



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE POSGRADO

"SISTEMA DE DETERMINACION, PONDERACION Y JERARQUIA PARA
FACTORES DE HOMOLOGACION"

T E S I N A
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN VALUACION INMOBILIARIA

PRESENTA:

ARQ. JOSE RODRIGO SEDEÑO TORRES

MEXICO D.F. MARZO 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE:

INTRODUCCION.....	3
1. FACTORES DE HOMOLOGACIÓN: CLASIFICACIÓN Y UTILIZACIÓN.....	5
1.1. Introducción a los factores de homologación	
1.2. Determinación de los factores de homologación por análisis de mercado	
1.3. Factores de homologación utilizables en valuación de terrenos	
1.4. Factores de homologación utilizables en valuación de construcciones	
1.4.1. Factores generales.	
1.4.2. Factores autóctonos o específicos del sujeto (Fot)	
1.5. Estimación de factores de negociación y comercialización con números índices e interés compuesto.	
2. METODOLOGIAS MULTICRITERIO	19
2.1. Introducción al vocabulario multicriterio	
2.2. Métodos para ponderar variables	
2.2.1. Método de Diakoulaki	
2.2.2. Método de la Entropía	
2.2.3. Método de la Ordenación simple	
2.3. Método con base en información cuantitativa	
2.3.1. Método de la Suma de Ponderaciones o Ponderación Lineal (Ing. Linear Weighting)	
2.4. Método con base en información cualitativa	
2.4.1. Proceso Analítico Jerárquico (Ing. Analytic Hierarchy Process, AHP)	
3. SISTEMA DE DETERMINACIÓN, PONDERACIÓN Y JERARQUÍA. APLICACIONES A CASOS ESPECIFICOS.....	98
3.1. Aplicación a la valuación de un terreno	
3.2. Aplicación a la valuación de una casa habitación.	
3.3. Aplicación a la valuación de un departamento	
4. CONCLUSIONES.....	116

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION:

La práctica sin teoría al igual que la teoría sin práctica son los caminos largos hacia el resultado correcto, solo que esta última limita la creatividad y el criterio. En el primer caso el éxito es el efecto de la unión dinámica del conocimiento empírico y la intuición. En el segundo, el hombre ha encontrado la manera de salir adelante a pesar de las dificultades. Ya que la inteligencia solo establece la relación entre variables, pero no va más allá de ello. La intuición es, en cambio, un sentimiento que no reflexiona para llegar a ser imparcial.

Existen al menos dos importantes corrientes en la valuación:

- 1) Valuadores estimadores que creen en la inspiración y experiencia para determinar un valor que desde el momento que se encuentran frente al objeto a valorar ya está prácticamente predeterminado por ellos y el avalúo no es otra cosa que la comprobación de su imposición de valor.
- 2) Valuadores matemáticos que aplican fórmulas frías y subjetivas para diagnosticar al objeto a valorar, "generalmente a su conveniencia", y así llegar a resultados subjetivos de baja aproximación, intentando valorar algo que observó, pero no analizó.

Ante esto he de fijar mi postura intermedia formada a lo largo de tan solo 5 años de ejercer la valuación y ponerla a su consideración. Pienso entonces que es necesario reflexionar sobre el objeto de la valuación, observarlo perfectamente y comprenderlo para poder conocer su verdadero valor. Sin embargo en ningún momento afirmo que el tratamiento debe ser empírico sin metodologías ni técnicas. Sino que debe hacerse mediante la aplicación de conocimientos conceptuales, relacionados lógicamente con un procedimiento sistemático, integral y metódico, aplicando las ciencias relacionadas como la economía, las matemáticas y la estadística. Apoyándonos en la variedad de formulas habidas y por haber, pero sin una aplicación incondicional y generalizada como si fueran métodos mágicos.

Lo anterior exige el conocimiento del objeto a valorar, su entorno, sus limitaciones y potencialidades legales, físicas, económicas, sociales y naturales. A partir de lo cual y con el conocimiento necesario, procesar ordenada y técnicamente la información investigada y acercarnos a la propuesta heurística de Albert Einstein, en cuanto a "reducir los fenómenos por un proceso lógico a algo ya conocido", alcanzando así la comprensión total de la realidad del objeto. Esto prevé fundamentalmente la aplicación de la ciencia y la intuición de manera racional. Garantizando que la conclusión es producto del conocimiento intelectual e intuitivo del objeto en su realidad. Cuando detectamos las variables que realmente delimitan el valor, este tiene un sentido lógico. Ambas partes, la lógica y la intuitiva deben coincidir. Pues de no ser así significaría pasamos por alto elementos importantes en el análisis.

La valuación tiene por objeto la estimación de un valor de un bien, en base a hipótesis (previsiones de inflación, plusvalía, expectativas, etc.), con panoramas determinados (asesoramiento, inversión, compraventa, etc.) y mediante procesos de cálculo basados en información de carácter técnico-económico (ingresos, gastos, antigüedad, etc.). Por lo tanto, pienso que solo podemos nombrar valuación aquella determinación de un valor que sea la consecuencia de la aplicación de una metodología clara y definida que nos lleve a un valor final de forma estructurada y como resultado de un proceso de cálculo, así como la importancia, cada vez mayor en función de los nuevos objetos existentes, de la incorporación de las variables o atributos subjetivos al proceso de valuación. La importancia de la valuación ha provocado la aparición de distintos métodos (que en mi particular punto de vista, todos son comparativos de mercado), por ejemplo:

FISICO Ó DIRECTO: Se determina sumando al valor de mercado del terreno en el que se desplanta la construcción los gastos necesarios para edificar en dicha fecha un inmueble de sus mismas características. Los gastos necesarios son los siguientes:

- Costo de construcción, considerándose como tal, la suma de los costos de la ejecución material de la obra (gastos generales y la utilidad del constructor). No se incluirán los elementos no esenciales de la edificación que sean fácilmente desmontables.
- Costos de aranceles, derechos e impuestos de la construcción. Honorarios técnicos por proyectos y dirección de las obras. Gastos de administración del promotor.

RENTA INDIRECTA: (Anticipación, pre-evaluación). Calcula el valor del inmueble a partir de la propia información de dicho bien, información normalmente contable que permite determinar la renta, ganancia o flujos de caja que dicho objeto producirá en el futuro. La actualización de estas cantidades proporciona el valor buscado. Este método reúne el inconveniente de tener que trabajar con información que va a producirse en el futuro (renta, ganancia o flujos de caja), con la dificultad que ello significa y más con entornos como los actuales donde por su carácter turbulento resulta

muy arriesgado exponer hipótesis del futuro. La segunda dificultad consiste en determinar la tasa de actualización a utilizar, ya que dicha tasa va a estar en función básicamente de la liquidez y el riesgo, parámetros que son variables en función del objeto, del momento y del lugar. Si se divide el rendimiento entre la tasa del capital se encuentra la inversión total original (el capital que lo soporta).

RESIDUAL: Monto máximo a pagar por la variable que decidamos (Terreno, construcción, etc.). Generalmente se utiliza para obtener el valor máximo del terreno. No hay un terreno que no valga, puede no tener deseabilidad o contar con una demanda muy específica.

“COMPARATIVO DE MERCADO”: Basado en una concepción mecánica del principio de sustitución para determinar el valor de mercado de un bien. Su aplicación requiere:

- Establecer las cualidades y características propias del bien a valorar que influyen en su valor.
- Analizar el segmento del mercado inmobiliario representativo de bienes comparables al que se valúa y, basándose en informaciones concretas sobre transacciones reales u ofertas, obtener valores al contado de dichos bienes en la fecha de la valuación.
- Seleccionar una muestra representativa de bienes comparables al que se valora, descartando aquellos que se desvíen por precios anormales o circunstancias especiales y homogeneizar los precios unitarios de los elementos de la muestra con el del bien objeto de valuación. Atendiendo a la fecha de los datos seleccionados y a las diferencias o analogías observadas entre las características: superficie, tipología y antigüedad de la edificación, entorno, o cualesquiera otras relevantes, de aquellos bienes y las del bien a valorar.
- Asignar el valor del inmueble en función del valor unitario obtenido utilizando matrices aprobadas.

Como pudimos observar cada método no es otra cosa más que comparativos de mercado:

1. El físico compara valores de terreno y costos de construcción.
2. El de rentas compara valores de renta y costo del dinero.
3. El residual compara valores de renta y costos de construcción y dinero.
4. El “Comparativo de Mercado” bien realizado, analiza todos los puntos anteriores.

Todo esto justifica la necesidad de proponer modelos que permitan complementar el método comparativo de mercado y sus derivaciones (físico, rentas, residual, etc.). Y así aportar nuevas vías de solución a los problemas de valuación. La tesina se titula “Sistema de determinación, ponderación y jerarquía para factores de homologación”, a lo cual el diccionario de la Real Academia Española define cada palabra que compone el título de la siguiente manera:

Sistema: Conjunto de principios coordinados para conformar un todo científico o un cuerpo de doctrina y conseguir un resultado.

Determinación: Decisión, resolución.

Ponderación: Examinar detenidamente, proceder con prudencia, encarecer, reflexionar, alabar, elogiar.

Jerarquía: Orden, progresión, gradación.

Factor: Elemento, concausa.

Homologación: Comparar, asemejar, igualar.

EL OBJETIVO de la tesis, por lo tanto, es conjuntar una serie de principios coordinados para conseguir un resultado previamente examinado detenidamente, procediendo con prudencia para decidir el orden y grado de importancia de los elementos a comparar para obtener un valor. Seleccionando y calificando variables según sea el caso. En vez de crear nuevos métodos de valuación, propongo modelos que permitan complementar el método comparativo de mercado y así aportar nuevas vías de solución a los problemas que se plantean en la práctica de la valuación.

LA HIPÓTESIS es que, a pesar de existir múltiples factores de homologación utilizados en el método comparativo, son pocos los factores que verdaderamente afectan el valor de un inmueble determinado y varía la utilización de dichos factores según sea el caso. Según Aznar es posible valorar cualquier objeto tangible e intangible con la sola aplicación de fórmulas multicriterio, yo propongo la previa observación y análisis antes de aplicar cualquier fórmula a cualquier caso. Concretamente mi propuesta es la aplicación de formulas específicas a casos específicos.

1. FACTORES DE HOMOLOGACIÓN: CLASIFICACIÓN Y UTILIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN A LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN

Los factores de homologación no han sido considerados en forma clara y fundamentada, debido a que a que cada valuador emplea factores de acuerdo a su experiencia. Por lo que se requiere de un estudio, que permita ponderar y aplicar factores que consideren las características más importantes del inmueble a valuar. El problema que tienen todas las ciudades de México, es que la mayoría de las viviendas unifamiliares son completamente diferentes entre sí, y esta diferencia la podemos encontrar en una forma tan marcada en la construcción del inmueble, pero también se tiene diferencias en el terreno y si a todo lo anterior le agregamos; la zona, equipamiento, vialidades, servicios municipales, problemas de contaminación e inundaciones, el problema se vuelve más complicado para el valuador. Estas diferencias no se ven reflejadas en los factores de homologación utilizados por los valuadores y mucho menos sistematizados y normalizados. Con la obtención de factores de homologación integradores de las principales características que determinan el valor, permitirá llegar a un valor inmobiliario mejor fundamentado y con mayor precisión.

1.2. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN POR ANALISIS DE MERCADO

El mercado es la interrelación humana que nos permite la toma de decisiones, para comprar, consumir ó demandar, o bien para vender u ofertar. Bajo condiciones de acuerdo verbal, convenio ó contrato y que las características generales de bienes ó servicios cubran las expectativas que tienen los demandantes (en el caso de los bienes inmuebles: forma, tamaño, funcionalidad, confort, etc.). El mercado inmobiliario en México, esta integrado por un mercado primario menos atomizado, más empresarial, de mayor capacidad de inversión y mayor volumen de comercialización. Con una mayor transparencia y facilidad de conseguir información estable. Y por un mercado secundario. Es un segmento de mercado de mayor diversidad, muy individualizado y de regular volumen de comercialización y menor capacidad de inversión. De transparencia relativa y presenta dificultad de conseguir información veraz y oportuna. El mercado es subjetivo por la razón de considerar de la ponderación que da la sociedad. Es una cuantificación estadística de un hecho presente: el precio más probable por el cual un inmueble se vendería a la fecha de la valuación. De ahí que el método de comparación de mercado en su formulación ordinaria (selección de comparables, corrección y comparación) debe atribuírsele con razón una naturaleza subjetiva e inductiva. En este tema del mercado tenemos que analizar lo subjetivo porque es individualista, por eso los conceptos económicos varían en un tiempo en espacio y forma. La oferta se puede medir conociendo el comportamiento del mercado, la ciudad, la vocación del predio. La oferta afecta la demanda y a su vez afecta al precio.

Por lo tanto, Los valuadores tenemos solamente dos maneras de estimar los valores de las transacciones entre compradores y vendedores:

1. Estimaciones basadas en acciones observadas tales como la venta de inmuebles similares (comparables) al sujeto. Esto se deriva del planteamiento de los primeros economistas de la teoría de la valuación y tiene un sesgo fuerte a favor de datos producto de transacciones.
2. Preferencias, anticipaciones, creencias y actitudes observadas de los participantes bien informados en el mercado. Estos datos son medidos por la técnica de la encuesta sobre mercado. Confiar exclusivamente en las ventas del pasado, es inconsistente con la valuación de propiedades inmobiliarias: los datos históricos sobre una característica o un mercado son relevantes solamente en cuanto a que ayudan a interpretar las anticipaciones al mercado actual.

En cuanto a las características del propio inmueble en base a un correcto análisis producto de la observación podríamos determinar los factores que afectan a este. En la valuación de inmuebles urbanos normalmente se cuenta con una información suficiente, ya que al ser un mercado con un mayor número de transacciones, permite la creación de bases de datos importantes, pero que sucede cuando no tenemos la información suficiente o desconocemos las preferencias de la ciudad. Para superar estas dificultades, grandes inmobiliarias realizan estudios de mercado basados en encuestas tanto para la compraventa de productos usados, como para la colocación en el mercado de productos nuevos. Las variables a comparar a fin de cuentas son factores de homologación como son los que se analizarán en el próximo capítulo. La formación de este mercado hipotético a través de un cuestionario implica el cumplimiento de los siguientes elementos:

- Proporcionar la información necesaria sobre el bien que se pretende valuar de modo que se pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando.
- Obtener información sobre las características socioeconómicas de los entrevistados para la estimación de una función, en que la decisión venga explicada por éstas y otras características relevantes.

Sin embargo la naturaleza hipotética del mercado presenta numerosas dificultades a la hora de validar los resultados, siendo éste el principal objeto de crítica como consecuencia de la existencia de fuentes de sesgo que limitan la capacidad de esta metodología para estimar la disposición real a pagar por un bien. La población de la cual se extrae la muestra debe ser imparcial respecto a la edición de la investigación (muestreo probabilístico). El instrumento de captación de información y el método para su administración no deben introducir al sesgo (cuidar la redacción de las preguntas). El evaluador debe mostrar un claro convencimiento respecto a cómo los resultados de una encuesta se relacionan con una transacción de mercado verdadera.

En un ejemplo sencillo de este tipo, se plantea a un comprador una encuesta con relación al valor de una casa. El objetivo de la misma es determinar la importancia relativa que tienen los factores en el valor de las casas con un sistema comparaciones.

- A) Superficie de la casa. B) Zona en la que se encuentra la casa. C) Estado de conservación.

A. El comprador que conoce la zona, sabe que la casa tiene pocos metros y que la zona es buena, con jardines y demás, así que procede sin dificultad a rellenar la notación.

- 1- Pone un 1 en la parte izquierda de la fracción (la que se refiere a la superficie), ya que piensa que la superficie es menos importante que la zona.
- 2- La zona en la que se encuentra la casa está muy cotizada y la casa es de pocos metros, por lo que el comprador concluye que el valor zona tiene una importancia grande respecto al valor superficie y decide poner un 5 en la parte derecha de la fracción.

B. El piso tiene un estado de conservación bastante bueno, aunque habrá que hacerle arreglos sin demasiada importancia y podría habitarla en pocos días.

- 1-El comprador estima para esta casa, que el factor menos importante es el de la superficie, por lo que pone un 1 en el lado izquierdo de la fracción.
- 2- En el lado derecho decide poner un 3, ya que piensa que es moderadamente importante el estado de conservación respecto a la superficie.

C. Estado de conservación.

- 1- Lo menos importante para el comprador es la conservación por lo que pone un 1 en la parte derecha de la fracción.
- 2- Como considera que la zona es mucho más importante que la conservación, pone un 7 a la izquierda de la fracción.

FACTOR	SUPERFICIE	ZONA	CONSERVACIÓN
SUPERFICIE	1/1	1/5	3/1
ZONA		1/1	7/1
CONSERVACIÓN			1/1

Aunque existen alrededor de treinta factores de homologación aplicables a la valuación de inmuebles, por lo cual obtendríamos una matriz de comparaciones de 14 x 14, 20 x 20 o 30 x 30. A pesar de ello, me atrevo a decir que en la valuación de un inmueble generalmente solo intervienen un máximo de cinco factores que varían en cada caso y son los únicos de verdaderamente determinan el valor de dicho inmueble. A continuación veremos algunas consideraciones para diseñar una matriz de homologación previa a la valuación y posteriormente su aplicación en diferentes casos.

1.3. FACTORES DE HOMOLOGACION UTILIZABLES EN VALUACIÓN DE TERRENOS

Estos son los factores utilizables para la valuación de terrenos por orden alfabético:

FCus	FFo	FFr	FHt	FLoc	FPt	FSu	Ftp	FUb	FUs	FZo	Fp o FRe
------	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------

Factor de coeficiente de uso del suelo (FCUS): Factor aplicable por las diferencias de intensidades de construcción entre los comparables y el sujeto (diferencia en la relación construcción-terreno entre sujeto y comparable). El Coeficiente de Uso del Suelo, que generalmente es un parámetro normativo definido en los planes de desarrollo urbano, para establecer la superficie máxima de construcción que será permitida en un predio. Dicho factor, establece en forma directa el número de veces que podrá construirse en un predio con relación a su superficie. Por ejemplo, un CUS de 3.0 nos indica que por cada m² de terreno, se podrán edificar 3 m² de construcción. Este factor de ajuste debe llamarse preferentemente "Factor por Intensidad de Construcción", pues el CUS es una cantidad predefinida o establecida por el plan de desarrollo urbano, y en muchos casos no está perfectamente regulado, por lo que es evidente que su aplicación no es obligatoria. Lo anterior implica que en este valor se incluyen todos los factores que inciden sobre un bien inmueble, como es el caso de la tierra y las mejoras integradas por la propia construcción y las instalaciones complementarias, y otros que lo afectan directamente, como su ubicación en la manzana.

Consideraciones para su utilización: Si los coeficientes no son iguales los terrenos no son comparables y si tuviésemos que encontrar un factor sería como resultado del análisis de lo que costaría transformar el coeficiente actual en el requerido y no utilizar arbitrariamente un 1.20 o 0.80, por decir algún número. Resulta entonces evidente, que si partiendo de la base de establecer la proporción que guardan la superficie de terreno y la superficie construida de un inmueble, el valor unitario de mercado de un inmueble se incrementará en forma directamente proporcional a la superficie de tierra con la que cuente. Para ser más clara la exposición, vamos a plantear el caso de dos viviendas idénticas en proyecto y calidad de acabados, que cuentan con 100.00 m² de construcción, edificadas en un fraccionamiento cuyo lote tipo es de 8.00 x 25.00 m., es decir con una superficie de 200.00 m². Si el valor de calle para el lote tipo es de \$1,000.00 / m². En dicho fraccionamiento, el lote tipo tendría un valor de \$200,000.00. Ahora bien, supongamos que la vivienda A se edificó en un lote tipo de este fraccionamiento, y la vivienda B se edificó sobre dos lotes tipos contiguos. Entonces, es evidente que el valor del terreno en que se edificó la vivienda A es de \$200,000.00 y el valor del terreno en el que se edificó la vivienda B sería de \$400,000.00. Esto nos permitirá entender con mayor claridad el criterio de "Incidencia del Suelo" anteriormente planteado, por lo que en el caso de la vivienda A, la incidencia del suelo será de \$200,000.00 prorratedos en la superficie construida de la vivienda que es de 100.00 m²., por lo que en este caso, la incidencia del suelo sería de \$2,000.00 / m². Construido. Haciendo un cálculo similar para el caso B, se puede concluir que la incidencia del suelo será de \$4,000.00 / m². Y esta situación evidentemente generará una diferencia entre el valor unitario de mercado de ambos inmuebles. Es de esperarse que si la vivienda A tiene un valor de mercado investigado de \$7,500.00 / m²., al realizar una homologación partiendo como comparable de la vivienda A y evaluando como Sujeto a la vivienda B, nuestro análisis nos debería generar un resultado o valor conclusivo muy similar a \$9,500.00 / m². Si la única diferencia fuera la superficie de terreno entre ambas viviendas, pues de hecho la diferencia encontrada en la incidencia del suelo es precisamente de \$2,000.00 / m²., es decir, la diferencia entre la incidencia de las viviendas B y A ($4,000.00 - 2,000.00 = 2,000.00$).

Factor de forma (FFo): Factor que influye en el valor en su aplicación a un predio de forma irregular, es decir, que no es de forma rectangular. Desde mi punto de vista el cálculo más claro lo ofrece el manual de la TDF. En el que se entenderá por Rectángulo inscrito (Ri): El mayor rectángulo que puede inscribirse en un predio haciendo coincidir su frente con él, o uno de los frentes del predio. El cuadrado se entenderá como un caso particular del rectángulo. Áreas restantes (Ar): Las áreas del predio que quedan fuera del rectángulo inscrito. Porción anterior (Pa): La parte del rectángulo inscrito cuyo fondo no es mayor que tres veces el frente. Incluye además todos los rectángulos que pueden inscribirse en las áreas restantes que tengan frente a alguna vía de acceso. Porción posterior (Pp): La parte del rectángulo inscrito que no es porción anterior. Incluye además todos los rectángulos que pueden inscribirse en las áreas restantes sin frente a una vía de acceso. Áreas irregulares con frente a la calle (Ac): Las áreas restantes con frente a alguna vía de acceso que no forman parte de la porción anterior. Áreas irregulares interiores (Ai): Las áreas restantes sin frente a alguna vía de acceso que no forman parte de la porción posterior.

Consideraciones para su utilización: Existen actividades o usos los cuales la forma prácticamente no influye, por ejemplo: parques, jardines botánicos, zoológicos, museos, galerías de arte, planetarios, ferias, pistas de equitación, campos de entrenamiento militar y policial, cementerios, centros de reciclaje, etc. Además de que existen formas regulares como los pentágonos, hexágonos, hasta llegar a círculos que son ideales para las siguientes actividades o usos: Circos, lienzos charros, estadios, plazas de toros, pistas de patinaje, hipódromos, galgódromos, velódromos, etc.

Factor de frente (FFr): Factor aplicable a predios con menores dimensiones en el frente principal del lote tipo o moda (lote cuyo tamaño se repite más en el área o en el corredor del valor), o del que autorizan los reglamentos correspondientes.

Consideraciones para su utilización: Este es un factor verdaderamente importante que rara vez se utiliza correctamente en los avalúos, a pesar de ser un factor de decisión para un desarrollador entre la adquisición de un terreno u otro. Factor que, en todos los casos, es directamente proporcional al valor.

Factor de altura topográfica (FHT): Factor aplicable por las diferencias de alturas topográficas. Según las siguientes fórmulas:

- Lote elevado $FH = 1 - 0.755 S$ para $S \leq 1$ $FH = 0.25$ para $S > 1$
- Lote hundido $FH = 1 - 0.8338 S$ para $S \leq 1$ $FH = 0.167$ para $S > 1$
- Lote accidentado o rugoso $FR = 1 - R$ para $R \leq 3M$ $FR = 0.70$ para $R > 3M$

Donde: F= factor de altura, S= pendiente media del terreno, R= desnivel promedio entre crestas y valles de las rugosidades expresadas en metros.

Consideraciones para su utilización: Este factor podría calcularse fácilmente, ya que se traduce en movimientos de tierra para obtener el fin deseado. Lo que es igual a un presupuesto de horas hombre y maquinaria-equipo.

Factor de localización (FLoc): Factor correspondiente a la diferencia de localización en una colonia u otra. Este factor generalmente se confunde con el factor de ubicación.

Consideraciones para su utilización: Hay valuadores que creen que un inmueble es comparable a otro aunque la distancia sea considerable de una colonia a otra, solo por el hecho de ser de un nivel socioeconómico similar. No comparto esa idea y considero que lo importante es la localización al ser algo ineludible por lo que después de cierta distancia este factor se vuelve completamente ineficaz.

Factor de pendiente topográfica (FPt): Factor aplicable por las diferencias de pendientes topográficas. Según las siguientes fórmulas:

- Lote a nivel: $Fpt = 1$
- Lote escarpado hacia arriba: $Fpt = 1 - S$ para $S \leq 1$ $Fpt = 0.50$ para $S > 1$
- Lote escarpado hacia abajo: $Fpt = 1 - 2 S$ para $S \leq 1$ $Fpt = 0.333$ PARA $S > 1$

Donde S = pendiente del terreno.

Consideraciones para su utilización: Así como el entorno define la utilización de este factor en forma directa o inversa dependiendo del entorno, también podría ser indiferente a su utilización.

Factor de superficie (FSu): Factor aplicable a un predio cuando existe una diferencia de superficies entre el sujeto y el comparable o el lote modal-tipo. Este factor multiplicado por el valor para el lote tipo afecta al valor unitario del lote en valuación. El tamaño generalmente es un elemento de comparación menos importante que la ubicación hasta ciertos límites. El uso de ventas de terrenos comparables con tamaños marcadamente diferentes es un método no fiable de estimar el valor de la propiedad que se está valuando, salvo que puedan demostrarse ajustes razonables. Un terreno puede contar con zona, suelo y características de acceso similares, pero debido a la variación en su tamaño, puede tener un mayor y mejor o más productivo uso.

Consideraciones para su utilización: La aplicación de este factor en la valuación de terrenos, no siempre es para demeritar las superficies mayores. Puesto que en las construcciones conforme a mayor tamaño menor precio, esto no podría ser aplicable incondicionalmente a los terrenos ya que los terrenos no son reproducibles. Sin embargo, si aplica cuando se trata de terrenos rústicos o de lotificaciones en las que el desarrollador podría ofrecer un mejor precio a mayor cantidad. Por el contrario no es aplicable cuando se tiene la necesidad de edificar inmuebles de grandes dimensiones en zonas urbanizadas, donde los terrenos más deseables son los de extensiones mayores. Hay una gama de superficies dentro de cada uno de los mercados en donde compradores y vendedores visualizarían lotes de tamaños ligeramente diferentes como suplentes potenciales. Es fuera de estos límites en donde los terrenos ya no se consideran comparables por los inversionistas, y tampoco lo debería ser por los valuadores. El valor también se ve influenciado por los problemas que provoca el mayor tamaño del predio, esto es, costos de edificación más altos

con edificios muy grandes, mayor especulación sobre la absorción de espacio por el mercado, requisitos mayores de inversión de capital y costos proporcionalmente más altos. La fusión o acumulación de fracciones de terreno puede ser un factor negativo o positivo cuando el predio que se valúa es mayor o menor que la configuración óptima para el que prevalece. La mayor parte de desarrollos tienen un tamaño óptimo; si el predio es mayor a éste, el valor de la tierra excedente tiende a disminuir a una tasa acelerada.

Factor de transferencia de potencialidad (FTp): Factor aplicable por la cualidad de un inmueble de transferir su uso potencial a otros inmuebles. La transferencia de potencialidad es una venta escriturada de terreno virtual. Se supone que el CUS no se establece de forma arbitraria, por lo que en su cálculo y definición existen una serie de criterios de diseño urbano que le anteceden, como es el caso de la calidad y disponibilidad de dotación de servicios en una colonia y la infraestructura urbana con la que cuenta (número de descargas de drenaje, tomas de agua, colectores de aguas negras, plantas de tratamiento, vialidades, áreas verdes disponibles, etcétera) incluso incide en el valor de mercado de los inmuebles, a tal grado, que en el Distrito Federal ya existe la posibilidad (con ciertas limitaciones) de realizar la "transferencia de potencialidad de uso del suelo" entre dos o más terrenos, con la finalidad de aprovechar al máximo la infraestructura urbana y la dotación de servicios en un sector de la ciudad.

Consideraciones para su utilización: Hay que tomar en cuenta en la actualidad esta venta de terreno virtual y saber como calcularlo como si fuese un proyecto de inversión, ya que su valor está en donde se aloja, pero no es muy común su conocimiento ni su utilización. Tampoco hay que perder de vista que si el inmueble tiene la potencialidad en la zona pero a su vez es patrimonio y no se puede construir, puede vender su potencialidad a otro edificio.

Factor de ubicación (FUb): Factor correspondiente al área o corredor de valor en su aplicación a un predio, en función de la posición del mismo en la manzana en que se ubica. Para la aplicación de este factor se entenderá por área de valor al grupo de manzanas con características similares en infraestructura, equipamiento urbano, inmuebles y dinámica inmobiliaria. Y corredor de valor al conjunto de inmuebles que por las características de uso al que se destinan, principalmente no habitacional (tales como: comercial, industrial, servicios, oficinas, entre otros y/o mixtos), y cuyo frente o frentes colindan con una vialidad pública, independientemente de su acceso o entrada principal, se ha convertido en un corredor de valor con mayor actividad económica y mayor valor de mercado del suelo respecto del predominante en la zona.

Consideraciones para su utilización: Evaluar que tanto se beneficiaría la actividad a realizar en el terreno a valorar por encontrarse en esquina antes o después del semáforo, en cerrada o a media calle. Por ejemplo, el incremento por esquina aplicable puede ser del 15, 10 o 0 %, dependiendo del tipo de esquina y de las calles que la conforman.

Factor de uso del suelo (FUs): Factor aplicable por las diferencias de uso del suelo, los usos de suelo de diferentes categorías compiten y los valores del suelo definen los usos. Hay mercados claramente diferentes para diversas actividades de uso de suelo. La diferencia entre el potencial económico de 2 actividades iguales define su localización. A su vez, una persona interesada en una extensión específica de terreno por lo general no considera terrenos con superficies señaladamente diferentes como alternativas viables, aún cuando puedan estar en el mismo vecindario y tengan el mismo uso de suelo.

Consideraciones para su utilización: Desde mi punto de vista no debería ameritarse o demeritarse un terreno de uso comercial contra uno mixto o habitacional. Al igual que en el factor de CUS, si los usos no son iguales los terrenos no son comparables y tendríamos que realizar un cálculo similar al del factor CUS.

Factor de zona (FZo): Factor que influye en el valor de un predio según su ubicación dentro de un área de valor específica, aplicable por las diferencias de grado de importancia o calidad de las vialidades, porcentaje de saturación y la zona, densidad de construcción, nivel socioeconómico, y sus servicios y/o entorno sobre las que se localiza o accede a los comparables del sujeto. Incluye también contaminación en todas sus manifestaciones (auditiva, ambiental, visual, etc.). Para la aplicación de este factor se entenderá por calle moda a aquella cuyas características de tráfico vehicular, ancho, calidad de carpetas, mobiliario urbano de aceras y camellones, se presenta con mayor frecuencia en el área de valor en donde se ubique el inmueble.

Consideraciones para su utilización: Sólo una muy básica, analizar si la zona influye en forma importante en la actividad a realizar en el terreno a valorar. Además de que la accesibilidad (si es posible acceder con automóvil entre los comparables y el sujeto) es un factor que puede llegar a incidir fuertemente en el valor como veremos más adelante.

Factor resultante de terreno (FRe) o Factor promedio aplicable al terreno sujeto (Fp): Factor que se obtiene de multiplicar o sumar los factores analizados previamente (frente, profundidad, área, etc.) con base en un lote tipo o predominante; parte del principio de relacionar las variables de manera conjunta. Cada factor puede ser utilizado de manera separada, dependiendo de lo que se busque ajustar.

Consideraciones para su utilización: Es aquí donde se denota el oficio y criterio del valuador al momento de aplicar solo un promedio de todos los factores o ponderar según su importancia. No es indiferente multiplicar o sumar los factores, pero es importante ser congruentes con una u otra técnica.

1.4. FACTORES DE HOMOLOGACION UTILIZABLES EN LA VALUACION DE CONSTRUCCIONES

Estos son los factores utilizables para la valuación de construcciones por tipo y orden alfabético:

FACTORES GENERALES				FACTORES AUTOCTONOS O ESPECIFICOS DEL SUJETO											
F-Cal	F-Co	F-Ed	F-Su	F-Bañ	F-Cap	F-Cop	F-Cur	F-Ele	F-Est	F-Jar	F-Obs	F-Rec	F-Res	F-Ver	F-Re o Fp

1.4.1. FACTORES GENERALES

Factor de calidad, clase o tipo (F-Cal): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a calidad, tipo y clasificación de las construcciones entre los comparables y el sujeto. Corresponde a las diferencias en calidad de acabados e instalaciones especiales, delimitadas principalmente en:

Precaria:

- Cuartos con usos múltiples, sin diferenciación ("redondos").
- Servicios mínimos incompletos (letrinas o sanitarios fuera del cuerpo principal de la construcción).
- Muros desplantados directamente sobre el suelo, de tabicón o de materiales improvisados, sin refuerzos.
- Ventanas inexistentes o a base de materiales improvisados.
- Techos de lámina de asbesto, cartón, galvanizadas o acrílicas.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas incompletas visibles.
- Pisos de terracería o habilitados con pedacerías o materiales pétreos burdos.
- W. C. de barro y/o letrina sin conexión de agua.

Económica:

- Espacios pequeños con algunas diferenciaciones por uso.
- Servicios mínimos completos (generalmente un baño).
- Muros con aplanados sencillos.
- Ventanas de perfiles sólidos económicos (soleras, ángulos, cuadrados, trenzados, "tees") o tubulares rectangulares y redondos con vidrios sencillos de 3 y 4mm.
- Techos o entrepisos de concreto armado, prefabricados u otro tipo sencillo, con algún claro corto de 3.50 a 4.00 metros. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales con claro mayor que libra la estructura de hasta 5.00 metros y alturas de piso a techo de hasta 3.00 metros.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas visibles u ocultas.
- Pisos con firmes de concreto.
- Muebles de baño tipo "A" económica. W. C. cerámico, lavabo cerámico de sobreponer.

Media:

- Espacios diferenciados por uso.
- Servicios completos.
- Muros acabados de cemento-arena, pasta o yeso.
- Ventanas sencillas de fierro o aluminio natural con vidrios sencillos naturales o ahumados de 4 a 6 mm.
- Techos o entresijos de concreto armado, acero, mixtos, o prefabricados de mediana calidad reticulares, o aligeradas de bóveda catalana, o madera con teja, con algún claro corto de hasta 4.00 metros. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales, con claro mayor que libra la estructura de 5.01 a 8.00 metros, y con alturas de piso a techo de hasta 5.00 metros.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas y ocultas.
- Pisos de concreto recibiendo acabado nivel medio (alfombra uso rudo, loseta cerámica o vinílica, congoleum o linoleum).
- Muebles de baño tipo "B" mediana calidad. W. C. cerámico, lavabo cerámico de sobreponer o con pedestal.

Buena:

- Espacios diferenciados por uso.
- Servicios completos.
- Muros acabados de cemento-arena, pasta o yeso.
- Ventanas sencillas de fierro o aluminio natural con vidrios translucidos, ahumados o anti reflejantes de 4 a 6 mm.
- Techos o entresijos de concreto armado, acero, mixtos, o prefabricados, o de bóveda de ladrillo; con algún claro corto de hasta 4.50 mts. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales, con claro mayor que libra la estructura de 8.01 a 10.00 metros, y con alturas de piso a techo de hasta 6.00 metros.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas y ocultas.
- Pisos de concreto recibiendo acabado de buena calidad (alfombra residencial de nudo grueso, madera laminada, loseta cerámica en piezas de 40 x 40 cm. a 60 x 60 cm., Mármol en piezas pequeñas de máximo 30 cm²).
- Muebles de baño tipo "C" buena calidad. Con mecanismos de ahorro de agua.
-

Muy buena:

- Espacios totalmente diferenciados y especializados por uso.
- Servicios completos, incluyendo cuarto de servicio.
- Muros acabados de cemento-arena, pasta o yeso, recibiendo o no papel tapiz o acabados plastificados.
- Ventanas de acero, o de aluminio natural, o anodizado con vidrios translucidos esmerilados, ahumados, filtrazol o vitrosol de 6mm o más.
- Techos o entresijos de concreto armado, acero o mixtos, cubierta- entresijos aligerados, o reticulares, o de armaduras compuestas ligeras, o arcos autoportantes, o prefabricados, o losacero, o multipanel, con y/o sin plafones, domos o tragaluces medianos con algún claro corto de hasta 5.00 mts. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales con claro mayor que libra la estructura de 10.01 mts. a 12 mts, y con alturas de piso a techo de hasta 8.00 metros.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas y ocultas.
- Pisos de concreto recibiendo acabado de muy buena calidad (loseta cerámica en piezas de 60 x 60 a 90 x 90 cm, mármol en piezas de 31 a 60 cm²).
- Muebles de baño tipo "D" lujo. Diseñado y con mecanismos de ahorro de agua. W. C. cerámico, lavabo cerámico o de cristal o de acero inoxidable, de sobreponer o con pedestal.

