1/5	1/4	1
3	1/2	3	1	1/4	1/2	1	3
4	4	7	4	1	3	4	6
5	2	5	2	1/3	1	3	4
6	1/2	4	1	1/4	1/3	1	3
7	1/4	1	1/3	1/3	1/4	1/3	1

$$CI = 0.074$$

$$RC = 0.099$$

Cuadro 28. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Nivel”

Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1424
Muestra 2	0.0364
Muestra 3	0.0957
Muestra 4	0.3839
Muestra 5	0.1969
Muestra 6	0.0962
Muestra 7	0.0486

Distancias a Centros de Interés

Para esta variable principal solo se consideró la variable secundaria distancia a centro urbano, la cual se presenta de manera cuantitativa y el cálculo de su vector propio requiere del mismo procedimiento que para la variable Edad, en vista que esta variable también es inversamente proporcionalmente al valor del activo, razón para convertirla por medio de la inversa y luego normalizar por el método de la suma.

Cuadro 29. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Distancia a centros urbano”

	Distancia (Km)	Inversa	Ponderación
Muestra 1	1.47	0.68	0.1571
Muestra 2	1.47	0.68	0.1571
Muestra 3	1.47	0.68	0.1571
Muestra 4	1.29	0.78	0.1791
Muestra 5	1.29	0.78	0.1791
Muestra 6	2.09	0.48	0.1105
Muestra 7	3.85	0.26	0.0600
	SUMA	4.33	

Entorno Urbanístico

Como parte del entorno urbanístico se escogió la variable categoría de la zona, la cual se analiza cualitativamente por lo que fue necesario repetir el procedimiento que hemos empleado anteriormente para el análisis de este tipo de variables. C; el cual consiste primeramente en plantear la matriz de comparación pareada correspondiente; de seguido se estima el CI y el RC para verificar si nuestras ponderaciones se encuentran en el rango permitido para una matriz de 7 x 7., Finalmente se procedió a calcular el vector propio.

Cuadro 30. Matriz de comparación pareada para la variable “Categoría de la zona”

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	1	1	2	2
3	1	1	1	1	1	2	2
4	1	1	1	1	1	2	2
5	1	1	1	1	1	2	2
6	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1	2
7	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1

$$CI = 0.008$$

$$RC = 0.011$$

Cuadro 31. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Categoría de la zona”

Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1660
Muestra 2	0.1660
Muestra 3	0.1660
Muestra 4	0.1660
Muestra 5	0.1660
Muestra 6	0.0938
Muestra 7	0.0763

Cálculo del Valor de los Activos

Una vez calculados los pesos totales de las variables principales (Cuadro 15. Pesos Totales) y los vectores propios de las alternativas en función de cada variable secundaria, se podrá estimar el valor de cualquiera de las muestras. Primeramente se debe formar una matriz, compuesta por todos los vectores o ponderaciones calculadas de las muestras en función de las variables secundarias, de manera que tendremos una matriz 7x9 (donde 7 es el número de muestras y 9 la cantidad de variables secundarias).; Ppor otro lado tenemos la matriz columna pesos totales mostrada en el cuadro 15. El producto de la matriz 7x9 y la matriz columna 9x1, dio como resultado la ponderación o importancia que tiene un bien a la hora de utilizarlo como comparable para estimar el valor de cualquier otro bien, así como lo muestra el cuadro 29. E, y en la tabla 30 se observa un resumen, con los datos ya preparados para determinar el valor de cualquier activo.

Cuadro 32. Tabla- resumen de los vectores propios y ponderaciones obtenidas.

Entorno	Características del Edificio			Características del Apartamento				Distancia a centros de interés	Pesos Totales	Ponderación
	Áreas comunes	Edad	Nivel	Superficie	Cantidad de dormitorios	Cantidad de baños	Cantidad de parques			
0.1660	0.0981	0.1000	0.1424	0.1046	0.1250	0.1481	0.1333	0.1571	0.0760	0.1289
0.1660	0.0981	0.0667	0.0364	0.0364	0.1250	0.1481	0.1333	0.1571	0.0463	0.0937
0.1660	0.0981	0.1000	0.0957	0.0957	0.1667	0.1481	0.1333	0.1571	0.2371	0.1185
0.1660	0.2590	0.1000	0.3839	0.3839	0.1667	0.1852	0.2000	0.1791	0.2767	0.2305
0.1660	0.2590	0.1333	0.1969	0.1969	0.1250	0.1111	0.1333	0.1791	0.1067	0.1620
0.0938	0.0408	0.1000	0.0962	0.0962	0.1250	0.1111	0.1333	0.1105	0.0583	0.1044
0.0763	0.1467	0.4000	0.0486	0.0486	0.1667	0.1481	0.1333	0.0600	0.0210	0.1620
									0.0508	
									0.1325	

Cuadro 33. Datos para calcular el valor de cualquier bien				
Muestra	Valor/m ²	Área (m ²)	Ponderación	Ratio de ponderación (Valor/m ²)/Ponderación
1	\$ 1772.3	146.64	0.1289	13750.93
2	\$ 1534	171.92	0.0937	16365.65
3	\$ 1736.1	148.45	0.1185	14648.21
4	\$ 4369.4	380.47	0.2305	18959.80
5	\$ 1869.7	156.04	0.1620	11542.74
6	\$ 1477.5	193	0.1044	14146.83
7	\$ 1514.1	207.41	0.1620	9348.42
Ratio Promedio (excepto 7)				14902.36
Ratio Promedio (excepto 6)				14102.63
Ratio Promedio (excepto 5)				14536.64
Ratio Promedio (excepto 4)				13300.46
Ratio Promedio (excepto 3)				14019.06
Ratio Promedio (excepto 2)				13732.82
Ratio Promedio (excepto 1)				14168.61

Cuadro 34. Cálculo del valor para cada activo según AHP				
Muestra	Área (m ²)	Ponderación	Ratio Promedio	Valor = Área*Ponderación*Ratio
1	146.64	0.1289	14168.61	\$ 267.793
2	171.92	0.0937	13732.82	\$ 221.311
3	148.45	0.1185	14019.06	\$ 246.656
4	380.47	0.2305	13300.46	\$ 116.620.6
5	156.04	0.1620	14536.64	\$ 367.426
6	193	0.1044	14102.63	\$ 282.811
7	207.41	0.1620	14902.36	\$ 498.205

Seis Muestras

Se continuó con el procedimiento y, como anteriormente ya se había mencionado, de las siete muestras seleccionadas y analizadas se discriminó una de ellas para proseguir con el método; la muestra discriminada fue la número 4. De esta manera se inicia el análisis del método AHP con seis muestras, las cuales son mostradas aparecen en el cuadro 5.

Características del Condominio

Una vez discriminada la muestra ya indicada, se plantea de nuevo la matriz de comparación para las variables Áreas comunes y Edad.

Al igual que la sección anterior, las muestras son representadas del 1 al 6; en este caso, en la fila y la columna inicial.

Cuadro 35. Matriz de comparación pareada para la variable “áreas Áreas comunes”						
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1/2	3	2
2	1	1	1	1/2	3	2
3	1	1	1	1/2	3	2
4	2	2	2	1	3	2
5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1
6	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1

$$CI = 0.020$$

$$RC = 0.025$$

El vector propio para esta matriz de comparación fue:

Cuadro 36. Vector Propio de las seis muestras en función de la variable “Áreas comunes”	
Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1797
Muestra 2	0.1797
Muestra 3	0.1797
Muestra 4	0.2920
Muestra 5	0.0731
Muestra 6	0.0958

Para la variable Eedad, no fue necesario plantear la matriz; el cálculo de su vector propio es por medio de la normalización.

Cuadro 37. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Eedad”			
	Eedad	Inversa	Ponderación
Muestra 1	4	0.2500	0.1111
Muestra 2	6	0.1667	0.0741
Muestra 3	4	0.2500	0.1111
Muestra 4	3	0.3333	0.1481
Muestra 5	4	0.2500	0.1111
Muestra 6	1	1.0000	0.4444
	SUMA	2.250	

Características del Apartamento

El cálculo de los vectores propios para las variables cuantitativas (baños, dormitorios, superficie y parqueos), es de la misma manera como se hizo con las siete muestras. L, los resultados se muestran en los cuadros 34, 35, 36, y 37.

Cuadro 38. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de baños”	
Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1818
Muestra 2	0.1818
Muestra 3	0.1818
Muestra 4	0.1364
Muestra 5	0.1364
Muestra 6	0.1818

Cuadro 39. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de dormitorios”	
Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1500
Muestra 2	0.1500
Muestra 3	0.2000
Muestra 4	0.1500
Muestra 5	0.1500
Muestra 6	0.2000

Cuadro 40. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ssuperficie”	
Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1433
Muestra 2	0.1675
Muestra 3	0.1451
Muestra 4	0.1526
Muestra 5	0.1887
Muestra 6	0.2028

Cuadro 41. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Pparqueos”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1667
Muestra 2	0.1667
Muestra 3	0.1667
Muestra 4	0.1667
Muestra 5	0.1667
Muestra 6	0.1667

Seguidamente y una vez planteada la matriz de comparación para la variable nivel, se calculó su CI, RC y, por último, su vector propio.

Cuadro 42. Matriz de comparación pareada para la variable “Nivel”

	1	2	3	4	5	6
1	1	4	2	3	3	4
2	1/4	1	1/3	1/4	1/3	1
3	1/2	3	1	1/2	1/2	3
4	1/2	4	2	1	2	4
5	1/3	3	2	1/2	1	3
6	1/4	1	1/3	1/4	1/3	1

$$CI = 0.037$$

$$RC = 0.046$$

Cuadro 43. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Nivel”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.3344
Muestra 2	0.0588
Muestra 3	0.1397
Muestra 4	0.2414
Muestra 5	0.1668
Muestra 6	0.0588

Distancias a Centros de Interés

De igual manera fue considerada solamente la variable secundaria Ddistancia a centro urbano y el cálculo de su vector propio requiere del mismo procedimiento que para la variable Eedad, en vista de que esta variable también es inversamente proporcionalmente al valor del activo. P, por lo tanto, se debe convertirla por medio de la inversa y luego normalizar por el método de la suma.

Cuadro 44. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Ddistancia a centros urbano”

	Distancia (Km)	Inversa	Ponderación
Muestra 1	1.47	0.68	0.1914
Muestra 2	1.47	0.68	0.1914
Muestra 3	1.47	0.68	0.1914
Muestra 4	1.29	0.78	0.2181
Muestra 5	2.09	0.48	0.1346
Muestra 6	3.85	0.26	0.0731
	SUMA	3.55	

Entorno Urbanístico

Como parte del entorno urbanístico se analizó la variable Ccategoría de la zona, analizada cualitativamente, por lo tanto se plantea la matriz de comparación pareada correspondiente. De, seguido se estima el CI y el RC para verificar si nuestras ponderaciones se encuentran en el rango permitido para una matriz de 6x6., Finalmente se procedió a calcular el vector propio.

Cuadro 45. Matriz de comparación pareada para la variable “Categoría de la zona”						
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	1	2	2
2	1	1	1	1	2	2
3	1	1	1	1	2	2
4	1	1	1	1	2	2
5	1/2	1/2	1/2	1/2	1	3
6	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1

$$CI = 0.031$$

$$RC = 0.038$$

Cuadro 46. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Categoría de la zona”	
Activo	Ponderación
Muestra 1	0.1972
Muestra 2	0.1972
Muestra 3	0.1972
Muestra 4	0.1972
Muestra 5	0.1263
Muestra 6	0.0849

Cálculo del Valor de los Activos

Calculados los pesos totales de las variables principales (Cuadro 15. Pesos Totales) y los vectores propios de las alternativas (en este caso son seis) en función de cada variable secundaria, se podrá estimar el valor de cualquiera de las muestras. Primeramente se debe formar una matriz, compuesta por todos los vectores o ponderaciones calculadas de las muestras en función de las variables secundarias, de manera que tendremos una matriz 6x9 (donde 6 es el número de muestras y 9 la cantidad de variables secundarias. P; por otro lado, tenemos la matriz columna pesos totales mostrada en el cuadro 15. El producto de la matriz 6x9 y la matriz columna 9x1, dio como resultado la ponderación o importancia que tiene un bien a la hora de utilizarlo como comparable para estimar el valor de cualquier otro bien. C, así como lo muestra el cuadro 29, y en el la cuadro 30 se observa un resumen, con los datos ya preparados para determinar el valor de cualquier activo.