Lujo:

- Espacios amplios y definidos por uso con áreas complementarias a las funciones principales.
- Servicios completos con algún vestidor y closet integrado a alguna recámara.
- Muros acabados de cemento-arena, pasta o yeso, recibiendo o no papel tapiz, telas, acabados plastificados, pedacería de mármol o arenas.
- Ventanas de perfiles semiestructurales de acero, o aluminio anodizado o de madera. Vidrios con película anti-siniestros translucidos esmerilados, ahumados, filtrazol o vitrosol de 6mm o más dobles con cámara de aire.

- Techos o entrepisos de concreto armado, prefabricados, reticulares de concreto armado, o tridimensionales, o viga T pretensada o postensada, armaduras convencionales de peso mediano, horizontales o inclinadas, arcos portantes armados, domos o tragaluces o de tabloncillos sobre vigas de madera con capa de compresión de concreto armado; con algún claro corto de hasta 5.50 mts. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales con claro mayor que libra la estructura de 12.01 a 15.00 metros, y con alturas de piso a techo de hasta 10.00 metros.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas y ocultas, con diseño de iluminación. Mas instalaciones especiales de seguridad y sonido.
- Pisos de concreto recibiendo acabados de lujo (loseta cerámica de importación en piezas de 91 x 91 cm. o más, mármol o porcelanato en piezas de de 61 a 90 cm2, parquet de madera, terrazos o materiales pétreos.
- Muebles de baño tipo "E" súper lujo. Diseñado y con mecanismos de ahorro de agua + control de flujo. W. C. cerámico, lavabo cerámico o de cristal o de acero inoxidable o de cantera o de mármol o de granito, de sobreponer o con pedestal.

Especial:

- Edificaciones inteligentes o construcciones proyectadas con alta funcionalidad con áreas complementarias a las funciones principales.
- Servicios completos, cada recámara con baño y más de un vestidor integrado a una recámara.
- Muros acabados de cemento-arena, pasta o yeso, recibiendo telas importadas o de diseño, pieles, acero inoxidable natural o pigmentado, pedacera de mármol, arenas o resinas.
- Ventanas de perfiles estructurales de aluminio anodizado-cadmizado, o de maderas finas, o estructural pesada de acero con vidrios especiales con película anti-siniestros translucidos esmerilados, ahumados, filtrados o vitrosol de 6mm o más dobles con cámara de aire y sensibles a la luz.
- Techos o entrepisos reticulares de concreto armado con trabes de grandes peraltes, o losas tridimensionales, o prefabricadas pretensadas o postensadas, o bóveda catalana de ladrillo en claros grandes, o vigas "T", o losa sobre vigas de acero, o tabloncillos sobre vigas de madera con capa de compresión de concreto armado, o con estructuras metálicas pesadas, articulaciones, armaduras compuestas, o sustentadas con tensores; con algún claro corto mayor a 5.50 mts. Y en el caso de naves o bodegas industriales o comerciales, con claro mayor que libra la estructura de 15.00 mts. en adelante, y con alturas de piso a techo mayor a 12.00 m.
- Instalaciones eléctricas e hidráulicas completas y ocultas, diseño de iluminación. Además de instalaciones especiales de seguridad, sonido y automatización.
- Pisos de concreto recibiendo acabados especiales como pizarra, porcelanato o porcelanosa de importación en piezas de 100 x 100 cm. o más, mármol de importación en piezas de más de 91 cm2, parquet de maderas finas, materiales pétreos exóticos, acero inoxidable natural o pigmentado.
- Muebles tipo "F" gran lujo. Elaborado con materiales especiales, diseñado y con mecanismos de ahorro de agua + control de flujo. Diseñado y con mecanismos de ahorro de agua + control de flujo. W. C. cerámico o de cristal o de mármol o de granito o cualquier otro material especial, lavabo cerámico o de cristal o de acero inoxidable o de cantera o de mármol o de granito o cualquier otro material especial, de sobreponer o con pedestal.

Consideraciones para su utilización: No podríamos deducir este factor con solo observar la fachada de una casa, sino que sería necesario conocerla en su totalidad para poder homologar correctamente. Es importante resaltar que tanto para este factor como para todos los demás, no debemos hablar de algo que no nos consta.

Factor de grado de conservación o condición (FCo): Factor que refleja la reducción o incremento del valor con relación al mantenimiento que se le ha dado a la construcción. Un mayor grado de conservación incrementa la vida económica de una construcción.

- a) Ruinoso: Construcciones que por su estado debieran ser demolidas. (Elementos estructurales fracturados, áreas destruidas, losas colgadas, etc).
- b) Malo: Construcciones cuyos acabados estén desprendiéndose, herriería agredida por la corrosión, tenga gran cantidad de vidrios rotos, muebles sanitarios rotos o fuera de operación. Algunos de los elementos agrietados y que, en general requieran de reparaciones mayores.
- c) Normal: Construcciones que no representen las características anteriores, aún pudiéndose apreciar humedades o necesidad de pintura en general, o que requieran solo labor de mantenimiento.
- d) Bueno: Construcciones que notablemente hayan recibido un mantenimiento adecuado y que estén en perfectas condiciones.

Consideraciones para su utilización: Aplican las mismas consideraciones que en el factor anterior, más es importante resaltar que un valuador debe de conocer de construcción y de estructuras para poder dar un correcto análisis. Considero que se utiliza el factor de edad o el de conservación, pero nunca juntos.

Factor de edad de las construcciones (FE_d): Sirve para aplicar el demérito al valor de las construcciones por la edad del inmueble expresada en años. La vida útil total es una apreciación física y económica.

Consideraciones para su utilización: Desde un punto de vista personal, este factor tiende a "enredarse" con el grado de conservación, que para mí es más importante que la edad contada a partir de la finalización de la obra. Por ejemplo, una casa deshabitada sufre menos desgaste por el uso pero carece de mantenimiento.

Factor de superficie (FS_u): Este factor aplica cuando existe una diferencia de superficies entre el sujeto y el comparable. La aplicación de este factor en la valuación de construcciones, contrariamente con la valuación de terrenos, siempre es para demeritar las superficies mayores. The Appraisal Institute, estipula que, "Por lo general, conforme aumenta el tamaño, el precio unitario decrece. De manera opuesta, cuando el tamaño disminuye, el precio unitario aumenta." Appraisal Institute, The Appraisal of Real Estate 12^a Edición, (Chicago, Appraisal Institute, 2001).
Consideraciones para su utilización: Los compradores visualizan inmuebles de tamaños ligeramente diferentes como sustitutos razonables, fuera de estos límites los inmuebles ya no se consideran comparables. Además de ser cuidadosos en la elección de fórmulas para el cálculo de superficies y como ajustarlas al caso en cuestión.

1.4.2. FACTORES AUTÓCTONOS O ESPECIFICOS DEL SUJETO (FO_t)

Son factores que se pueden adecuar e incluso inventar dependiendo del inmueble que se este valuando. Los siguientes son solo algunos ejemplos, pero pueden existir muchos más como: factor de Estudio o factor de Instalaciones-elementos accesorios-obras complementarias, etc. Nótese que aún no se hace mención de los factores de negociación y de comercialización, puesto que no considero que deban de formar parte de las matrices de homologación. Pues aunque son factores que influyen en el valor, su cálculo es muy diferente.

Factor de baños y sanitarios (FB_{añ}): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a cantidad y calidad de baños y sanitarios entre los comparables y el sujeto. Este tipo de locales son los más elevados por m² en una vivienda y además también son difíciles de anexas a una vivienda comparado con una recámara extra o un estudio.

Consideraciones para su utilización: Se utiliza el factor de baños o el de superficie, pero nunca juntos pues es redundante y falsearía la homologación. Siempre es un plus un baño extra, especialmente en los usos habitacionales.

Factor de calidad del proyecto (FC_{ap}): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a calidad del proyecto entre los comparables y el sujeto. El factor de calidad engloba también una correcta distribución de espacios, orientaciones y el cumplir con las áreas mínimas necesarias para realizar la actividad correctamente.

Consideraciones para su utilización: La consideración de variables en la valuación económica de un inmueble, cuantificarlas y deducir un índice de calidad o estética que las resuma puede resultar una tarea muy compleja para quienes no tiene conocimiento de ello, ya que el valuador puede incluir sus preferencias o gustos personales y, con ello, cierto grado de subjetividad. Por eso es importante que la realización de avalúos sea realizada por especialistas con amplios conocimientos.

Factor de complementariedad (FC_{op}): Factor aplicable por la complementariedad de dos inmuebles, o de un inmueble con instalaciones o servicios que se benefician de su cercanía o proximidad.

Consideraciones para su utilización: Hay que conocer con que inmuebles o servicios se beneficiaría más, pues la cercanía podría llegar a ser contraproducente. Este factor es muy utilizado especialmente en la valuación de naves industriales, ya que buscan complementarlas con estacionamientos cercanos y con estaciones de transporte público para facilitar contratación de los trabajadores. Curiosamente bares y cantinas también buscan estar cerca de naves industriales para abastecerse de clientes.

Factor de cantidad de unidades rentables (FCur): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a cantidad de unidades rentables dentro del mismo predio entre los comparables y el sujeto.

Consideraciones para su utilización: Este factor es muy importante en la valuación de casas en condominio y departamentos, ya que estos modelos en serie tienen diferentes valores explicados por la saturación de áreas comunes (accesos, circulaciones, estacionamientos, instalaciones, servicios, etc.)

Factor de elevador (FEle): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a existencia de estos elementos accesorios entre los comparables y el sujeto.

Consideraciones para su utilización: Este factor es muy importante en la valuación de departamentos y oficinas con ubicación en desarrollos verticales, aunque hay que tomar en cuenta que los mismos reglamentos de construcción actuales hacen obligatorios los elevadores para edificios de 4 o más niveles.

Factor de estacionamiento (FEst): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a cantidad de lugares de estacionamiento entre los comparables y el sujeto. A causa de la sobrepoblación de las grandes ciudades, siempre será un plus tener más lugares de estacionamiento disponibles.

Consideraciones para su utilización: Es un plus también contar con un estacionamiento, incluso para obtener ingresos por su renta. Para realizar un cálculo de este tipo habrá que conocer las condiciones de los cajones de estacionamiento, si están techados o no, con puertas automatizadas o manuales, materiales, etc.

Factor de jardín o roof garden (FJar): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a cantidad y calidad de áreas jardineadas entre los comparables y el sujeto.

Consideraciones para su utilización: Hay muchas personas que exigen estas áreas de esparcimiento en sus viviendas. Sin embargo, también llega a existir grandes diferencias en plantas, ornamentaciones y materiales. Este factor originalmente era más común en usos habitacionales, más con la nueva ley anti tabaco se amplía a todos los usos existentes como oficinas, restaurantes e industrias.

Factor de obsolescencia (FObs): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a obsolescencia funcional, estética y económica, entre los inmuebles comparables y el sujeto.

Consideraciones para su utilización: La obsolescencia está presente en todos los usos, pero especialmente en las instalaciones de las oficinas y naves industriales, aunque el estilo de vida actual demanda también nuevos diseños en usos habitacionales.

Factor de recámaras (FRec): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a cantidad de recámaras entre los comparables y el sujeto. Hay muchas personas que requieren cierto número de recámaras para satisfacer sus necesidades.

Consideraciones para su utilización: Se utiliza el factor de recamaras y baños o el de superficie, pero nunca juntos pues es redundante y falsearía la homologación. En ocasiones se llega a ofrecer una recámara extra que no cumple con las medidas mínimas o no está delimitada y bien podría funcionar como alcoba o estudio. Por lo tanto, no estoy de acuerdo en la utilización de este factor.

Factor de restricciones, servidumbres y concesiones (FRes): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a servidumbres, restricciones y concesiones entre los comparables y el sujeto. Un inmueble "libre" es mucho más demandado que el que no lo es.

Consideraciones para su utilización: Los inmuebles cuentan con las restricciones propias de la delegación o municipio. Pero fuera de ello existen servidumbres, restricciones y concesiones propias del inmueble como producto de acuerdos internos que debemos conocer.

Factor de versatilidad (FVer): Factor aplicable por las diferencias en cuanto a la versatilidad entre los comparables y el sujeto. Un inmueble versátil es mucho más demandado que el que no lo es. Por lo tanto es más valioso al ser más deseado.

Consideraciones para su utilización: Aunque este factor es aplicable a todos los usos, es preferente mente en oficinas y naves industriales donde tiene un uso más común.

1.5. ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE COMERCIALIZACION CON NUMEROS INDICES E INTERES COMPUESTO.

Factor de comercialización (FCom): Este factor no es más que la diferencia observada entre un valor de oferta y de cierre. Esta directamente relacionado con la utilidad y gastos del vendedor, aunado al tiempo de exposición de los comparables en el mercado y de la bonanza económica en que se encuentre el país.

Factor de negociación (FNeg): "Regateo" y ocasionalmente "puja" como resultado de los momentos económicos por los que pasen tanto el ofertante como el demandante y la deseabilidad del bien. Aunque es un factor que incide en el valor no es un factor de homologación. Por lo tanto hay que tener especial cuidado en su aplicación pues no se puede determinar si no es influenciado por la comercialización misma. Estos factores miden la valorización o desvalorización de un objeto por exposición al libre juego de oferta-demanda en el mercado, tanto en posición larga (compradora) como en posición corta (vendedora). Por todas las razones anteriores, no es posible calcularlos pero si podemos acercarnos a una estimación con números índices y la formula de interés compuesto dependiendo del tiempo de exposición en el mercado.

Números Índices.: Son medidas estadísticas que tienen la propiedad de informar de los cambios de valor que experimenta una variable (precios, salarios, ingresos) en dos periodos determinados de tiempo. Permiten comparar dos conjuntos de precios para un mismo artículo o para un grupo de ellos. A la situación inicial se le llama periodo base y a la situación que queremos comparar periodo actual o corriente. Los números índices nos permiten estudiar la evolución a lo largo del tiempo de la cuantificación monetaria de los bienes. Este valor se llama nominal o en pesos corrientes o de cada año cuando los precios son los del periodo de comparación. Para comparar el valor de un conjunto de bienes en dos periodos distintos interesa aislarlo de la subida, inflación, o de la bajada, deflación, de sus respectivos precios. De esta manera, se consigue aislar el cálculo de la distorsión que las subidas de precios, que no sean debidas a una mejora en la calidad de los bienes y los servicios. Los números índices más importantes son:

ÍNDICE DE LASPEYRES (INTERES VENCIDO). La fórmula de Laspeyres se expresa como un promedio ponderado de variaciones de precios relativos (Índices Elementales de Variedades) multiplicados por su ponderación fija (Estructura del Gasto) correspondiente al Período Base. El estadístico Laspeyres discutió los cambios en la calidad de los bienes, hábitos de consumo, distribución de la renta, innovaciones tecnológicas en la fabricación y diseño de nuevos productos. El índice de Laspeyres se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IL = \frac{\sum (\text{precios nuevos} \times \text{cantidades viejas})}{\sum (\text{precios viejos} \times \text{cantidades viejas})}$$

ÍNDICE DE PAASCHE (INTERES ANTICIPADO). Este índice de precios se debe al estadístico alemán, Hermann Paasche (1851-1925), quien propuso esta nueva metodología que tiene como fórmula:

$$IP = \frac{\sum (\text{precios nuevos} \times \text{cantidades nuevas})}{\sum (\text{precios viejos} \times \text{cantidades nuevas})}$$

ÍNDICE DE FISHER. El estadístico estadounidense Irving Fisher (1867-1947) diseñó otro método de cálculo para aprovechar las ventajas del índice de Laspeyres (comparabilidad con el pasado y el futuro) y las bondades del método de Paasche (actualización de los hábitos de consumo) mediante una ingeniosa fórmula: multiplicó los dos índices de Laspeyres y Paasche y al resultado le extrajo la raíz cuadrada, con lo cual obtuvo la media geométrica de ambos índices:

$$IF = \sqrt{IL \times IP}$$

EJEMPLOS DE ESTIMACION DEL FACTOR DE COMERCIALIZACION.

“En el caso de la comercialización de inmuebles, tanto las inmobiliarias como los promotores independientes consideran que una propiedad que se encuentra en exposición más de un año, o bien esta fuera de rango o el mercado potencial es muy específico. Pues tiene estimado que un inmueble se venderá en un promedio de 6 meses y por lo tanto ese es el plazo mínimo al que acuerdan los contratos de exclusividad”.

Fuente: Asociación Mexicana De Promotores Inmobiliarios.2008.

En base a la información anterior realizaremos los siguientes ejercicios:

1. Si un departamento se valúa en \$ 850,000 al día de hoy, en cuanto terminaría vendiéndose al vencimiento del contrato en 6 meses. Si se considera una inflación esperada del 5.80% anual, según el Banco de México.

VF = ?
 Vp = 850000
 i = 5.8% anual = 0.4833 % mensual
 n = 6 meses
 $VF = Vp (1 + i)^n$
 $VF = 850000 * (1 + 0.004833)^6 = \$ 874 950$

Si calculamos con el mismo método los valores respectivos al final de cada mes, obtendríamos.

Al final del	Valor	Fco
mes 1	\$ 854,108	0.976
mes 2	\$ 858,237	0.981
mes 3	\$ 862,385	0.986
mes 4	\$ 866,553	0.990
mes 5	\$ 870,741	0.995
mes 6	\$ 874,950	1.000

Con esta tasa se requeriría de un plazo de 22 meses para llegar al factor de comercialización de 0.90 comúnmente utilizado. Aunque le agregáramos la comisión por la venta de la propiedad que generalmente esta entre el 4 y 5%. Esto nos hace suponer que, o se calcula con una tasa mucho mayor (alrededor del 21 %) o bien el valor fue previamente elevado para concluir 10% menos como resultado de la negociación.

2. Este ejemplo es calculado con números índices viene con tasas de interés como quiera que una tasa de interés anticipado es una variante de la ponderación de Paasche y una tasa de interés vencido una variación de la ponderación de Laspeyres, así:

Paasche = $\frac{iv}{1+iv}$
 Laspeyres = $\frac{ia}{1-ia}$
 Donde, iv: interés vencido (T) e ia: interés anticipado (T-t).

5.00% de interés anual vencido (T) es equivalente a 4.762% anual anticipado (T-t).

Entonces:

Laspeyres = 5.00 %

Paasche = 4.762%

Fischer = $[1.05 \cdot 1.04762]^{(1/2)} = 1.048808848170151... - 1 * 100 = 4.881\%$ Aplicando los redondeos respectivos. Partiendo de (To) hasta llegar a (T)
 La ponderación de Fischer nos da el valor de la tasa que hipotéticamente se pagaría en (T/2 = 6 meses)

3. Una propiedad vale hoy \$1000 000 y hace un año \$ 830 000. Calcular las respectivas ponderaciones.

Laspeyres = $830000 / 1000000 = 0.83$

Paasche = $1000000 / 830 = 1.2048$

Fischer = $[P \cdot L]^{(1/2)} = 1$ En la mayoría de los casos este va a ser casi siempre el valor de la ponderación de Fischer ya que concilia posiciones perdedoras con ganadoras arrojando la suma-cero que se observa en un balance contable.

De todo esto concluyo que si tenemos los elementos suficientes, podríamos calcular y utilizar el factor de comercialización correctamente. Estos elementos son la comisión del vendedor, la tasa para el cálculo (corregida por las variaciones que se producen debido a momentos económicos a lo largo del año), el tiempo de exposición en el mercado, y sobre todo el valor real de cierre. De otra manera, si no conocemos al menos un par de estos elementos, este factor seguirá siendo un ponderador disfrazado que no conviene utilizar. Pues existen mejores métodos de ponderación como los que veremos a continuación.

2. METODOLOGIAS MULTICRITERIO

2.1. INTRODUCCION AL VOCABULARIO MULTICRITERIO

El objetivo del análisis multicriterio es ayudarnos a decidir cual es la mejor opción entre un conjunto de soluciones o alternativas posibles, bien ordenándolas de mayor a menor en función de una serie de criterios o bien ponderándolas también en función de esos criterios. En este sentido, los primeros se denominan ordinales y los segundos cardinales. El análisis multicriterio discreto comprende los casos donde el número de alternativas a considerar por el evaluador es finito y normalmente no muy elevado. En este grupo encontramos métodos como el Electre, el Promethee y el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). También dentro de la metodología multicriterio encontramos métodos de ponderación de variables o determinación de los pesos como son los métodos de la Entropía, de Diakoulaki, la Ordenación Simple y el mismo Proceso Analítico Jerárquico ya enumerado en el análisis multicriterio discreto. Según Aznar es posible valorar cualquier objeto tangible e intangible con la sola aplicación de estas fórmulas, yo propongo la previa observación y análisis antes de aplicar cualquier fórmula a cualquier caso. Mi propuesta en la aplicación de fórmulas específicas a casos específicos. El problema no son las metodologías (ya que a continuación se mencionan las suficientes), sino su correcta aplicación.

AGREGACION (Ing. Aggregation; Fr. Agrégation)

Los algoritmos de agregación consisten en la aplicación de procedimientos matemáticos para sintetizar los valores obtenidos por cada alternativa respecto a todos los criterios considerados en el análisis. Los valores obtenidos pueden referirse tanto a las puntuaciones de las alternativas respecto de algún criterio, como a la utilidad que reporta el puntaje obtenido en dicho criterio. Los mecanismos más conocidos de agregación son los que se obtienen de la ponderación lineal, o multiplicativa, en tanto que en las metodologías del tipo ELECTRE o PROMETHEE las formas de agregación están dadas por la lógica de las relaciones de superación. Cabe destacar que en dichos métodos también se procede a una agregación de varios preórdenes obtenidos mediante la obtención del llamado orden mediano.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD (Ing. Sensitivity Analysis)

Se refiere a las diversas técnicas empleadas para vincular los parámetros y datos iniciales de un modelo con los resultados o soluciones del mismo. La vinculación puede consistir en i) los intervalos posibles de variación de datos iniciales o parámetros que no afectan a los resultados; iii) el cálculo de una medida global de "robustez" de una solución sin referencias directas a cambios en los parámetros o datos iniciales. (R. Vestchera).

ATRIBUTOS O CRITERIOS (Ing. Attributes, Criteria; Fr. Attributs, Critères)

Son los puntos de vista considerados relevantes para el análisis y/o resolución de un problema. Es la evidencia sobre la cual se basa una decisión, o dicho de otro modo es un aspecto medible de un juicio, por el cual puede ser caracterizada una dimensión de las alternativas bajo análisis. Estos criterios pueden representar diferentes aspectos de la teleología: objetivo, metas, valores de referencia, niveles de aspiración o utilidad. En el planteo de la matriz de decisión o en la caracterización de un problema, la identificación de los criterios pertinentes al mismo es de gran importancia para el logro de los objetivos. La forma en que puede ser medido o caracterizado el criterio también es un aspecto de gran importancia, ya que de ello dependerá en gran parte el resultado final del proceso de evaluación. Desde un punto de vista operativo los atributos pueden ser clasificados en tres grupos:

- De beneficio, en los que la preferencia o la utilidad es creciente con el valor o puntaje del mismo
- De costos, los que ofrecen una utilidad monotónica decreciente: cuanto mayor el puntaje, menor es la preferencia, y
- No monótonos, tales como el contenido de azúcar en la sangre, donde la utilidad máxima es obtenida en un valor intermedio dentro del intervalo posible.

DISTANCIA L1 O DISTANCIA MANHATTAN.

Dadas dos soluciones posibles en el espacio de los objetivos f_1 y f_2 la solución preferida será aquella que se encuentre más próxima al punto ideal. El concepto general de distancia se representa por:

$$L_p = \left[\sum_{j=1}^n |x_j^1 - x_j^2|^p \right]^{1/p}$$

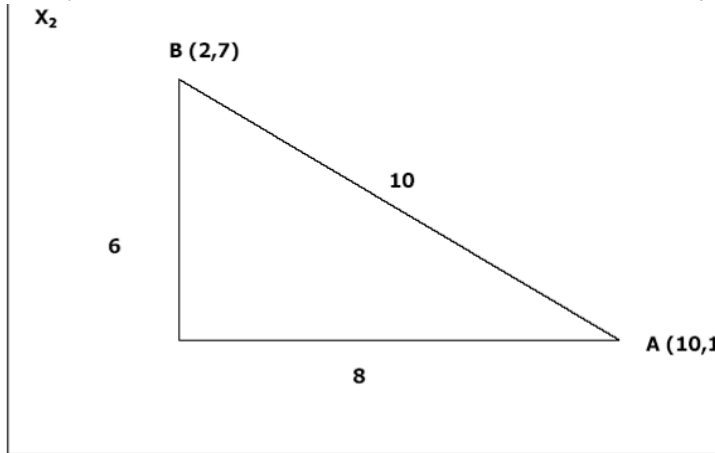
Según el valor que demos a p obtenemos distintas distancias, de las cuales las más comunes son:

P=1. Distancia Manhattan o Norma L1

P=2. Distancia Euclidiana o Norma L2

P= . Distancia Cheysev o Norma L

En un eje de coordenadas bidimensional la distancia entre dos puntos A y B sería:



Distancia Manhattan o L1 = 6+8 = 14

Distancia Euclidiana o L2 = 10

Distancia Cheysev o L =

La distancia Manhattan se corresponde con la suma de los catetos del triángulo rectángulo de la figura. La distancia Euclidiana a su vez se corresponde con la hipotenusa de dicho triángulo y la distancia Cheysev con el máximo valor de los dos catetos que configuran la Manhattan. En términos geométricos, podemos decir que la distancia Manhattan representa la más larga entre dos puntos y la Cheysev la más corta. Con cada uno de los métodos de valuación que se utilicen para calcular el valor del objeto problema, se recalcula el valor de los comparables, con lo que tendremos tantos grupos de valores comparables como métodos utilizados (Vm). Tenemos por otro lado los valores reales de cada uno de los comparables, valores de los que Partiendo (VR) y al que consideramos como Ideal. Calculamos la distancia L1 entre cada Vm y VR. Aquel Vm cuya distancia al ideal sea menor será el método cuya solución adoptaremos como definitiva, ya que es el método con el que obtenemos Vm más similares al Ideal que recordemos son los valores reales de los comparables.

ELECTRE (Fr. Elimination et Choix Traduisant la Réalité)

Familia de métodos basado en relaciones de superación para decidir acerca de ya determinación de una solución, que sin ser óptima pueda considerarse satisfactoria y obtener una jerarquización de las acciones, alternativas bajo análisis.

Electre I: con Electre I cual se pretende resolver una problemática P. de selección del mejor conjunto de acciones. Trabaja con relaciones de superación (surclassement; outranking) en las que a cada par de acciones se asocia un índice de concordancia (que mide la intensidad de los argumentos a favor de la afirmación que la acción a supera a la acción b) y un índice de discordancia (la cantidad o intensidad de argumentos contrarios dentro de los criterios bajo análisis, que pone en duda la afirmación que a supera a b). Hay varias formas de construcción de los índices de concordancia y de discordancia, que a su vez dependen de los pesos o ponderaciones atribuidos a los criterios así como de los umbrales de concordancia y de discordancia fijados por el evaluador. En definitiva, la acción a supera la acción b (y se denota con a S b) si ocurre simultáneamente: $c(a,b) \geq c$ y $d(a,b) \leq d$. Siendo c (a,b) y d (a,b) los índices de concordancia y de discordancia respectivamente, c y d los umbrales de concordancia y de discordancia fijados por el evaluador.

Electre II: atiende a la problemática P. de ordenación completa o parcial de acciones. La concordancia y discordancia es definida como en Electre I y se determinan dos límites o umbrales para cada uno de estos índices. A partir de los mismos puede construirse una relación de superación fuerte y otra débil, en función de las relaciones obtenidas entre los índices y los umbrales para cada par de acciones a y b. La exploración de relaciones de superación se realiza entonces: i) determinando aquel conjunto B de acciones que no son superadas fuertemente por ninguna otra acción; ii)

dentro de ese conjunto se determina el conjunto A1 de acciones que no son superadas débilmente por ninguna otra acción de B. Este conjunto constituye la primera clase de la ordenación; iii) el proceso recomienza con el conjunto restante, brindando de este modo un pre orden completo (clasificación con posibilidades de empate por similitudes); iv) de manera análoga se construye un segundo pre orden completo aunque comenzando por la clase de las peores acciones (aquellas que no superan a ninguna otra acción) y subiendo progresivamente en dirección a las mejores. Con los dos preordenados obtenidos (que en general serán diferentes), se procede a una agregación que resulta en un pre orden promedio (o mediano en la terminología de los autores).

Electre III: como Electre II el problema abordado por Electre III es el de ordenación de un conjunto de acciones (P.). Esta versión más sofisticada utiliza relaciones de superación valorizadas (se obtiene de este modo un orden completo como en el caso de los métodos MAUT o AHP). Ello implica que a la relación de superación se le atribuye un escalar (entre 0 y 1) que mide el grado de credibilidad de la relación de superación entre un par ordenado de acciones. Por otra parte, a diferencia de Electre I y Electre II, la comparación de pares de acciones respecto a un determinado atributo se realiza mediante seudocriterios que toman explícitamente en cuenta umbrales de preferencia y de indiferencia, es decir que se consideran conceptos de la teoría de conjuntos borrosos. Como en Electre II pero utilizando una mayor cantidad de parámetros a ser determinados por el evaluador, se llega a la construcción de dos preordenados completos, los cuales finalizan en un ordenamiento valorizado de las acciones. Se ha encontrado que Electre III brinda resultados relativamente estables pero algunos investigadores opinan que es complicado y difícil de interpretar.

Electre IV: Como en Electre III, esta versión se basa en la consideración de una familia de seudocriterios. Su propósito es obtener una ordenación de las acciones (P.), aunque no requiere la ponderación de los criterios ya que funciona mediante una secuencia de relaciones de superación anidadas. Se construyen dos relaciones de superación (una fuerte y otra débil) sobre la base de consideraciones de "sentido común" compatibles con la carencia de información respecto a la importancia relativa de los criterios. La exploración de las relaciones se realiza como en Electre III pero es más sencilla dado que hay solamente dos niveles de superación. El problema de la determinación de pesos de los criterios ha sido siempre una gran preocupación de los investigadores de métodos de superación. Electre IV omite tal problema al realizar el supuesto de que no hay relaciones de mayor o menor importancia relativa de los criterios. Esto no implica que todos los criterios tengan la misma importancia, sino que ninguno de ellos es de inferior categoría en relación a los demás. Otros procedimientos que no requieren cuantificar la importancia de los criterios mediante pesos son el QUALIFLEX (Paelinck, 1978; Janssen et al., 1990), ORESTE (Roubens, 1981). El método MELCHIOR (Leclercq, 1984) contiene como caso particular a Electre IV.

Electre IS: Es una generalización del método ELECTRE I. Dados un conjunto finito de acciones valuados respecto a una familia coherente de criterios cuantitativos o cualitativos (seudocriterios), el método tiene por objeto la ayuda en la comparación de las acciones en vista de obtener una alternativa final o un subconjunto de alternativas (P.). El método agrega las preferencias parciales en una relación de superación neta que se analiza bajo la forma de un grafo. El subconjunto buscado está constituido por el núcleo del grafo. Asimismo, en el paquete informático de aplicación del método se ofrecen informaciones complementarias (circuitos máximos, cuadros de tasas de vinculación).

Electre TRI: Es una herramienta de ayuda a la decisión multicriterio, especialmente concebida para tratar los problemas de clasificación o de segmentación (P.). El problema de segmentación consiste en examinar el valor intrínseco de la acción (solicitud, candidatos, proyectos,...) a efectos de proponer una recomendación o dictamen apropiado para cada una de ellas. Partiendo de un conjunto discreto de acciones evaluadas respecto a una familia de criterios cuantitativos y/o cualitativos, así como de un conjunto de categorías correspondientes a recomendaciones o dictámenes predefinidos (por ejemplo: bueno, regular, malo, muy malo,...), ELECTRE TRI provee a los usuarios dos procedimientos diferentes que permiten afectar todas las alternativas a dichas categorías. Contrariamente a los procedimientos clásicos que se basan en el principio de la Suma de ponderaciones (lógica compensatoria), los dos procedimientos propuestos en ELECTRE TRI rechazan esta posibilidad de compensación total entre las valuaciones de la acción respecto a los diferentes criterios. La afectación de una acción cualquiera se fundamenta en la comparación de la acción bajo análisis y de las acciones de referencia por medio de la relación de superación. Ambos procedimientos difieren por su comportamiento (pesimista u optimista) en relación a algunas acciones incomparables con las acciones de referencia. Para la aplicación de este método se dispone de un paquete, ELECTRE TRI Assistant que ayuda al usuario a calibrar su modelo de modo indirecto, ya que los parámetros del modelo se fijan alimentando al mismo con ejemplos de afectación (que corresponden a afectaciones deseadas o a decisiones tomadas anteriormente). Los valores de dichos parámetros son inferidos por alguna forma de regresión a partir de la información contenida en los ejemplos. Cabe anotar además que este procedimiento constituye una poderosa herramienta para resolver problemas de elección (ELECTRE IS) o de ordenamiento (ELECTRE III-IV) cuando la cantidad de alternativas es muy elevada. En tal caso puede utilizarse ELECTRE TRI para una selección previa en función de algunos principios preestablecidos, y luego aplicando otro mecanismo (por ejemplo ELECTRE IS) entre las alternativas retenidas.

ÍNDICES BINARIOS DE PREFERENCIA O DE ADECUACIÓN

Una dificultad para comparar alternativas con ayuda de modelos, es que la confianza en los resultados está afectada negativamente por la inevitable imprecisión en los respectivos parámetros. Resulta, entonces, útil contar con herramientas que expresen el grado de confianza en los resultados del modelo cuando se comparen dos alternativas cualesquiera. Con este propósito se proponen índices binarios que resultan de un análisis de sensibilidad sobre determinados parámetros del modelo, el cual se considera aditivo (o aditivo general). Estos índices sirven para estimar si el resultado de comparar dos alternativas es suficientemente confiable o si es conveniente un análisis más detallado con información adicional para decidir cuál de ellas es mejor. Se trata de enfrentar la solución obtenida mediante el modelo de programación por metas con la que se obtendría con una solución ingenua (naive) del problema. Esta última sería la que aplicaría el evaluador cuando la única variable conocida para la muestra de comparables fuera el precio, de manera que el valor estimado para cualquier objeto problema sería el obtenido como promedio entre el conjunto de comparables de la muestra. El índice de adecuación se obtendrá a partir de la relación entre la suma de desviaciones de uno y otro modelo, y puede fluctuar entre 0 y 100, con valores más próximos al límite superior cuanto más ajustado resulte el modelo: $I_a = (1 - z/z') * 100$.

$$z = \sum_{j=1}^n n_j + p_j = \sum_{j=1}^n |y_j - \bar{y}|$$

Donde z recoge la suma del conjunto de variables de desviación para el modelo por metas.

$$z' = \sum_{j=1}^n |y_j - \bar{y}|$$

y z' la suma de errores en el modelo naive

MÉTODOS INTEROBJETO

Método Ariadne: Calcula, mediante un modelo lineal, los valores máximo y mínimo posibles de cada alternativa, de acuerdo con los pesos obtenidos por programación lineal y a partir de la información que el evaluador proporcione.

Método Macbeth (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique): Mide el grado de preferencia de un evaluador sobre un conjunto de alternativas. Construye una función criterio de un punto de vista fundamental y determina los parámetros relacionados con la información entre criterios (pesos) en la fase de agregación. Para la construcción de la función criterio de cada punto de vista, la preferencia es local, es decir, que los juicios del evaluador conciernen únicamente a un solo punto de vista fundamental. Para determinar los pesos se usan los juicios del evaluador acerca de la preferencia total de las alternativas. Estos permiten a MACBETH representar la información de manera cuantitativa mediante la relación de todos los criterios dentro de un modelo de evaluación global.

MÉTODOS COMPENSATORIOS Y NO COMPENSATORIOS (Ing. Compensatory and No Compensatory methods)

Estos métodos se diferencian sobre la base de si las ventajas de un determinado atributo o criterio pueden ser intercambiadas por las desventajas de otro atributo, o si este intercambio no es posible. Una estrategia de elección es compensatoria si los intercambios de logros entre atributos (trade-offs) están permitidos. La estrategia será No Compensatoria si no están autorizadas dichas compensaciones. Los métodos de Ponderación Lineal y el Proceso Analítico Jerárquico son típicamente compensatorios, en tanto que los métodos ELECTRE no lo son, tal como ocurre por otra parte con el método lexicográfico y el método de eliminación por aspectos.

MÉTODOS SIMPLES (Ing. Simple Methods)

Es posible la aplicación de otros métodos, algunos de ellos de tipo no compensatorio, pero que no se encuentran necesariamente vinculados a la determinación de funciones de utilidad, o que están vinculados a dichas funciones pero solamente desde un punto de vista formal.