Cuadro 47. Tabla- resumen de los vectores propios y ponderaciones obtenidas.										
Entorno	Características del Edificio			Características del Apartamento				Distancia a centros de interés		
Categoría de la zona	Áreas comunes	Edad	Nivel	Superficie	Cantidad de dormitorios	Cantidad de baños	Cantidad de parques	Distancia a centro urbano	Pesos Totales	Ponderación
0.1972	0.1797	0.1111	0.3344	0.1433	0.1500	0.1818	0.1667	0.1914	0.0760	0.2033
0.1972	0.1797	0.0741	0.0588	0.1675	0.1500	0.1818	0.1667	0.1914	0.0463	0.1210
0.1972	0.1797	0.1111	0.1397	0.1451	0.2000	0.1818	0.1667	0.1914	0.2371	0.1525
0.1972	0.2920	0.1481	0.2414	0.1526	0.1500	0.1364	0.1667	0.2181	0.2767	0.1949
0.1263	0.0731	0.1111	0.1668	0.1887	0.1500	0.1364	0.1667	0.1346	0.1067	0.1429
0.0849	0.0958	0.4444	0.0588	0.2028	0.2000	0.1818	0.1667	0.0731	0.0583	0.1854
									0.0210	
									0.0508	
									0.1325	

Cuadro 48. Datos para calcular el valor de cualquier bien				
Muestra	Valor/m ²	Área (m ²)	Ponderación	Ratio de ponderación (Valor/m ²)/Ponderación
1	\$ 1772.3	146.64	0.2033	8718.99
2	\$ 1534	171.92	0.1210	12679.15
3	\$ 1736.1	148.45	0.1525	11382.24
4	\$ 1869.7	156.04	0.1949	9594.51
5	\$ 1477.5	193	0.1429	10338.25
6	\$ 1514.1	207.41	0.1854	8167.20
Ratio Promedio (excepto 6)				1954.50
Ratio Promedio (excepto 5)				1444.74
Ratio Promedio (excepto 4)				1998.86
Ratio Promedio (excepto 3)				1509.97
Ratio Promedio (excepto 2)				1166.53
Ratio Promedio (excepto 1)				2120.62

Cuadro 49. Cálculo del valor para cada activo según AHP				
Muestra	Área(m ²)	Ponderación	Ratio Promedio	Valor = Área*Ponderación*Ratio
1	146.64	0.2033	2120.62	\$ 210.148.1
2	171.92	0.1210	1166.53	\$ 199.838.7
3	148.45	0.1525	1509.97	\$ 224.457
4	156.04	0.1949	1998.86	\$ 311.902.7
5	193	0.1429	1444.74	\$ 278.835.1
6	207.41	0.1854	1954.50	\$ 405.383

Cinco Muestras

Como parte del procedimiento ya mencionado, nuevamente se discriminó una muestra de las seis anteriores. E, en este caso fue precisamente la número seis la que fue sacada del análisis.

Características del Condominio

Una vez discriminada la muestra ya indicada se plantea de nuevo la matriz de comparación para las variables Áreas comunes y Edad.

Al igual que la sección anterior, las muestras son representadas del 1 al 5.

Cuadro 50. Matriz de comparación pareada para la variable "áreas Áreas comunes"					
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1/2	3
2	1	1	1	1/2	3
3	1	1	1	1/2	3
4	2	2	2	1	3
5	1/3	1/3	1/3	1/3	1

$$CI = 0.015$$

$$RC = 0.016$$

El vector propio para esta matriz de comparación fue:

Cuadro 51. Vector Propio de las seis muestras Muestras en función de la variable “Áreas comunes”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1938
Muestra 2	0.1938
Muestra 3	0.1938
Muestra 4	0.3426
Muestra 5	0.0759

Para la variable Eedad, el cálculo de su vector propio fue por medio de la normalización.

Cuadro 52. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Eedad”

	Edad	Inversa	Ponderación
Muestra 1	4	0.2500	0.2000
Muestra 2	6	0.1667	0.1333
Muestra 3	4	0.2500	0.2000
Muestra 4	3	0.3333	0.2667
Muestra 5	4	0.2500	0.2000
	SUMA	1.2500	

Características del Apartamento

El cálculo de los vectores propios para las variables cuantitativas (baños, dormitorios, superficie y parqueos), es de la misma manera como se hizo con las seis muestras. L, los resultados se muestran ofrecen en los cuadros 49, 50, 51 y 52.

Cuadro 53. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de baños”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2222
Muestra 2	0.2222
Muestra 3	0.2222
Muestra 4	0.1667
Muestra 5	0.1667

Cuadro 54. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de dormitorios”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1875
Muestra 2	0.1875
Muestra 3	0.2500
Muestra 4	0.1875
Muestra 5	0.1875

Cuadro 55. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “superficie”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.1798
Muestra 2	0.2101
Muestra 3	0.1820
Muestra 4	0.1914
Muestra 5	0.2367

Cuadro 56. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Pparqueos”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2000
Muestra 2	0.2000
Muestra 3	0.2000
Muestra 4	0.2000
Muestra 5	0.2000

Nuevamente se plantea la matriz de comparación pareada para la variable y se calcula su CI y RC para luego continuar con su vector propio.

Cuadro 57. Matriz de comparación pareada para la variable “Nivel”

	1	2	3	4	5
1	1	4	2	2	3
2	1/4	1	1/3	1/4	1/3
3	1/2	3	1	1/2	1/2
4	1/2	4	2	1	2
5	1/3	3	2	1/2	1

$$CI = 0.045$$

$$RC = 0.050$$

Cuadro 58. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable "Nivel"	
Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.3718
Muestra 2	0.0623
Muestra 3	0.1402
Muestra 4	0.2537
Muestra 5	0.1720

Distancias a Centros de Interés

Recordando que la única variable considerada fue distancia a centro urbano y el cálculo de su vector propio requiere del mismo procedimiento usado para la variable edad, por la misma razón que ambas son inversamente proporcional al valor del activo. P, por lo tanto se debe convertirla a directa, por medio de la inversa y luego normalizar por el método de la suma.

Cuadro 59. Vector propio de las siete muestras en función de la variable "Distancia a centros de interés"			
	Distancia (Km)	Inversa	Ponderación
Muestra 1	1.47	0.68	0.2065
Muestra 2	1.47	0.68	0.2065
Muestra 3	1.47	0.68	0.2065
Muestra 4	1.29	0.78	0.2353
Muestra 5	2.09	0.48	0.1452
	SUMA	3.29	

Entorno Urbanístico

Como parte del entorno urbanístico se analizó la variable Ccategoría de la zona, analizada cualitativamente. P, por lo tanto, se plantea de

igual manera la matriz de comparación pareada, como se ha realizado previamente. De s, seguido se estima el CI y el RC para verificar si nuestras ponderaciones se hallan en el rango permitido para una matriz de 5x5. F, finalmente se procedió a calcular el vector propio.