Método Lexicográfica (o de dictadura). Se parte de una matriz de valuación para la cual se han determinado las escalas apropiadas y se designa un criterio principal que será el criterio dictador. Aquella acción potencial que obtiene la mejor puntuación en ese criterio queda consagrada como la "mejor" acción. En caso que hubiera empate entre pares de acciones luego de efectuada esta primera selección, se aplica un procedimiento de desempate que consiste en recurrir al segundo criterio en orden de importancia (aquella acción que obtiene la mejor nota con el segundo criterio es la que queda clasificada como la mejor), o en el tercer criterio si fuera necesario, y así seguido. Este procedimiento no es tan trivial como pudiera

creerse, ya que es utilizado frecuentemente en decisiones económicas: la selección de proyectos sobre la base del mayor valor presente neto constituye un típico procedimiento basado en un criterio dictatorial. El procedimiento se denomina lexicográfico, ya que de este mismo modo se ordenan las palabras del diccionario: el criterio dictatorial es la primera letra, luego los casos de empate son resueltos con la segunda letra y así seguido.

El método de democracia es aquel que considera también una matriz de valuaciones, con sus respectivas escalas, para el cual se comparan alternativas de a dos en dos. La regla de asignación democrática establece que una acción a es mejor que una acción b si esta superioridad ha sido evidenciada en más de la mitad de los criterios bajo análisis. Cuando los criterios tienen diferentes ponderaciones, lo que sucede en la mayoría de los casos, la regla establece que los criterios para los cuales se fundamenta la superioridad de una alternativa sobre otra deben reunir más de la mitad de los pesos. Procediendo de este modo por comparaciones sucesivas se podría establecer una clasificación de las acciones potenciales y, en consecuencia, seleccionar la "mejor" de tales alternativas. El problema con este procedimiento es que puede llevar a circuitos no deseados, del tipo de los que se encuentran en los torneos.

Eliminación por aspectos: se examina un atributo de por vez y se realizan las comparaciones entre las alternativas, eliminando aquellas que no cumplen con algún estándar o valor de base predeterminado. La diferencia con el método anterior es que los criterios no están ordenados por orden de importancia, sino en términos de su poder de discriminación probabilística. Esto es, los atributos son utilizados y priorizados en términos de su orden de verosimilitud para que fallen las alternativas: estas son eliminadas según los aspectos más probables de fallo. Sea X_1 el aspecto más efectivo para eliminar la mayor cantidad posible de alternativas, X_2 el segundo más efectivo y así seguido. El conjunto de alternativas A^1 será seleccionado si cumple: $A^1 = \{A_i \mid x_{i1} \text{ satisface } X_1, i = 1, 2, \dots, m\}$.

Si el conjunto $\{A^1\}$ posee un único elemento, entonces este elemento es la alternativa preferida. Si hay varios elementos, se considera el próximo aspecto más importante X_2 : $A^2 = \{A^1 \mid x_{i2} \text{ satisface } X_2, i \in \{A^1\}\}$.

Si este conjunto posee un único elemento, el proceso se detiene y esta alternativa es la seleccionada, de otro modo se considera el próximo aspecto más importante X_3 y así seguido.

NORMALIZACIÓN DE VALORES

Los métodos multicriterio requieren unificar unidades de medida para poder comparar y no se distorsione el resultado. Este proceso se denomina normalización. Podemos definir la normalización como un procedimiento por el cual el valor de las variables normalizadas queda comprendido en el intervalo [0 1]. Existen diferentes procedimientos de normalización cada uno con sus características de cálculo y sobre todo con resultados distintos en cuanto a su distribución dentro del intervalo general de [0 1] y al mantenimiento o no de la proporcionalidad, siendo esta la propiedad por la que si el cociente de dos elementos es igual a n, el cociente de esos elementos normalizados también es n. A continuación se desarrollan los procedimientos de normalización más importantes; para su explicación teórica se utilizará los datos de la tabla:

VARIABLE	m2
COMPARABLE 1	148
COMPARABLE 2	130
COMPARABLE 3	140
COMPARABLE 4	206
COMPARABLE 5	290
COMPARABLE 6	250
Suma	1164

Normalización por la suma: Este sistema de normalización consiste en utilizar el cociente de cada elemento por la suma de los elementos de cada criterio o sea por la suma de los elementos de la columna en que esta ubicado el elemento a normalizar. El intervalo de los valores normalizados es $0 < x_{ij} < 1$. Por lo tanto, conserva la proporcionalidad.

Normalización por el ideal: Consiste en dividir cada elemento de una columna por el elemento ideal o mayor de dicha columna. El intervalo de los valores normalizados es $0 < x_{ij} < 1$. Por lo tanto, conserva la proporcionalidad.

Normalización por el intervalo: La normalización se realiza mediante el cociente de cada elemento menos el mínimo por el intervalo elemento máximo menos el mínimo. El intervalo de los valores normalizados es $0 \leq x_{ij} \leq 1$. Con este tipo de normalización siempre uno de los elementos es 0 y otro toma el valor 1. No conserva la proporcionalidad, lo cual es un dato importante para su aplicación.

EJEMPLO:

VARIABLE	m2	Normalización por la suma	Normalización por el ideal	Normalización por intervalo
COMPARABLE 1	148	0,1271	0,5103	0,1125
COMPARABLE 2	130	0,1117	0,4483	0,0000
COMPARABLE 3	140	0,1203	0,4828	0,0625
COMPARABLE 4	206	0,1770	0,7103	0,4750
COMPARABLE 5	290	0,2491	1,0000	1,0000
COMPARABLE 6	250	0,2148	0,8621	0,7500
Suma	1164,00	1,00	4,01	2,40

Como se observa, los métodos de normalización que mantienen la proporcionalidad de los datos son la normalización por la suma y la normalización por el ideal o por el mayor. Existen también la normalización por la raíz cuadrada del sumatorio del cuadrado de los elementos, pero los más utilizados son los tres vistos anteriormente.

ORDENAMIENTO POR LA MEDIANA (Ing. Median Ranking)

El método de la mediana permite trabajar con atributos cualitativos con los que se pueden elaborar ordenamientos parciales. Si el evaluador se enfrenta a un problema en el que tiene que resolver un ordenamiento sobre atributos cualitativos, el establecimiento de ordenamientos parciales respecto de cada atributo constituye una base inicial, pero debe tomarse en cuenta que las operaciones aritméticas no están permitidas respecto de las escalas de orden, lo que dificulta el proceso de agregación. Una forma de obtener un consenso en el ordenamiento final es crear un ordenamiento que difiera lo menos posible de los todos los ordenamientos parciales. Cook y Seiford (1978) introdujeron una función de distancia que puede usarse para medir el grado de acuerdo o de desacuerdo entre ordenamientos. Con el grado de acuerdo calculado se elabora una matriz de distancias entre alternativas bajo análisis. A partir de la matriz de distancias se trata de ordenar los elementos cuya suma de distancias es mínima, lo cual puede realizarse utilizando varios métodos, uno de los más conocidos es el llamado Método Húngaro definido por Kuhn en 1955. En consecuencia este enfoque se denomina ordenamiento por mediana debido a que el ordenamiento global difiere tan poco como sea posible de los ordenamientos parciales obtenidos respecto a cada atributo. Actualmente el método de la mediana ha sido adaptado para la toma de decisiones en grupos (Hwang y Lin, 1987), partiendo de un problema planteado por Cook y Seiford (1978) en el cual se trataba el problema de combinar las preferencias ordinales de n personas de forma a lograr un consenso. En el caso presente se trata de combinar n atributos u ordenamiento de atributos a efectos de obtener un ordenamiento de consenso, lo cual constituye una estructura formalmente análoga al del consenso de grupo.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS PONDERADAS (Weighted Goal Programming, WGP)

La GP es una extensión de la programación lineal que incluye múltiples objetivos y su fundamento parte de que ante la dificultad de alcanzar unos objetivos determinados el evaluador opta por acercarse lo máximo posible a unas metas prefijadas, minimizando unas variables de desviaciones máximas y mínimas que se introducen en el modelo. Esta Programación persigue obtener una función a partir de un conjunto de funciones, de forma que la función obtenida minimice la suma de distancias a cada una de las metas. Se ajusta a la información de la que se parte para hacer la valoración de forma que la suma de las distancias o desviaciones del valor estimado y el valor observado de los objetos es mínima.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS MINMAX O CHEBYSHEV (MINMAX GP)

En este modelo se busca la minimización de la máxima desviación de entre todas las desviaciones posibles. A diferencia del modelo WGP que minimizaba la suma de las desviaciones, en este modelo lo que se minimiza es la desviación máxima. El modelo se puede utilizar cuando se

pretende acercar la ecuación final a un comparable determinado por ser el que más se parece al objeto problema y además ser el que más se aleja de la muestra.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS EXTENDIDO

Los modelos GP extendidos permiten obtener una solución compromiso entre los modelos GP con metas ponderadas y los modelos MINMAX. Se trata de armonizar los objetivos planteados por uno y otro modelo: minimizar la suma de desviaciones y minimizar la desviación máxima, respectivamente. Aplicado este modelo se obtiene una función cuyo valor cambia según varíe, con lo que el valorador puede comprobar como evoluciona el valor del objeto problema según varía el factor de fluctuación y elegir la mejor combinación.

PREFERENCIAS BORROSAS (Ing. Fuzzy sets; Fr. Ensembles flous)

La incorporación de vaguedad e imprecisión como fuente de incertidumbre en la solución de problemas MC ha sido un aspecto que tradicionalmente fue tratado mediante los análisis de sensibilidad. Sin embargo, la aparición de un cuerpo axiomático de la lógica borrosa o difusa en 1965 permitió incorporar, aunque de modo lento, técnicas más adecuadas para el tratamiento de estas cuestiones. Es así que una de las primeras formas abordadas de incertidumbre mediante preferencias borrosas es la correspondiente a ELECTRE III, con la introducción del concepto de seudocriterio, del mismo modo que es introducida en el método ELECTRE IS. Con el método TODIM se han hecho aplicaciones más concretas de las herramientas disponibles de la lógica borrosa. Por otra parte la escuela de la Universidad de Helsinki trabaja actualmente con el método AHP mediante la consideración comparación por intervalos. Cabe mencionar, por último, la consideración de problemas bajo el enfoque de programación compromiso borrosa, en la que el ordenamiento de alternativas se basa en distancias métricas borrosas.

PROBLEMÁTICA DEL APOYO A LA DECISIÓN (Fr. Problématique de l' appuit a la décision)

El objetivo es esclarecer la decisión mediante:

- La selección de un subconjunto lo más restringido posible, teniendo en cuenta que la selección final se centra en unas pocas acciones. Este subconjunto contendrá las "mejores" acciones o las acciones "satisfactorias". El resultado es una selección o un procedimiento de selección.
- Una clasificación resultante de asignar cada acción a una categoría (o clase). Las diferentes categorías se definen a priori a partir de normas aplicables al conjunto de las acciones. El resultado es una clasificación o procedimiento de asignación de las acciones.
- Un arreglo obtenido reagrupando todas o parte (las más satisfactorias) de las acciones en clases de equivalencia, ordenando estas clases de modo completo o parcial conforme a las preferencias del valorador. El resultado es un arreglo o una ordenación de las acciones.
- Una descripción, con un lenguaje apropiado, de las acciones y de sus consecuencias. El resultado es una descripción o un procedimiento cognitivo de las posibles relaciones causales entre estos elementos.
- Sobre varias acciones que debe ser tomada en un contexto de restricciones de tipo técnicas, político-administrativas, financieras o de disponibilidad de recursos en general. El resultado es la selección de un subconjunto de acciones que cumple con las restricciones impuestas y representa una solución "mejor" o "satisfactoria" en términos de alguna función de utilidad o de valor del valorador.

PROMETHEE (Ing. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

Este método consiste en la construcción de relaciones de superación valorizadas, incorporando conceptos y parámetros que poseen alguna interpretación física o económica fácilmente comprensibles por el valorador. Promethee hace uso abundante del concepto de seudocriterio ya que construye el grado de superación entre cada par de acciones ordenadas a y b, (a,b) , tomando en cuenta la diferencia de puntuación que esas acciones poseen respecto a cada atributo. La valuación de esas diferencias puede realizarse mediante 6 funciones de valor posibles y que son utilizadas de acuerdo a las preferencias del valorador, quien además debe proporcionar los umbrales de indiferencia y de preferencia asociados a estos seudocriterios. El grado de superación obtenido en Promethee es bastante similar al índice de concordancia de Electre III, aunque no hace uso explícitamente del concepto de índice de discordancia. Hay varias versiones de Promethee. En Promethee I se obtiene un pre orden parcial, en

tanto que en Promethee II puede obtenerse un pre orden total considerando los flujos netos (entrantes — salientes) de cada alternativa. Otras variantes del método plantean situaciones más sofisticadas de decisión, en particular problemas con un componente estocástico. Así se han desarrollado las versiones Promethee III, Promethee IV y Promethee V. En Promethee V (Brans y Mareschal, 1992), se incorpora una filosofía de optimización entera a efectos de abordar problemas de selección de inversiones con restricciones presupuestarias (Problemática P.).

RELACIÓN DE SUPERACIÓN (Fr. surclassement; Ing. Outranking)

Utilizada en los métodos ELECTRE y en los análisis de concordancia en general, se refiere a la comparación de dos alternativas respecto a todos los criterios mediante el uso de relaciones binarias. Formalmente a supera a b (a S b) si existen suficientes motivos a favor de a (se trata de la concordancia en términos de cantidad de criterios o de peso de los criterios favorables) y si no se registran opiniones fuertemente contrarias a a (es la discordancia, ejercida como derecho de veto, medida como una gran diferencia de puntaje en a para alguno de los criterios bajo análisis). Cuando se verifican estas dos circunstancias, es posible afirmar que a supera a b. Las relaciones de superación no son necesariamente transitivas. Esto es, si a S b y b S c, ello no necesariamente implica que a S c. Esto hace que este método sea simultáneamente práctico y ambiguo, a semejanza de multitud de casos que se encuentran en la vida cotidiana. La relación de superación en ELECTRE se determina aplicando índices de concordancia y de discordancia en forma simultánea.

REVERSIÓN DEL ORDEN O DE INTERVALO (Ing. Rank Reversal)

Axioma según el cual al introducir en el análisis nuevas alternativas, particularmente aquellas que son irrelevantes, no debería producirse inversión de orden en las restantes alternativas. Sin embargo, se encontró en algunos estudios hechos en forma experimental que en ciertas ocasiones se producen paradojas de las que la teoría de la utilidad no puede brindar respuestas claras. En algunas circunstancias el método AHP produce esta reversión de intervalos, y la respuesta de Saaty a este caso y a las objeciones formuladas por varios autores es que debe distinguirse entre fijar axiomas en una teoría de la decisión a ser seguidos estrictamente en todas las situaciones y un proceso de aprendizaje y de revisión del proceso de toma de decisiones. A tal fin menciona que los axiomas de preservación del intervalo de la teoría de la utilidad y el AHP comparan los axiomas del clásico método frecuentista de estadística y de la teoría Bayesiana. La teoría Bayesiana viola los axiomas de estadística al poner al día las predicciones mediante la inclusión de información de un resultado anterior, un proceso conocido como aprendizaje. Cuando se integra aprendizaje con toma de decisiones, se cuestiona algunos de los axiomas básicos de la teoría de utilidad.

SEUDOCRITERIO (Fr. Pseudo critère; Ing. Pseudo criteria)

Puede ocurrir que la diferencia de puntajes de dos acciones respecto a algún criterio ($g(a) - g(b)$) sea considerada demasiado pequeña para tener algún significado determinante: se trata de una situación de indiferencia entre ambas acciones. En la práctica ello consiste en fijar un valor q , llamado umbral de indiferencia (Fr. Seuil d'indifférence; Ing. Indifference threshold) y en determinar que las alternativas son equivalentes respecto al criterio considerado, si el desvío de puntajes es menor a q . Si, por el contrario, el desvío es muy fuerte, mayor en valor absoluto a un parámetro p llamado umbral de preferencia (Fr. Seuil de préférence; Ing. Preference threshold), la alternativa con mayor puntaje es la preferida. Entre ambos intervalos se puede registrar una zona de preferencia débil, una transición entre la indiferencia y la preferencia estricta. El establecimiento de los parámetros p y q se realiza tanto para el índice de concordancia como para el índice de discordancia. La noción de seudo criterio constituye la originalidad de ELECTRE IS y particularmente de ELECTRE III, donde se establece el "grado de credibilidad" de la relación de superación entre una alternativa y otra, grado de credibilidad que varía entre 0 y 1.

TODIM (Port. Tomada de Decisão Interativa Multicriterio)

Tiene la ventaja de intentar un modelaje de las pautas de preferencia cuando se toman decisiones de riesgo, de acuerdo a los fundamentos de la Teoría de Prospectos (Kahneman y Tversky, 1979). El método utiliza una función de diferencia aditiva para determinar la dominancia de una alternativa sobre otra. Dicha función es formalmente análoga a la función definida por Kahneman y Tversky. Lo que realiza el método es prescribir una acción a través de una priorización de todas las alternativas. El riesgo asociado a cada alternativa será un valor adimensional, en la medida en

que no se privilegie un objetivo sobre los restantes, es decir que se respeta la multidimensionalidad del problema de decisión. Los riesgos parciales asociados a una alternativa determinada pueden obtenerse fácilmente a partir de las preferencias de los expertos en el caso de criterios cualitativos o mediante cálculos obtenidos con los criterios cuantitativos. En conclusión, el método TODIM, además de fundamentarse en la teoría de los prospectos, posee recursos técnicos para minimizar la posibilidad de ocurrencia de la reversión del orden y permite los tratamientos multicriterio de un conjunto de acciones interdependientes, elementos que no son usuales en la mayoría de los métodos de apoyo multicriterio a la decisión. El método TODIM se basa en una noción bastante parecida a la del flujo neto en el sentido de Promethee.

TOPSIS (Ing. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

También llamada Programación Compromiso es una técnica de programación matemática utilizada originalmente en contextos continuos y que ha sido modificada para el análisis de problemas multicriterio de tipo discretos. Es utilizada para identificar soluciones que se encuentran lo más cerca posible a una solución ideal aplicando para ello alguna medida de distancia. Las soluciones así identificadas se denominan soluciones compromiso y constituyen el conjunto de compromiso. Esta técnica está basada en el concepto que una alternativa seleccionada debe tener la distancia más corta posible hacia la solución ideal positiva y estar lo más lejos posible respecto de la solución ideal negativa. Una solución ideal se define como una colección de niveles ideales (o de puntajes) en todos los atributos considerados, pudiendo suceder que tal solución normalmente sea inalcanzable o que sea no factible. Esta noción se basa en la idea que el logro de tal meta se encuentra en la racionalidad de la elección humana. El vector compuesto por los mejores valores del atributo respecto a todas las alternativas posibles es quien recibe el nombre de solución ideal positiva. En contraposición, la solución ideal negativa estaría dada por el vector que contiene los peores puntajes alcanzables en los atributos. De este modo puede ocurrir que una alternativa seleccionada desde el punto de vista de su más corta distancia respecto de la solución ideal positiva deba competir con otra alternativa que se encuentra lo más lejos posible de la solución ideal negativa. Por ello, y a fin de definir la solución ideal, el método TOPSIS define un índice de similitud (o de proximidad relativa) que se construye combinando la proximidad al ideal positivo y la lejanía respecto al ideal negativo. El método se desarrolla en una serie de etapas:

1. Se normalizan los puntajes asignados a las diversas alternativas.
2. Se calculan los puntajes normalizados ponderados;
3. Se identifican y/o definen las soluciones ideal positiva e ideal negativa del problema bajo análisis, en términos de los valores normalizados ponderados;
4. Se calculan las medidas de separación o distancia a las soluciones ideales entre las alternativas, mediante alguna noción de distancia métrica, que puede ser la euclídea. Cualquiera sea la noción de distancia utilizada, esta se calcula respecto a la solución ideal positiva y respecto a la solución ideal negativa;
5. Finalmente se construyen las semejanzas a la solución ideal positiva como índice respecto a la solución ideal negativa, lo que implica que dicho índice combina los dos aspectos o metas definidos al principio.

El ordenamiento por preferencia de las soluciones surge de colocar las alternativas en orden descendiente respecto a las semejanzas estimadas en el último punto ya que el más alto valor representa aquella alternativa que se encuentra más cerca del ideal positivo en relación a la distancia respecto al ideal negativo. Cabe observar que por el tipo de atributos bajo análisis (todos atributos deben medirse sobre escalas de intervalo) y por la heurística aplicada, el método TOPSIS es muy adecuado al tratamiento multicriterio de problemas que aparecen en los Sistemas de Información Geográfica.

UTILIDAD MULTIATRIBUTO (Ing. Multiple Attribute Utility Theory)

Se trata de modelos de agregación de preferencias efectuadas respecto a criterios individuales, en los cuales se modelizan las preferencias globales del evaluador mediante de una función de valor. La teoría de la utilidad multiatributo desarrollada por Keeny y Raiffa (1976), a partir de la teoría de utilidad unidimensional de Von Neumann y Morgenstern (1944), busca expresar las preferencias del evaluador sobre un conjunto de atributos o criterios en términos de la utilidad que le reporta, dentro de un contexto de la teoría de la decisión en condiciones de incertidumbre. El dogma central de comportamiento es el principio de racionalidad. Esta teoría, de inspiración anglosajona, se basa en los siguientes principios fundamentales:

1. Todo evaluador intenta inconscientemente (o implícitamente) maximizar una función que agrega todos los puntos de vista relevantes del problema. Esto es, interrogado el evaluador acerca de sus preferencias, sus respuestas serán coherentes con una cierta función que no es conocida a priori. El papel del analista es el de estimar esta función mediante una adecuada serie de preguntas formuladas al evaluador.
2. Por otra parte, todo par de acciones a y b son susceptibles de ser comparadas, y existe un ordenamiento de preferencia bien definido sobre el conjunto de las acciones, de modo que para cualquier par de alternativas se tiene que: o bien $a > b$, el resultado a es preferido al resultado b , o bien $a \sim b$, el evaluador se encuentra en situación de indiferencia entre a y b , o bien $b > a$, el resultado b es preferido al resultado a .
3. Se asume que el orden de preferencia es transitivo, esto es, si se prefiere a a b y b a c , entonces se debe preferir a a c .

Estos dos últimos axiomas garantizan la preservación de consistencia al comparar resultados. El propósito del método es asociar valores numéricos a los resultados de la comparación, de modo tal que i) estos valores numéricos son ordenados consistentemente con las preferencias, y ii) se pueda determinar tales valores mediante algún tipo de procedimiento, para el cual se recurre a axiomas adicionales. La técnica se basa aquí en dos pasos: primero la medición de la utilidad parcial de una alternativa con referencia a cada uno de los criterios, y luego proceder a la agregación de estas utilidades parciales para obtener la utilidad global de la acción bajo análisis.

En definitiva, las fases que se distinguen en la construcción de una función de utilidad son las siguientes:

1. Identificación de la forma funcional apropiada
2. Construcción de las funciones de utilidad unidimensionales
3. Determinación de los parámetros de la función de utilidad multiatributo
4. Comprobación de la consistencia de la función de utilidad construida

Tanto para la determinación de la forma de descomposición, como para el cálculo de las funciones de utilidad unidimensionales y los factores de escala, se utilizan las técnicas de loterías o prospectos. Este modelo se basa en lo supuestos de que Los diferentes atributos son independientes y el beneficio o valor general que resulta de la presencia de distintos atributos se obtiene de forma aditiva. A pesar de que el cumplimiento de estos supuestos no siempre se puede garantizar, la repercusión que tiene la infracción de los mismos (robustez del modelo) es débil. Es posible el planteo de otros modelos de agregación de tipo multiplicativo, pero estos son más complejos y menos utilizados. El modelo de agregación de las utilidades parciales en una utilidad total puede tomar dos formas, 1. De tipo aditiva o 2. De tipo multiplicativa.

VARIABLES EXPLICATIVAS

El valor de un inmueble depende, entre otras variables, de su superficie y de la calidad de la edificación. A estas características de las cuales depende el precio de los objetos las denominamos variables explicativas y se denominan así por ser las variables que explican el precio. Las variables explicativas por su relación con el precio podemos clasificarlas en dos grupos.

- Variables explicativas directas. Son aquellas en que el valor se mueve en el mismo sentido que ellas, o sea si la variable aumenta el valor aumenta y si la variable disminuye también lo hace el valor. Ejemplo de este tipo de variables son la mayoría, como las vistas anteriormente con respecto al inmueble.
- Variables explicativas inversas. Son aquellas en que el valor se mueve en sentido distinto que ellas, o sea si la variable aumenta el valor disminuye y si la variable disminuye el valor aumenta. Ejemplo de este tipo de variables son en inmuebles urbanos la distancia al centro de la ciudad o a las zonas de servicio y el nivel de contaminación del aire o acústica.

Cuando nos encontramos con variables inversas es imprescindible transformarlas en directas. Existen dos formas de hacer esta transformación.

- Transformación por la inversa: Consiste en cambiar la variable por su inversa. Esto es x_i la sustituiríamos por $1/x_i$. Esta transformación tiene la ventaja que mantiene la conveniencia de la transformación en directas de las variables inversas al utilizarlas en AHP. Se debe a la dificultad añadida de realizar comparaciones en pares (base del método) entre dos elementos si la característica sobre la que se compara es inversa.

- La proporcionalidad, lo cual es de gran importancia en valuación tiene el inconveniente de no poder ser utilizada cuando la variable toma el valor 0 en alguno de los comparables.
- Transformación por la diferencia a una constante: Consiste en sustituir la variable xi por la diferencia con una constante k cuyo valor es superior que el mayor de la variable. Esta transformación comúnmente realizada en valuación tiene varios inconvenientes, el primero es que no mantiene la proporcionalidad y el segundo que según la constante k que se elija varía el resultado obtenido.

EJEMPLO.

Partiendo de la información de la Tabla con 6 comparables de los cuales conocemos alguna variable explicativa como su superficie:

VARIABLE	m2	Inversa m2	Suj1-comp.	Suj2-comp.	inv suj1-c	inv suj2-c
Comparable 1	148	0,007	152	162	0,007	0,006
Comparable 2	130	0,008	170	180	0,006	0,006
Comparable 3	140	0,007	160	170	0,006	0,006
Comparable 4	206	0,005	94	104	0,011	0,010
Comparable 5	290	0,003	10	20	0,100	0,050
Comparable 6	250	0,004	50	60	0,020	0,017

Sujeto 1	300
Sujeto 2	310

Otra de las clasificaciones de las variables de importancia en valuación, es la de:

- Variables cuantitativas: Son aquellas expresadas normalmente por cantidades, ejemplo de este tipo de variables son la distancia a un punto determinado, el número de habitaciones, la superficie, la altura, etc.
- Variables cualitativas: Son aquellas que no son medibles directamente, aunque el valuador pueda darles una determinada cuantificación utilizando una escala determinada. Son ejemplo de este tipo de variables cualitativas, la calidad del suelo, el entorno urbano, diseño, etc.

2.2. MÉTODOS PARA PONDERAR VARIABLES

2.2.1. MÉTODO DE DIAKOULAKI

El método pondera cada criterio según la formula, partiendo de los datos que para él tienen las distintas alternativas

$$W_j = s_j \cdot (1 - r_{jk})$$

Wj = peso o ponderación de la variable j

s_j = desviación típica de la columna j

Siendo:

r_{jk} = Coeficiente de correlación entre la columna j y la k

Por consiguiente el peso de un criterio es tanto mayor cuanto mayor sea su variación y cuanto mayor información diferente a la de los otros criterios aporte (menor coeficiente de correlación entre columnas). Con el fin de que las magnitudes sean comparables se procede previamente a la normalización por la suma de las mismas transformándolas por lo tanto a valores entre 0 y 1. La desviación estándar de cada criterio se obtiene aplicando la fórmula.

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n}}$$

Después, utilizando la fórmula del coeficiente de correlación, se calculan los coeficientes de correlación entre los criterios. $R_{jk} = \text{cov}(j,k) / S_j \cdot S_k$

Ambas expresiones proporcionan la información para calcular la ponderación de cada uno de los criterios de acuerdo con la fórmula del cálculo de los pesos. El método Diakoulaki a partir de la información inicial nos permite encontrar la importancia o peso de los atributos y con ello llegar a un valor final del objeto en función de todos los atributos y de su importancia o ponderación: $VP = w_1 * VP_1 + w_2 * VP_2 + w_3 * VP_3$. Siendo las w los pesos o ponderaciones obtenidas para cada atributo, y los V_p los distintos valores encontrados en función del atributo utilizado.

EJEMPLO. Se desea valorar un departamento situado en la Ciudad de México:

Departamento	Valor	Entorno Urbano	Edificio o conjunto	Calidad y Condiciones	Distancia al Centro Urbano	Distancia al Centro (transf. a directa)
Comparable 1	2500	7	5	8	800	0,0013
Comparable 2	2000	7	6	6	1000	0,0010
Comparable 3	2000	7	5	6	700	0,0014
Comparable 4	1800	5	7	5	1100	0,0009
Comparable 5	2000	6	7	7	1100	0,0009
Comparable 6	1700	4	4	3	700	0,0014
Departamento a valorar		7	7	6	800	0,0013
SUMA		43	41	41		0,0082

La tabla contiene información de departamentos similares al sujeto que se pretende valorar. Además el valuador determina un conjunto de atributos relevantes que son los atributos que en su opinión determinan el precio de los departamentos en esa zona y ese momento. En este caso, son los siguientes.

- Entorno urbano: Comprende características como la calidad económico-geográfica de la zona, la densidad de edificación, el ancho de la calle, el tráfico, la contaminación acústica y/o ambiental etc.
- Edificio: Comprende este atributo las características del edificio donde esté ubicado cada departamento, esto es el estado de la fachada y de las áreas comunes y la existencia de elevador.
- Calidad y Condiciones: Este atributo contempla las características de los propios departamentos, esto es, calidad de materiales y acabados, baños, altura, luminosidad, ventilación, aislamiento térmico y acústico etc. Los tres atributos anteriores son cualitativos por lo que el experto los cuantifica utilizando una escala de 1 a 10.
- Distancia al centro urbano o de negocios: Define lo lejano de cada departamento al centro comercial y de servicios de la ciudad. Esta es una variable cuantitativa que se determina fácilmente, pero que mantiene una relación inversa (normalmente) con el valor. Para transformarla en directa calculamos su inversa como aparece en la última columna de la tabla anterior. Se normaliza la información. Aplicamos el método comparativo baricéntrico a la información anterior, para obtener los ratios por cada atributo.

Departamento	valor um/m2	Entorno Urbano	Edificio o conjunto	Calidad y Condiciones	Distancia al Centro (transf. a directa)
Comparable 1	2500	0,1628	0,1220	0,1951	0,1529
Comparable 2	2000	0,1628	0,1463	0,1463	0,1223
Comparable 3	2000	0,1628	0,1220	0,1463	0,1747
Comparable 4	1800	0,1163	0,1707	0,1220	0,1112
Comparable 5	2000	0,1395	0,1707	0,1707	0,1112
Comparable 6	1700	0,0930	0,0976	0,0732	0,1747
Departamento a valorar		0,1628	0,1707	0,1463	0,1529
Desviación estándar		0,0283	0,0296	0,0384	0,0279
SUMA	12000	0,8372	0,8293	0,8537	0,8471
RATIOS BARICENTRICOS		14333,33	14470,59	14057,14	14165,96

Obtenemos los distintos valores del Departamento a valorar X en función del ratio utilizado:

$$\frac{2500 + 2000 + 2000 + 1800 + 2000 + 1700 + 12000}{0,1628 \quad 0,1628 \quad 0,1628 \quad 0,1163 \quad 0,1395 \quad 0,0930 \quad 0,837209302}$$

Entorno Urbano 14333,33 X 0,1628 = \$ 2.333,33

$$\frac{2500 + 2000 + 2000 + 1800 + 2000 + 1700 + 12000}{0,1220 \quad 0,1463 \quad 0,1220 \quad 0,1707 \quad 0,1707 \quad 0,0976 \quad 0,8293}$$

Edificio o conjunto 14470,59 X 0,1707 = \$ 2.470,59

$$\frac{2500 + 2000 + 2000 + 1800 + 2000 + 1700 + 12000}{0,1951 \quad 0,1463 \quad 0,1463 \quad 0,1220 \quad 0,1707 \quad 0,0732 \quad 0,8537}$$

Calidad y Condiciones 14057,14 X 0,1463 = \$ 2.057,14

$$\frac{2500 + 2000 + 2000 + 1800 + 2000 + 1700 + 12000}{0,1529 \quad 0,1223 \quad 0,1747 \quad 0,1112 \quad 0,1112 \quad 0,1747 \quad 0,8471}$$

Distancia al Centro 14165,96 X 0,1529 = \$ 2.165,96

Promedio \$ 2.256,76

Estos valores obtenidos tienen el inconveniente explicado anteriormente de la proporcionalidad del valor respecto a la variable en unos casos y en cuanto a los resultantes de los promedios de no tener ninguna base técnica que los apoye. Mediante el método de Diakoulaki podemos calcular la ponderación o importancia de los atributos. Para ello calculamos la correlación entre ellos.

1-r _{jk}	Entorno Urbano	Edificio o conjunto	Calidad y Condiciones	Distancia al Centro
Entorno Urbano	1,0000	0,2419	0,7970	-0,0034
Edificio o conjunto	0,2419	1,0000	0,3362	-0,7824
Calidad y Condiciones	0,7970	0,3362	1,0000	-0,2872
Distancia al Centro	-0,0034	-0,7824	-0,2872	1,0000

1-r _{jk}	Entorno Urbano	Edificio o conjunto	Calidad y Condiciones	Distancia al Centro (transf. a directa)
Entorno Urbano	0,0000	0,7581	0,2030	1,0034
Edificio o conjunto	0,7581	0,0000	0,6638	1,7824
Calidad y Condiciones	0,2030	0,6638	0,0000	1,2872
Distancia al Centro(transf. a directa)	1,0034	1,7824	1,2872	0,0000
suma_v	1,9644	3,2042	2,1539	4,0729

Con los datos obtenidos en los procesos anteriores, calculamos el peso de cada atributo.

1-r _{jk}	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DESV.)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
Entorno Urbano	0,0555	0,1601
Edificio o conjunto	0,0950	0,2739
Calidad y Condiciones	0,0827	0,2385
Distancia al Centro(transf. a directa)	0,1135	0,3275
SUMA	0,3466	1,0000

Según el método de Diakoulaki, partiendo de los valores que los atributos toman en cada objeto, su peso o ponderación es el siguiente:

- Entorno urbano: 16,01%
- Edificio: 27,39%

- Calidad y Condiciones: 23,85%
- Distancia centro: 32,75%

Las ponderaciones indican la importancia relativa de cada uno de los atributos relevantes en la explicación del valor. Si ponderamos los valores obtenidos con el método comparativo baricéntrico, por la ponderación de los atributos obtendremos un valor final en función de todos los atributos relevantes y su importancia. Valor final mediante la ponderación por Diakoulaki.

$$\text{VALOR FINAL} = \$ 2.333,33 * 0,1601 + \$ 2.470,59 * 0,2739 + \$ 2.057,14 * 0,2385 + \$ 2.165,96 * 0,3275 = \$ 2.250,25$$

De esta forma hemos obtenido una nueva solución, pero aunque pueda parecer mejor que las otras, por ser el resultado de aplicar la ponderación de las variables, debemos asegurarnos de que realmente es así, para ello se utiliza el cálculo de la Distancia al Ideal L1 o Distancia Manhattan.

	valor	Entorno Urbano	Distancia	Edificio o conjunto	Distancia	Calidad y Condiciones	Distancia	Distancia al Centro (transf. a directa)	Distancia
Comparable 1	2500	2333,33	167	1765	735	2743	243	2166	334
Comparable 2	2000	2333,33	333	2118	118	2057	57	1733	267
Comparable 3	2000	2333,33	333	1765	235	2057	57	2475	475
Comparable 4	1800	1666,67	133	2471	671	1714	86	1575	225
Comparable 5	2000	2000,00	0	2471	471	2400	400	1575	425
Comparable 6	1700	1333,33	367	1412	288	1029	671	2475	775
Distancia Manhattan			1.333		2.518		1.514		2.502

Distancia Manhattan de los valores obtenidos.

	VALOR	VALOR CON DIAKOULAKI	DISTANCIA MANHATTAN
Comparable 1	2500	2220	280
Comparable 2	2000	2012	12
Comparable 3	2000	2158	158
Comparable 4	1800	1868	68
Comparable 5	2000	2085	85
Comparable 6	1700	1656	44
			647

Distancia Manhattan de los valores obtenidos con Diakoulaki

METODO	DISTANCIA MANHATTAN
Ratio Entorno Urbano	1.333
Ratio Edificio o conjunto	2.518
Ratio Calidad y Condiciones	1.514
Ratio Distancia al Centro(transf. a directa)	2.502
Ponderación Diakoulaki	647

Resumen distancias Manhattan

En este caso es evidente que el mejor resultado, la menor distancia al Ideal, se obtiene con la ponderación por Diakoulaki, por lo tanto podríamos adoptar como valor final del departamento el obtenido mediante este método.

Valor x m2 Departamento = 2 250

2.2.2 MÉTODO DE LA ENTROPÍA

La palabra entropía procede del griego (•) y significa evolución o transformación. Cuando se plantea la pregunta: ¿Por qué ocurren los sucesos de la manera que ocurren, y no al revés? se busca una respuesta que indique cuál es el sentido de los sucesos en la naturaleza. Por

ejemplo, si se ponen en contacto dos trozos de metal con distinta temperatura, se anticipa que eventualmente el trozo caliente se enfriará, y el trozo frío se calentará, logrando al final una temperatura uniforme. Sin embargo, el proceso inverso, el trozo caliente calentándose y el trozo frío enfriándose es muy improbable a pesar de conservar la energía. El universo tiende a distribuir la energía uniformemente; es decir, a maximizar la entropía. La entropía puede interpretarse como una medida de la distribución aleatoria de un sistema. Se dice que un sistema altamente distribuido al azar tiene alta entropía. Puesto que un sistema en una condición improbable tendrá una tendencia natural a reorganizarse a una condición más probable (similar a una distribución al azar), esta reorganización resultará en un aumento de la entropía. La entropía alcanzará un máximo cuando el sistema se acerque al equilibrio, alcanzándose la configuración de mayor probabilidad. La entropía, coloquialmente, puede considerarse como el orden de un sistema, es decir, cuán homogéneo está el sistema.

En la administración se llama entropía a la tendencia del caos; o en otras palabras "al desorden", en una organización la entropía se genera principalmente por las relaciones informales dentro de ésta. Fue propuesta por Zeleny en 1982 como un método objetivo de cálculo de los pesos ya que parte del supuesto de que un criterio tiene mayor peso cuando mayor diversidad hay en las evaluaciones de cada alternativa y además su cálculo se realiza a partir de los valores que adquieren los distintos criterios que se van a ponderar. Conceptualmente se basa en la teoría de la información de Shannon que introduce el concepto de entropía en un canal de información. Para su cálculo se empieza por normalizar por la suma los distintos valores a_{ij} de los criterios.

Se calcula la entropía de cada variable utilizando la siguiente fórmula $E_j = -K \cdot \sum_i a_{ij} \log a_{ij}$

- $K = 1 / \log$ del número de alternativas (a_{ij}). La entropía calculada es tanto mayor cuanto más iguales son las a_{ij} consideradas.
- Posteriormente que se busca es la diversidad (variación a 1): $D_j = 1 - E_j$
- Finalmente se normaliza por la suma y se obtiene la ponderación buscada (w_j): $w_j = D_j / \sum_j D_j$

EJEMPLO:

Se pide valuar un terreno en la colonia San Rafael:

TERRENO	VALOR	SUPERFICIE	FRENTE	FRENTE/FONDO
COMPARABLE 1	2980000	360	9	0,23
COMPARABLE 2	1200000	160	12	0,92
COMPARABLE 3	1300000	164	7,85	0,37
COMPARABLE 4	2125000	243	8,5	0,30
COMPARABLE 5	4000000	581	20	0,69
SUJETO 1	0	322	9	0,25
SUMA		1830	66,35	2,76

Las tres variables explicativas utilizadas son cuantitativas. Normalizamos por la suma:

TERRENO	VALOR	SUPERFICIE	FRENTE	FRENTE/FONDO	Normalización Superficie	Normalización Frente	Normalización Fr/Fo
COMPARABLE 1	2980000	360	9	0,23	0,1967	0,1356	0,0816
COMPARABLE 2	1200000	160	12	0,92	0,0874	0,1809	0,3346
COMPARABLE 3	1300000	164	7,85	0,37	0,0896	0,1183	0,1355
COMPARABLE 4	2125000	243	8,5	0,30	0,1328	0,1281	0,1077
COMPARABLE 5	4000000	581	20	0,69	0,3175	0,3014	0,2500
SUJETO 1	0	322	9	0,25	0,1760	0,1356	0,0906
SUMA		1830	66,35	2,76	0,8240	0,8644	1,0000

Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable en cada terreno.

TERRENO	VALOR	SUPERFICIE	FRENTE	FRENTE/FONDO
COMPARABLE 1	2980000	-0,7061	-0,8676	-1,0885
COMPARABLE 2	1200000	-1,0583	-0,7427	-0,4755
COMPARABLE 3	1300000	-1,0476	-0,9270	-0,8681
COMPARABLE 4	2125000	-0,8768	-0,8924	-0,9677
COMPARABLE 5	4000000	-0,4983	-0,5208	-0,6021
SUJETO 1	0	-0,7546	-0,8676	-1,0428

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas.
 $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$

Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

	VALOR	SUPERFICIE	FRENTE	FRENTE/FONDO
COMPARABLE 1	2980000	-0,1389	-0,1177	-0,0888
COMPARABLE 2	1200000	-0,0925	-0,1343	-0,1591
COMPARABLE 3	1300000	-0,0939	-0,1097	-0,1176
COMPARABLE 4	2125000	-0,1164	-0,1143	-0,1042
COMPARABLE 5	4000000	-0,1582	-0,1570	-0,1505
SUJETO 1	0	-0,1328	-0,1177	-0,0945
suma	11605000	-0,7327	-0,7507	-0,7148
ENTROPIA (Log*suma)		-0,9416	-0,9647	-0,9185
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0,1751	0,0584	0,0353	0,0815
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0,3332	0,2016	0,4652

Según el método de la Entropía, partiendo de los valores que las variables toman en cada objeto, su peso o ponderación es el siguiente:

- Superficie: 33.32%
- Frente: 20.16%
- Relación frente fondo: 46.52%

2.2.3. MÉTODO DE LA ORDENACIÓN SIMPLE

Podría darse el caso que el valuador no tuviese suficiente información para deducir por Diakoulaki o Entropía la ponderación de las variables que él considera como explicativas. Este problema puede abordarse de una forma sencilla aunque elemental con el método de la Ordenación simple. Este método permite obtener la ponderación de los criterios por la ordenación de estos. Lo único que se demanda es ordenar los criterios de mayor a menor importancia, de forma que después se da el mayor valor al primero (en este caso 3) y el menor valor al último (en este caso 1). En el supuesto de que dos criterios se definan como de la misma importancia a cada uno de ellos se le otorga el promedio de ambas valuaciones. Calificados los criterios se normalizan por la suma de los valores (se divide cada uno en este caso entre 6) y el resultado es la ponderación final de los criterios.

VARIABLES	ORDEN	VALOR	PONDERACIÓN
Superficie	1	3	$3 / 6 = 0,5000$
Frente	2	2	$2 / 6 = 0,3333$
CUS	3	1	$1 / 6 = 0,1666$
SUMA		6	1.0000

Por este método, partiendo del ordenamiento anterior, el peso o ponderación de las variables es el siguiente:

- Superficie: 50,00%
- Frente: 33,33%
- CUS: 16,66%

2.3. METODO CON BASE EN INFORMACIÓN CUANTITATIVA

2.3.1. MÉTODO DE LA SUMA DE PONDERACIONES O PONDERACIÓN LINEAL (ING. LINEAR WEIGHTING)

Calcula la ponderación de las alternativas como resultado de la suma del producto del peso de cada variable (calculado por Diakoulaki, entropía o por Ordenación simple) por el valor que toma para esa alternativa la variable correspondiente. La ponderación de cada alternativa se obtiene mediante la fórmula:

$$W_i = \sum (w_j \cdot x_{ij})$$

Siendo.

W_i = Ponderación final obtenida de cada alternativa.

W_j = Peso de cada variable obtenido por uno de los métodos conocidos de ponderación (Diakoulaki, entropía u Ordenación simple)

X_{ij} = Valor de cada variable para cada alternativa

Se parte de una información donde se tiene de un conjunto de comparables con una serie de variables explicativas cuantitativas. También del objeto a valorar tenemos las variables explicativas con su cuantificación. Partiendo de la información, se ponderan las variables utilizando uno de los métodos vistos Entropía o Diakoulaki, obteniéndose los pesos correspondientes de ellas. w₁, w₂, w₃. Determinados los pesos de las variables se pasa a la ponderación de cada objeto mediante el cálculo del sumatorio del valor de cada variable para ese objeto por la ponderación de la variable: W_i = ∑ x_{ij} * w_j

OBJETO	VALOR	Variable A	Variable B	Variable C	Pesos Activos W _i
1	V ₁	X _{1A}	X _{1B}	X _{1C}	W ₁
2	V ₂	X _{2A}	X _{2B}	X _{2C}	W ₂
3	V ₃	X _{3A}	X _{3B}	X _{3C}	W ₃
4	V ₄	X _{4A}	X _{4B}	X _{4C}	W ₄
5	V ₅	X _{5A}	X _{5B}	X _{5C}	W ₅
Objeto Problema (P)		X _{PA}	X _{PB}	X _{PC}	W _P
Pesos Variables		W _A	W _B	W _C	
SUMA DE PONDERACIONES					1

Los pesos normalizados representan la ponderación de todos los objetos incluido el Problema en función de todas las variables explicativas y de su importancia o peso. El resultado nos indica una ordenación de los objetos en función de su peso o ponderación. Este procedimiento es el mismo a seguir con el Proceso Analítico Jerárquico. Como se conoce el valor V_i de los objetos comparable, y conocemos la ponderación de ellos, se calcula el Ratio.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Valor comparables}}{\text{Ponderación comparables}}$$

Este ratio expresa el valor de la unidad de ponderación. Como conocemos también la ponderación del objeto a valorar, el producto del ratio por su ponderación dará el valor buscado del objeto problema. Es importante señalar que el valor obtenido de esta forma estará en función de todas las variables explicativas y de su ponderación.

$$\text{Valor objeto Problema} = \text{Ratio} * \text{Ponderación objeto problema.}$$

EJEMPLO:

Para aplicar el método de la Suma de Ponderaciones vamos a partir de la información de la tabla:

TERRENO	VALOR	FRENTE	CUS	SUPERFICIE
1	4200	400	1.10	1200
2	6100	750	1.00	1250
3	6800	870	1.10	1300
4	6200	800	1.00	1400
5	5000	600	1.00	1300
X		800	1.10	1200

Normalizando por la suma obtenemos.

TERRENO	VALOR	FRENTE	CUS	SUPERFICIE
1	4200	0.0948	0.1746	0.1569
2	6100	0.1777	0.1587	0.1634
3	6800	0.2062	0.1746	0.1699
4	6200	0.1896	0.1587	0.1830
5	5000	0.1422	0.1587	0.1699
X		0.1896	0.1746	0.1569
		1.0000	1.0000	1.0000

A partir de la información normalizada se calculan los distintos pesos de las variables explicativas con el método de Diakoulaki:

VARIABLE	PONDERACIONES		
	Método ENTROPIA	Método DIAKOULAKI	Método ORDENACIÓN SIMPLE
FRENTE	0,9152	0,6036	0,5000
CUS	0,0371	0,2060	0,2500
SUPERFICIE	0,0477	0,1904	0,2500
	1	1	1

Aplicamos a los valores normalizados las ponderaciones de las variables, obteniendo la ponderación de cada terreno para cada método. En primer lugar se realiza el cálculo utilizando la ponderación por Entropía.

TERRENO	VALOR	FRENTE	CUS	SUPERFICIE	PONDERACION TERRENOS
1	4200	0.0948	0.1746	0.1569	0.101
2	6100	0.1777	0.1587	0.1634	0.176
3	6800	0.2062	0.1746	0.1699	0.203
4	6200	0.1896	0.1587	0.1830	0.188
5	5000	0.1422	0.1587	0.1699	0.144
X		0.1896	0.1746	0.1569	0.187
		0.9152	0.0371	0.0477	

El cálculo de la ponderación de los terrenos se realiza de la forma ya conocida.

$$\text{Ponderación terreno 1} = 0,9152 \cdot 0,0948 + 0,0371 \cdot 0,1746 + 0,0477 \cdot 0,1569 = 0,101$$

$$\text{Ponderación terreno 2} = 0,9152 \cdot 0,1777 + 0,0371 \cdot 0,1587 + 0,0477 \cdot 0,1634 = 0,176$$

$$\text{Ponderación terreno 3} = 0,9152 \cdot 0,2062 + 0,0371 \cdot 0,1746 + 0,0477 \cdot 0,1699 = 0,203$$

Ponderación terreno 4 = $0,9152 \cdot 0,1896 + 0,0371 \cdot 0,1587 + 0,0477 \cdot 0,1830 = 0,188$

Ponderación terreno 5 = $0,9152 \cdot 0,1422 + 0,0371 \cdot 0,1587 + 0,0477 \cdot 0,1699 = 0,144$

Ponderación terreno X = $0,9152 \cdot 0,1896 + 0,0371 \cdot 0,1746 + 0,0477 \cdot 0,1569 = 0,187$

Conocidas las ponderaciones se calcula el Ratio Valor/Ponderación mediante la fórmula

$$R = \frac{4.200+6.100+6.800+6.200+5.000}{0,101+0,176+0,203+0,188+0,153} = 34.828,9$$

Conocidos el ratio R y la ponderación del terreno X, el valor de esta es inmediato, aplicando la fórmula

$$\text{Valor X} = 34.828,9 \cdot 0,187 = \$ 6.528$$

Calcularemos el valor de X mediante la ponderación de las variables obtenida por el método de Diakoulaki

TERRENO	VALOR	FRENTE	CUS	SUPERFICIE	PONDERACION
1	4200	0.0948	0.1746	0.1569	0.123
2	6100	0.1777	0.1587	0.1634	0.171
3	6800	0.2062	0.1746	0.1699	0.193
4	6200	0.1896	0.1587	0.1830	0.182
5	5000	0.1422	0.1587	0.1699	0.151
X		0.1896	0.1746	0.1569	0.180
Pesos variables por Diakoulaki		0.6036	0.2060	0.1904	

Ponderación de los terrenos aplicando la Suma de ponderaciones más Diakoulaki

La forma de cálculo de la ponderación de los terrenos de la Tabla es mediante la aplicación de la forma ya conocida, como se desarrolla a continuación:

$$\text{Ponderación terreno 1} = 0,6036 \cdot 0,0948 + 0,2060 \cdot 0,1746 + 0,1904 \cdot 0,1569 = 0,123$$

$$\text{Ponderación terreno 2} = 0,6036 \cdot 0,1777 + 0,2060 \cdot 0,1587 + 0,1904 \cdot 0,1634 = 0,171$$

$$\text{Ponderación terreno 3} = 0,6036 \cdot 0,2062 + 0,2060 \cdot 0,1746 + 0,1904 \cdot 0,1699 = 0,193$$

$$\text{Ponderación terreno 4} = 0,6036 \cdot 0,1896 + 0,2060 \cdot 0,1587 + 0,1904 \cdot 0,1830 = 0,182$$

$$\text{Ponderación terreno 5} = 0,6036 \cdot 0,1422 + 0,2060 \cdot 0,1587 + 0,1904 \cdot 0,1699 = 0,151$$

$$\text{Ponderación terreno X} = 0,6036 \cdot 0,1896 + 0,2060 \cdot 0,1746 + 0,1904 \cdot 0,1569 = 0,180$$

Conocidas las ponderaciones de los terrenos se calcula el Ratio Valor/Ponderación mediante la fórmula conocida

$$R = \frac{4.200+6.100+6.800+6.200+5.000}{0,123+0,171+0,193+0,182+0,151} = 34.523,2$$

Conocidos el ratio R y la ponderación del terreno X, el valor de esta es inmediato, aplicando la fórmula ya conocida

$$\text{Valor X} = 34.523,2 \cdot 0,180 = \$ 6.223$$

Finalmente se calcula el valor de X mediante la ponderación de las variables obtenida por el método de Ordenación simple

TERRENO	VALOR	FRENTE	CUS	SUPERFICIE	PONDERACION TERRENOS
1	4200	0.0948	0.1746	0.1569	0.130
2	6100	0.1777	0.1587	0.1634	0.169
3	6800	0.2062	0.1746	0.1699	0.189

La forma de cálculo de la ponderación de los terrenos es mediante la aplicación de la forma conocida como se desarrolla a continuación.

Ponderación terreno 1 = $0,5000 \cdot 0,0948 + 0,2500 \cdot 0,1746 + 0,2500 \cdot 0,1569 = 0,130$

Ponderación terreno 2 = $0,5000 \cdot 0,1777 + 0,2500 \cdot 0,1587 + 0,2500 \cdot 0,1634 = 0,169$

Ponderación terreno 3 = $0,5000 \cdot 0,2062 + 0,2500 \cdot 0,1746 + 0,2500 \cdot 0,1699 = 0,189$

Ponderación terreno 4 = $0,5000 \cdot 0,1896 + 0,2500 \cdot 0,1587 + 0,2500 \cdot 0,1830 = 0,180$

Ponderación terreno 5 = $0,5000 \cdot 0,1422 + 0,2500 \cdot 0,1587 + 0,2500 \cdot 0,1699 = 0,153$

Ponderación terreno X = $0,5000 \cdot 0,1896 + 0,2500 \cdot 0,1746 + 0,2500 \cdot 0,1569 = 0,178$

Conocidas las ponderaciones de los terrenos se calcula el Ratio Valor/Ponderación mediante la fórmula conocida

$$R = \frac{4.200+6.100+6.800+6.200+5.000}{0,130+0,169+0,189+0,180+0,153} = 34.413,71$$

Conocidos el ratio R y la ponderación del terreno X, el valor de esta es inmediato. Valor X = $34.413,71 \cdot 0,178 = \$ 6.114$

2.4. METODO CON BASE EN INFORMACIÓN CUALITATIVA

2.4.1. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, AHP)

Desarrollado por Tomás Saaty en 1980, el AHP es un método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc.) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto. El propósito es permitir que el valuador pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, dándole la forma de una jerarquía de atributos, la cual contendría mínimamente tres niveles: el propósito u objetivo global del problema, ubicado en la parte superior, los varios criterios que definen las alternativas en el medio, y las alternativas concurrentes en la parte inferior del diagrama. En la medida que los criterios sean muy abstractos, tal como bienestar humano, o capacidad, por ejemplo, pueden incluirse subcriterios más operativos en forma secuencial entre el nivel de los criterios y el de las alternativas, lo que da origen entonces a una jerarquía multinivel que se puede construir de arriba hacia abajo o viceversa. El método establece cómo obtener prioridades de los elementos de una jerarquía y cómo obtener el conjunto de prioridades globales cuando los elementos de cada nivel son independientes. Con mucha frecuencia dichos elementos son interdependientes y se plantea entonces el problema de enfrentar dichas interdependencias a efectos de obtener las adecuadas prioridades del problema. Hay dos clases principales de interdependencias entre elementos de un nivel de jerarquía que fueron estudiadas por Saaty y su equipo: la interdependencia sumativa y la interdependencia sinérgica. Para ambos problemas se han aportado respuestas en el contexto de redes de retroalimentación y de matrices de las que se obtienen las prioridades globales de las alternativas. Así pues, el AHP puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Se define cuáles son las características que pueden hacer más deseable una alternativa sobre otra.
2. Conocidas las alternativas y definidos los criterios, primero se procede a ordenar y ponderar cada criterio en la selección de alternativas.
3. Conocida la ponderación de los criterios se pasa a ponderar las distintas alternativas en función de cada criterio.

4. Con los dos procesos anteriores c y d se obtienen dos matrices, una matriz columna $n \times 1$ con la ponderación de criterios (siendo n el número de criterios) y otra matriz $m \times n$ de las ponderaciones de las alternativas para cada criterio (siendo m el número de Alternativas).
5. El producto de ambas matrices dará una matriz columna $m \times 1$ que indica la ponderación de las alternativas en función de todos los criterios y de la importancia de estos.

El evaluador podría determinar dentro de una escala (por ejemplo de 1 a 10), el interés de cada uno de los criterios (alternativas). Sin embargo ello supondría ser capaz de comparar al mismo tiempo todos los elementos, lo que representa una gran complejidad, sobre todo cuando el número de los mismos empieza a ser elevado. Para superar esta limitación en la capacidad de procesamiento, Saaty propone realizar comparaciones en pares entre los distintos elementos, puesto que el humano está acostumbrado a comparaciones entre dos elementos y para ello plantea la siguiente escala.

- 1. Igual importancia: El criterio A es igual de importante que el criterio B
- 3. Importancia moderada: La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
- 5. Importancia grande: La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
- 7. Importancia muy grande: El criterio A es mucho más importante que el B
- 9. Importancia extrema: La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
- 2,4,6 y 8: Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar
- Recíprocos de lo anterior: Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1. Criterio B frente a criterio A 1/5

En base a la escala de Saaty se construye una matriz cuadrada $A_{n \times n}$ $A = [a_{ij}]$ $1 \leq i, j \leq n$. Donde a_{ij} representa la comparación entre el elemento i y el elemento j a partir de los valores de la escala fundamental. La matriz construida debe de cumplir las siguientes propiedades:

- Reciprocidad: Si $a_{ij} = x$, entonces $a_{ji} = 1/x$, con $1/9 \leq x \leq 9$. Solo se necesitan $n(n-1)/2$ comparaciones para construir una matriz de dimensión $n \times n$
- Homogeneidad: Si los elementos i y j son considerados igualmente importantes entonces $a_{ij} = a_{ji} = 1$, además $a_{ii} = 1$ para todo i .
- Consistencia: Se satisface que $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$ para todo $1 \leq i, j, k \leq n$. Se da en un caso ideal, y pocas veces en la realidad.

Esta subjetividad es la que se intenta objetivizar al máximo con el procedimiento de la matriz de comparaciones en pares, ya que el evaluador al tener que comparar no solo una vez los distintos elementos, sino sucesivas veces para construir la matriz, pone en evidencia las inconsistencias de sus comparaciones en el supuesto que existan. El grado de inconsistencia se mide mediante el cálculo del Ratio de Consistencia (CR) de la matriz A. Para este cálculo primeramente se normalizan los elementos de la matriz A por la suma de su columna correspondiente:

$$A_{normalizada} = \left[\frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \right]$$

Después Se suman sus filas:

$$\frac{a_{11}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} = b_1$$

$$\frac{a_{21}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{22}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{2n}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} = b_2$$

$$\vdots$$

$$\frac{a_{n1}}{\sum_{n=1}^n a_{n1}} + \frac{a_{n2}}{\sum_{n=1}^n a_{n2}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{n=1}^n a_{nn}} = b_n$$

El conjunto de b_i promediados forma un vector columna que se denomina vector media de sumas o vector de prioridades globales B
 $B = (b_1/n, b_2/n, \dots, b_n/n)^T$

El producto de la matriz original A por el vector de prioridades globales B proporcionará una matriz columna denominada vector fila total C_2 :

$$A \cdot B = C = (c_1, c_2, \dots, c_n)^T$$

Se realiza el cociente entre las matrices vector fila total (c_n) y vector de prioridades globales (b_n), y se obtiene otro vector columna D $C / B = D$ que al sumar y promediar sus elementos dará la λ_{max} .

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

Conocida la λ_{max} se calcula el Índice de consistencia. $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$

Este CI obtenido se compara con los valores aleatorios de CI que son el valor que debería obtener el CI si los juicios numéricos introducidos en la matriz original (de la cual estamos midiendo su consistencia) fueran aleatorios dentro de la escala $1/9, 1/8, 1/7, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$. Según la tabla:

Tamaño de la matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Valores de la consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz

En función de n se elige la consistencia aleatoria, el cociente entre el CI calculado y la consistencia aleatoria proporciona el Ratio de Consistencia:

$$RC = CI / \text{Consistencia aleatoria}$$

Se considera que existe consistencia cuando no se superan los porcentajes que aparecen en la tabla

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Porcentajes máximos del ratio de consistencia

Si en una matriz se supera el ratio de consistencia máximo, hay que revisar las ponderaciones o bien proceder a incrementar su consistencia mediante la programación por metas. Una forma de mejorar la consistencia cuando no se considera satisfactoria, es clasificar las actividades mediante un orden simple basado en las ponderaciones obtenidas la primera vez que se vio el problema. Construida la matriz de comparaciones en pares se calcula su eigenvector. Dado A , un vector v distinto de cero es un eigenvector de A si para cierto escalar λ se cumple: $A \cdot v = \lambda \cdot v$

El escalar λ (que puede ser cero) se llama eigenvalor de A asociado con el eigenvector v . Las raíces reales del polinomio característico de una matriz son los eigenvalores de esta matriz. Se determinan resolviendo el polinomio: $\det(A - \lambda I) = 0$

Un vector v es un eigenvector de A correspondiente a un eigenvalor λ y solo si v es una solución no trivial del sistema: $(A - \lambda I) \cdot v = 0$

El cálculo del eigenvector se realiza multiplicando la matriz por ella misma, se suman las filas, y se normaliza por la suma cada uno de los elementos, con lo que obtenemos una matriz columna. Esta matriz columna es el eigenvector aproximado de la matriz inicial. Se repite la operación anterior (multiplicación de la matriz resultante por sí misma, obtención del vector propio) hasta que el eigenvector obtenido no se diferencie del anterior hasta la cuarta cifra decimal, con lo que ya se habrá conseguido una aproximación suficiente del eigenvector buscado.

- Cuando el eigenvector obtenido sea el de la matriz de criterios le llamaremos v_c e indica el peso o importancia relativa que cada uno de los criterios utilizados tiene en la valuación del conjunto de alternativas sobre las cuales se va a trabajar. Esto es, con este sistema se obtiene la ponderación de cada uno de los criterios o características que se van a utilizar para determinar el interés de cada una de las alternativas.
- Cuando el eigenvector obtenido sea el de la matriz de alternativas para un criterio determinado le llamaremos v_{ai} (vector columna), que indica el peso o importancia relativa de cada una de las alternativas para el criterio i . Se obtienen tantos eigenvectores v_{ai} ($v_{a1}, v_{a2}, \dots, v_{an}$) como criterios (n), siendo el número de elementos de cada eigenvector igual al número de alternativas (m).

Volviendo al paso f del método, se multiplica la matriz de eigenvectores de las alternativas por la matriz columna de la jerarquía de los criterios. $V_a \times V_c = w$ donde $V_a = (V_{a1}, V_{a2}, \dots, V_{an})$, $\dim(V_a) = m \times n$.

El resultado es una matriz w cuyos componentes expresan el peso relativo de cada alternativa. Este peso es el que permite ordenar las alternativas de mayor a menor interés y además cuantifica cuál es el interés de cada alternativa con respecto a las otras en función de todos los criterios y de su importancia.

APLICACIONES DEL AHP EN VALUACIÓN

Cuando lo único que se conoce de los comparables a utilizar en los métodos comparativos son sus precios puede abordarse la valuación por AHP pero siempre que se den una serie de circunstancias básicas. La primera es que se pueda tener acceso a la información de los comparables. La segunda es que se tengan suficientes conocimientos técnicos como para emitir juicios sobre variables explicativas del precio de los comparables y del bien a valorar. El primer paso a determinar son las variables explicativas a utilizar. Determinadas estas variables, y aunque todas son explicativas del precio, no todas tienen por que tener la misma importancia, luego el siguiente paso será calcular el peso de cada una de estas variables. Para ello se plantea la matriz de comparaciones en pares utilizando la escala de Saaty. Finalmente tras comprobar su consistencia, se calcula su vector propio, que nos indicará la ponderación o peso de las variables explicativas en la determinación del precio. La siguiente fase es precisar la ponderación de los objetos tanto los comparables como el que se pretende valorar para cada una de las variables explicativas. En este paso pueden plantearse dos supuestos.

1. Que la variable explicativa este cuantitativa. Así la ponderación se realiza simplemente normalizando la variable por el método de la suma.
2. Si la variable no está cuantitativa o es cualitativa, se cuantifica planteando la matriz de comparaciones en pares con respecto a esa variable explicativa, y calculando su vector propio, previo cálculo de su consistencia.

Al final del segundo proceso se tendrá una matriz con todos los vectores propios de las comparaciones de los objetos para cada variable explicativa. Será una matriz $(m \times n)$ siendo m el número de objetos y n el número de variables. Esta matriz se multiplica por la matriz $(n \times 1)$ de la ponderación de las variables explicativas calculada anteriormente. El producto de ambas matrices $(m \times n) \cdot (n \times 1) = (m \times 1)$ resulta una matriz $(m \times 1)$ que indica la ponderación de los objetos en función de todas las variables explicativas y su peso. Hasta este punto sería la aplicación del

AHP utilizado como método multicriterio para la toma de decisiones. El procedimiento para aprovechar esta información en el campo de la valuación es el mismo que el visto en el método de la Suma de Ponderaciones.

Se calcula el ratio:

Ratio = • Valor objetos comparable / • Ponderación objetos comparable.

A partir de este ratio, su producto por la ponderación del objeto a valorar, dará el valor que se estaba buscando

Valor objeto Problema = Ratio * ponderación objeto problema

EJEMPLO:

Este ejemplo se enfrenta a la determinación de un precio por m² de un inmueble partiendo de información cualitativa, ya que solo se cuenta con el conocimiento de 4 ofertas de inmuebles similares, pero no tiene ninguna otra información cuantitativa de los mismos. El experto conocedor de la zona en la que trabaja y basándose en su experiencia como valuador decide utilizar como variables explicativas las siguientes:

- Entorno urbano.
- Características del edificio donde se ubica el departamento
- Características del propio departamento
- Distancias a centros de interés y calidad - cantidad de las comunicaciones

Estas variables primarias a su vez pueden dividirse en variables explicativas secundarias que amplían el análisis y se adecuan con el concepto de conglomerados en AHP, de forma que las variables explicativas serían ahora.

Características del propio departamento

- Calidad de materiales y acabados
- Baños
- Diseño
- Superficie
- Nivel en que se encuentra
- Luminosidad y ventilación
- Calefacción y/o aire acondicionado
- Aislamiento térmico-acústico
- Terrazas, patios y balcones
- Ratio superficie útil/superficie construida

Distancias a centros de interés y calidad de las comunicaciones

- Distancia a centro urbano
- Distancia a estación de metro o metrobus
- Distancia a parada de autobús
- Distancia a escuelas, hospitales, bancos, plazas, mercados.

Entorno urbano

- Categoría de la zona
- Contaminación general
- Servicios y comercios
- Ancho de calle
- Áreas verdes

Características del edificio donde se ubica el departamento

- Fachada
- Acceso, portería y áreas comunes
- Elevador y elementos accesorios
- Cantidad de unidades rentables generales
- Estado de conservación

Planteado el problema mediante AHP, existen ahora cuatro niveles.

- El nivel 1 es el objetivo o meta: Calcular el valor.
- El nivel 2 recoge las variables primarias, variables explicativas generales o primarias.
- El nivel 3 está compuesto por las variables explicativas secundarias.
- El nivel 4 recoge las departamentos comparable y la problema A.

Situados en este punto, los pasos a seguir van a ser:

1. Determinar la ponderación de las distintas variables. De las variables explicativas hay tanto variables cuantitativas (Ancho de calle, superficie, ratio superficie útil/superficie construida, distancias a centro urbano, metro, autobús, colegios) como cualitativas (las restantes). El cálculo del vector propio en las primeras es inmediato ya que se corresponde con el cálculo de la normalización por la suma. En el caso de las variables cualitativas es cuando hay que plantear la matriz de comparaciones en pares, el cálculo del autovector de la matriz y el cálculo de su ratio de consistencia.
2. El producto de la ponderación de cada variable secundaria por la ponderación de la variable primaria correspondiente, dará el peso o ponderación global de cada variable secundaria, teniendo pues al final de este proceso un vector columna ($n \times 1$) siendo m el número de variables secundarias.
3. El proceso sigue planteando las matrices y el cálculo del vector propio correspondiente comparando los inmuebles urbanos entre si para cada variable secundaria. El conjunto de vectores propio forma la matriz ($m \times n$), siendo m el número de departamentos (comparable más la a valuar) y n el número de variables explicativas secundarias.
4. El producto de las matrices ($m \times n$) y ($n \times 1$) resulta una matriz ($m \times 1$) que nos indica el peso o ponderación de los distintos inmuebles entre si en función de todas las variables explicativas.
5. Conocidos los valores de los inmuebles comparable se calculan el ratio valor / ponderación, ratio que multiplicado por la ponderación del inmueble a valuar da el valor buscado. A continuación se desarrollan estos puntos en un ejemplo en el que solo se van a considerar las cuatro variables primarias y algunas de las variables explicativas secundarias. Se parte de la siguiente información:

VARIABLE EXPLICATIVA	DEPTO. 1	DEPTO. 2	DEPTO. 3	DEPTO. 4	DEPTO. A
Precio u.m./ m2	3000	2750	1900	1100	
Entorno urbano					
Categoría de la zona					
Ancho de calle	5	7	4	10	8
Características del edificio donde se ubica el departamento					
Fachada					
Elevador	si	si	no	no	si
Estado de conservación					
Características de la propia departamento					
Calidad de materiales y acabados					
Superficie	95	87	110	100	90
Luminosidad y ventilación					
Calefacción – aire acondicionado					
Terrazas, patios y balcones					
Distancia a centros de interés y calidad de comunicaciones					
Distancia a centro urbano (Km.)	0.500	0.750	1500	2000	0.600
Distancia a parada de autobús (Km.)	0.200	0.150	0.300	0.250	0.200

Lo primero es determinar el peso o ponderación de las variables explicativas primarias (Entorno urbano, características del edificio, características del departamento y distancias a centros de interés). Para ello se plantea la correspondiente matriz de comparaciones en pares, se calcula su consistencia y su vector propio.

	Entorno urbano	Características del edificio donde se ubica el departamento	Características del departamento	Distancias a centros de interés y calidad de las comunicaciones	Vector propio
Entorno urbano	1/1	1/3	1/7	1/5	0.0553
Características del edificio donde se ubica el departamento		1/1	1/5	1/3	0.1175
Características del departamento			1/1	3/1	0.5650
Distancias a centros de interés y calidad de las comunicaciones				1/1	0.2622
CR	4.43 %				

La ponderación obtenida nos indica la importancia de las Variable primarias en la explicación del precio. Definida la ponderación de las Variable primarias, se pasa a ponderar dentro de cada una la importancia de las variables secundarias

- Entorno urbano: 5,53%
- Características del edificio donde se ubica la departamento: 11.75%
- Características del departamento: 56.50%
- Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones:26.22%

Variable primaria: Entorno urbano

Variables secundarias:

-Categoría de la zona.

-Ancho de calle

Se plantea la matriz de comparaciones en pares.

	Categoría de la zona	Ancho de calle	Vector propio
Categoría de la zona	1/1	5/1	0.8333
Ancho de calle	1/5	1/1	0.1667
CR	0.00 %		

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de las variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria entorno

Variable primaria: Características del edificio donde se ubica el departamento

Variables secundarias:

-Fachada

-Elevador

-Estado de conservación

Se plantea la matriz de comparaciones en pares.

	Fachada	Elevador	Estado de conservación	Vector propio
Fachada	1/1	1/5	1/7	0.0719
Elevador		1/1	1/3	0.2790
Estado de conservación			1/1	0.6491
CR	4.29%			

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria características del edificio

Variable primaria: Características del propio departamento

Variables secundarias:

-Calidad de materiales y acabados

-Superficie

-Luminosidad y ventilación

calefacción-aire acondicionada

-Terrazas, patios y balcones

Se plantea la matriz de comparaciones en pares.

	Calidad de materiales y acabados	Superficie	Luminosidad y ventilación	Calefacción-aire acondicionado	Terrazas, patios y balcones	Vector propio
Calidad de materiales y acabados	1/1	1/3	1/1	1/5	1/1	0.0876
Superficie		1/1	3/1	1/3	3/1	0.2364
Luminosidad y ventilación			1/1	1/5	1/1	0.0876
Calefacción-aire acondicionado				1/1	5/1	0.5007
Terrazas, patios y balcones					1/1	
CR	0.94%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria características del departamento.

Variable primaria: Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones

Variables secundarias:

-Distancia a centro urbano

-Distancia a parada de autobús

Se plantea la matriz de comparaciones en pares.

	Distancia a centro urbano	Distancia a parada de autobús	Vector propio
Distancia a centro urbano	1/1	1/3	0.7500
Distancia a parada de autobús	3	1/1	0.2500
CR	0.00 %		

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de las variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria distancias

Con este último cálculo se finaliza la ponderación de las variables secundarias. El producto de ponderación de cada variable primaria por las ponderaciones de las variables secundarias que comprende resultará la ponderación final de cada una de las variables secundarias o sea la importancia o peso de cada una de las variables secundarias en la explicación del valor de los departamentos.