Cuadro 60. Matriz de comparación pareada para la variable "Categoría de la zona"					
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	2
2	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	2
4	1	1	1	1	2
5	1/2	1/2	1/2	1/2	1

$$CI = 0$$

$$RC = 0$$

Cuadro 61. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable "Categoría de la zona"	
Activo	Ponderación
Muestra 1	0.2222
Muestra 2	0.2222
Muestra 3	0.2222
Muestra 4	0.2222
Muestra 5	0.1111

Cálculo del Valor de los Activos

Para el cálculo del valor de los activos, inicialmente se construyó una matriz, con todos los vectores o ponderaciones de las muestras en función de las variables secundarias, (matriz 5x9) donde 5 es el número de muestras y 9 la cantidad de variables secundarias. P; por otro lado tenemos la matriz columna Ppesos totales mostrada en el cuadro 15. El producto de ambas matrices dio como resultado la ponderación que aporta una muestra a la hora de utilizarlo como

comparable para la estimación del valor de cualquiera otra.

Cuadro 62. Tabla resumen de los vectores propios y ponderaciones obtenidas.										
Entorno	Características del Edificio			Características del Apartamento				Distancia a centros de interés		
Categoría de la zona	Áreas comunes	Edad	Nivel	Superficie	Cantidad de dormitorios	Cantidad de baños	Cantidad de parques	Distancia centro urbano	Pesos Totales	Ponderación
0.2222	0.1938	0.2000	0.3718	0.1798	0.1875	0.2222	0.2000	0.2065	0.0760	0.2474
0.2222	0.1938	0.1333	0.0623	0.2101	0.1875	0.2222	0.2000	0.2065	0.0463	0.1495
0.2222	0.1938	0.2000	0.1402	0.1820	0.2500	0.2222	0.2000	0.2065	0.2317	0.1872
0.2222	0.3426	0.2667	0.2537	0.1914	0.1875	0.1667	0.2000	0.2353	0.2767	0.2409
0.1111	0.0759	0.2000	0.1720	0.2367	0.1875	0.1677	0.2000	0.1452	0.1067	0.1750
									0.0583	
									0.0210	
									0.0508	
									0.1325	

Cuadro 63. Datos para calcular el valor de cualquier bien				
Muestra	Valor/m ²	Área (m ²)	Ponderación	Ratio de ponderación (Valor/m ²)/Ponderación
1	\$ 1772.3	146.64	0.2474	2210.4
2	\$ 1534	171.92	0.1495	1220.3
3	\$ 1736.1	148.45	0.1872	1574
4	\$ 1869.7	156.04	0.2409	2116.7
5	\$ 1477.5	193	0.1750	1507.2
Ratio Promedio (excepto 5)				8614.8
Ratio Promedio (excepto 4)				8786
Ratio Promedio (excepto 3)				8407.8
Ratio Promedio (excepto 2)				8161.1
Ratio Promedio (excepto 1)				8935.1

Cuadro 64. Calculo del valor para cada activo según AHP				
Muestra	Área(m ²)	Ponderación	Ratio Promedio	Valor = Área*Ponderación*Ratio
1	146.64	0.2474	8935.1	\$ 210.148.1
2	171.92	0.1495	8161.1	\$ 199.838.7
3	148.45	0.1872	8407.8	\$ 224.457
4	156.04	0.2409	8786	\$ 311.902.7
5	193	0.1750	8614.8	\$ 278.835.1

Cuatro Muestras

Por último, como ya se había venido haciendo, nuevamente se discriminó una muestra de las cinco anteriores. E, en este caso fue justamente la muestra cinco la que fue extraída del análisis. El procedimiento que se siguió fue exactamente el mismo para todos los casos anteriores con siete, seis y cinco muestras.

Características del Condominio

Seleccionadas las cuatro muestras, se construye la nueva la matriz de comparación para las variables áreas Áreas comunes y Edad. Al igual que la sección anterior, las muestras son representadas del 1 al 4.

Cuadro 65. Matriz de comparación pareada para la variable “áreas Áreas comunes”

	1	2	3	4
1	1	1	1	1/2
2	1	1	1	1/2
3	1	1	1	1/2
4	2	2	2	1

$$CI = 0$$

$$RC = 0$$

El vector propio para esta matriz de comparación fue:

Cuadro 66. Vector Propio de las seis muestras en función de la variable “Áreas comunes”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2000
Muestra 2	0.2000
Muestra 3	0.2000
Muestra 4	0.4000

Para la variable Edad, el cálculo de su vector propio fue por medio de la normalización.

Cuadro 67. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Edad”

	Edad	Inversa	Ponderación
Muestra 1	4	0.2500	0.2500
Muestra 2	6	0.1667	0.1667
Muestra 3	4	0.2500	0.2500
Muestra 4	3	0.3333	0.3333
	SUMA	1	

Características del Apartamento

El proceso para cálculo de los vectores propios para las variables cuantitativas (baños, dormitorios, superficie y parqueos), se repite de la misma manera, como se hizo con los casos anteriores. L, los resultados se muestran en los cuadros 64, 65, 66 y 67.

Cuadro 68. Vector Propio de las siete muestra en función de la variable “Ccantidad de baños”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2667
Muestra 2	0.2667
Muestra 3	0.2667
Muestra 4	0.2000

Cuadro 69. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Ccantidad de dormitorios”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2308
Muestra 2	0.2308
Muestra 3	0.3077
Muestra 4	0.2308

Cuadro 70. Vector Propio de las siete muestra en función de la variable “Ssuperficie”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2356
Muestra 2	0.2752
Muestra 3	0.2385
Muestra 4	0.2507

Cuadro 71. Vector Propio de las siete muestra en función de la variable “Pparqueos”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.2500
Muestra 2	0.2500
Muestra 3	0.2500
Muestra 4	0.2500

Como ya se ha mencionado, el procedimiento para el cálculo del CI, RC a partir de su matriz de comparación es el mismo utilizado anteriormente; así mismo el cálculo de su vector propio.

Cuadro 72. Matriz de comparación pareada para la variable “Nivel”

	1	2	3	4
1	1	4	2	2
2	1/4	1	1/3	1/4
3	1/2	3	1	1/2
4	1/2	4	2	1

$$CI = 0.027$$

$$RC = 0.024$$

Cuadro 73. Vector Propio propio de las siete muestra en función de la variable “Nivel”

Activo	Vector Propio
Muestra 1	0.4251
Muestra 2	0.0799
Muestra 3	0.1954
Muestra 4	0.2996

Distancias a Centros de Interés

De nuevo se hace la acotación que la única variable considerada en este punto fue la de distancia a centro urbano, de modo que el vector propio o ponderación es el que se muestra en la cuadro 55.