	Variable primaria	Variable secundaria	Ponderación final
Categoría de la zona	5.53 %	83.33 %	4.61 %
Ancho de calle	5.53 %	16.67 %	0.92 %
Fachada	11.75 %	7.19 %	0.84 %
Elevador	11.75 %	27.90 %	3.28 %
Estado de conservación	11.75 %	64.91 %	7.63 %
Calidad de materiales y acabados	56.50 %	8.76 %	4.95 %
Superficie	56.50 %	23.64 %	13.36 %
Luminosidad y ventilación	56.50 %	8.76 %	4.95 %
Calefacción – aire acondicionado	56.50 %	50.07 %	28.29 %
Terrazas, patios y balcones	56.50 %	8.76 %	4.95 %
Distancia a centro urbano (Km.)	26.22 %	75 %	19.67 %
Distancia a parada de autobús (Km.)	26.22 %	25 %	6.55 %
			100%

Ponderación final de las variables secundarias

El siguiente paso consiste en ponderar cada una de los departamentos, las comparable más la a valuar, en función de cada una de las variables secundarias, construyendo en cada caso la matriz de comparaciones en pares, midiendo su consistencia y calculando los vectores propios respectivos.

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 1	3 / 1	5 / 1	1 / 1	0,2808
Departamento 2		1 / 1	3 / 1	5 / 1	1 / 1	0,2808
Departamento 3			1 / 1	3 / 1	1 / 3	0,1070
Departamento 4				1 / 1	1 / 5	0,0505
Departamento A					1 / 1	0,2808
CR	0.95%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable categoría de la zona.

Variable secundaria: Ancho de calle.

En este caso al ser una variable cuantitativa, la ponderación se calcula directamente por normalización por la suma sin necesidad de plantear la matriz de comparaciones en pares.

	Valor de la variable	Ponderación
Departamento 1	5	0,1470
Departamento 2	7	0,2058
Departamento 3	4	0,1176
Departamento 4	10	0,2941
Departamento A	8	0,2352
Suma	34	1

Calculo de los pesos o proporción relativa de los departamentos en función de la variable Ancho de la calle

Variable secundaria: Fachada

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	3 / 1	1 / 1	0,2308
Departamento 2		1 / 1	1 / 1	3 / 1	1 / 1	0,2308
Departamento 3			1 / 1	3 / 1	1 / 1	0,2308
Departamento 4				1 / 1	1 / 3	0,0769
Departamento A					1 / 1	0,2308
CR	0,00%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable fachada.

Variable secundaria: Elevador

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 1	3 / 1	9 / 1	1 / 1	0,2854
Departamento 2		1 / 1	3 / 1	9 / 1	1 / 1	0,2854
Departamento 3			1 / 1	7 / 1	1 / 3	0,1160
Departamento 4				1 / 1	1 / 9	0,0273
Departamento A					1 / 1	0,2854
CR	2.02%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de las departamentos en función de la variable elevador.

Variable secundaria: Estado de conservación

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 5	3 / 1	3 / 1	1 / 5	0,1535
Departamento 2		1 / 1	3 / 1	3 / 1	1 / 1	0,3595
Departamento 3			1 / 1	1 / 1	1 / 3	0,0638
Departamento 4				1 / 1	1 / 3	0,0638
Departamento A					1 / 1	0,3595
CR	0.00%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable estado de conservación.

Variable secundaria: Calidad de los materiales y acabados.

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 1	5 / 1	7 / 1	3 / 1	0,3459
Departamento 2		1 / 1	5 / 1	7 / 1	3 / 1	0,3459
Departamento 3			1 / 1	3 / 1	1 / 7	0,0606
Departamento 4				1 / 1	1 / 9	0,0325
Departamento A					1 / 1	0,2152
CR	9.36 %					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable calidad de los materiales y acabados.

Variable secundaria: Superficie. Al ser una variable cuantitativa, como ya se vio en el caso de la Ancho de calle, la ponderación se calcula directamente por normalización por la suma sin necesidad de plantear la matriz de comparaciones en pares.

	Valor de la variable	Ponderación
Departamento 1	95	0.1970
Departamento 2	87	0.1804
Departamento 3	110	0.2282
Departamento 4	100	0.2074
Departamento A	90	0.1867
SUMA	482	1

Variable secundaria: Luminosidad y ventilación

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 5	1 / 1	3 / 1	1 / 3	0,0999
Departamento 2		1 / 1	5 / 1	7 / 1	3 / 1	0,5005
Departamento 3			1 / 1	3 / 1	1 / 3	0,0999
Departamento 4				1 / 1	1 / 7	0,0423
Departamento A					1 / 1	0,2573
CR	2.94 %					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable luminosidad y ventilación.

Variable secundaria: Calefacción-aire acondicionado.

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	9 / 1	1 / 1	0,2432
Departamento 2		1 / 1	1 / 1	9 / 1	1 / 1	0,2432
Departamento 3			1 / 1	9 / 1	1 / 1	0,2432
Departamento 4				1 / 1	1 / 9	0,0270
Departamento A					1 / 1	0,2432
CR	0.00%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable calefacción-aire acondicionado.

Variable secundaria: Terrazas, patios y balcones

	Departamento 1	Departamento 2	Departamento 3	Departamento 4	Departamento A	Vector propio
Departamento 1	1 / 1	3 / 1	3 / 1	1 / 1	1 / 1	0,2727
Departamento 2		1 / 1	1 / 1	1 / 3	1 / 3	0,0909

Departamento 3			1 / 1	1 / 3	1 / 3	0,0909
Departamento 4				1 / 1	1 / 1	0,2727
Departamento A					1 / 1	0,2727
CR	0,00%					

Matriz de comparaciones en pares y vector propio de los departamentos en función de la variable Terrazas, patios y balcones.

Variable secundaria: Distancia a centro urbano. Tanto esta variable como la siguiente son variables cuantitativas por lo que el cálculo de su ponderación se hace directamente, como ya se ha visto. Pero, además, ambas variables son inversas por lo que previamente se transforman en directas mediante el cociente.

	Valor de la variable (Km.)	Variable transformada	Vector propio
Departamento 1	0,50	2	0,3252
Departamento 2	0,75	1,33	0,2162
Departamento 3	1,50	0,66	0,1073
Departamento 4	2,00	0,50	0,0813
Departamento A	0,60	1,66	0,2699
SUMA		6,15	1

Calculo del vector propio de los departamentos en función de la variable calidad distancia a centro urbano

Variable Secundaria: Distancia a Parada Del Autobús

	Valor de la variable (Km.)	Variable transformada	Vector propio
Departamento 1	0,20	5.00	0,2084
Departamento 2	0,15	6.66	0,2776
Departamento 3	0,30	3.33	0,1388
Departamento 4	0,25	4.00	0,1667
Departamento A	0,20	5.00	0,2084
SUMA		23.99	1

Cálculo del vector propio de los departamentos en función de la variable distancia a parada autobús.

Con los vectores propios obtenidos a través de las matrices de comparación en pares de las distintos departamentos para cada variable secundaria se construye una matriz 5*12. El producto de esta matriz por la matriz columna 12*1 de las variables secundarias dará una matriz columna 5*1.

Matriz terrenos en función de cada variable secundaria												Matriz variable secundaria	Matriz producto
0,2808	0,1470	0,2308	0,2854	0,1535	0,3459	0,1970	0,0999	0,2432	0,2727	0,3252	0,2084	0,0461	0,2456
0,2808	0,2058	0,2308	0,2854	0,3595	0,3459	0,1804	0,5005	0,2432	0,0909	0,2162	0,2776	0,0092	0,2536
0,1070	0,1176	0,2308	0,1166	0,0638	0,0606	0,2282	0,0999	0,2432	0,0909	0,1073	0,1388	0,0084	0,1586
0,0505	0,2941	0,0769	0,0273	0,0638	0,0325	0,2074	0,0423	0,0270	0,2727	0,0813	0,1667	0,0328	0,0909
0,2808	0,2352	0,2308	0,2854	0,3595	0,2152	0,1867	0,2573	0,2432	0,2727	0,2699	0,2084	0,0763	0,2512
												0,0495	
												0,1336	
												0,0495	
												0,2829	
												0,0495	
												0,1967	
												0,0656	

Producto de la matriz de vectores propios de los departamentos para cada variable explicativa por la matriz columna de la ponderación de las variables explicativas secundarias. El producto resultante es la matriz columna que expresa la ponderación de los departamentos en función de todas las variables explicativas utilizadas y en función de su peso.

La matriz producto obtenida indica la ponderación de los departamentos (incluida la a valuar) en función de todas las variables. Como se conoce el valor de las departamentos comparables, se calcula el ratio valor / ponderación

	Precio /m2	Ponderación	Valor/ponderación
Departamento 1	3000	0.2456	12214.90
Departamento 2	2750	0.2536	11652.50
Departamento 3	1900	0.1586	10215.05
Departamento 4	1100	0.0909	12101.21
Ratio medio precio/ponderación			11545.91

Conocido el ratio valor / ponderación, el producto de dicho ratio por la ponderación de la departamento sujeto dará el valor de esta.

$$\text{VALOR m2 departamento A} = 11545.91 * 0.2512 = 2900.33 \text{ \$ / m2}$$

$$\text{VALOR DEPARTAMENTO A} = 2.900,33 \text{ \$ / m2} * 90 \text{ m2} = \$261.029$$

3. SISTEMA DE DETERMINACIÓN, PONDERACIÓN Y JERARQUÍA. APLICACIONES A CASOS PRACTICOS

3.1. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UN TERRENO

3.1.1. EL SITIO A ESTUDIAR: LA COLONIA DEL VALLE.

Decidí trabajar en la Colonia del Valle por ser una de las cinco colonias con mayor oferta y demanda del Distrito Federal. Además de contar con información y conocimiento de la zona. Por lo que comenzaremos con una descripción a grandes rasgos.

BREVE HISTORIA DE LA COLONIA DEL VALLE.

La historia de la Colonia Del Valle se remonta al período prehispánico. En sus profundidades descansa la referencia del basamento piramidal de San Pedro de los Pinos y de la población de Mixcoac. En el siglo XVI, los españoles construyeron algunos de los primeros recintos religiosos de la Ciudad de México: Templo de Santo Domingo de Guzmán (1564), Templo de San Lorenzo Xochimanca (siglo XVII). A través del tiempo, la Del Valle fue consolidándose como un importante centro agrícola abastecedor de la ciudad. Durante el gobierno de Porfirio Díaz continuó la construcción de villas campestres en toda la zona sur y poniente del Valle de México en los alrededores de los entonces pueblos de San Ángel y Mixcoac, siendo en las inmediaciones de este último donde importantes funcionarios del gobierno como José Yves Lymantour, secretario de Hacienda establecieron lujosas casonas de descanso, lo que atrajo para la última mitad del siglo XX a varias familias, de entre las que destaca la comunidad alemana que se estableció en lo que actualmente es Holbein creando la Colonia Berlín. Esa época fue clave en el desarrollo de la ciudad y de la Colonia Del Valle, ya que en esos tiempos se trazó una gran avenida "la Vía del Centenario" la actual Avenida de los Insurgentes misma que comunicaba el centro con el sur de la ciudad en donde se ubicaban un gran número de minas de arena. Fue entonces cuando se empezaron a crear varias colonias en sus alrededores como la Colonia "El Zacatillo" junto al poblado de Actipan del cual prevalece el Templo de Santo Tomás en la calle de Elefante cerca de donde hoy se encuentra Galerías Insurgentes.

El nombre de colonias fue usado en esa época para definir a las nuevas urbanizaciones dotadas de todos los servicios y planeadas integralmente, retomando el nombre de colonia de tiempos de los conquistadores al referirse a "llevar la modernidad y la civilización" a los lugares deshabitados de ese entonces. Finalmente, en noviembre de 1908, empezó el fraccionamiento de la Colonia Del Valle en los terrenos de los antiguos ranchos de Santa Cruz, San Borja, Santa Rita, Tlacoquemécatl, Amores y del rancho de Nápoles, nombres que resultan familiares ya que algunas calles de la colonia aún los conservan. Y ya para el año de 1913 funcionaba una línea de tranvía llamada "Colonia Del Valle" que llegaba desde el centro de la ciudad. De esa época perduran algunas casas ubicadas principalmente en el norte de la colonia, cerca de la Torre de Mexicana. Las casas de esa época eran de tipo campestre ya que el ayuntamiento de la ciudad solo otorgó permiso para este tipo de construcciones, mismas que debían contar con grandes jardines para el cultivo en terrenos de por lo menos 1000 metros cuadrados cada uno, de ahí el origen de las grandes residencias.

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Rubro	Benito Juárez	Distrito Federal
Población total	360,478	8,605,239
Población en hogares	350,281	8,451,335
Hogares	115,864	2,180,243
No. Viviendas	115,864	2,131,410
Total de ocupantes	358,755	8,561,469
Hogares por vivienda	1	1.02
Miembros por hogar	3	3.9
Ocupantes por vivienda	3.1	4

Población ocupada por nivel de ingresos				
	Benito Juárez		Distrito Federal	
	Total	Estructura %	Total	Estructura %

Sin ingresos	2,811	1.6	77,419	2.2
Menos de 1 hasta 1 S.M.	8,963	5.1	302,222	8.4
Más de 1 hasta 2 S.M.	28,791	16.5	1,140,507	31.8
Más de 2 hasta 3 S.M.	23,711	13.6	678,931	18.9
De 3 hasta 5 S.M.	27,440	15.7	508,072	14.2
Más de 5 hasta 10 S.M.	40,241	23.1	419,147	11.7
Más de 10 S.M.	32,308	18.5	230,171	6.4
No específico	10,224	5.9	226,312	6.3
TOTAL	174,489	100	3,582,781	100

Fuente: www.metroscubicos.com 2008.

3.1.2. ANÁLISIS DEL MERCADO PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN Y COMPARABLES A UTILIZAR.

Esta muestra considera exclusivamente inmuebles ofertados como terrenos (a pesar que todos cuentan con construcción). Solo se encontraron ofertas ubicadas a media calle por lo que desde un principio se elimina el factor de ubicación.

	DIRECCION	VALOR	VALOR X M2	INFORMANTE	TELEFONO	ORIENTACION
1	Bartolache 1847	\$3,400,000	\$11,039	Mundo Inmobiliario	5258 0890	Oriente
2	Cerezas 15	\$4,300,000	\$13,354	CMI Grupo	5631 2121	Norte
3	Gabriel Mancera 316	\$4,900,000	\$12,532	Elena Ricaud	5682 8404	Poniente
4	San Francisco 1857	\$5,000,000	\$13,089	Century 21 Bátiz	8628 0888	Oriente
5	Mier y Pesado 314	\$5,250,000	\$17,500	Global Appraisals	5639 3119	Poniente
6	Capulin 35	\$6,700,000	\$17,362	Grupo Bandin	5290 0640	Oriente
7	Luz Saviñon 1023	\$7,390,000	\$10,151	Org. Serrano	5595 4045	Norte
8	Av. Coyoacán 33	\$8,650,000	\$18,723	Oscar del Valle Corp.	5682 3050	Poniente
9	Av. Coyoacán 1031	\$12,900,000	\$9,714	Aiza Bienes Raices	5662 1564	Oriente
	PROMEDIOS	\$6,498,889	\$13,718			

MAXIMOS MINIMOS

	ANCHO DE CALLE	SUPERFICIE	FRENTE	FONDO	PROPORCION FRENTE/FONDO	FRENTE X PROPORCION	FORMA	USO DE SUELO	CUS MAX. PERMISIBLE	CONSTR. MAX. PERMISIBLE	CONSTR. ACTUAL	CUS ACTUAL
1	14.5	308	10	31	0.32	3.23	Irregular	H 3/20/180	2.4	739.20	240	0.78
2	7.5	322	10	35	0.29	2.86	Irregular	H 3/20/180	2.4	772.80	377	1.17
3	20	391	10.77	37.13	0.29	3.12	Regular	H 6/20/60	4.8	1876.80	309.57	0.79
4	20.8	382	12.13	31.8	0.38	4.63	Irregular	H4/20/60	3.2	1222.40	12	0.03
5	20.4	300	7.5	25	0.30	2.25	Irregular	HM 5/20	4	1200.00	817.5	2.73
6	20.1	385.9	17.31	31	0.56	9.67	Regular	H 4/20/60	3.2	1234.88	369.8	0.96
7	20.5	728	14	52	0.27	3.77	Regular	H 4/35/90	2.6	1892.80	661.19	0.91
8	20.6	462	15.5	38.75	0.40	6.20	Irregular	HO 6/20	4.8	2217.60	535.03	1.16
9	20.6	1328	4.13	79.96	0.05	0.21	Tipo "P"	HC 4/20/60	3.2	4249.60	1690	1.27
	18.33	511.88	11.26	40.18	0.32	3.99			3.40			

MAXIMOS MINIMOS

Con lo anterior nos podemos dar cuenta que tanto los tres terrenos con mayor valor por m2 (comparables 5,6 y 8) como los tres terrenos con menor valor por m2 (1,7 y 9), son indiferentes a:

- La orientación: Los inmuebles no presentaron meritos o deméritos por la simple aplicación de este factor.

- El ancho de calle: Ya que el ancho de la calle moda en la colonia del valle es de 20 m y los inmuebles situados en una calle menos ancha mantienen un valor por m² promedio similar a los que se encuentran en calle moda.
- La superficie: El comparable de mayor valor por m² (comparable 8) es de los tres de mayor superficie, pero acompañado de dos de los tres comparables de menor valor por m² (comparables 7 y 9).

Por otro lado se encuentra una influencia considerable de factores como:

- El frente: Dos de los tres inmuebles de mayor valor son también los de mayor frente, aunque el tercero de mayor frente también es de los de menor valor por m².
- La proporción: Dos de los tres inmuebles de mayor valor son también los de mejor proporción frente/fondo, y el tercero de mejor proporción frente/fondo mantiene un valor promedio por m².
- Tanto la configuración, el uso de suelo y la construcción máxima permisible sirven para calcular el CUS y con ello darnos una aproximación al cálculo de los mayores beneficios posibles. En este caso dos de los tres inmuebles de mayor valor por m², son también los de mayor CUS y el tercero de mayor CUS mantiene un valor por m² cercano al promedio.
- Finalmente en el caso de la construcción existente dos de los tres inmuebles de mayor valor por m², son también los de mayor construcción existente. Aunque el tercero de mayor construcción existente también es el comparable de menor valor por m². Esto nos hace suponer que el vendedor le está asignando algún valor a la vida útil remanente de la construcción. Igualmente hay que destacar que este comparable es un caso especial ya que cuenta con un frente de tan solo 4.13 m y una forma tipo "7", por lo que estas características dominan sobre cualquier otra ya que limitan al inmueble a un uso muy específico y por lo tanto es poco deseable.

Por lo tanto, de las 12 variables existentes en este caso, solo nos quedaremos con 4:

1. Frente
2. Proporción
3. CUS
4. Construcción Existente

3.1.3. DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS MATEMÁTICAS APLICABLES EN LA PONDERACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

Como acabamos de ver, el comparable 8 es el que cuenta con el valor por m² más alto. Pero esto no es producto de una sola característica, su valor está compuesto por tener el segundo mejor frente + la mejor relación frente/fondo + el mejor CUS + una de las mayores construcciones existentes. Contrariamente el comparable 1 es el que cuenta con el valor por m² más bajo como consecuencia de tener el segundo menor frente + la segunda menor relación frente/fondo + el menor CUS + la segunda menor construcción existente. Ya que no existe dominación estocástica de alguna de las variables, se descarta definitivamente la ordenación simple y la ponderación tendría que realizarse o bien con Diakoulaki o con Entropía para terminar resolviendo el problema necesariamente por el método de la Ponderación Lineal (Suma de Ponderaciones).

El sujeto a valorar será el lote tipo definido en el plan de desarrollo urbano con las siguientes características:

- Superficie: 300 m²
- Frente: 12 m
- Fondo: 25 m
- CUS: H 4/25, por lo tanto CUS máximo permisible: 3.0

Supongamos que existiera la necesidad de trabajar con un número limitado de comparables para seleccionar los que tuviesen más similitudes a nuestro sujeto. En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel, podemos proceder de la siguiente manera:

Factor Determinante 1:

FRENTE			
No.	CANTIDAD	RELACION	RESULTADO
1	10.00	0.83	VERDADERO
2	10.00	0.83	VERDADERO
3	10.77	0.90	VERDADERO
4	12.13	1.01	VERDADERO
5	7.50	0.63	VERDADERO
6	17.31	1.44	VERDADERO
7	14.00	1.17	VERDADERO
8	15.50	1.29	VERDADERO
9	4.13	0.34	-1

12.00	SUJETO
1.45	MAXIMO
0.55	MINIMO

Factor Determinante 2:

PROPORCION FRENTE/FONDO			
No.	CANTIDAD	RELACION	RESULTADO
1	0.32	0.67	VERDADERO
2	0.29	0.60	VERDADERO
3	0.29	0.60	VERDADERO
4	0.38	0.79	VERDADERO
5	0.30	0.63	VERDADERO
6	0.56	1.16	VERDADERO
7	0.27	0.56	VERDADERO
8	0.40	0.83	VERDADERO
9	0.05	0.11	-1

0.48	SUJETO
1.45	MAXIMO
0.55	MINIMO

Factor Determinante 3:

CUS MAX. PERMISIBLE			
No.	CANTIDAD	RELACION	RESULTADO
1	2.40	0.80	VERDADERO
2	2.40	0.80	VERDADERO
3	4.80	1.60	-1
4	3.20	1.07	VERDADERO
5	4.00	1.33	VERDADERO
6	3.20	1.07	VERDADERO
7	2.60	0.87	VERDADERO
8	4.80	1.60	-1
9	3.20	1.07	VERDADERO

3.00	SUJETO
1.45	MAXIMO
0.55	MINIMO

Factor Determinante 4: Nótese que nuestra cuarta variable podría arrojar un resultado cero si la ingresáramos a los procedimientos matemáticos ya que no existen comparables sin construcción, sino que todas son construcciones antiguas. Por lo que únicamente es una variable restrictiva para seleccionar los comparables con la menor construcción actual.

CONSTR. ACTUAL		
No.	CANTIDAD	RESULTADO
1	240.00	VERDADERO
2	377.00	VERDADERO
3	309.57	VERDADERO
4	12.00	VERDADERO
5	817.50	-1
6	369.80	VERDADERO
7	661.19	VERDADERO
8	535.03	VERDADERO
9	1690.00	-1
662.00		MAXIMO

COMPARABLES SELECCIONADOS:

Como resultado del análisis anterior podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación son los siguientes marcados con la leyenda verdadero y obteniendo una variación inicial del 45% con respecto al sujeto para obtener 5 comparables. Cabe destacar que también se descartan automáticamente los valores máximos y mínimos (comparables 8 y 9 respectivamente):

COMPARABLES SELECCIONADOS			
No.	DIRECCION	RESULTADO	VALOR X M2
1	Bartolache 1847	VERDADERO	11,039
2	Cerezas 15	VERDADERO	13,354
3	Gabriel Mancera 316	-1	12,532
4	San Francisco 1857	VERDADERO	13,089
5	Mier y Pesado 314	-1	17,500
6	Capulin 35	VERDADERO	17,362
7	Luz Saviñon 1023	VERDADERO	10,151
8	Av. Coyoacán 33	-1	18,723
9	Av. Coyoacán 1031	-1	9,714
	45%	VARIACIÓN	

Es importante también señalar que para obtener una variación relativamente ideal de 21%, se obtendría solo un comparable:

1	Bartolache 1847	-1
2	Cerezas 15	-1
3	Gabriel Mancera 316	-1
4	San Francisco 1857	VERDADERO
5	Mier y Pesado 314	-1
6	Capulin 35	-1
7	Luz Saviñon 1023	-1
8	Av. Coyoacán 33	-1
9	Av. Coyoacán 1031	-1
	21%	VARIACIÓN

Así mismo, para obtener 2 comparables se debería aceptar una variación inicial del 33%:

1	Bartolache 1847	VERDADERO
2	Cerezas 15	-1
3	Gabriel Mancera 316	-1
4	San Francisco 1857	VERDADERO
5	Mier y Pesado 314	-1
6	Capulín 35	-1
7	Luz Saviñon 1023	-1
8	Av. Coyoacán 33	-1
9	Av. Coyoacán 1031	-1
	33%	VARIACIÓN

Para obtener 3 comparables se debería aceptar una variación inicial del 41%:

1	Bartolache 1847	VERDADERO
2	Cerezas 15	VERDADERO
3	Gabriel Mancera 316	-1
4	San Francisco 1857	VERDADERO
5	Mier y Pesado 314	-1
6	Capulín 35	-1
7	Luz Saviñon 1023	-1
8	Av. Coyoacán 33	-1
9	Av. Coyoacán 1031	-1
	41%	VARIACIÓN

Para obtener 4 comparables se debería aceptar una variación inicial del 44%:

1	Bartolache 1847	VERDADERO
2	Cerezas 15	VERDADERO
3	Gabriel Mancera 316	-1
4	San Francisco 1857	VERDADERO
5	Mier y Pesado 314	-1
6	Capulín 35	-1
7	Luz Saviñon 1023	VERDADERO
8	Av. Coyoacán 33	-1
9	Av. Coyoacán 1031	-1
	44%	VARIACIÓN

Finalmente, para obtener 6 y 7 comparables se debería aceptar una variación inicial del 71%:

1	Bartolache 1847	VERDADERO
2	Cerezas 15	VERDADERO
3	Gabriel Mancera 316	VERDADERO
4	San Francisco 1857	VERDADERO
5	Mier y Pesado 314	-1
6	Capulín 35	VERDADERO
7	Luz Saviñon 1023	VERDADERO
8	Av. Coyoacán 33	VERDADERO
9	Av. Coyoacán 1031	-1
	61%	VARIACIÓN

3.1.4. PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables preferentemente por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna) como será nuestro caso, para conservar la proporcionalidad.

DIRECCION	VALOR	FRENTE	PROPORCION FRENTE/FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE	NORMALIZACION .FRENTE	NORMALIZACION .PROPORCION FRENTE/FONDO	NORMALIZACION .CUS MAX. PERMISIBLE
Bartolache 1847	\$11,039	10.00	0.32	2.40	0.1326	0.1404	0.1429
Cerezas 15	\$13,354	10.00	0.29	2.40	0.1326	0.1244	0.1429
San Francisco 1857	\$13,089	12.13	0.38	3.20	0.1608	0.1660	0.1905
Capulin 35	\$17,362	17.31	0.56	3.20	0.2295	0.2431	0.1905
Luz Saviñon 1023	\$10,151	14.00	0.27	2.60	0.1856	0.1172	0.1548
SUJETO		12.00	0.48	3.00	0.1591	0.2089	0.1786
SUMA		75.44	2.297	16.80	0.8409	0.7911	0.8214

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del terreno sujeto respectivos.

FRENTE	<u>11038.96</u>	<u>+13354.03</u>	<u>+13089.00</u>	<u>+17362.01</u>	<u>+10151.09</u>	<u>64995.11</u>	=	77289.27
Valor por variable	0.1326	0.1326	0.1608	0.2295	0.1856	0.8409		
		77289.27	X	0.1591	=	\$ 12,294.16		

PROPORCION FRENTE/FONDO	<u>11038.96</u>	<u>+13354.03</u>	<u>+13089.00</u>	<u>+17362.01</u>	<u>+10151.09</u>	<u>64995.11</u>	=	82161.59
Valor por variable	0.1404	0.1244	0.1660	0.2431	0.1172	0.7910		
		82161.59	X	0.2089	=	\$ 17,166.48		

CUS MAX. PERMISIBLE	<u>11038.96</u>	<u>+13354.03</u>	<u>+13089.00</u>	<u>+17362.01</u>	<u>+10151.09</u>	<u>64995.11</u>	=	79124.49
Valor por variable	0.1429	0.1429	0.1905	0.1905	0.1548	0.8214		
		79124.49	X	0.1786	=	\$ 14,129.37		

Al final obtenemos tres resultados de los posibles valores del terreno sujeto de la valuación. Según J. Aznar y la metodología multicriterio de la UPV tendríamos que decidir cual es el resultado más fiable por medio de la distancia Manhattan.

Tercer paso: Para resolver esta incógnita procedemos a calcular la distancia Manhattan de la siguiente manera.

DIRECCION	VALOR M2	VALOR CON .FRENTE	DISTANCIA .FRENTE	VALOR CON .PROPORCION FRENTE/FONDO	DISTANCIA .PROPORCION FRENTE/FONDO	VALOR CON .CUS MAX. PERMISIBLE	DISTANCIA .CUS MAX. PERMISIBLE
Bartolache 1847	11039	10245	794	11537	498	11303	265
Cerezas 15	13354	10245	3109	10218	3136	11303	2051
San Francisco 1857	13089	12427	662	13642	553	15071	1982
Capulin 35	17362	17734	372	19970	2608	15071	2291
Luz Saviñon 1023	10151	14343	4192	9629	522	12245	2094
SUJETO							
Distancia Manhattan			9,129		7,317		8,682

Con esto nos damos cuenta que la variable con menor distancia al sujeto la PROPORCION FRENTE / FONDO Por lo que hasta este paso podríamos decir que el valor por metro cuadrado de un lote tipo de la colonia del valle sería de aproximadamente \$17166, pero este no sería un valor suficientemente soportado. Por lo que tenemos que realizar cálculos extras.

Cuarto paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar.

DIRECCION	VALOR M2	FRENTE	PROPORCION FRENTE/FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE
Bartolache 1847	\$11,039	0.1326	0.1404	0.1429
Cerezas 15	\$13,354	0.1326	0.1244	0.1429
San Francisco 1857	\$13,089	0.1608	0.1660	0.1905
Capulin 35	\$17,362	0.2295	0.2431	0.1905
Luz Saviñon 1023	\$10,151	0.1856	0.1172	0.1548
SUJETO		0.1591	0.2089	0.1786
Desviación estándar		0.0713	0.0778	0.0663
SUMA	64995	0.8409	0.7911	0.8214
RATIOS BARICENTRICOS		77289.27	82161.59	79124.49

Posteriormente se hace un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra)

r _{jk}	FRENTE	PROPORCION FRENTE/FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE
FRENTE	1.0000	0.6405	0.6434
PROPORCION FRENTE/FONDO	0.6405	1.0000	0.8003
CUS MAX. PERMISIBLE	0.6434	0.8003	1.0000

A continuación se crea una matriz inversa a la anterior y se suman las filas horizontales y verticales (Según método Aznar-UPV).

1-r _{jk}	FRENTE	PROPORCION FRENTE / FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE	suma h
FRENTE	0.0000	0.3595	0.3566	0.7161
PROPORCION FRENTE / FONDO	0.3595	0.0000	0.1997	0.5592
CUS MAX. PERMISIBLE	0.3566	0.1997	0.0000	0.5563
suma v	0.7161	0.5592	0.5563	1.8315

Finalmente se multiplica la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

VARIABLE	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DESV)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
FRENTE	0.0263	0.3928
PROPORCION FRENTE / FONDO	0.0280	0.4192
CUS MAX. PERMISIBLE	0.0126	0.1880
SUMA	0.0668	1.0000

Sobresale el peso de la variable PROPORCION FRENTE / FONDO en el valor final.

FRENTE: 39.28%

PROPORCION: 41.92 %

CUS: 18.80 %

Multiplicando estas ponderaciones por los valores obtenidos previamente en el paso dos, obtenemos el valor por el método Diakoulaki.

VALOR FINAL POR DIAKOULAKI \$ 12,294.16 X 0.3928 + \$ 17,166.48 X 0.4192 + \$ 14,129.37 X 0.18.80 = \$ 14,681.52

Quinto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno.

Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable en cada terreno.

DIRECCION	VALOR M2	FRENTE	PROPORCION FRENTE / FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE
Bartolache 1847	11039	-0.8776	-0.8526	-0.8451
Cerezas 15	13354	-0.8776	-0.9053	-0.8451
San Francisco 1857	13089	-0.7937	-0.7798	-0.7202
Capulin 35	17362	-0.6393	-0.6143	-0.7202
Luz Saviñon 1023	10151	-0.7315	-0.9311	-0.8103
SUJETO		-0.7984	-0.6800	-0.7482

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$

Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

DIRECCION	VALOR M2	FRENTE	PROPORCION FRENTE / FONDO	CUS MAX. PERMISIBLE
Bartolache 1847	11039	-0.1163	-0.1197	-0.1207
Cerezas 15	13354	-0.1163	-0.1126	-0.1207
San Francisco 1857	13089	-0.1276	-0.1295	-0.1372
Capulin 35	17362	-0.1467	-0.1493	-0.1372
Luz Saviñon 1023	10151	-0.1357	-0.1091	-0.1254
SUJETO		-0.1270	-0.1421	-0.1336
suma	64995	-0.7697	-0.7623	-0.7748
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9892	-0.9796	-0.9957
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.0355	0.0108	0.0204	0.0043
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.3049	0.5745	0.1207

Según el método de la Entropía, partiendo de los valores que las variables toman en cada objeto, su peso o ponderación es el siguiente:

FRENTE: 30.49 %

PROPORCION: 57.45%

CUS: 12.07 %

Sin embargo, si incluimos la variable construcción existente, y unificadas las variables frente y proporción en una sola, obtenemos lo siguiente:

Con Diakoulaki.

Calculando la desviación estándar:

DIRECCION	VALOR M2	FRENTE X PROPORCION	CUS MAX. PERMISIBLE	CONSTR. ACTUAL
Bartolache 1847	\$11,039	0.1079	0.1429	0.1446
Cerezas 15	\$13,354	0.0955	0.1429	0.2271
San Francisco 1857	\$13,089	0.1547	0.1905	0.0072
Capulin 35	\$17,362	0.3232	0.1905	0.2228
Luz Saviñon 1023	\$10,151	0.1260	0.1548	0.3983
SUJETO		0.1926	0.1786	0.0000
Desviación estándar		0.0842	0.0226	0.1511
SUMA	\$64995	0.8074	0.8214	1.0000
RATIOS BARICENTRICOS		80500.39	79124.49	64995.11

Calculando la correlación entre las columnas de las variables:

rjk	FRENTE X PROPORCION	CUS MAX. PERMISIBLE	CONSTR. ACTUAL
FRENTE X PROPORCION	1.0000	0.7702	-0.0950
CUS MAX. PERMISIBLE	0.7702	1.0000	-0.4756
CONSTR. ACTUAL	-0.0950	-0.4756	1.0000

A continuación se crea una matriz inversa a la anterior:

1-rjk	FRENTE X PROPORCION	CUS MAX. PERMISIBLE	CONSTR. ACTUAL
FRENTE X PROPORCION	0.0000	0.2298	1.0950
CUS MAX. PERMISIBLE	0.2298	0.0000	1.4756
CONSTR. ACTUAL	1.0950	1.4756	0.0000
suma_v	1.3248	1.7053	2.5706

Finalmente se multiplica la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

1-rjk	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DESV)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
FRENTE X PROPORCION	0.1116	0.2073
CUS MAX. PERMISIBLE	0.0385	0.0715
CONSTR. ACTUAL	0.3884	0.7212
SUMA	0.5385	1.0000

FRENTE X PROPORCION: 20.73 %

CUS MAX. PERMISIBLE: 07.15 %

CONSTR. ACTUAL: 72.12 %

Con Entropía:

DIRECCION	VALOR	FRENTE X PROPORCION	CUS MAX. PERMISIBLE	CONSTR. ACTUAL
Bartolache 1847	11039	-0.1043	-0.1207	-0.1214
Cerezas 15	13354	-0.0974	-0.1207	-0.1462
San Francisco 1857	12532	-0.1254	-0.1372	-0.0155
Capulin 35	13089	-0.1585	-0.1372	-0.1452
Luz Saviñon 1023	17362	-0.1134	-0.1254	-0.1592
SUJETO	13475	-0.1378	-0.1336	-0.0019
suma	80851	-0.7368	-0.7748	-0.5895
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9469	-0.9957	-0.7575
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.2998	0.0531	0.0043	0.2425
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.1771	0.0143	0.8087

Cabe resaltar que la construcción existente influye entre un 72% y 80% dependiendo del método de ponderación, con lo que se demuestra que el mercado en la Colonia del Valle por si solo ya no es un mecanismo fiable en la valuación de terrenos, por estar saturado de inmuebles con construcción en vez de predios baldíos. También podríamos optar por un método residual simple para tratar de conseguir un resultado con menor coeficiente de variación, una forma seria la siguiente:

	RESIDUAL	VALOR	CONSTRUCCION ACTUAL	VALOR CONSTRUCCION	VALOR RESIDUAL TERRENO	VALOR RESIDUAL TXM2
1	Bartolache 1847	\$3,400,000	240	\$960,000.00	\$2,440,000	\$7,922.08
2	Cerezas 15	\$4,300,000	377	\$1,508,000.00	\$2,792,000	\$8,670.81
3	Gabriel Mancera 316	\$4,900,000	309.57	\$1,238,280.00	\$3,661,720	\$9,365.01
4	San Francisco 1857	\$5,000,000	12	\$48,000.00	\$4,952,000	\$12,963.35
5	Mier y Pesado 314	\$5,250,000	817.5	\$3,270,000.00	\$1,980,000	\$6,600.00
6	Capulin 35	\$6,700,000	369.8	\$1,479,200.00	\$5,220,800	\$13,528.89
7	Luz Saviñon 1023	\$7,390,000	661.19	\$2,644,760.00	\$4,745,240	\$6,518.19
8	Av. Coyoacán 33	\$8,650,000	535.03	\$2,140,120.00	\$6,509,880	\$14,090.65
9	Av. Coyoacán 1031	\$12,900,000	1690	\$6,760,000.00	\$6,140,000	\$4,623.49
				\$2,227,596		\$9,365

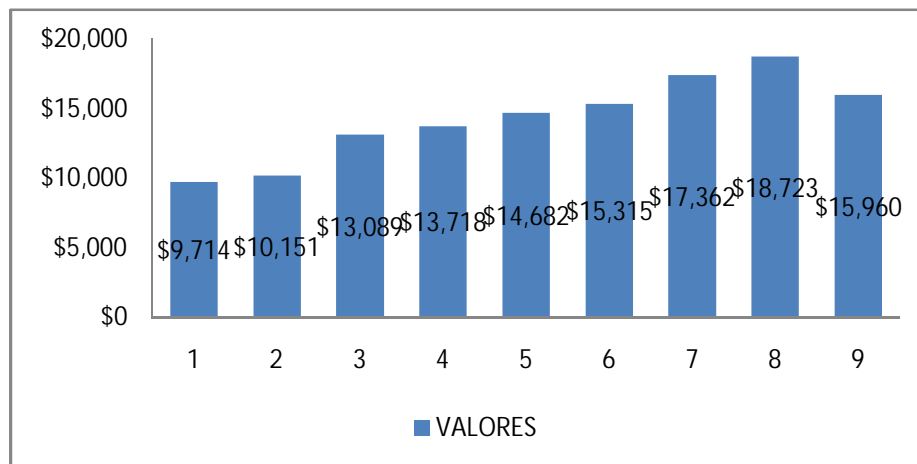
VALOR UNITARIO DE CONSTRUCCION APLICABLE

\$4,000

Con lo anterior queda demostrado que este método tampoco es un método fiable en este caso, ya que el valor unitario de construcción conserva la proporcionalidad siempre y cuando se mueva en un intervalo de \$2000 a \$6000. Pero a pesar de ello el coeficiente de variación aumenta aun más que si utilizáramos los datos brutos. Por lo que el único soporte fiable para la estimación del valor máximo a pagar por un terreno es una corrida financiera base a los beneficios esperados según proyecto específico.

Sexto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
1. VALOR MINIMO DE LA MUESTRA SIN DEPURAR	\$9,714	
2. VALOR MINIMO DE LA MUESTRA DEPURADA	\$10,151	
3. VALOR COMPARABLE MAS PARECIDO AL SUJETO	\$13,089	
4. VALOR PROMEDIO SIMPLE	\$13,718	
5. VALOR CON DIAKOULAKI	\$14,682	\$14,998
6. VALOR CON ENTROPIA	\$15,315	
7. VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA DEPURADA	\$17,362	
8. VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA SIN DEPURAR	\$18,723	
9. PROMEDIO GENERAL	\$15,960	



Después de la selección de comparables fue disminuyendo la variación del valor. Por lo que, una buena selección de comparables facilita la aplicación de métodos más cortos y sencillos que no necesariamente tienen que ser mas inexactos. En base a todo esto podríamos concluir el valor obtenido por Entropía o por Diakoulaki o por un promedio democrático de ambos. Mismo que será de \$14 998.

3.2. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UNA CASA HABITACION

En la siguiente tabla se puede apreciar la variación comparativa de valores en cuanto a la edad de departamentos y casas en la colonia del valle.

Edad	Departamentos			Casas		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
Nuevo	\$17,681	\$20,511	\$15,418	-	-	-
De 1 a 5	\$17,742	\$21,200	\$14,889	\$12,899	\$15,333	\$10,465
De 6 a 10	\$16,556	\$18,077	\$14,776	\$16,742	\$16,742	\$16,742
De 11 a 15	\$13,345	\$17,143	\$10,920	\$12,540	\$12,727	\$12,353
De 16 a 20	\$13,784	\$15,942	\$12,375	-	-	-
más de 20	\$12,883	\$15,200	\$10,757	\$13,241	\$16,667	\$10,270

Fuente: www.metroscubicos.com

De inicio podemos observar que la disminución del valor de los departamentos es directamente proporcional a los años cumplidos. Mientras que las casas habitación muestran un comportamiento no línea a este hecho, lo que denota al intervención de otros factores de mayor peso en la conformación del valor. Pero para un análisis más particular volvemos a la tabla de mercado ya conocida.

3.2.1. ANÁLISIS DEL MERCADO PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN Y COMPARABLES A UTILIZAR.

Esta muestra considera exclusivamente casas en venta que, pese a la edad de algunas de ellas, aun pueden cumplir con su función. Solo se encontraron ofertas con ubicaciones a media calle por lo que desde un principio se elimina el factor de ubicación.

	DIRECCION	VALOR X M2	M2 TERRENO	M2 CONSTRUCCION	CUS EXISTENTE	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	ESPACIOS ESTAC.	EDAD	NIVELES CONSTRUIDOS	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	ESPACIOS ADICIONALES	FRENTE DEL TERRENO	FONDO DEL TERRENO	PROPORCION FRENTE/FONDO	CALIDAD
1	Priv. Elena Arizmendi	\$16,379	164	243	1.48	4	3.0	0.75		17	2	0.67	2 (JARDIN Y CTO SERV.)	10.50	15.62	0.67	8
2	Martin Mendelz 1340	\$15,000	250	250	1.00	3	3.5	1.17		3	40	1.00	2 (JARDIN Y ESTUDIO)	10.00	25.00	0.40	9
3	AV COYOACAN 954	\$13,929	210	280	1.33	3	3.4	1.13		4	40	0.75	2 (JARDIN Y CTO. JUEGOS)	9.80	21.43	0.46	7
4	Anaxagoras 836	\$11,711	306	380	1.24	4	4.6	1.00		5	52	0.81	1 (JARDIN)	8.00	38.25	0.21	8
5	SAMUEL RAMOS	\$15,333	205	150	0.75	3	3.0	1.00		5	3	1.33	0	12.00	16.67	0.72	8
6	Gabriel Mancera	\$13,957	124	230	1.85	3	2.5	0.83		3	30	0.54	0	12.00	10.33	1.16	8
7	San Lorenzo	\$13,854	258.2	343	1.33	4	2.5	0.64		4	51	0.75	2 (JARDIN Y CTO SERV.)	8.00	32.28	0.25	8
8	San Francisco	\$15,029	122	175	1.42	3	2.5	0.83		4	44	0.71	0	8.00	15.25	0.52	8
9	Pilares	\$13,975	168	322	1.91	5	4.3	0.90		2	50	0.52	0	8.00	21.13	0.38	7
10	Av. Porfirio Diaz	\$17,969	208	256	1.23	4	2.5	0.63		3	14	0.81	2 (JARDIN Y CTO SERV.)	8.00	26.00	0.31	7
11	NICOLAS SAN J.836	\$15,455	250	275	1.10	3	2.0	0.67		3	30	0.91	2 (JARDIN Y ESTUDIO)	8.00	31.25	0.26	8
12	GABRIEL MANCERA 1153	\$12,681	273	414	1.52	4	4.6	1.00		3	35	0.66	1 (ESTUDIO)	10.20	26.76	0.38	9
13	Patricio Sanz 621	\$21,034	391	309	0.79	3	2.5	0.83		4	30	1.27	2 (JARDIN Y ESTUDIO)	10.00	39.10	0.26	8
14	Patricio Sanz	\$18,751	417	400	0.96	4	2.5	0.64		3	35	1.04	2 (JARDIN Y CTO SERV.)	10.50	39.71	0.26	8
15	Patricio Sanz	\$20,624	424	400	0.94	4	3.5	0.88		3	35	1.07	2 (JARDIN Y ESTUDIO)	9.20	46.30	0.20	8
	PROMEDIO	\$15,452	251.21	295.00	1.26	3.60	3.06	0.86		3	34	2.27	0.86	9.48	27.01	0.43	7.87

MAXIMOS

MINIMOS

Con lo anterior nos podemos dar cuenta que tanto las casas con mayor valor por m2 (comparables 14, 15 y 16) como las casas con menor valor por m2 (4, 6 y 7) son indiferentes a:

- El número de recamaras y baños, así como la relación de baños por recamara: Los inmuebles no presentaron meritos o deméritos por la simple aplicación de este factor.
- El número de niveles: Ya que el numero de niveles de las casa habitación en la colonia del generalmente es de dos y solo en un par de casos es de tres niveles, sin influir de ninguna manera en el valor.
- Tanto el frente del terreno y su proporción. Así como la calidad de la construcción y sus elementos adicionales tienden a carecer de importancia frente a un factor aun más importante en la zona, la versatilidad. Ya que en la inspección de los inmuebles comparable se evidencio la adaptación de dichas casas parcial o totalmente como restaurantes, comercios u oficinas.

En base a esto, se encuentra una influencia considerable de factores como:

- La superficie de terreno: Los tres inmuebles de mayor valor por m2 son también los de mayor superficie.
- La relación terreno-construcción: Como se observa la superficie de construcción no explica el valor ya que encontramos valores máximos y mínimos que no se relacionan con la variación de este factor, Pero si están directamente relacionadas con la cantidad de metros ofertados de terreno por cada metro de construcción o lo que es lo mismo, el menor CUS existente. Al tener mayor terreno disponible, carece de importancia también el número de lugares de estacionamiento. Ya que en algunas casas, solo son espacios habilitados para cumplir mínimamente con la función de estacionamiento.
- Por ultimo, aunque no muy claramente, también esta influyendo el factor edad en la muestra. Para esclarecer esta incógnita es deseable aplicar el método de la Entropía.

Por lo tanto, de las 15 variables existentes en este caso, solo nos quedaremos con 3, además de lógicamente la superficie de construcción:

1. Superficie del Terreno
2. Relación Terreno-Construcción
3. Edad

3.2.2. DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS MATEMÁTICAS APLICABLES EN LA PONDERACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

Como acabamos de ver, el comparable 13 es el que cuenta con el valor por m2 más alto. Pero esto no es producto de una sola característica, su valor esta compuesto por tener la tercer mayor superficie de terreno + la mejor relación Terreno-Construcción+ la cuarta mejor edad. Por el contrario el comparable 6 es el que cuenta con el valor por m2 más bajo como consecuencia de tener la segunda menor superficie de terreno + la segunda peor relación Terreno-Construcción + una edad 5 años superior al promedio. Se puede observar también que el resto de la terna que acompaña a los inmuebles de mayor y menor valor por m2, también siguen la misma tendencia.

Como tampoco existe dominación estocástica de alguna de las variables, se descarta definitivamente la ordenación simple y la ponderación tendría que realizarse o bien con Diakoulaki o con Entropía para terminar resolviendo el problema necesariamente por el método de la Ponderación Lineal (Suma de Ponderaciones).

El sujeto a valuar será una casa habitación medianera ubicada en la misma colonia y que cuenta con las siguientes características:

DIRECCION	M2 TERRENO	M2 CONSTRUCCION	CUS EXISTENTE	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	EDAD	NIVELES CONSTRUIDOS	RELACION M2 DE TERRENO X M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ADICIONALES	FRENTE DEL TERRENO	FONDO DEL TERRENO	PROPORCION FRENTE/FONDO	CALIDAD
ADOLFO PRIETO 1029	200	380	1.90	3	3.5	1.17	3	30	2	0.53	1 (ESTUDIO)	10.70	18.69	0.57	7

En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel para reducir la dispersión de la muestra, podemos proceder de la siguiente manera:

Factor Determinante 1:

M2 TERRENO			
1	164.00	0.82	VERDADERO
2	250.00	1.25	VERDADERO
3	210.00	1.05	VERDADERO
4	306.00	1.53	VERDADERO
5	180.00	0.90	VERDADERO
6	124.00	0.62	VERDADERO
7	258.20	1.29	VERDADERO
8	122.00	0.61	VERDADERO
9	169.00	0.85	VERDADERO
10	208.00	1.04	VERDADERO
11	250.00	1.25	VERDADERO
12	273.00	1.37	VERDADERO
13	391.00	1.96	-1
14	417.00	2.09	-1
15	426.00	2.13	-1

200.00	SUJETO
1.55	MAXIMO
0.45	MINIMO

Factor Determinante 2:

RELACION TERRENO CONSTRUCCION			
1	0.67	1.28	VERDADERO
2	1.00	1.90	-1
3	0.75	1.43	VERDADERO
4	0.81	1.53	VERDADERO
5	1.20	2.28	-1
6	0.54	1.02	VERDADERO
7	0.76	1.44	VERDADERO
8	0.71	1.34	VERDADERO
9	0.52	1.00	VERDADERO
10	0.81	1.54	VERDADERO
11	0.91	1.73	-1
12	0.66	1.25	VERDADERO
13	1.27	2.40	-1
14	1.04	1.98	-1
15	1.07	2.02	-1

0.53	SUJETO
1.55	MAXIMO
0.45	MINIMO

Factor Determinante 3:

EDAD			
1	17	0.57	VERDADERO
2	40	1.33	VERDADERO
3	40	1.33	VERDADERO
4	52	1.73	-1
5	5	0.17	-1
6	40	1.33	VERDADERO
7	51	1.70	-1
8	44	1.47	VERDADERO
9	50	1.67	-1
10	14	0.47	-1
11	30	1.00	VERDADERO
12	35	1.17	VERDADERO
13	30	1.00	VERDADERO
14	35	1.17	VERDADERO
15	35	1.17	VERDADERO

30.00	SUJETO
1.5	MAXIMO
0.5	MINIMO

Factor Determinante 4:

M2 CONSTRUCCION			
1	243.00	0.64	VERDADERO
2	250.00	0.66	VERDADERO
3	280.00	0.74	VERDADERO
4	380.00	1.00	VERDADERO
5	150.00	0.39	-1
6	230.00	0.61	VERDADERO
7	340.00	0.89	VERDADERO
8	173.00	0.46	VERDADERO
9	322.00	0.85	VERDADERO
10	256.00	0.67	VERDADERO
11	275.00	0.72	VERDADERO
12	414.00	1.09	VERDADERO
13	309.00	0.81	VERDADERO
14	400.00	1.05	VERDADERO
15	400.00	1.05	VERDADERO

380	SUJETO
1.55	MAXIMO
0.45	MINIMO

COMPARABLES SELECCIONADOS:

Como resultado del análisis anterior podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación son los siguientes marcados con la leyenda verdadero y obteniendo una variación inicial del 55% con respecto al sujeto para obtener 5 comparables.

COMPARABLES SELECCIONADOS			
No.	DIRECCION	RESULTADO	VALOR X M2
1	Priv. Elena Arizmendi	VERDADERO	\$16,378.60
2	Martin Mendalde 1340	-1	\$15,000.00
3	Av Coyoacan 954	VERDADERO	\$13,928.57
4	Anaxagoras 836	-1	\$11,973.68
5	Samuel Ramos	-1	\$15,333.33
6	Gabriel Mancera 1022	VERDADERO	\$11,956.52
7	San Lorenzo	-1	\$12,058.82
8	San Francisco 95	VERDADERO	\$15,028.90
9	Pilares	-1	\$13,975.16
10	Av. Porfirio Díaz	-1	\$17,968.75
11	Nicolas San J.836	-1	\$15,454.55
12	Gabriel Mancera 1153	VERDADERO	\$12,681.16
13	Patricio Sanz 621	-1	\$21,035.60
14	Patricio Sanz	-1	\$18,750.00
15	Patricio Sanz	-1	\$20,625.00
	55.00%	VARIACIÓN	

Es importante también señalar que para obtener una variación relativamente ideal de 3%, se obtendría solo un comparable:

No.	DIRECCION	RESULTADO	VALOR X M2
1	Priv. Elena Arizmendi	-1	\$16,378.60
2	Martin Mendalde 1340	-1	\$15,000.00
3	Av Coyoacan 954	-1	\$13,928.57
4	Anaxagoras 836	-1	\$11,973.68
5	Samuel Ramos	-1	\$15,333.33
6	Gabriel Mancera 1022	VERDADERO	\$11,956.52
7	San Lorenzo	-1	\$12,058.82
8	San Francisco 95	-1	\$15,028.90
9	Pilares	-1	\$13,975.16
10	Av. Porfirio Díaz	-1	\$17,968.75
11	Nicolas San J.836	-1	\$15,454.55
12	Gabriel Mancera 1153	-1	\$12,681.16
13	Patricio Sanz 621	-1	\$21,035.60
14	Patricio Sanz	-1	\$18,750.00
15	Patricio Sanz	-1	\$20,625.00
	3.00%	VARIACIÓN	\$13,959.29

Para obtener 2 comparables se debería aceptar una variación inicial del 34%:

No.	DIRECCION	RESULTADO	VALOR X M2
1	Priv. Elena Arizmendi	-1	\$16,378.60
2	Martin Mendalde 1340	-1	\$15,000.00
3	Av Coyoacan 954	-1	\$13,928.57
4	Anaxagoras 836	-1	\$11,973.68
5	Samuel Ramos	-1	\$15,333.33
6	Gabriel Mancera	VERDADERO	\$11,956.52
7	San Lorenzo	-1	\$12,058.82
8	San Francisco	VERDADERO	\$15,028.90
9	Pilares	-1	\$13,975.16
10	Av. Porfirio Díaz	-1	\$17,968.75
11	Nicolas San J.836	-1	\$15,454.55
12	Gabriel Mancera 1153	-1	\$12,681.16
13	Patricio Sanz 621	-1	\$21,035.60
14	Patricio Sanz	-1	\$18,750.00
15	Patricio Sanz	-1	\$20,625.00
	34.00%	VARIACION	\$13,959.29

Para obtener 3 y4 comparables se debería aceptar una variación inicial del 37%:

No.	DIRECCION	RESULTADO	VALOR X M2
1	Priv. Elena Arizmendi	VERDADERO	\$16,378.60
2	Martin Mendalde 1340	-1	\$15,000.00
3	Av Coyoacan 954	-1	\$13,928.57
4	Anaxagoras 836	-1	\$11,973.68
5	Samuel Ramos	-1	\$15,333.33
6	Gabriel Mancera	VERDADERO	\$11,956.52
7	San Lorenzo	-1	\$12,058.82
8	San Francisco	VERDADERO	\$15,028.90
9	Pilares	-1	\$13,975.16
10	Av. Porfirio Díaz	-1	\$17,968.75
11	Nicolas San J.836	-1	\$15,454.55
12	Gabriel Mancera 1153	VERDADERO	\$12,681.16
13	Patricio Sanz 621	-1	\$21,035.60
14	Patricio Sanz	-1	\$18,750.00
15	Patricio Sanz	-1	\$20,625.00
	37.00%	VARIACION	\$13,959.29

3.2.3. PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables preferentemente por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna) como será nuestro caso, para conservar la proporcionalidad.

DIRECCION	VALOR	M2 TERRENO	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	EDAD	NORMALIZACION .M2 TERRENO	NORMALIZACION .RELACION TERRENO CONSTRUCCION	NORMALIZACION .EDAD
Priv. Elena Arizmendi	\$16,379	164.00	0.67	17	0.1304	0.1577	0.0821
Av Coyoacan 954	\$13,929	210.00	0.75	40	0.1669	0.1752	0.1932
Gabriel Mancera	\$11,957	124.00	0.54	40	0.0986	0.1259	0.1932
Pilares	\$13,975	169.00	0.52	50	0.1343	0.1226	0.2415
Patricio Sanz 621	\$21,036	391.00	1.27	30	0.3108	0.2956	0.1449
SUJETO	¿?	200.00	0.53	30	0.1590	0.1230	0.1449
SUMA		1258.00	4.280560232	207.00	0.8410	0.8770	0.8551

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

M2 TERRENO	<u>16,378.60</u>	<u>+13,928.57</u>	<u>+11,956.52</u>	<u>+13,975.16</u>	<u>+21,035.60</u>	<u>77,274.45</u>
Valor por variable	0.13037	0.16693	0.09857	0.13434	0.31081	0.84102
		91,882.09	X	0.1590	=	14,607.65
RELACION TERRENO CONSTRUCCION	<u>16,378.60</u>	<u>+13,928.57</u>	<u>+11,956.52</u>	<u>+13,975.16</u>	<u>+21,035.60</u>	<u>77,274.45</u>
Valor por variable	0.1577	0.1752	0.1259	0.1226	0.2956	0.8770
		88,107.72	X	0.1230	=	10,833.27
EDAD	<u>16,378.60</u>	<u>+13,928.57</u>	<u>+11,956.52</u>	<u>+13,975.16</u>	<u>+21,035.60</u>	<u>77,274.45</u>
Valor por variable	0.0821	0.1932	0.1932	0.2415	0.1449	0.8551
		90,371.81	X	0.1449	=	13,097.36

Al final obtenemos tres resultados de los posibles valores de la casa sujeto de la valuación. Pero este no sería un valor soportado como lo vimos anteriormente. Por lo tanto, suprimimos el cálculo de la distancia Manhattan y solo utilizaremos los ratios baricéntricos para la Entropía y Diakoulaki.

Tercer paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar.

DIRECCION	VALOR UM/M2	M2 TERRENO	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	EDAD
Priv. Elena Arizmendi	\$16,379	0.1304	0.1577	0.0821
Av Coyoacan 954	\$13,929	0.1669	0.1752	0.1932
Gabriel Mancera	\$11,957	0.0986	0.1259	0.1932
Pilares	\$13,975	0.1343	0.1226	0.2415
Patricio Sanz 621	\$21,036	0.3108	0.2956	0.1449
SUJETO		0.1590	0.1230	0.1449
Desviación estándar		0.0746	0.0668	0.0550
SUMA	77274	0.8410	0.8770	0.8551
RATIOS BARICENTRICOS		91882.09	88107.72	90371.81

Posteriormente se hace un cálculo de correlación entre las columnas de las variables y se suman las filas horizontales y/o verticales sin crear matriz inversa (Según método Michael Flament).

rjk	M2 TERRENO	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	EDAD	SUMA
M2 TERRENO	1.0000	0.9413	-0.2009	0.7404
RELACION TERRENO CONSTRUCCION	0.9413	1.0000	-0.2858	0.6555
EDAD	-0.2009	-0.2858	1.0000	-0.4867
SUMA	0.7404	0.6555	-0.4867	1.0000

Finalmente se multiplica la fila suma horizontal o vertical (deben ser iguales) por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

VARIABLE	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DESV)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
M2 TERRENO	0.0552	0.4393
RELACION TERRENO CONSTRUCCION	0.0438	0.3480
EDAD	0.0268	0.2127
SUMA	0.1258	1.0000

Sobresale el peso de la variable M2 TERRENO en el valor final.

M2 TERRENO: 43.93%

RELACION TERRENO CONSTRUCCION: 34.80 %

EDAD: 21.27 %

Multiplicando estas ponderaciones por los valores obtenidos previamente en el paso dos, obtenemos el valor por el método Diakoulaki.

VALOR FINAL POR DIAKOULAKI $\$ 14,607.65 \times 0.4393 + \$ 10,833.27 \times 0.3480 + \$ 13,097.36 \times 0.2127 = \$ 12,972.89$

Cuarto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable.

DIRECCION	VALOR M2	M2 TERRENO	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	EDAD
Priv. Elena Arizmendi	16379	-0.8848	-0.8023	-1.0855
Av. Coyoacan 954	13929	-0.7775	-0.7564	-0.7139
Gabriel Mancera	11957	-1.0063	-0.8998	-0.7139
Pilares	13975	-0.8718	-0.9115	-0.6170
Patricio Sanz 621	21036	-0.5075	-0.5293	-0.8388
SUJETO	0	-0.7987	-0.9103	-0.8388

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$

Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

DIRECCION	VALOR M2	M2 TERRENO	RELACION TERRENO CONSTRUCCION	EDAD
Priv. Elena Arizmendi	16379	-0.1154	-0.1265	-0.0891
AV COYOACAN 954	13929	-0.1298	-0.1325	-0.1380
Gabriel Mancera	11957	-0.0992	-0.1133	-0.1380
Pilares	13975	-0.1171	-0.1118	-0.1490
Patricio Sanz 621	21036	-0.1577	-0.1565	-0.1216
SUJETO	0	-0.1270	-0.1119	-0.1216
suma	77274	-0.7461	-0.7525	-0.7572
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9589	-0.9670	-0.9731
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.1010	0.0411	0.0330	0.0269
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.4073	0.3265	0.2662

Según el método de la Entropía, partiendo de los valores que las variables toman en cada objeto, su peso o ponderación es el siguiente:

M2 TERRENO: 40.73%

RELACION TERRENO CONSTRUCCION: 32.65 %

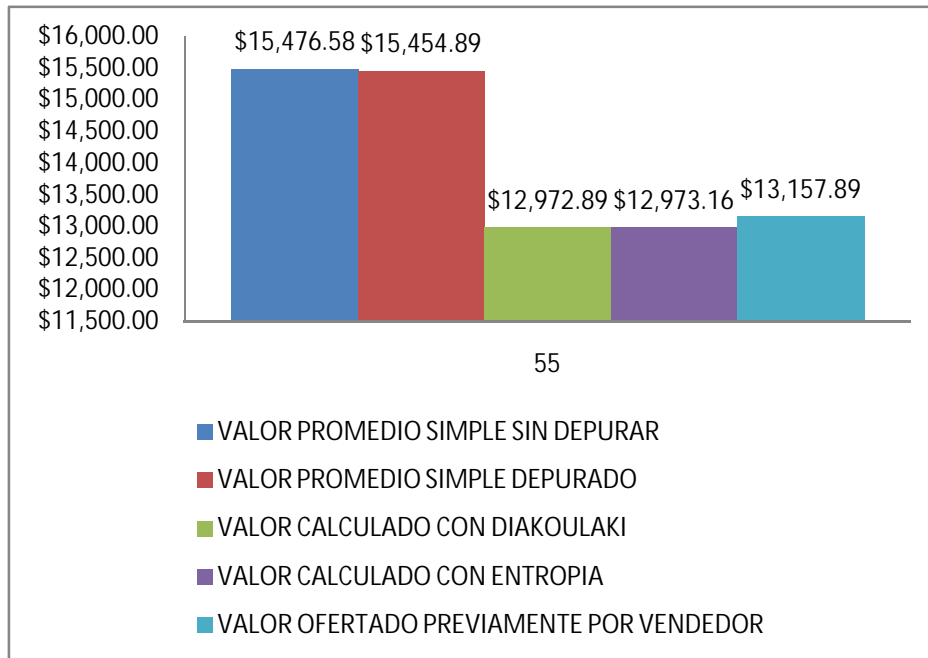
EDAD: 26.61%

VALOR FINAL POR ENTROPIA $\$ 14607.65 \times 0.4073 + \$ 10833.27 \times 0.3265 + \$ 13097.36 \times 0.2662 = \$ 12,973.16$

Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$15,476.58	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$15,454.89	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$12,972.89	\$12,973.03
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$12,973.16	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$13,157.89	

Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor ideal de \$12 973.03 x m2. Algo a destacar es que este valor tiene una variación de apenas 1.4 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$13 157.89 que en un mercado tan saturado como el de la Colonia Del Valle se podría tomar como bueno.



Por lo tanto, el valor total del inmueble valuado sería de:

DIRECCION	VALOR	VALOR X M2
ADOLFO PRIETO 1029	\$4,929,751.40	\$12 973.03

3.3. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UN DEPARTAMENTO EN CONDOMINIO

En la siguiente tabla se puede apreciar la oferta de departamentos en condominio, aparentemente nuevos y terminados que se ofertan en la colonia Del Valle. Solo se encontraron ofertas con ubicaciones a media calle por lo que desde un principio se elimina el factor de ubicación.

	DIRECCION	VALOR	VALOR X M2	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	PROYECTO
1	Patricio Sanz 1326	\$5,100,000	\$17,586	290	3	0.10	3	3.5	1.17	6	6	8.00
2	CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$4,120,000	\$22,391	184	2	0.10	2	2.0	1.00	4	0	9.00
3	CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$4,220,000	\$22,935	184	2	1.00	3	2.0	0.67	5	0	9.00
4	Luz Saviñón	\$1,200,000	\$20,830	57.61	1	3.00	2	1.0	0.50	10	3	7.00
5	aVJose María Rico 324	\$1,239,000	\$17,700	70	1	5.00	2	2.0	1.00	17	1	8.00
6	Angel Urraza 1322	\$1,500,000	\$13,636	110	1	1.00	3	2.5	0.83	8	0	9.00
7	EUGENIA ,	\$1,750,000	\$17,500	100	1	0.10	3	2.0	0.67	16	0	8.00
8	JOSE MARIA RICO 509	\$1,942,000	\$22,581	86	2	2.00	2	2.0	1.00	32	0	10.00
9	LOPEZ COTILLA	\$1,950,000	\$19,118	102	2	1.00	3	2.0	0.67	20	0	9.00
10	NICOLAS SAN JUAN 1127	\$2,250,000	\$20,089	112	2	2.00	3	2.0	0.67	6	0	8.00
11	NICOLAS SAN JUAN	\$2,395,000	\$21,972	109	2	4.00	2	2.0	1.00	40	1	8.50
12	GABRIEL MANCERA	\$2,420,000	\$24,128	100.3	2	1.00	3	2.0	0.67	6	2	7.00
13	PROVIDENCIA	\$2,450,000	\$17,500	140	2	4.00	2	2.0	1.00	12	0	9.00
14	SAN LORENZO	\$3,400,000	\$18,785	181	2	2.00	3	3.0	1.00	6	1	9.00
15	LOPEZ COTILLA	\$4,600,000	\$22,330	206	3	5.00	3	2.0	0.67	20	0	9.00
16	Luz Saviñón	\$1,190,000	\$18,889	63	1	4.00	2	2.0	1.00	10	2	7.00
17	José María Rico 324	\$1,239,000	\$17,700	70	1	2.00	2	2.0	1.00	17	0	8.00
18	Prof.Xochicalco 880	\$1,295,000	\$21,583	60	2	2.00	2	2.0	1.00	40	0	9.00
19	PATRICIO SANZ	\$1,350,000	\$20,769	65	1	2.00	2	2.0	1.00	20	1	8.00
20	Adolfo Prieto 1513	\$1,400,000	\$18,421	76	1	4.00	2	2.0	1.00	33	2	8.50
21	Adolfo Prieto 1513	\$1,420,000	\$17,975	79	1	5.00	2	2.0	1.00	33	1	8.50
22	GABRIEL MANCERA 727	\$1,650,000	\$14,103	117	2	1.00	3	2.0	0.67	9	1	8.00
23	Romero de Terreros	\$1,700,000	\$16,667	102	1	1.00	2	2.0	1.00	16	0	9.00
24	PROVIDENCIA	\$1,800,000	\$16,364	110	2	2.00	2	2.0	1.00	12	0	9.00
25	Romero de Terreros	\$1,800,000	\$17,647	102	2	1.00	2	2.0	1.00	16	0	9.00
26	luxmal	\$1,800,000	\$18,750	96	1	3.00	2	2.0	1.00	8	0	8.00
27	Gabriel Mancera 1607	\$1,830,000	\$15,250	120	2	2.00	3	2.5	0.83	8	3	9.00
28	Moras 754	\$1,850,000	\$15,678	118	2	1.00	2	2.0	1.00	16	3	9.00
29	DIVISION DEL NORTE 833	\$1,900,000	\$16,102	118	2	1.00	3	2.0	0.67	17	3	9.00
30	AMORES	\$1,900,000	\$19,588	97	2	3.00	3	2.0	0.67	13	0	8.50
31	Romero de Terreros	\$1,900,000	\$18,627	102	2	3.00	2	2.0	1.00	16	0	9.00
32	AMORES	\$1,900,000	\$18,447	103	2	0.10	3	2.0	0.67	13	0	8.50
33	Av. Colonia del Valle	\$1,985,000	\$16,008	124	2	1.00	2	2.0	1.00	12	3	8.00
34	ALASKA	\$2,050,000	\$17,083	120	2	4.00	3	3.0	1.00	4	1	8.50
35	González de Cossio	\$2,050,000	\$18,636	110	2	1.00	3	2.0	0.67	6	0	9.00
36	González de Cossio	\$2,090,000	\$19,000	110	2	1.00	3	2.0	0.67	6	0	9.00
37	Gabriel Mancera 724	\$2,100,000	\$20,588	102	2	3.00	2	2.0	1.00	34	0	8.00
38	Manuel Lopez Cotilla	\$2,100,000	\$11,798	178	1	3.00	2	2.0	1.00	4	6	9.00
39	DIVISION DEL NORTE 833	\$2,200,000	\$15,352	143.3	2	2.00	2	2.0	1.00	24	5	9.00
40	LUZ SAVIÑON	\$2,317,734	\$16,208	143	2	1.00	3	2.0	0.67	12	0	9.00
41	ADOLFO PRIETO	\$2,350,000	\$19,583	120	2	3.00	3	2.0	0.67	10	2	8.00
42	Adolfo Prieto 1369	\$2,380,000	\$18,450	129	2	0.10	2	2.0	1.00	22	0	8.00
43	DIVISION DEL NORTE 833	\$2,400,000	\$16,783	143	3	6.00	3	3.0	1.00	24	3	9.00
44	ADOLFO PRIETO 1369	\$2,400,000	\$18,462	130	2	4.00	2	2.0	1.00	22	2	8.00
45	Moras 435	\$2,400,000	\$24,000	100	2	2.00	2	2.0	1.00	16	5	9.00
46	ADOLFO PRIETO 1369	\$2,450,000	\$18,846	130	2	4.00	2	2.0	1.00	22	0	8.00
47	Luz Saviñón	\$2,500,000	\$16,667	150	2	4.00	2	3.5	1.75	12	0	9.00
48	Cuahtemoc 947	\$2,550,000	\$17,586	145	2	7.00	2	2.0	1.00	40	3	9.00
49	Adolfo Prieto 13	\$2,570,000	\$19,323	133	2	5.00	3	2.0	0.67	10	1	8.00
50	PATRICIO SANZ 1730	\$2,750,000	\$18,092	152	2	2.00	3	3.5	1.17	15	1	8.00
51	Cuahtemoc 947	\$3,200,000	\$22,069	145	2	8.00	4	3.5	0.88	40	3	9.00
52	Rodriguez Saro	\$3,400,000	\$19,653	173	2	4.00	3	3.5	1.17	6	7	9.00
53	GONZALEZ DE COSSIO	\$3,750,000	\$25,862	145	2	3.00	2	2.5	1.25	10	2	9.00
54	LUZ SAVIÑON	\$3,750,000	\$17,045	220	4	4.00	3	3.0	1.00	10	2	9.00
55	Mayorazgo 7	\$3,995,000	\$19,975	200	3	4.00	3	2.5	0.83	16	0	9.00

MAXIMOS

MINIMOS

3.3.1. SELECCIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE FACTORES DE HOMOLOGACIÓN.

Normalmente hemos utilizado la Entropía para ponderación como paso posterior a la selección y jerarquización de factores de homologación como resultado del análisis de mercado. Pero en este caso utilizaremos la Entropía precisamente para selección y jerarquización de factores de homologación. Primer paso: Normalizamos las variables por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna) para conservar la proporcionalidad.