Cuadro 74. Vector propio de las siete muestras en función de la variable “Ddistancia a centro urbano”

	Distancia (Km)	Inversa	Ponderación
Muestra 1	1.47	0.68	0.2416
Muestra 2	1.47	0.68	0.2416
Muestra 3	1.47	0.68	0.2416
Muestra 4	1.29	0.78	0.2753
	SUMA	2.82	

Entorno Urbanístico

La única variable utilizada fue la de categoría de la zona; una vez planteada la matriz de comparación, se calcula su CI, RC y finalmente su vector propio.

Cuadro 75. Matriz de comparación pareada para la variable “categoría Categoría de la zona”

	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

$$CI = 0.00$$

$$RC = 0.00$$

Cuadro 76. Vector Propio de las siete muestras en función de la variable “Categoría de la zona”

Activo	Ponderación
Muestra 1	0.2500
Muestra 2	0.2500
Muestra 3	0.2500
Muestra 4	0.2500

Para el cálculo del valor de los activos, inicialmente se construyó una matriz, con todos los vectores o ponderaciones de las muestras en función de las variables secundarias, (matriz 5x9 donde 5 es el número de muestras y 9 la cantidad de variables secundarias. P; por otro lado tenemos la matriz columna pesos totales mostrada en el cuadro 15. El producto de ambas matrices dio como resultado la ponderación que aporta una muestra a la hora de utilizarlo como comparable para la estimación del valor de cualquier otra.

Cálculo del Valor de los Activos

Cuadro 77. Tabla- resumen de los vectores propios y ponderaciones obtenidas.

Entorno	Características del Edificio			Características del Apartamento				Distancia a centros de interés	Pesos Totales	Ponderación
	Áreas comunes	Edad	Nivel	Superficie	Cantidad de dormitorios	Cantidad de baños	Cantidad de parques			
0.2500	0.2000	0.2500	0.4251	0.2355	0.2500	0.2667	0.2500	0.2416	0.0760	0.2938
0.2500	0.2000	0.1667	0.0799	0.2751	0.2500	0.2667	0.2500	0.2416	0.0463	0.1832
0.2500	0.2000	0.2500	0.1954	0.2387	0.2500	0.2667	0.2500	0.2416	0.2317	0.2306
0.2500	0.2000	0.3333	0.2996	0.2506	0.2500	0.2000	0.2500	0.2753	0.2767	0.2923
									0.1067	
									0.0583	
									0.0210	
									0.0508	
									0.1325	

Cuadro 78. Datos para calcular el valor de cualquier bien

Muestra	Valor/m ²	Área (m ²)	Ponderación	Ratio de ponderación (Valor/m ²)/Ponderación
1	\$ 1772.3	146.64	0.2938	320231
2	\$ 1534	171.92	0.1832	208801
3	\$ 1736.1	148.45	0.2306	237690
4	\$ 1869.7	156.04	0.2923	333525
Ratio Promedio (excepto 4)				7311.3
Ratio Promedio (excepto 3)				6933.8
Ratio Promedio (excepto 2)				6652.1
Ratio Promedio (excepto 1)				7432.5

Cuadro 79. Cálculo del valor para cada activo según AHP				
Muestra	Área(m ²)	Ponderación	Ratio Promedio	Valor = Área*Ponderación*Ratio
1	146.64	0.2474	8935.1	\$ 210.148.1
2	171.92	0.1495	8161.1	\$ 199.838.7
3	148.45	0.1872	8407.8	\$ 224.457
4	156.04	0.2409	8786	\$ 311.902.7

Concluida la representación de todos los datos, se procedió a indicar en una tabla- resumen todos los valores obtenidos para cada uno de los casos y comparados con los valores obtenidos por el método de valoración de mercado, donde. En forma adicional se presentan los porcentajes de diferencia entre el método Proceso Analítico Jerárquico y el método de mercado.

Cuadro 80. Resumen de los valores de activos y comparados con los valores por un el de mercado.

	Siete Muestras			Seis Muestras			Cinco Muestras			Cuatro Muestras		
Muestra	Mercado (\$)	AHP (\$)	%	Mercado (\$)	AHP (\$)	%	Mercado (\$)	AHP (\$)	%	Mercado (\$)	AHP (\$)	%
1	210.148,1	498.204,6	57.82	210.148,1	310.975,4	32	210.148,1	324143.2	35	210.148,1	320.243,4	34
2	215.709,5	282.810,8	23.73	215.709,5	199.846,8	-8	215.709,5	209066.6	-3	215.709,5	208.817,1	-3
3	205.242,2	367.426,1	44.14	205.242,2	224.123,7	8	205.242,2	233627.8	12	205.242,2	237.334,2	14
4	117.3251	1.166.206	-0.60	-----	-----		-----	-----		-----	-----	
5	275.188,3	246.656,1	-11.57	275.188,3	311.910	12	275.188,3	330302.1	17	275.188,3	333.538,5	17
6	283.701,7	221.311,4	-28.19	283.701,7	278.845,5	-2	283.701,7	290906.7	2	-----	-----	
7	270.892	267.793,2	-1.16	270.892	405.395,3	33	-----	-----		-----	-----	

Análisis de los resultados

A la hora de establecer la matriz de comparación para las variables principales, se obtuvo un ratio de consistencia de 4%, cuando lo máximo permitido, de acuerdo al con el cuadro 4, es de 9% para una matriz de 4x4. E, este dato refleja una muy adecuada comparación, ya ;que el 4% comparado al 9% demuestra que existió una muy buena consistencia a la hora de comparar una variable con la otra.

Como resultado de esta comparación y, por medio de la obtención de su ponderación, se demostró que la variable que explica de una mejor manera es la variable Características del apartamento, con aproximadamente un 50 %, seguido de la variable Características del edificio con un 27% y, por último, están la variable Distancia a centros de interés y el Entorno urbanístico (cuadro 10).

Iniciando Al iniciarse con las variables secundarias “Áreas comunes” y “Edad del apartamento” se pudo estimar por medio de su vector propio, que la edad del apartamento es la variable más relevante de un edificio a considerar con un 83% (cuadro 12).

Realizando la comparación entre las características propias del apartamento, se obtuvo un ratio de consistencia menor al indicado para una matriz de 5X5. E, el cálculo del vector propio demostró que la variable “nivel” es la que toma más importancia en la comparación con un 53%;, de como segundo se encuentra la variable “Área construida” con un 20%, luego “cantidad Cantidad de dormitorios”, “Cantidad de baños” y, por último, “Cantidad de parqueos”. De modo que, entre cuanto más alto se ubique el apartamento, más elevado es su valor, dado quepues esta es la variable que mejor explica su valor, esto por encima del resto de variables.

Para la característica “Distancia a centro urbano” en relación a con la variable principal

“Distancia a centros de interés”, ocupó un 100% de importancia dado puesto que esta no tenía con quien que ser comparada y, por lo tanto, esta ocupa toda la relevancia; del mismo modo se comportó la variable “Categoría de la zona” obteniendo al obtener un 100% de ponderación.

Nuevamente se observa en el cuadro 15 que las variables que mejor explican el precio de un condominio vertical son primeramente el “nivel” con un 27%, seguido por la “Edad” con un 23%, de manera que a la hora de tomar una decisión en relación a con la escogencia de una alternativa, se pensará primero en el nivel de ubicación de la muestra, luego su edad y, por último, el resto de variables.

Siete Muestras

En el proceso de comparación de cada una de la muestras en función de sus áreas comunes, se obtuvo un ratio de comparación del 4%. Este, el mismo es muy aceptable dado que se podría permitir hasta un 10%.; ya E en el cálculo de su vector propio o ponderación se observa en el cuadro 17 que tanto las muestras 1, 2 y 3 tienen el mismo valor por la razón que las 3 muestras se ubican en el mismo condominio. E; el mismo comportamiento ocurre con las muestras 4 y 5, aunque estas indican una ponderación más alta dado que estas cuentan con mejores áreas comunes que el resto de alternativas.

La variable Edad fue considerada como inversa (cuadro 18) y, una vez calculado su vector, se demuestra que, a menor edad del apartamento, este tiene mayor peso a la hora de comparar que otro que tenga una edad superior., Ssin embargo, podemos observar que casi la totalidad de las muestras tienen una ponderación muy similar

debido a que la edad entre ellas es muy similar, no así la muestra 7 que presenta una edad de 1 año y que arroja como ponderación un 40%, muy superior al resto que refleja un 10%.

Como ya se observó en el cuadro 15, con respecto a las características propiamente del apartamento, (como cantidad de baños, dormitorios y parqueos), ocupan una importancia muy baja a la hora de considerarlas en el análisis; no así la superficie o el área construida, de modo que. Entonces el cuadro 21 refleja que la muestra 4 es la que ocupa superiormente una ponderación con un 27%, el cual es casi el doble de el resto de las ponderaciones. E, este dato obedece a que la muestra 4 posee un área de 380.47 m².

Para la variable Nivel, a falta de un método numérico para comparar entre distintas condiciones de ubicación, fue necesario analizarlas cualitativamente. S, dando su ratio de consistencia dio un valor de 9.9%, siendo este sumamente ajustado al permitido. que es de un 10%. E, este valor de 9.9% refleja que, a pesar de encontrarnos dentro del margen permitido, existe una importante considerable inconsistencia a la hora de comparar las muestras. P, por otro lado, el cálculo de su vector propio demostró que de nuevo la muestra 4 tiene una alta ponderación en relación al con el resto de muestra; este alto valor de ponderación obedece a que este activo se ubica en el séptimo nivel de un edificio de siete pisos.

En torno a la variable "distancia Distancia a centros de urbanos" se refleja en el cuadro 25 que tanto las muestras 1,2 y 3 presentan el mismo valor dado que estas se encuentran en el mismo sitio; del mismo modo las muestras 5 y 6.

Para la categoría de la zona se planteó la matriz de comparación pareada, dando lo que da como resultado un ratio de consistencia del 1%. E, este bajo valor para una matriz de 7x7, demuestra que existe una muy alta consistencia entre las comparaciones, este . Dicho comportamiento se debe a la situación de que tanto las muestras 1, 2, 3, 4 y 5 están situadas en la misma zona, lo cual repercutió a la hora de compararlas haciendo , lo que hace el proceso muy sencillo,

dado que se comparaban entre condiciones similares.

Concluida la etapa de comparación se procedió a estimar la ponderación total de las siete muestras (cuadro 28)., de las cuales lasDe estas, la muestra 4 refleja una ponderación del 23% siendo la más alta de todas, lo cual se debe a que esta muestra tiene un área de 380.47 m² y se ubica en el séptimo piso. P; por otro lado, la muestra 2, cuya ponderación es de solamente un 9%, lo cual obedece esto e a que la muestra se ubica en el primer piso de un edificio de 6. E, este comportamiento recalca la importancia que tiene la variable "nivel" en la valoración de un condominio vertical.

Al momento de realizar el proceso para calcular el valor de cada una de las muestras, se observa que los valores obtenidos en comparación con los valores en los que se transó el bien arrojan diferencias de hasta un 57.82%. E, esta conducta de los valores se debe a que en el grupo de muestras seleccionados seleccionadas existen activos que no son comparables, por lo que se procederá a discriminar para el siguiente proceso la muestra numero 4, dado en vista de que este tiene un comportamiento muy disímil en relación a con las otras.

Seis Muestras

De la matriz de comparación para la variable "áreas Areas comunes" se obtuvo un ratio de consistencia del 2.5%, mejorando el 4% para el caso de las siete muestras. E, esta mejora obedece a que el número de comparaciones disminuye en 7, lo que hace que el proceso sea vuelva menos complejo. E, este comportamiento es de esperar para los próximos cálculos de RC.

Tanto para el análisis de la "Cantidad de baños, cantidad de dormitorios y cantidad de parqueos" los vectores propios obtenidos demostraron un comportamiento similar, en vista de que el grupo de muestras poseía características muy similares. La variable "Eedad" continuó mostrando un comportamiento similar al analizado para las siete muestras. L, donde la exclusión de la muestra 4 no afectó en nada el cálculo, ya

puesto que la edad de la muestra excluida se encontraba entre la media; no así la variable "Superficie" (cuadro 36) que sí percibió sensiblemente esta exclusión dado que la muestra 4 presentaba la mayor área, siendo esta el extremo superior del intervalo. El comportamiento que presenta esta variable en torno a su vector propio es menos fluctuante; razón de esto es que la muestra que menor valor presenta es la muestra 1 con un 14% y la que más valor presenta es la muestra 6 con 20%.

El análisis de la variable "Nivel" presentó una disminución importante notable en su ratio de consistencia al pasar de un 9.9% a un 4.6%, lo cual representa más de un 50% en mejoría a la hora de haber establecido las comparaciones. E, este resultado demuestra que a mayor número de muestras involucradas en el análisis se hace más complejo su estudio; en relación a con su vector propio aún se sigue evidenciando un margen muy amplio de diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo, esto respondiendo en respuesta a la gran relevancia que tiene esta característica.