DIRECCION	VALOR	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	PROYECTO
Patricio Sanz 1326	\$17,586	290.00	3.00	0.1	3	3.5	1.17	6	6	8
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$22,391	184.00	2.00	0.1	2	2	1.00	4	0.1	9
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$22,935	184.00	2.00	1	3	2	0.67	5	0.1	9
Luz Saviñon	\$20,830	57.61	1.00	3	2	1	0.50	10	3	7
aJose Maria Rico 324	\$17,700	70.00	1.00	5	2	2	1.00	17	1	8
Angel Urraza 1322	\$13,636	110.00	1.00	1	3	2.5	0.83	8	0.1	9
EUGENIA ,	\$17,500	100.00	1.00	0.1	3	2	0.67	16	0.1	8
JOSE MARIA RICO 509	\$22,581	86.00	2.00	2	2	2	1.00	32	0.1	10
LOPEZ COTILLA	\$19,118	102.00	2.00	1	3	2	0.67	20	0.1	9
NICOLAS SAN JUAN 1127	\$20,089	112.00	2.00	2	3	2	0.67	6	0.1	8
NICOLAS SAN JUAN	\$21,972	109.00	2.00	4	2	2	1.00	40	1	8.5
GABRIEL MANCERA	\$24,128	100.30	2.00	1	3	2	0.67	6	2	7
PROVIDENCIA	\$17,500	140.00	2.00	4	2	2	1.00	12	0.1	9
SAN LORENZO	\$18,785	181.00	2.00	2	3	3	1.00	6	1	9
LOPEZ COTILLA	\$22,330	206.00	3.00	5	3	2	0.67	20	0.1	9
Luz Saviñon	\$18,889	63.00	1.00	4	2	2	1.00	10	2	7
Jose Maria Rico 324	\$17,700	70.00	1.00	2	2	2	1.00	17	0.1	8
Prol.Xochicalco 880	\$21,583	60.00	2.00	2	2	2	1.00	40	0.1	9
PATRICIO SANZ	\$20,769	65.00	1.00	2	2	2	1.00	20	1	8
Adolfo Prieto 1513	\$18,421	76.00	1.00	4	2	2	1.00	33	2	8.5
Adolfo Prieto 1513	\$17,975	79.00	1.00	5	2	2	1.00	33	1	8.5
GABRIEL MANCERA 727	\$14,103	117.00	2.00	1	3	2	0.67	9	0.5	8
Romero de Terreros	\$16,667	102.00	1.00	1	2	2	1.00	16	0.1	9
PROVIDENCIA	\$16,364	110.00	2.00	2	2	2	1.00	12	0.1	9
Romero de Terreros	\$17,647	102.00	2.00	1	2	2	1.00	16	0.1	9
uxmal	\$18,750	96.00	1.00	3	2	2	1.00	8	0.1	8
Gabriel Mancera 1607	\$15,250	120.00	2.00	2	3	2.5	0.83	8	3	9
Moras 754	\$15,678	118.00	2.00	1	2	2	1.00	16	3	9
DIVISION DEL NORTE 833	\$16,102	118.00	2.00	1	3	2	0.67	17	3	9
AMORES	\$19,588	97.00	2.00	3	3	2	0.67	13	0.1	8.5
Romero de Terreros	\$18,627	102.00	2.00	3	2	2	1.00	16	0.1	9
AMORES	\$18,447	103.00	2.00	0.1	3	2	0.67	13	0.1	8.5
Av. Colonia del Valle	\$16,008	124.00	2.00	1	2	2	1.00	12	3	8
ALASKA	\$17,083	120.00	2.00	4	3	3	1.00	4	1	8.5
González de Cossio	\$18,636	110.00	2.00	1	3	2	0.67	6	0.1	9
González de Cossio	\$19,000	110.00	2.00	1	3	2	0.67	6	0.1	9
Gabriel Mancera 724	\$20,588	102.00	2.00	3	2	2	1.00	34	0.1	8
Manuel López Cotilla	\$11,798	178.00	1.00	3	2	2	1.00	4	6	9
DIVISION DEL NORTE 833	\$15,352	143.30	2.00	2	2	2	1.00	24	5	9
LUZ SAVIÑON	\$16,208	143.00	2.00	1	3	2	0.67	12	0.1	9
ADOLFO PRIETO	\$19,583	120.00	2.00	3	3	2	0.67	10	2	8
Adolfo Prieto 1369	\$18,450	129.00	2.00	0.1	2	2	1.00	22	0.1	8
DIVISION DEL NORTE 833	\$16,783	143.00	3.00	6	3	3	1.00	24	3	9
ADOLFO PRIETO 1369	\$18,462	130.00	2.00	4	2	2	1.00	22	2	8
Moras 435	\$24,000	100.00	2.00	2	2	2	1.00	16	5	9
ADOLFO PRIETO 1369	\$18,846	130.00	2.00	4	2	2	1.00	22	0.1	8
Luz Saviñon	\$16,667	150.00	2.00	4	2	3.5	1.75	12	0.1	9
Cuauhtemoc 947	\$17,586	145.00	2.00	7	2	2	1.00	40	3	9
Adolfo Prieto 13	\$19,323	133.00	2.00	5	3	2	0.67	10	1	8
PATRICIO SANZ 1730	\$18,092	152.00	2.00	2	3	3.5	1.17	15	1	8
Cuauhtemoc 947	\$22,069	145.00	2.00	8	4	3.5	0.88	40	3	9
Rodríguez Saro	\$19,653	173.00	2.00	4	3	3.5	1.17	6	7	9
GONZALEZ DE COSSIO	\$25,862	145.00	2.00	3	2	2.5	1.25	10	2	9
LUZ SAVIÑON	\$17,045	220.00	4.00	4	3	3	1.00	10	2	9
Mayorazgo 7	\$19,975	200.00	3.00	4	3	2.5	0.83	16	0.1	9
SUJETO	\$0	124.00	2.00	1	2	2	1.00	12	3	8
SUMA		6999.21	106.00	145.50	139.00	124.50	51.38	894.00	81.10	479.00

SISTEMA DE DETERMINACION, PONDERACION Y JERARQUIA PARA FACTORES DE HOMOLOGACION

NORMALIZACION .M2 CONSTRUCCION	NORMALIZACION ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NORMALIZACION .NIVEL	NORMALIZACION .RECAMARAS	NORMALIZACION BAÑOS	NORMALIZACION .RELACION BAÑOS X REC	NORMALIZACION .NUMERO DE DEPARTAMENTOS	NORMALIZACION .EDAD	NORMALIZACION PROYECTO
0.0414	0.0283	0.0007	0.0216	0.0281	0.0227	0.0067	0.0740	0.0167
0.0263	0.0189	0.0007	0.0144	0.0161	0.0195	0.0045	0.0012	0.0188
0.0263	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0056	0.0012	0.0188
0.0082	0.0094	0.0206	0.0144	0.0080	0.0097	0.0112	0.0370	0.0146
0.0100	0.0094	0.0344	0.0144	0.0161	0.0195	0.0190	0.0123	0.0167
0.0157	0.0094	0.0069	0.0216	0.0201	0.0162	0.0089	0.0012	0.0188
0.0143	0.0094	0.0007	0.0216	0.0161	0.0130	0.0179	0.0012	0.0167
0.0123	0.0189	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0358	0.0012	0.0209
0.0146	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0224	0.0012	0.0188
0.0160	0.0189	0.0137	0.0216	0.0161	0.0130	0.0067	0.0012	0.0167
0.0156	0.0189	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0447	0.0123	0.0177
0.0143	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0067	0.0247	0.0146
0.0200	0.0189	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0134	0.0012	0.0188
0.0259	0.0189	0.0137	0.0216	0.0241	0.0195	0.0067	0.0123	0.0188
0.0294	0.0283	0.0344	0.0216	0.0161	0.0130	0.0224	0.0012	0.0188
0.0090	0.0094	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0112	0.0247	0.0146
0.0100	0.0094	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0190	0.0012	0.0167
0.0086	0.0189	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0447	0.0012	0.0188
0.0093	0.0094	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0224	0.0123	0.0167
0.0109	0.0094	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0369	0.0247	0.0177
0.0113	0.0094	0.0344	0.0144	0.0161	0.0195	0.0369	0.0123	0.0177
0.0167	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0101	0.0062	0.0167
0.0146	0.0094	0.0069	0.0144	0.0161	0.0195	0.0179	0.0012	0.0188
0.0157	0.0189	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0134	0.0012	0.0188
0.0146	0.0189	0.0069	0.0144	0.0161	0.0195	0.0179	0.0012	0.0188
0.0137	0.0094	0.0206	0.0144	0.0161	0.0195	0.0089	0.0012	0.0167
0.0171	0.0189	0.0137	0.0216	0.0201	0.0162	0.0089	0.0370	0.0188
0.0169	0.0189	0.0069	0.0144	0.0161	0.0195	0.0179	0.0370	0.0188
0.0169	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0190	0.0370	0.0188
0.0139	0.0189	0.0206	0.0216	0.0161	0.0130	0.0145	0.0012	0.0177
0.0146	0.0189	0.0206	0.0144	0.0161	0.0195	0.0179	0.0012	0.0188
0.0147	0.0189	0.0007	0.0216	0.0161	0.0130	0.0145	0.0012	0.0177
0.0177	0.0189	0.0069	0.0144	0.0161	0.0195	0.0134	0.0370	0.0167
0.0171	0.0189	0.0275	0.0216	0.0241	0.0195	0.0045	0.0123	0.0177
0.0157	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0067	0.0012	0.0188
0.0157	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0067	0.0012	0.0188
0.0146	0.0189	0.0206	0.0144	0.0161	0.0195	0.0380	0.0012	0.0167
0.0254	0.0094	0.0206	0.0144	0.0161	0.0195	0.0045	0.0740	0.0188
0.0205	0.0189	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0268	0.0617	0.0188
0.0204	0.0189	0.0069	0.0216	0.0161	0.0130	0.0134	0.0012	0.0188
0.0171	0.0189	0.0206	0.0216	0.0161	0.0130	0.0112	0.0247	0.0167
0.0184	0.0189	0.0007	0.0144	0.0161	0.0195	0.0246	0.0012	0.0167
0.0204	0.0283	0.0412	0.0216	0.0241	0.0195	0.0268	0.0370	0.0188
0.0186	0.0189	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0246	0.0247	0.0167
0.0143	0.0189	0.0137	0.0144	0.0161	0.0195	0.0179	0.0617	0.0188
0.0186	0.0189	0.0275	0.0144	0.0161	0.0195	0.0246	0.0012	0.0167
0.0214	0.0189	0.0275	0.0144	0.0281	0.0341	0.0134	0.0012	0.0188
0.0207	0.0189	0.0481	0.0144	0.0161	0.0195	0.0447	0.0370	0.0188
0.0190	0.0189	0.0344	0.0216	0.0161	0.0130	0.0112	0.0123	0.0167
0.0217	0.0189	0.0137	0.0216	0.0281	0.0227	0.0168	0.0123	0.0167
0.0207	0.0189	0.0550	0.0288	0.0281	0.0170	0.0447	0.0370	0.0188
0.0247	0.0189	0.0275	0.0216	0.0281	0.0227	0.0067	0.0863	0.0188
0.0207	0.0189	0.0206	0.0144	0.0201	0.0243	0.0112	0.0247	0.0188
0.0314	0.0377	0.0275	0.0216	0.0241	0.0195	0.0112	0.0247	0.0188
0.0286	0.0283	0.0275	0.0216	0.0201	0.0162	0.0179	0.0012	0.0188
0.0177	0.0189	0.0069	0.0144	0.0161	0.0195	0.0134	0.0370	0.0167
0.9823	0.9811	0.9931	0.9856	0.98	0.98	0.99	0.96	0.98

Segundo paso: Calculamos los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable.

DIRECCION	VALOR	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	PROYECTO
Patricio Sanz 1326	\$17,586	-1.3827	-1.5482	-3.1629	-1.6659	-1.5511	-1.6438	-2.1732	-1.1309	-1.7772
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$22,391	-1.5802	-1.7243	-3.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-2.3493	-2.9090	-1.7261
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	\$22,935	-1.5802	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-2.2524	-2.9090	-1.7261
Luz Saviñón	\$20,830	-2.0846	-2.0253	-1.6857	-1.8420	-2.0952	-2.0118	-1.9513	-1.4319	-1.8352
aVJose Maria Rico 324	\$17,700	-2.0000	-2.0253	-1.4639	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7209	-1.9090	-1.7772
Angel Urraza 1322	\$13,636	-1.8037	-2.0253	-2.1629	-1.6659	-1.6972	-1.7899	-2.0482	-2.9090	-1.7261
EUGENIA ,	\$17,500	-1.8450	-2.0253	-3.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.7472	-2.9090	-1.7772
JOSÉ MARIA RICO 509	\$22,581	-1.9106	-1.7243	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.4462	-2.9090	-1.6803
LOPEZ COTILLA	\$19,118	-1.8364	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.6503	-2.9090	-1.7261
NICOLAS SAN JUAN 1127	\$20,089	-1.7958	-1.7243	-1.8618	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-2.1732	-2.9090	-1.7772
NICOLAS SAN JUAN	\$21,972	-1.8076	-1.7243	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.3493	-1.9090	-1.7509
GABRIEL MANCERA	\$24,128	-1.8437	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-2.1732	-1.6080	-1.8352
PROVIDENCIA	\$17,500	-1.6989	-1.7243	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.8722	-2.9090	-1.7261
SAN LORENZO	\$18,785	-1.5874	-1.7243	-1.8618	-1.6659	-1.6180	-1.7108	-2.1732	-1.9090	-1.7261
LOPEZ COTILLA	\$22,330	-1.5312	-1.5482	-1.4639	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.6503	-2.9090	-1.7261
Luz Saviñón	\$18,889	-2.0457	-2.0253	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.9513	-1.6080	-1.8352
José María Rico 324	\$17,700	-2.0000	-2.0253	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7209	-2.9090	-1.7772
Prof.Xochicalco 880	\$21,583	-2.0669	-1.7243	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.3493	-2.9090	-1.7261
PATRICIO SANZ	\$20,769	-2.0321	-2.0253	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.6503	-1.9090	-1.7772
Adolfo Prieto 1513	\$18,421	-1.9642	-2.0253	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.4328	-1.6080	-1.7509
Adolfo Prieto 1513	\$17,975	-1.9474	-2.0253	-1.4639	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.4328	-1.9090	-1.7509
GABRIEL MANCERA 727	\$14,103	-1.7769	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.9971	-2.2101	-1.7772
Romero de Terreros	\$16,667	-1.8364	-2.0253	-2.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7472	-2.9090	-1.7261
PROVIDENCIA	\$16,364	-1.8037	-1.7243	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.8722	-2.9090	-1.7261
Romero de Terreros	\$17,647	-1.8364	-1.7243	-2.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7472	-2.9090	-1.7261
uxmal	\$18,750	-1.8628	-2.0253	-1.6857	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-2.0482	-2.9090	-1.7772
Gabriel Mancera 1607	\$15,250	-1.7659	-1.7243	-1.8618	-1.6659	-1.6972	-1.7899	-2.0482	-1.4319	-1.7261
Moras 754	\$15,678	-1.7732	-1.7243	-2.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7472	-1.4319	-1.7261
DIVISION DEL NORTE 833	\$16,102	-1.7732	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.7209	-1.4319	-1.7261
AMORES	\$19,588	-1.8583	-1.7243	-1.6857	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.8374	-2.9090	-1.7509
Romero de Terreros	\$18,627	-1.8364	-1.7243	-1.6857	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7472	-2.9090	-1.7261
AMORES	\$18,447	-1.8322	-1.7243	-3.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.8374	-2.9090	-1.7509
Av. Colonia del Valle	\$16,008	-1.7516	-1.7243	-2.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.8722	-1.4319	-1.7772
ALASKA	\$17,083	-1.7659	-1.7243	-1.5608	-1.6659	-1.6180	-1.7108	-2.3493	-1.9090	-1.7509
González de Cossio	\$18,636	-1.8037	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-2.1732	-2.9090	-1.7261
González de Cossio	\$19,000	-1.8037	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-2.1732	-2.9090	-1.7261
Gabriel Mancera 724	\$20,588	-1.8364	-1.7243	-1.6857	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.4199	-2.9090	-1.7772
Manuel López Cotilla	\$11,798	-1.5946	-2.0253	-1.6857	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-2.3493	-1.1309	-1.7261
DIVISION DEL NORTE 833	\$15,352	-1.6888	-1.7243	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.5711	-1.2101	-1.7261
LUZ SAVIÑON	\$16,208	-1.6897	-1.7243	-2.1629	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.8722	-2.9090	-1.7261
ADOLFO PRIETO	\$19,583	-1.7659	-1.7243	-1.6857	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.9513	-1.6080	-1.7772
Adolfo Prieto 1369	\$18,450	-1.7345	-1.7243	-3.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.6089	-2.9090	-1.7772
DIVISION DEL NORTE 833	\$16,783	-1.6897	-1.5482	-1.3847	-1.6659	-1.6180	-1.7108	-1.5711	-1.4319	-1.7261
ADOLFO PRIETO 1369	\$18,462	-1.7311	-1.7243	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.6089	-1.6080	-1.7772
Moras 435	\$24,000	-1.8450	-1.7243	-1.8618	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.7472	-1.2101	-1.7261
ADOLFO PRIETO 1369	\$18,846	-1.7311	-1.7243	-1.5608	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.6089	-2.9090	-1.7772
Luz Saviñon	\$16,667	-1.6690	-1.7243	-1.5608	-1.8420	-1.5511	-1.4677	-1.8722	-2.9090	-1.7261
Cuauhtemoc 947	\$17,586	-1.6837	-1.7243	-1.3178	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.3493	-1.4319	-1.7261
Adolfo Prieto 13	\$19,323	-1.7212	-1.7243	-1.4639	-1.6659	-1.7941	-1.8868	-1.9513	-1.9090	-1.7772
PATRICIO SANZ 1730	\$18,092	-1.6632	-1.7243	-1.8618	-1.6659	-1.5511	-1.6438	-1.7752	-1.9090	-1.7772
Cuauhtemoc 947	\$22,069	-1.6837	-1.7243	-1.2598	-1.5410	-1.5511	-1.7687	-1.3493	-1.4319	-1.7261
Rodríguez Saro	\$19,653	-1.6070	-1.7243	-1.5608	-1.6659	-1.5511	-1.6438	-2.1732	-1.0639	-1.7261
GONZALEZ DE COSSIO	\$25,862	-1.6837	-1.7243	-1.6857	-1.8420	-1.6972	-1.6138	-1.9513	-1.6080	-1.7261
LUZ SAVIÑON	\$17,045	-1.5026	-1.4232	-1.5608	-1.6659	-1.6180	-1.7108	-1.9513	-1.6080	-1.7261
Mayorazgo 7	\$19,975	-1.5440	-1.5482	-1.5608	-1.6659	-1.6972	-1.7899	-1.7472	-2.9090	-1.7261
SUJETO	0	-1.7516	-1.7243	-2.1629	-1.8420	-1.7941	-1.7108	-1.8722	-1.4319	-1.7772

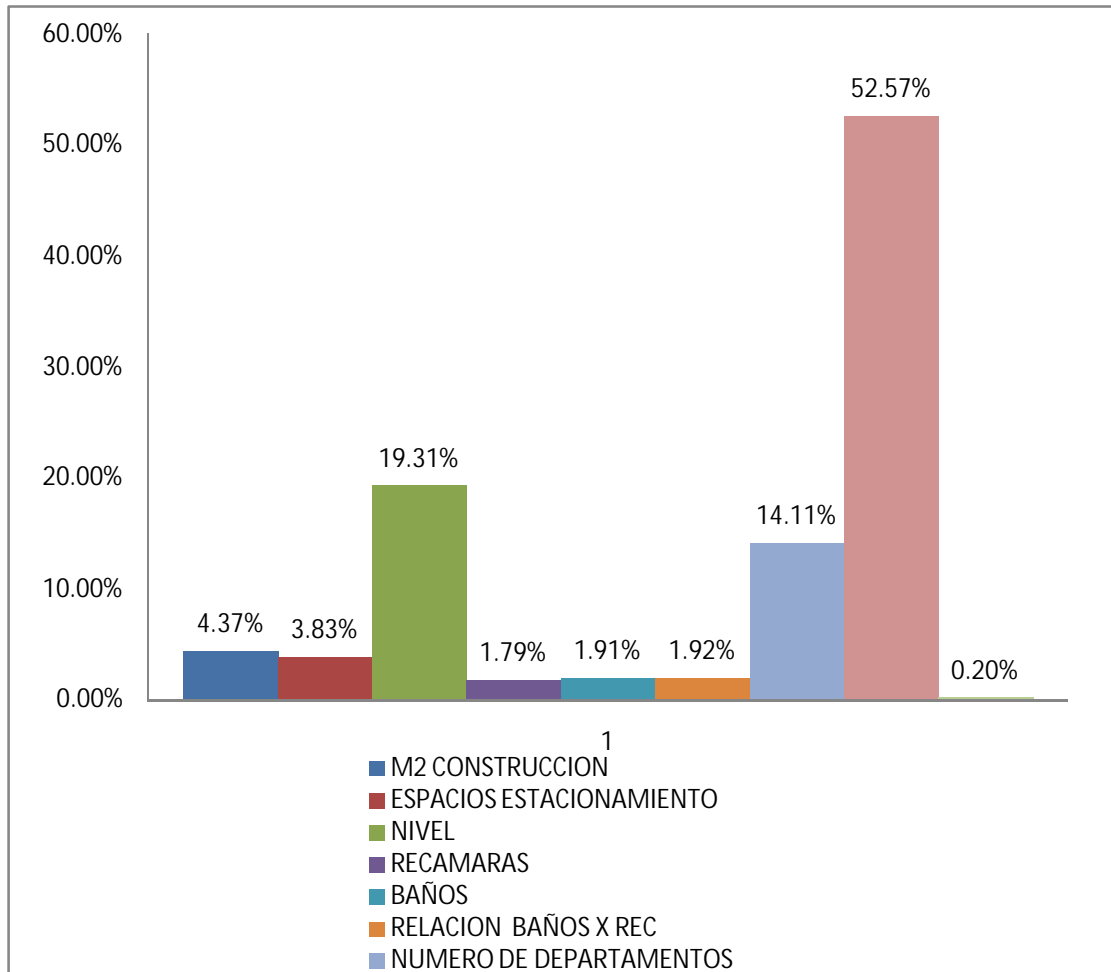
K= inversa del logaritmo de 56, log 10 (56) 1.7482 0.5720

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 56, por ser este el número de variables consideradas (55 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7482 = 0.5720$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

DIRECCION	VALOR	M2 CONSTRUCCION	ACIOS ESTACIONAMIE	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	ACION BAÑOS	ERO DE DEPARTAME	EDAD	PROYECTO
Patricio Sanz 1326	17586	-0.0573	-0.0438	-0.0022	-0.0360	-0.0436	-0.0373	-0.0146	-0.0837	-0.0297
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	22391	-0.0415	-0.0325	-0.0022	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0105	-0.0036	-0.0324
CDA GONZALEZ DE COSSIO 612	22935	-0.0415	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0126	-0.0036	-0.0324
Luz Saviñón	20830	-0.0172	-0.0191	-0.0348	-0.0265	-0.0168	-0.0196	-0.0218	-0.0530	-0.0268
aJose María Rico 324	17700	-0.0200	-0.0191	-0.0503	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0327	-0.0235	-0.0297
Angel Urraza 1322	13636	-0.0283	-0.0191	-0.0149	-0.0360	-0.0341	-0.0290	-0.0183	-0.0036	-0.0324
EUGENIA ,	17500	-0.0264	-0.0191	-0.0022	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0313	-0.0036	-0.0297
JOSÉ MARIA RICO 509	22581	-0.0235	-0.0325	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0518	-0.0036	-0.0351
LOPEZ COTILLA	19118	-0.0268	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0369	-0.0036	-0.0324
NICOLAS SAN JUAN 1127	20089	-0.0287	-0.0325	-0.0256	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0146	-0.0036	-0.0297
NICOLAS SAN JUAN	21972	-0.0282	-0.0325	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0604	-0.0235	-0.0311
GABRIEL MANCERA	24128	-0.0264	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0146	-0.0397	-0.0268
PROVIDENCIA	17500	-0.0340	-0.0325	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0251	-0.0036	-0.0324
SAN LORENZO	18785	-0.0410	-0.0325	-0.0256	-0.0360	-0.0390	-0.0333	-0.0146	-0.0235	-0.0324
LOPEZ COTILLA	22330	-0.0451	-0.0438	-0.0503	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0369	-0.0036	-0.0324
Luz Saviñón	18889	-0.0184	-0.0191	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0218	-0.0397	-0.0268
José María Rico 324	17700	-0.0200	-0.0191	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0327	-0.0036	-0.0297
Prof.Xochicalco 880	21583	-0.0177	-0.0325	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0604	-0.0036	-0.0324
PATRICIO SANZ	20769	-0.0189	-0.0191	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0369	-0.0235	-0.0297
Adolfo Prieto 1513	18421	-0.0213	-0.0191	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0529	-0.0397	-0.0311
Adolfo Prieto 1513	17975	-0.0220	-0.0191	-0.0503	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0529	-0.0235	-0.0311
GABRIEL MANCERA 727	14103	-0.0297	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0201	-0.0136	-0.0297
Romero de Terreros	16667	-0.0268	-0.0191	-0.0149	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0313	-0.0036	-0.0324
PROVIDENCIA	16364	-0.0283	-0.0325	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0251	-0.0036	-0.0324
Romero de Terreros	17647	-0.0268	-0.0325	-0.0149	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0313	-0.0036	-0.0324
uxmal	18750	-0.0255	-0.0191	-0.0348	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0183	-0.0036	-0.0297
Gabriel Mancera 1607	15250	-0.0303	-0.0325	-0.0256	-0.0360	-0.0341	-0.0290	-0.0183	-0.0530	-0.0324
Moras 754	15678	-0.0299	-0.0325	-0.0149	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0313	-0.0530	-0.0324
DIVISION DEL NORTE 833	16102	-0.0299	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0327	-0.0530	-0.0324
AMORES	19588	-0.0258	-0.0325	-0.0348	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0267	-0.0036	-0.0311
Romero de Terreros	18627	-0.0268	-0.0325	-0.0348	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0313	-0.0036	-0.0324
AMORES	18447	-0.0270	-0.0325	-0.0022	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0267	-0.0036	-0.0311
Av. Colonia del Valle	16008	-0.0310	-0.0325	-0.0149	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0251	-0.0530	-0.0297
ALASKA	17083	-0.0303	-0.0325	-0.0429	-0.0360	-0.0390	-0.0333	-0.0105	-0.0235	-0.0311
González de Cossio	18636	-0.0283	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0146	-0.0036	-0.0324
González de Cossio	19000	-0.0283	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0146	-0.0036	-0.0324
Gabriel Mancera 724	20588	-0.0268	-0.0325	-0.0348	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0540	-0.0036	-0.0297
Manuel López Cotilla	11798	-0.0406	-0.0191	-0.0348	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0105	-0.0837	-0.0324
DIVISION DEL NORTE 833	15352	-0.0346	-0.0325	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0422	-0.0746	-0.0324
LUZ SAVIÑON	16208	-0.0345	-0.0325	-0.0149	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0251	-0.0036	-0.0324
ADOLFO PRIETO	19583	-0.0303	-0.0325	-0.0348	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0218	-0.0397	-0.0297
Adolfo Prieto 1369	18450	-0.0320	-0.0325	-0.0022	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0396	-0.0036	-0.0297
DIVISION DEL NORTE 833	16783	-0.0345	-0.0438	-0.0571	-0.0360	-0.0390	-0.0333	-0.0422	-0.0530	-0.0324
ADOLFO PRIETO 1369	18462	-0.0322	-0.0325	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0396	-0.0397	-0.0297
Moras 435	24000	-0.0264	-0.0325	-0.0256	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0313	-0.0746	-0.0324
ADOLFO PRIETO 1369	18846	-0.0322	-0.0325	-0.0429	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0396	-0.0036	-0.0297
Luz Saviñon	16667	-0.0358	-0.0325	-0.0429	-0.0265	-0.0436	-0.0500	-0.0251	-0.0036	-0.0324
Cuahtemoc 947	17586	-0.0349	-0.0325	-0.0634	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0604	-0.0530	-0.0324
Adolfo Prieto 13	19323	-0.0327	-0.0325	-0.0503	-0.0360	-0.0288	-0.0245	-0.0218	-0.0235	-0.0297
PATRICIO SANZ 1730	18092	-0.0361	-0.0325	-0.0256	-0.0360	-0.0436	-0.0373	-0.0298	-0.0235	-0.0297
Cuahtemoc 947	22069	-0.0349	-0.0325	-0.0693	-0.0443	-0.0436	-0.0301	-0.0604	-0.0530	-0.0324
Rodríguez Saro	19653	-0.0397	-0.0325	-0.0429	-0.0360	-0.0436	-0.0373	-0.0146	-0.0918	-0.0324
GONZALEZ DE COSSIO	25862	-0.0349	-0.0325	-0.0348	-0.0265	-0.0341	-0.0393	-0.0218	-0.0397	-0.0324
LUZ SAVIÑON	17045	-0.0472	-0.0537	-0.0429	-0.0360	-0.0390	-0.0333	-0.0218	-0.0397	-0.0324
Mayorazgo 7	19975	-0.0441	-0.0438	-0.0429	-0.0360	-0.0341	-0.0290	-0.0313	-0.0036	-0.0324
SUJETO	0	-0.0310	-0.0325	-0.0149	-0.0265	-0.0288	-0.0333	-0.0251	-0.0530	-0.0297
suma	1028711	-1.7240	-1.7271	-1.6415	-1.7383	-1.7376	-1.7376	-1.6703	-1.4579	-1.7471
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9862	-0.9879	-0.9390	-0.9943	-0.9940	-0.9939	-0.9554	-0.8339	-0.9994
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.3159	0.0138	0.0121	0.0610	0.0057	0.0060	0.0061	0.0446	0.1661	0.0006
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.0437	0.0383	0.1931	0.0179	0.0191	0.0192	0.1411	0.5257	0.0020
PONDERACION EN %		4.37%	3.83%	19.31%	1.79%	1.91%	1.92%	14.11%	52.57%	0.20%

Según el método de la Entropía, partiendo de los porcentajes que las variables toman en cada objeto, su jerarquía es la siguiente:

1. EDAD 52.57 %
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA 19.31%
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO 14.11 %
4. M2 DE CONSTRUCCION 4.37 %
5. ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO 3.83%
6. RELACION BAÑOS X RECAMARA 1.92 %
7. NUMERO DE BAÑOS 1.91%
8. NUMERO DE RECAMARAS 1.79%
9. CALIDAD DEL PROYECTO 0.20 %

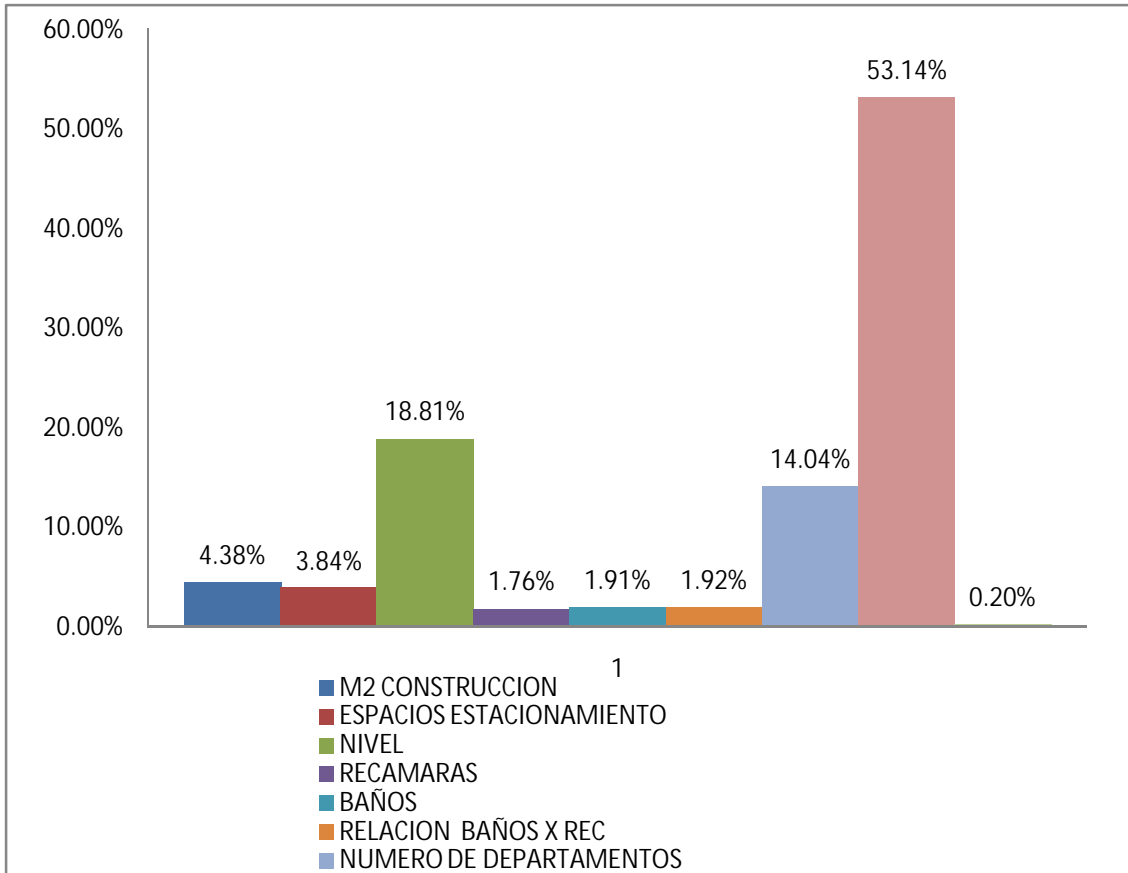


Con lo anterior queda demostrado que el factor solo dominan tres factores de homologación en el caso, sobresaliendo por mucho el factor edad. Destacamos también que el único factor cualitativo lamentablemente influye solo en 0.20 %.

Es importante mencionar que si el cálculo de la Entropía lo hiciéramos con el promedio de la muestra en sustitución del sujeto a valorar, los resultados serían muy similares:

1. EDAD 53.14 %
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA 18.81%
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO 14.04 %
4. M2 DE CONSTRUCCION 4.38 %

- 5. ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO 3.84%
- 6. RELACION BAÑOS X RECAMARA 1.92 %
- 7. NUMERO DE BAÑOS 1.91%
- 8. NUMERO DE RECAMARAS 1.76%
- 9. CALIDAD DEL PROYECTO 0.20 %.