Las variables "Distancia a centro urbano y categoría de la zona" no muestra mayor diferencia por la razón que la muestra extraída era muy similar en torno a estas variables.

Concluida de nuevo la etapa de comparación, se procedió a estimar la ponderación total de las seis muestras (cuadro 43), de las cuales la muestra 4 refleja una ponderación del 19% siendo la más alta de todas. Ello, lo cual se debe a que se ubica en el cuarto piso de un edificio de siete a pesar de que el área que presenta es una de las menores, hecho que reafirma la importancia que aporta el variable Nivel a la hora de realizar la comparación. A; así mismo las ponderaciones totales presentan un comportamiento más uniforme siendo el menor un 12% y el mayor un 20%, datos que demuestran que las opciones comparadas son más similares en sus características.

A la hora de realizar el proceso para calcular el valor de cada una de las muestras, se observa que los valores obtenidos en comparación con los valores en los que se transó el bien arrojan diferencias de un 33.82% como máximo, mejorando sustancialmente el 57% obtenido

anteriormente, demostrando lo cual demuestra que la opción eliminada no era un comparable adecuado

Cinco Muestras

De la matriz de comparación para la variable "Áreas comunes" se obtuvo un nuevo ratio de consistencia del 1.6% mejorando el 2.5% para el caso de las seis muestras. E, esta mejora obedece a que el número de comparaciones disminuyó en 6, lo que hace menor el número de preguntas a contestar y por ende reduce las posibilidades para contrariarse en las respuestas. D, de esta manera el proceso se vuelve cada vez más sencillo; con respecto al vector propio se resalta la ponderación de la muestra 4, en virtud de que esta posee mejores áreas comunes, en tanto que la muestra 1,2 y 3 tienen el mismo valor por ubicarse en el mismo condominio.

Las muestras 1, 2 y 3 analizadas en torno a las variables "Cantidad de baños, dormitorios y parqueos" vuelven a mostrar el mismo estado de poca fluctuación en los datos, por presentar condiciones muy análogas. S; se espera que este sea el mismo comportamiento a la hora de eliminar la última variable.

El vector propio de la variable Superficie ha conseguido un mismo comportamiento en relación al con el caso anterior, esto lo que nos indica que la muestra eliminada sí podía ser un posible comparable.

A pesar de que la comparación de cinco muestras se volvió más sencilla, el ratio de consistencia para la variable "Nivel" se mantuvo casi invariable al caso anterior. E, esta situación refleja la complejidad para analizar esta variable. Por primera vez se logra obtener un ratio de consistencia igual a cero, esto para la comparación de la muestra en función de la categoría de la zona., como Como ya se había mencionado anteriormente, el proceso se vuelve cada vez más ágil y sencillo de aplicar; en este caso ayudó el hecho que de las 5 muestras, 4 de ellas se ubican en el mismo sitio, lo que

facilitando en gran manera la comparación y de esta forma siendo se tornan completamente consistentes en nuestras comparaciones.

Finalizada esta etapa de comparación, se procedió a estimar la ponderación total de las cinco muestras (cuadro 58), de las cuales la muestra 1 refleja una ponderación de casi 25%, siendo la mayor de todas, esto a pesar de su área constructiva que representa la menor. S, sin embargo, la ubicación de este apartamento es en el cuarto nivel de un edificio de seis, de modo que se reafirma la importancia de la variable Nivel a la hora de realizar la comparación; así mismo las. Las ponderaciones totales presentan un comportamiento similar al anterior, aunque este último difiere del mayor al menor en un 10% mientras que la anterior ponderación tenía una diferencia del 8%, lo cual vuelve a indicar que la muestra eliminada sí era un comparable adecuado y en lugar de esta pudo haberse eliminado la muestra 1, cuyo valor obtenido difería en un 37% del valor transado.

Realizado el proceso para calcular el valor de cada una de las muestras, se observa que los valores obtenidos en comparación con los valores en los que se transó el bien arrojan diferencias de un 35% como máximo, desmejorando. Ello desmejora levemente con respecto al 32 % obtenido anteriormente, demostrando lo que demuestra que la opción eliminada sí era un comparable adecuado; por lo ende se tomó una mala decisión.

Cuatro Muestras

De nuevo se vuelve a obtener una consistencia total a la hora de plantear la matriz de comparaciones para la variable "áreas comunes"., Resultado de esto es la simplicidad de la comparación de cuatro muestras, aunado a que de las cuatro muestras, tres de ellas se ubican en el mismo condominio, lo que provoca que tenga las mismas condiciones en lo que respecta a áreas comunes se refiere.

Tanto las variables "Eedad, cantidad de baños, cantidad de dormitorios, superficie y parqueos" no presentan mayor fluctuación dado que, en

relación a con estas características, las muestras son muy similares.

En este caso, la variable "Nivel" muestra, una vez construida la matriz de comparaciones, un ratio de consistencia mucho menor al anterior, lo que disminuyendo en un 50%. D, de nuevo siendo es la causa la disminución de muestras y, por consecuencia, la menor cantidad de preguntas a responder, su vector propio refleja claramente la condición de la muestra número uno, al arrojar un 42% de ponderación muy por encima de las otras muestras, lo cual viene como resultado de estar ubicado en el cuarto piso de un edificio de seis, seguido por la muestra número cuatro con un 30% el cual . Este se situó en el cuarto, pero de un edificio de siete pisos, continuando con la muestra tres que se localiza en el tercer piso de una torre de seis con un 20% y, por último y siendo congruente con el análisis, encontramos a la muestra dos con un 8% el cual se localiza en el primer piso de una torre de seis.

La construcción de la matriz de comparación para la variable Ccategoría de la zona vuelve a ser sumamente sencillo. En el análisis, al igual que la variable "Áreas comunes" su ratio de consistencia da como resultado el valor de cero, causado primero por la simplicidad de comparación y segundo porque las muestras se encuentran en la misma zona.

Las diferencias obtenidas para estas muestras y con respecto a los valores de transacción, muestran prácticamente los mismos valores obtenidos en el caso para las cinco muestras. L, las razones de este comportamiento pueden obedecer primero a que ya se logró obtener el valor más aproximada aproximado para estas muestras y, segundo, que las muestras utilizadas son comparables adecuados, esto a pesar de las diferencias obtenidas, recordando . Recuérdese que los valores de mercado son, en muchos casos, valores antojadizos y caprichos del desarrollador.

Conclusiones y Recomendaciones

Entre las principales conclusiones y recomendaciones que se pueden obtener ofrecer del presente trabajo están resaltan las siguientes:

- El método demostró su funcionalidad al aplicarlo a la valoración de condominios verticales en Costa Rica.
- El método Proceso Analítico Jerárquico, disminuye sustancialmente la subjetividad del experto a la hora de utilizar como parte de sus análisis matrices de comparación pareada.
- Sin embargo, la ponderación realizada en torno a las variables principales, continúa reflejando la subjetividad del experto en relación a con estas.
- El método proporciona las herramientas adecuadas para analizar, desde una estación menos subjetiva, todas aquellas variables secundarias cualitativas, como lo fueron entorno urbanístico y aéreas comunes, mismas que eran consideradas de manera más empírica por otros métodos.
- La utilización de más de seis muestras en el análisis dificulta considerablemente el estudio de las variables cualitativas. A, dado que a mayor número de muestras, mayor el número de preguntas a realizar formular para poder completar la matriz, por lo cual se recomienda el uso de este método con no más de cinco muestras.
- En una toma de decisión sobre cuál sería la mejor opción entre un grupo de condominios verticales, se debe considerar con mayor énfasis las variables relacionadas con el apartamento y, por último, las variables relacionadas al con el entorno.
- La variable “Nivel” es la característica más relevante en el análisis de condominios y que, por lo tanto, es la que mejor explica el valor de un bien, seguido de la variable “Superficie”.
- Se parte del supuesto de que todos los apartamentos presentan la condición de que, a mayor altura, mejoran las condiciones de la vista.
- La variable nivel presentó algunas complicaciones a la hora de establecer comparaciones entre activos que mostraban características muy dispares, por lo que se propuso comparar cada muestra en función del apartamento mejor ubicado con respecto a su altura.
- En las muestras cuyas variables secundarias eran muy similares, se observó que las ponderaciones eran las de menor importancia.
- El método demostró ser muy sensible a la hora de utilizar muestras cuyas características eran muy distintas a las del resto, por lo cual se deben utilizar datos que presenten características lo más similares posible.
- Dadas las condiciones técnicas del método, este requiere que se invierta un adecuado tiempo a su estudio.
- Sería apropiado contar con un programa que nos simplifique el proceso de calcular los valores, ya que y pues, a pesar de que el método es muy mecánico, este se vuelve muy tedioso y fatigante.
- El método necesita que el experto domine adecuadamente algunos conceptos básicos matriciales, dado en virtud

de que este tema representa la columna vertebral del método.

- Lo novedoso del AHP, y en alguna medida algunos de sus procedimientos, hace que el método se vuelva algo difícil a la hora de explicar el resultado esto, con respecto a otros medios para valorar.
- Los resultados obtenidos por el método para los valores de cada muestra, reflejan en algunos casos considerables diferencias, lo cual obedece a que el mercado puede presentar valores caprichosos.
- Una vez obtenidos los últimos valores para las cuatro muestras, estos fueron mostrando evidenciando un comportamiento más estable, indicando que los valores obtenidos son los inferidos para las muestras de comparación utilizadas, esto según el método.
- El método requiere que la información aportada para el análisis sea lo más homogénea posible, sin embargo, en la realidad esta condición podría no ser tan factible.
- El método sugiere su aplicación en condiciones de muy escasa información., Ppor lo tanto está esta condición reduce las posibilidades de que parte de esta información disponible no sea tan adecuada para utilizarla como comparable; sin embargo esta situación podría ser extensible a otros métodos.
- El método AHP se recomienda utilizarlo para la valoración de activos cuyas características sean muy particulares.
- La aplicación de este método podría ser útil en la elaboración de avalúos , donde se requiera demostrar el valor de un

activo de una manera más técnica y detallada.

- La experiencia del profesional a la hora de valorar un activo siempre es requerida, independientemente del método a utilizar.

Referencias

- J. Aznar, F. Guijarro. 2005. **Nuevos Métodos de Valoración, Modelos Multicriterio**. España.
- M. Alvarez. et al. 2008. **BAETICA**. España. Editorial Universidad de Málaga.
- R. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Condado del Campo** (Informe 228). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- R. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Condado del Campo** (Informe 228). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- O. Peñaranda. et al. (2009). **Avaluo a Condominio Condado del Campo** (Informe 570). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- R. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Torres del Country** (Informe 676). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- W. Solano, R. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Altos de Mayorca** (Informe 772). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- W. Solano. et al. (2009). **Avaluo a Condominio Valle Arriba** (Informe 1143). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- R. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Cortijo los Laureles** (Informe 1385). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- A. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Condado del Campo** (Informe 2149). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- A. Laurent. (2009). **Avaluo a Condominio Los Prados** (Informe 2304). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- D. Gamboa. (2009). **Avaluo a Condominio Torres del Country** (Informe 2520). San José, Costa Rica: Tecnoingeniería Servicios Integrales.
- Univerdida Politecnica de Valecia, consultado el 10 de agosto del 2009 , <https://polimedia.upv.es/catalogo/curso.asp?curso=2d5b9695-5e86-ec4b-af93-bd8180e63be6>
- J. Aznar, F. Guijarro. 2005. **Nuevos Métodos de Valoración, Modelos Multicriterio (versión electrónica)** España.
- L. Acuña. 2004. **Matrices y sus Aplicaciones**. Cartago, Costa Rica. Editorial Tecnológica.
- C. Romero. (n.d.). **Analisis de la decisiones Multicriterio**, obtenida el 22 de agosto del 2009, de <http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/4B3B1581FEA8E449C12574CF005C1837?OpenDocument>
- A. Garcia et al (n.d.), **Asistencia para la toma de decisiones en la gestión del paisaje rural**, obtenida el 22 de agosto del 2009 de <http://www.unizar.es/aeipro/finder/APROVECHAMIENTO%20DE%20RECURSOS/GC01.htm>.
- E. Bustos, (n.d.), **Metodo multicriterio discretos de ayuda a la decisión**, obtenido el 23 de agosto del 2009 de http://www.angelfire.com/ak6/ilb/4_4.pdf

- C. Cortéz (2002), **Métodos discretos**, **Universidad de Huelva**, obtenida el 22 de agosto de http://www.uhu.es/24057/ficheros_datos/transparencias/tema7.PDF
- H. Roche et al. (2005.) **Análisis multicriterio en la toma de decisiones**, obtenido el 22 de agosto del 2009 de <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>