Esto nos indica entonces que los factores a considerar para la valuacion de cualquiera de los departamentos de la muestra serian:

1. EDAD
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO
4. Y COMO SIEMPRE, M2 DE CONSTRUCCION

Como ejemplo, el sujeto a valorar será un departamento en condominio medianero ubicado en la misma colonia y que cuenta con las siguientes características:

DIRECCION	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	PROYECTO
Av. Colonia del Valle	124.00	2.00	1	2	2	1.00	12	3	8

SELECCIÓN DE COMPARABLES

En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel para reducir la dispersión de la muestra, podemos proceder de la siguiente manera:

FACTOR DETERMINANTE 1:

EDAD			
1	6.00	2.00	-1
2	0.10	0.03	-1
3	0.10	0.03	-1
4	3.00	1.00	VERDADERO
5	1.00	0.33	-1
6	0.10	0.03	-1
7	0.10	0.03	-1
8	0.10	0.03	-1
9	0.10	0.03	-1
10	0.10	0.03	-1
11	1.00	0.33	-1
12	2.00	0.67	VERDADERO
13	0.10	0.03	-1
14	1.00	0.33	-1
15	0.10	0.03	-1
16	2.00	0.67	VERDADERO
17	0.10	0.03	-1
18	0.10	0.03	-1
19	1.00	0.33	-1
20	2.00	0.67	VERDADERO
21	1.00	0.33	-1
22	0.50	0.17	-1
23	0.10	0.03	-1
24	0.10	0.03	-1
25	0.10	0.03	-1
26	0.10	0.03	-1
27	3.00	1.00	VERDADERO
28	3.00	1.00	VERDADERO
29	3.00	1.00	VERDADERO
30	0.10	0.03	-1
31	0.10	0.03	-1
32	0.10	0.03	-1
33	3.00	1.00	VERDADERO
34	1.00	0.33	-1
35	0.10	0.03	-1
36	0.10	0.03	-1
37	0.10	0.03	-1
38	6.00	2.00	-1
39	5.00	1.67	-1
40	0.10	0.03	-1
41	2.00	0.67	VERDADERO
42	0.10	0.03	-1
43	3.00	1.00	VERDADERO
44	2.00	0.67	VERDADERO
45	5.00	1.67	-1
46	0.10	0.03	-1
47	0.10	0.03	-1
48	3.00	1.00	VERDADERO
49	1.00	0.33	-1
50	1.00	0.33	-1
51	3.00	1.00	VERDADERO
52	7.00	2.33	-1
53	2.00	0.67	VERDADERO
54	2.00	0.67	VERDADERO
55	0.10	0.03	-1
		3 SUJETO	
		1.42 MAXIMO	
		0.58 MINIMO	

FACTOR DETERMINANTE 2:

NIVEL			
1	0.10	0.10	VERDADERO
2	0.10	0.10	VERDADERO
3	1.00	1.00	VERDADERO
4	3.00	3.00	VERDADERO
5	5.00	5.00	-1
6	1.00	1.00	VERDADERO
7	0.10	0.10	VERDADERO
8	2.00	2.00	VERDADERO
9	1.00	1.00	VERDADERO
10	2.00	2.00	VERDADERO
11	4.00	4.00	-1
12	1.00	1.00	VERDADERO
13	4.00	4.00	-1
14	2.00	2.00	VERDADERO
15	5.00	5.00	-1
16	4.00	4.00	-1
17	2.00	2.00	VERDADERO
18	2.00	2.00	VERDADERO
19	2.00	2.00	VERDADERO
20	4.00	4.00	-1
21	5.00	5.00	-1
22	1.00	1.00	VERDADERO
23	1.00	1.00	VERDADERO
24	2.00	2.00	VERDADERO
25	1.00	1.00	VERDADERO
26	3.00	3.00	VERDADERO
27	2.00	2.00	VERDADERO
28	1.00	1.00	VERDADERO
29	1.00	1.00	VERDADERO
30	3.00	3.00	VERDADERO
31	3.00	3.00	VERDADERO
32	0.10	0.10	VERDADERO
33	1.00	1.00	VERDADERO
34	4.00	4.00	-1
35	1.00	1.00	VERDADERO
36	1.00	1.00	VERDADERO
37	3.00	3.00	VERDADERO
38	3.00	3.00	VERDADERO
39	2.00	2.00	VERDADERO
40	1.00	1.00	VERDADERO
41	3.00	3.00	VERDADERO
42	0.10	0.10	VERDADERO
43	6.00	6.00	-1
44	4.00	4.00	-1
45	2.00	2.00	VERDADERO
46	4.00	4.00	-1
47	4.00	4.00	-1
48	7.00	7.00	-1
49	5.00	5.00	-1
50	2.00	2.00	VERDADERO
51	8.00	8.00	-1
52	4.00	4.00	-1
53	3.00	3.00	VERDADERO
54	4.00	4.00	-1
55	4.00	4.00	-1
1.00 SUJETO			
3.1 MAXIMO			
-1.1 MINIMO			

FACTOR DETERMINANTE 3:

NUMERO DE DEPARTAMENTOS			
1	6.00	0.50	-1
2	4.00	0.33	-1
3	5.00	0.42	-1
4	10.00	0.83	VERDADERO
5	17.00	1.42	VERDADERO
6	8.00	0.67	VERDADERO
7	16.00	1.33	VERDADERO
8	32.00	2.67	-1
9	20.00	1.67	-1
10	6.00	0.50	-1
11	40.00	3.33	-1
12	6.00	0.50	-1
13	12.00	1.00	VERDADERO
14	6.00	0.50	-1
15	20.00	1.67	-1
16	10.00	0.83	VERDADERO
17	17.00	1.42	VERDADERO
18	40.00	3.33	-1
19	20.00	1.67	-1
20	33.00	2.75	-1
21	33.00	2.75	-1
22	9.00	0.75	VERDADERO
23	16.00	1.33	VERDADERO
24	12.00	1.00	VERDADERO
25	16.00	1.33	VERDADERO
26	8.00	0.67	VERDADERO
27	8.00	0.67	VERDADERO
28	16.00	1.33	VERDADERO
29	17.00	1.42	VERDADERO
30	13.00	1.08	VERDADERO
31	16.00	1.33	VERDADERO
32	13.00	1.08	VERDADERO
33	12.00	1.00	VERDADERO
34	4.00	0.33	-1
35	6.00	0.50	-1
36	6.00	0.50	-1
37	34.00	2.83	-1
38	4.00	0.33	-1
39	24.00	2.00	-1
40	12.00	1.00	VERDADERO
41	10.00	0.83	VERDADERO
42	22.00	1.83	-1
43	24.00	2.00	-1
44	22.00	1.83	-1
45	16.00	1.33	VERDADERO
46	22.00	1.83	-1
47	12.00	1.00	VERDADERO
48	40.00	3.33	-1
49	10.00	0.83	VERDADERO
50	15.00	1.25	VERDADERO
51	40.00	3.33	-1
52	6.00	0.50	-1
53	10.00	0.83	VERDADERO
54	10.00	0.83	VERDADERO
55	16.00	1.33	VERDADERO
12 SUJETO			
1.42 MAXIMO			
0.58 MINIMO			

FACTOR DETERMINANTE 4:

M2 CONSTRUCCION			
1	290.00	2.34	-1
2	184.00	1.48	-1
3	184.00	1.48	-1
4	57.61	0.46	-1
5	70.00	0.56	-1
6	110.00	0.89	VERDADERO
7	100.00	0.81	VERDADERO
8	86.00	0.69	VERDADERO
9	102.00	0.82	VERDADERO
10	112.00	0.90	VERDADERO
11	109.00	0.88	VERDADERO
12	100.30	0.81	VERDADERO
13	140.00	1.13	VERDADERO
14	181.00	1.46	-1
15	206.00	1.66	-1
16	63.00	0.51	-1
17	70.00	0.56	-1
18	60.00	0.48	-1
19	65.00	0.52	-1
20	76.00	0.61	VERDADERO
21	79.00	0.64	VERDADERO
22	117.00	0.94	VERDADERO
23	102.00	0.82	VERDADERO
24	110.00	0.89	VERDADERO
25	102.00	0.82	VERDADERO
26	96.00	0.77	VERDADERO
27	120.00	0.97	VERDADERO
28	118.00	0.95	VERDADERO
29	118.00	0.95	VERDADERO
30	97.00	0.78	VERDADERO
31	102.00	0.82	VERDADERO
32	103.00	0.83	VERDADERO
33	124.00	1.00	VERDADERO
34	120.00	0.97	VERDADERO
35	110.00	0.89	VERDADERO
36	110.00	0.89	VERDADERO
37	102.00	0.82	VERDADERO
38	178.00	1.44	-1
39	143.30	1.16	VERDADERO
40	143.00	1.15	VERDADERO
41	120.00	0.97	VERDADERO
42	129.00	1.04	VERDADERO
43	143.00	1.15	VERDADERO
44	130.00	1.05	VERDADERO
45	100.00	0.81	VERDADERO
46	130.00	1.05	VERDADERO
47	150.00	1.21	VERDADERO
48	145.00	1.17	VERDADERO
49	133.00	1.07	VERDADERO
50	152.00	1.23	VERDADERO
51	145.00	1.17	VERDADERO
52	173.00	1.40	VERDADERO
53	145.00	1.17	VERDADERO
54	220.00	1.77	-1
55	200.00	1.61	-1
124.00 SUJETO			
1.42 MAXIMO			
0.58 MINIMO			

COMPARABLES SELECCIONADOS:

Como resultado del análisis anterior podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación son los siguientes marcados con la leyenda verdadero y obteniendo una variación inicial del 42% con respecto al sujeto (la mejor variación de los tres ejercicios) para obtener 6 comparables, de los cuales descartaremos el sujeto avaluar (33).

COMPARABLES SELECCIONADOS		
1	-1	Patricio Sanz 1326
2	-1	CDA GONZALEZ DE COSSIO 612
3	-1	CDA GONZALEZ DE COSSIO 612
4	-1	Luz Saviñón
5	-1	aVJose María Rico 324
6	-1	Angel Urraza 1322
7	-1	EUGENIA ,
8	-1	JOSÉ MARÍA RICO 509
9	-1	LOPEZ COTILLA
10	-1	NICOLAS SAN JUAN 1127
11	-1	NICOLAS SAN JUAN
12	-1	GABRIEL MANCERA
13	-1	PROVIDENCIA
14	-1	SAN LORENZO
15	-1	LOPEZ COTILLA
16	-1	Luz Saviñón
17	-1	José María Rico 324
18	-1	Prof.Xochicalco 880
19	-1	PATRICIO SANZ
20	-1	Adolfo Prieto 1513
21	-1	Adolfo Prieto 1513
22	-1	GABRIEL MANCERA 727
23	-1	Romero de Terreros
24	-1	PROVIDENCIA
25	-1	Romero de Terreros
26	-1	uxmal
27	VERDADERO	Gabriel Mancera 1607
28	VERDADERO	Moras 754
29	VERDADERO	DIVISION DEL NORTE 833
30	-1	AMORES
31	-1	Romero de Terreros
32	-1	AMORES
33	VERDADERO	Av. Colonia del Valle
34	-1	ALASKA
35	-1	González de Cossio
36	-1	González de Cossio
37	-1	Gabriel Mancera 724
38	-1	Manuel López Cotilla
39	-1	DIVISION DEL NORTE 833
40	-1	LUZ SAVIÑON
41	VERDADERO	ADOLFO PRIETO
42	-1	Adolfo Prieto 1369
43	-1	DIVISION DEL NORTE 833
44	-1	ADOLFO PRIETO 1369
45	-1	Moras 435
46	-1	ADOLFO PRIETO 1369
47	-1	Luz Saviñón
48	-1	Cuauhtemoc 947
49	-1	Adolfo Prieto 13
50	-1	PATRICIO SANZ 1730
51	-1	Cuauhtemoc 947
52	-1	Rodríguez Saro
53	VERDADERO	GONZALEZ DE COSSIO
54	-1	LUZ SAVIÑON
55	-1	Mayorazgo 7
42.00%	VARIACIÓN	

PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna), para conservar la proporcionalidad.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD. (inv)	NORMALIZACION .NIVEL	NORMALIZACION .NUMERO DE DEPARTAMENTOS	NORMALIZACION .EDAD
Gabriel Mancera 1607	\$15,250	2.00	8.00	0.3	0.1818	0.1096	0.1429
Moras 754	\$15,678	1.00	16.00	0.3	0.0909	0.2192	0.1429
División Del Norte 833	\$16,102	1.00	17.00	0.3	0.0909	0.2329	0.1429
Adolfo Prieto	\$19,583	3.00	10.00	1	0.2727	0.1370	0.2143
González De Cossío	\$25,862	3.00	10.00	0.50	0.2727	0.1370	0.2143
SUJETO	\$0	1.00	12.00	0.33	0.0909	0.1644	0.1429
SUMA		11.00	73	2.33	0.9091	0.8356	0.8571

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

NIVEL	<u>15,250.00</u>	<u>+15,677.97</u>	<u>+16,101.69</u>	<u>+19,583.33</u>	<u>+25,862.07</u>	=	<u>92,475.06</u>	=101722.57
Valor por variable	0.18182	0.09091	0.09091	0.27273	0.27273		0.90909	
		101,722.57	X	0.0909	=	\$9,247.51		
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	<u>15,250.00</u>	<u>+15,677.97</u>	<u>+16,101.69</u>	<u>+19,583.33</u>	<u>+25,862.07</u>	=	<u>92,475.06</u>	=110666.88
Valor por variable	0.1096	0.2192	0.2329	0.1370	0.1370		0.8356	
		110,666.88	X	0.1644	=	\$18,191.82		
EDAD	<u>15,250.00</u>	<u>+15,677.97</u>	<u>+16,101.69</u>	<u>+19,583.33</u>	<u>+25,862.07</u>	=	<u>92,475.06</u>	=107887.57
Valor por variable	0.1429	0.1429	0.1429	0.2143	0.2143		0.8571	
		107,887.57	X	0.1429	=	\$15,412.51		

Tercer paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar.

DIRECCION	VALOR UM/M2	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD
Gabriel Mancera 1607	\$15,250	0.1818	0.1096	0.1429
Moras 754	\$15,678	0.0909	0.2192	0.1429
DIVISION DEL NORTE 833	\$16,102	0.0909	0.2329	0.1429
ADOLFO PRIETO	\$19,583	0.2727	0.1370	0.2143
GONZALEZ DE COSSIO	\$25,862	0.2727	0.1370	0.2143
SUJETO		0.0909	0.1644	0.1429
Desviación estándar		0.0894	0.0493	0.0369
SUMA	92475	0.9091	0.8356	0.8571
RATIOS BARICENTRICOS		101722.57	110666.88	107887.57

Posteriormente se hace un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra)

r _{jk}	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	SUMA
NIVEL	1.0000	-0.7250	0.9191	0.1942
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	-0.7250	1.0000	-0.4661	-1.1910
EDAD	0.9191	-0.4661	1.0000	0.4531
SUMA	0.1942	-1.1910	0.4531	1.0000

A continuación se crea una matriz inversa a la anterior y se suman las filas horizontales y verticales (Según método Aznar-UPV).

1-r _{jk}	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	SUMA
NIVEL	0.0000	1.7250	0.0809	1.8058
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	1.7250	0.0000	1.4661	3.1910
EDAD	0.0809	1.4661	0.0000	1.5469
suma_v	1.8058	3.1910	1.5469	6.5438

Finalmente se multiplica la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

VARIABLE	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DES)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
NIVEL	0.1614	0.4294
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	0.1574	0.4188
EDAD	0.0571	0.1518
SUMA	0.3759	1.0000

$$\text{VALOR FINAL} = \$ 9,247.51 * 0.4294 + \$ 18,191.82 * 0.4188 + \$ 15,412.51 * 0.1518 = \$ 13,929.06$$

Cuarto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD
Gabriel Mancera 1607	15250	-0.7404	-0.9602	-0.8451
Moras 754	15678	-1.0414	-0.6592	-0.8451
División Del Norte 833	16102	-1.0414	-0.6329	-0.8451
Adolfo Prieto	19583	-0.5643	-0.8633	-0.6690
González De Cossío	25862	-0.5643	-0.8633	-0.6690
SUJETO	0	-1.0414	-0.7841	-0.8451

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$

Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD
Gabriel Mancera 1607	15250	-0.1346	-0.1052	-0.1207
Moras 754	15678	-0.0947	-0.1445	-0.1207
División Del Norte 833	16102	-0.0947	-0.1474	-0.1207
Adolfo Prieto	19583	-0.1539	-0.1183	-0.1434
González De Cossío	25862	-0.1539	-0.1183	-0.1434

SUJETO	0	-0.0947	-0.1289	-0.1207
suma	92475	-0.7264	-0.7625	-0.7696
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9335	-0.9799	-0.9890
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.0975	0.0665	0.0201	0.0110
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.6818	0.2059	0.1123

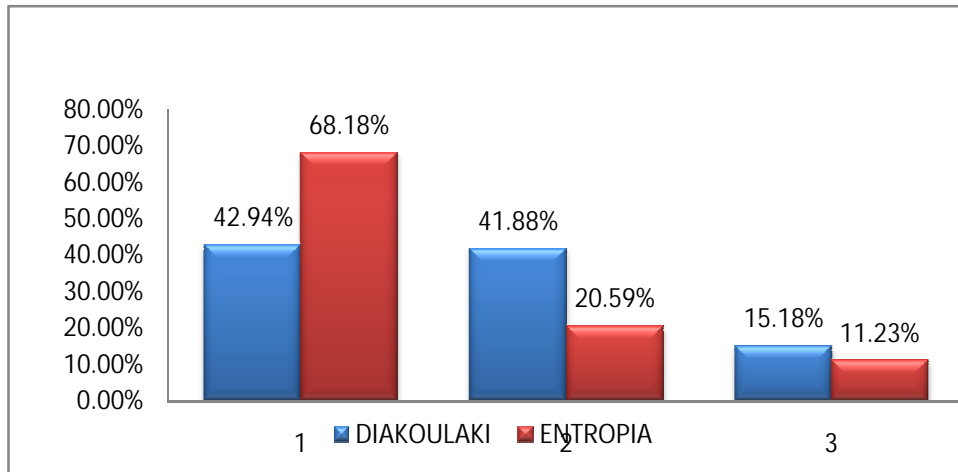
VALOR FINAL POR ENTROPIA

$$\$ 9,247.51 * 0.4294 + \$ 18,191.82 * 0.4188 + \$ 15,412.51 * 0.1518 = \$ 13,929.06$$

Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$18,703.83	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$18,495.01	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$13,929.06	\$12,855.41
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$11,781.76	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$16,008.06	

Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor de \$12 855.0 x m2. Este valor tiene una variación del 13.00 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$16008.06.



Como segundo ejemplo, el sujeto a valuar será un departamento en condominio medianero ubicado en la misma colonia y que cuenta con las siguientes características:

DIRECCION	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD
Romero de Terreros	102	2	3.00	2	2.0	1.00	16	0

SELECCIÓN DE COMPARABLES

En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel para reducir la dispersión de la muestra, podemos proceder de la siguiente manera:

FACTOR DETERMINANTE 1:

EDAD			
1	6.00	60.00	-1
2	0.10	1.00	VERDADERO
3	0.10	1.00	VERDADERO
4	3.00	30.00	-1
5	1.00	10.00	-1
6	0.10	1.00	VERDADERO
7	0.10	1.00	VERDADERO
8	0.10	1.00	VERDADERO
9	0.10	1.00	VERDADERO
10	0.10	1.00	VERDADERO
11	1.00	10.00	-1
12	2.00	20.00	-1
13	0.10	1.00	VERDADERO
14	1.00	10.00	-1
15	0.10	1.00	VERDADERO
16	2.00	20.00	-1
17	0.10	1.00	VERDADERO
18	0.10	1.00	VERDADERO
19	1.00	10.00	-1
20	2.00	20.00	-1
21	1.00	10.00	-1
22	0.50	5.00	-1
23	0.10	1.00	VERDADERO
24	0.10	1.00	VERDADERO
25	0.10	1.00	VERDADERO
26	0.10	1.00	VERDADERO
27	3.00	30.00	-1
28	3.00	30.00	-1
29	3.00	30.00	-1
30	0.10	1.00	VERDADERO
31	0.10	1.00	VERDADERO
32	0.10	1.00	VERDADERO
33	3.00	30.00	-1
34	1.00	10.00	-1
35	0.10	1.00	VERDADERO
36	0.10	1.00	VERDADERO
37	0.10	1.00	VERDADERO
38	6.00	60.00	-1
39	5.00	50.00	-1
40	0.10	1.00	VERDADERO
41	2.00	20.00	-1
42	0.10	1.00	VERDADERO
43	3.00	30.00	-1
44	2.00	20.00	-1
45	5.00	50.00	-1
46	0.10	1.00	VERDADERO
47	0.10	1.00	VERDADERO
48	3.00	30.00	-1
49	1.00	10.00	-1
50	1.00	10.00	-1
51	3.00	30.00	-1
52	7.00	70.00	-1
53	2.00	20.00	-1
54	2.00	20.00	-1
55	0.10	1.00	VERDADERO
0.1 SUJETO			
1.38 MAXIMO			
0.62 MINIMO			

FACTOR DETERMINANTE 2:

NIVEL			
1	0.10	0.03	-1
2	0.10	0.03	-1
3	1.00	0.33	-1
4	3.00	1.00	VERDADERO
5	5.00	1.67	-1
6	1.00	0.33	-1
7	0.10	0.03	-1
8	2.00	0.67	VERDADERO
9	1.00	0.33	-1
10	2.00	0.67	VERDADERO
11	4.00	1.33	VERDADERO
12	1.00	0.33	-1
13	4.00	1.33	VERDADERO
14	2.00	0.67	VERDADERO
15	5.00	1.67	-1
16	4.00	1.33	VERDADERO
17	2.00	0.67	VERDADERO
18	2.00	0.67	VERDADERO
19	2.00	0.67	VERDADERO
20	4.00	1.33	VERDADERO
21	5.00	1.67	-1
22	1.00	0.33	-1
23	1.00	0.33	-1
24	2.00	0.67	VERDADERO
25	1.00	0.33	-1
26	3.00	1.00	VERDADERO
27	2.00	0.67	VERDADERO
28	1.00	0.33	-1
29	1.00	0.33	-1
30	3.00	1.00	VERDADERO
31	3.00	1.00	VERDADERO
32	0.10	0.03	-1
33	1.00	0.33	-1
34	4.00	1.33	VERDADERO
35	1.00	0.33	-1
36	1.00	0.33	-1
37	3.00	1.00	VERDADERO
38	3.00	1.00	VERDADERO
39	2.00	0.67	VERDADERO
40	1.00	0.33	-1
41	3.00	1.00	VERDADERO
42	0.10	0.03	-1
43	6.00	2.00	-1
44	4.00	1.33	VERDADERO
45	2.00	0.67	VERDADERO
46	4.00	1.33	VERDADERO
47	4.00	1.33	VERDADERO
48	7.00	2.33	-1
49	5.00	1.67	-1
50	2.00	0.67	VERDADERO
51	8.00	2.67	-1
52	4.00	1.33	VERDADERO
53	3.00	1.00	VERDADERO
54	4.00	1.33	VERDADERO
55	4.00	1.33	VERDADERO
	3.00	SUJETO	
	1.5	MAXIMO	
	0.5	MINIMO	

FACTOR DETERMINANTE 3:

NUMERO DE DEPARTAMENTOS			
1	6.00	0.38	-1
2	4.00	0.25	-1
3	5.00	0.31	-1
4	10.00	0.63	VERDADERO
5	17.00	1.06	VERDADERO
6	8.00	0.50	-1
7	16.00	1.00	VERDADERO
8	32.00	2.00	-1
9	20.00	1.25	VERDADERO
10	6.00	0.38	-1
11	40.00	2.50	-1
12	6.00	0.38	-1
13	12.00	0.75	VERDADERO
14	6.00	0.38	-1
15	20.00	1.25	VERDADERO
16	10.00	0.63	VERDADERO
17	17.00	1.06	VERDADERO
18	40.00	2.50	-1
19	20.00	1.25	VERDADERO
20	33.00	2.06	-1
21	33.00	2.06	-1
22	9.00	0.56	-1
23	16.00	1.00	VERDADERO
24	12.00	0.75	VERDADERO
25	16.00	1.00	VERDADERO
26	8.00	0.50	-1
27	8.00	0.50	-1
28	16.00	1.00	VERDADERO
29	17.00	1.06	VERDADERO
30	13.00	0.81	VERDADERO
31	16.00	1.00	VERDADERO
32	13.00	0.81	VERDADERO
33	12.00	0.75	VERDADERO
34	4.00	0.25	-1
35	6.00	0.38	-1
36	6.00	0.38	-1
37	34.00	2.13	-1
38	4.00	0.25	-1
39	24.00	1.50	-1
40	12.00	0.75	VERDADERO
41	10.00	0.63	VERDADERO
42	22.00	1.38	VERDADERO
43	24.00	1.50	-1
44	22.00	1.38	VERDADERO
45	16.00	1.00	VERDADERO
46	22.00	1.38	VERDADERO
47	12.00	0.75	VERDADERO
48	40.00	2.50	-1
49	10.00	0.63	VERDADERO
50	15.00	0.94	VERDADERO
51	40.00	2.50	-1
52	6.00	0.38	-1
53	10.00	0.63	VERDADERO
54	10.00	0.63	VERDADERO
55	16.00	1.00	VERDADERO
16 SUJETO			
1.38 MAXIMO			
0.62 MINIMO			

:

FACTOR DETERMINANTE 4:

M2 CONSTRUCCION			
1	290.00	2.84	-1
2	184.00	1.80	-1
3	184.00	1.80	-1
4	57.61	0.56	-1
5	70.00	0.69	VERDADERO
6	110.00	1.08	VERDADERO
7	100.00	0.98	VERDADERO
8	86.00	0.84	VERDADERO
9	102.00	1.00	VERDADERO
10	112.00	1.10	VERDADERO
11	109.00	1.07	VERDADERO
12	100.30	0.98	VERDADERO
13	140.00	1.37	VERDADERO
14	181.00	1.77	-1
15	206.00	2.02	-1
16	63.00	0.62	-1
17	70.00	0.69	VERDADERO
18	60.00	0.59	-1
19	65.00	0.64	VERDADERO
20	76.00	0.75	VERDADERO
21	79.00	0.77	VERDADERO
22	117.00	1.15	VERDADERO
23	102.00	1.00	VERDADERO
24	110.00	1.08	VERDADERO
25	102.00	1.00	VERDADERO
26	96.00	0.94	VERDADERO
27	120.00	1.18	VERDADERO
28	118.00	1.16	VERDADERO
29	118.00	1.16	VERDADERO
30	97.00	0.95	VERDADERO
31	102.00	1.00	VERDADERO
32	103.00	1.01	VERDADERO
33	124.00	1.22	VERDADERO
34	120.00	1.18	VERDADERO
35	110.00	1.08	VERDADERO
36	110.00	1.08	VERDADERO
37	102.00	1.00	VERDADERO
38	178.00	1.75	-1
39	143.30	1.40	-1
40	143.00	1.40	-1
41	120.00	1.18	VERDADERO
42	129.00	1.26	VERDADERO
43	143.00	1.40	-1
44	130.00	1.27	VERDADERO
45	100.00	0.98	VERDADERO
46	130.00	1.27	VERDADERO
47	150.00	1.47	-1
48	145.00	1.42	-1
49	133.00	1.30	VERDADERO
50	152.00	1.49	-1
51	145.00	1.42	-1
52	173.00	1.70	-1
53	145.00	1.42	-1
54	220.00	2.16	-1
55	200.00	1.96	-1
102.00 SUJETO			
1.38 MAXIMO			
0.62 MINIMO			

COMPARABLES SELECCIONADOS:

Como resultado del análisis anterior podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación son los siguientes marcados con la leyenda verdadero y obteniendo una variación inicial del 38% con respecto al sujeto (la mejor variación de los tres ejercicios) para obtener 6 comparables, de los cuales descartaremos el sujeto a evaluar (31).

COMPARABLES SELECCIONADOS		
1	-1	Patricio Sanz 1326
2	-1	DA GONZALEZ DE COSSIO 6
3	-1	DA GONZALEZ DE COSSIO 6
4	-1	Luz Saviñón
5	-1	aVJose Maria Rico 324
6	-1	Angel Urraza 1322
7	-1	EUGENIA ,
8	-1	JOSE MARIA RICO 509
9	-1	LOPEZ COTILLA
10	-1	NICOLAS SAN JUAN 1127
11	-1	NICOLAS SAN JUAN
12	-1	GABRIEL MANCERA
13	VERDADERO	PROVIDENCIA
14	-1	SAN LORENZO
15	-1	LOPEZ COTILLA
16	-1	Luz Saviñón
17	VERDADERO	José María Rico 324
18	-1	ProL.Xochicalco 880
19	-1	PATRICIO SANZ
20	-1	Adolfo Prieto 1513
21	-1	Adolfo Prieto 1513
22	-1	GABRIEL MANCERA 727
23	-1	Romero de Terreros
24	VERDADERO	PROVIDENCIA
25	-1	Romero de Terreros
26	-1	uxmal
27	-1	Gabriel Mancera 1607
28	-1	Moras 754
29	-1	DIVISION DEL NORTE 833
30	VERDADERO	AMORES
31	VERDADERO	Romero de Terreros
32	-1	AMORES
33	-1	Av. Colonia del Valle
34	-1	ALASKA
35	-1	González de Cossio
36	-1	González de Cossio
37	-1	Gabriel Mancera 724
38	-1	Manuel López Cotilla
39	-1	DIVISION DEL NORTE 833
40	-1	LUZ SAVIÑON
41	-1	ADOLFO PRIETO
42	-1	Adolfo Prieto 1369
43	-1	DIVISION DEL NORTE 833
44	-1	ADOLFO PRIETO 1369
45	-1	Moras 435
46	VERDADERO	ADOLFO PRIETO 1369
47	-1	Luz Saviñon
48	-1	Cuauhtemoc 947
49	-1	Adolfo Prieto 13
50	-1	PATRICIO SANZ 1730
51	-1	Cuauhtemoc 947
52	-1	Rodríguez Saro
53	-1	GONZALEZ DE COSSIO
54	-1	LUZ SAVIÑON
55	-1	Mayorazgo 7
38.00%	VARIACION	

PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna), para conservar la proporcionalidad.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION	NORMALIZACION .NIVEL	NORMALIZACION .NUMERO DE DEPARTAMENTOS	NORMALIZACION .M2 CONSTRUCCION
Providencia	\$17,500	4.00	12.00	140.0	0.2222	0.1304	0.2157
José María Rico 324	\$17,700	2.00	17.00	70.0	0.1111	0.1848	0.1079
Providencia	\$16,364	2.00	12.00	110.0	0.1111	0.1304	0.1695
Amores	\$19,588	3.00	13.00	97.0	0.1667	0.1413	0.1495
Adolfo Prieto 1369	\$18,846	4.00	22.00	130.0	0.2222	0.2391	0.2003
SUJETO	\$0	3.00	16.00	102.00	0.1667	0.1739	0.1572
SUMA		18.00	92	649.00	0.8333	0.8261	0.8428

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

NIVEL	<u>17,500.00</u>	<u>+17,700.00</u>	<u>+16,363.64</u>	<u>+19,587.63</u>	<u>+18,846.15</u>	<u>=89,997.42</u>	=107996.90
Valor por variable	0.22222	0.11111	0.11111	0.16667	0.22222	0.83333	
		107,996.90	X	0.1667	=	17,999.48	

NUMERO DE DEPARTAMENTOS	<u>17,500.00</u>	<u>+17,700.00</u>	<u>+16,363.64</u>	<u>+19,587.63</u>	<u>+18,846.15</u>	<u>=89,997.42</u>	=108944.24
Valor por variable	0.1304	0.1848	0.1304	0.1413	0.2391	0.8261	
		108,944.24	X	0.1739	=	18,946.83	

M2 CONSTRUCCION	<u>17,500.00</u>	<u>+17,700.00</u>	<u>+16,363.64</u>	<u>+19,587.63</u>	<u>+18,846.15</u>	<u>=89,997.42</u>	=106779.39
Valor por variable	0.2157	0.1079	0.1695	0.1495	0.2003	0.8428	
		106,779.39	X	0.1572	=	16,781.97	

Tercer paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar.

DIRECCION	VALOR UM/M2	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION
Providencia	\$17,500	0.2222	0.1304	0.2157
José María Rico 324	\$17,700	0.1111	0.1848	0.1079
Providencia	\$16,364	0.1111	0.1304	0.1695
Amores	\$19,588	0.1667	0.1413	0.1495
Adolfo Prieto 1369	\$18,846	0.2222	0.2391	0.2003
SUJETO		0.1667	0.1739	0.1572
Desviación estándar		0.0497	0.0422	0.0384
SUMA	89997	0.8333	0.8261	0.8428
RATIOS BARICENTRICOS		107996.90	108944.24	106779.39

Posteriormente se hace un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra)

rjk	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION	SUMA
NIVEL	1.0000	0.2880	0.8066	1.0946
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	0.2880	1.0000	-0.0172	0.2708
M2 CONSTRUCCION	0.8066	-0.0172	1.0000	0.7893
SUMA	1.0946	0.2708	0.7893	1.0000

A continuación se crea una matriz inversa a la anterior y se suman las filas horizontales y verticales (Según método Aznar-UPV).

1-rjk	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION	SUMA
NIVEL	0.0000	0.7120	0.1934	0.9054
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	0.7120	0.0000	1.0172	1.7292
M2 CONSTRUCCION	0.1934	1.0172	0.0000	1.2107
suma_v	0.9054	1.7292	1.2107	3.8452

Finalmente se multiplica la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

VARIABLE	PONDERACIÓN POR DIAKOULAKI (V*DESV)	PONDERACIÓN NORMALIZADA POR SUMA
NIVEL	0.0450	0.2735
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	0.0730	0.4435
M2 CONSTRUCCION	0.0465	0.2830
SUMA	0.1645	1.0000

$$\text{VALOR FINAL POR DIAKOULAKI} = \$ 17,999.48 * 0.2735 + \$ 18,946.83 * 0.4435 + \$ 16,781.97 * 0.2830 = \$ 18,075.14$$

Cuarto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION
Providencia	17500	-0.6532	-0.8846	-0.6661
José María Rico 324	17700	-0.9542	-0.7333	-0.9671
Providencia	16364	-0.9542	-0.8846	-0.7709
Amores	19588	-0.7782	-0.8498	-0.8255
Adolfo Prieto 1369	18846	-0.6532	-0.6214	-0.6983
SUJETO	0	-0.7782	-0.7597	-0.8036

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$

Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

DIRECCION	VALOR	NIVEL	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	M2 CONSTRUCCION
Providencia	17500	-0.1452	-0.1154	-0.1437
José María Rico 324	17700	-0.1060	-0.1355	-0.1043
Providencia	16364	-0.1060	-0.1154	-0.1307
Amores	19588	-0.1297	-0.1201	-0.1234
Adolfo Prieto 1369	18846	-0.1452	-0.1486	-0.1399
SUJETO	0	-0.1297	-0.1321	-0.1263

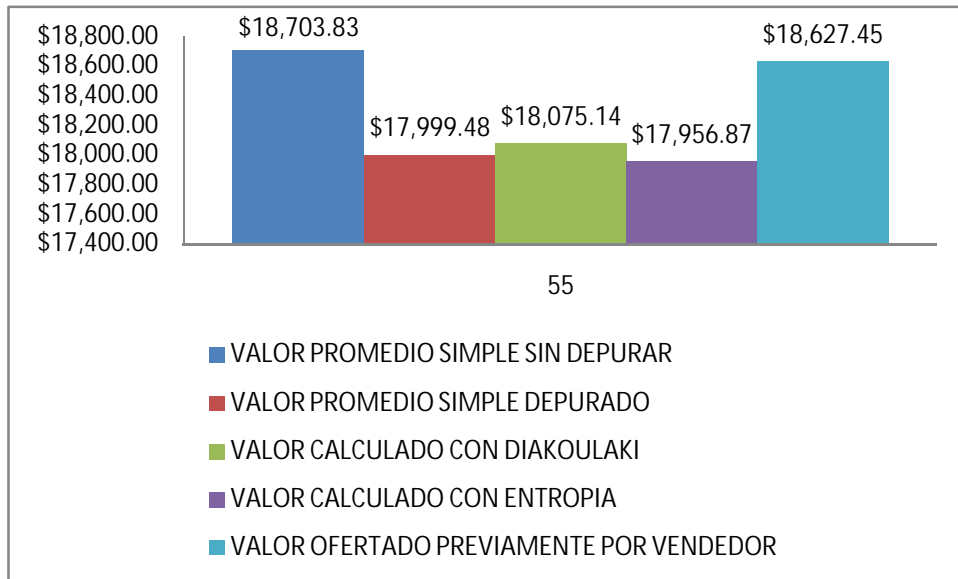
suma	89997	-0.7618	-0.7671	-0.7682
ENTROPIA (Log*suma)		-0.9789	-0.9858	-0.9872
DIVERSIDAD (VARIACION A 1)	0.0481	0.0211	0.0142	0.0128
NORMALIZACION DIVERSIDAD		0.4382	0.2963	0.2655

VALOR FINAL POR ENTROPIA $\$17,999.48 * 0.4382 + \$18,946.83 * 0.2963 + \$16,781.97 * 0.2655 = \$ 17,956.8787$

Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$18,703.83	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$17,999.48	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$18,075.14	\$18,016.01
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$17,956.87	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$18,627.45	

Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor ideal de \$18 016.01 x m2. Algo a destacar es que este valor tiene una variación de apenas 3.28 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$18 627.45 que en un mercado tan saturado como el de la Colonia Del Valle se podría tomar como bueno.



Por lo tanto, el valor total del inmueble valuado sería de:

DIRECCION	VALOR	VALOR X M2
Romero de Terreros	\$1,837,632.95	\$18 016.01

CONSIDERACIONES FINALES

Todos los inmuebles aquí mencionados fueron ofertados en el portal www.metroscubicos.com durante el mes de noviembre del 2008, y verificados en sitio y planos catastrales, obteniendo los siguientes datos.

TERRENOS:

No.	DIRECCION	VALOR	VALOR X M2	INFORMANTE	TELEFONO
1	Bartolache 1847	\$3,400,000	\$11,039	Mundo Inmobiliario	5258 0890
2	Cerezas 15	\$4,300,000	\$13,354	CMI Grupo	5631 2121
3	Gabriel Mancera 316	\$4,900,000	\$12,532	Elena Ricaud	5682 8404
4	San Francisco 1857	\$5,000,000	\$13,089	Century 21 Bátiz	8628 0888
5	Mier y Pesado 314	\$5,250,000	\$17,500	Global Appraisals	5639 3119
6	Capulín 35	\$6,700,000	\$17,362	Grupo Bandin	5290 0640
7	Luz Saviñón 1023	\$7,390,000	\$10,151	Organizacion Serrano	5595 4045
8	Av. Coyoacán 33	\$8,650,000	\$18,723	Oscar del Valle Corp.	5682 3050
9	Av. Coyoacán 1031	\$12,900,000	\$9,714	Aiza Bienes Raíces	5662 1564

CASAS:

No.	DIRECCION	VALOR	VALOR X M2	INFORMANTE	TELEFONO
1	Priv. Elena Arizmendi	\$3,980,000	\$16,379	Mónica Lappe Díaz	19424374
2	Martin Mendalde 1340	\$3,750,000	\$15,000	Manuel Pinzón	56391497
3	Av. Coyoacán 954	\$3,900,000	\$13,929	Diego Guerrero	55-11 34-46
4	Anaxagoras 836	\$4,550,000	\$11,974	Antonio Gómez	19 91 40 41
5	Samuel Ramos	\$2,300,000	\$15,333	Luis Fernando Correa	5822 2749
6	Gabriel Mancera	\$2,750,000	\$11,957	Re/Max Realty C.	5563 1314
7	San Lorenzo	\$4,100,000	\$12,059	Century 21 Covarrubias	5523 2099
8	San Francisco	\$2,600,000	\$15,029	Carriedo Y Asociados	1556 6000
9	Pilares	\$4,500,000	\$13,975	Mega Soluciones	2455 6030
10	Av. Porfirio Díaz	\$4,600,000	\$17,969	Arquitectura Y Bienes	5601 6150
11	Nicolás San J.836	\$4,250,000	\$15,455	Century 21 Trueba	5688 0541
12	Gabriel Mancera 1153	\$5,250,000	\$12,681	Oras Bienes R.	2099 6273
13	Patricio Sanz 621	\$6,500,000	\$21,036	J&C Consultores	5605 9490
14	Patricio Sanz	\$7,500,000	\$18,750	Rayo Vende	5513 1010
15	Patricio Sanz	\$8,250,000	\$20,625	Rayo Vende	5513 1011
16	Adolfo Prieto 1029	\$5,000,000	\$13,158	Oras Bienes R.	2098 6273

DEPARTAMENTOS EN CONDOMINIO:

No.	DIRECCION	VALOR	VALOR X M2	INFORMANTE	TELEFONO
1	Patricio Sanz 1326	\$5,100,000	\$17,586	Manuel Medina	5684 5351
2	Cda Gonzalez De Cossio 612	\$4,120,000	\$22,391	Desarrollador	1019 4334
3	Cda Gonzalez De Cossio 612	\$4,220,000	\$22,935	Desarrollador	1019 4334
4	Luz Saviñón	\$1,200,000	\$20,830	Solaris Inmobiliaria	1556 6000
5	Avjose Maria Rico 324	\$1,239,000	\$17,700	Rolando Stevens	52547674
6	Angel Urraza 1322	\$1,500,000	\$13,636	Eduardo Chávez Nuñez	5519-8478
7	Eugenia ,	\$1,750,000	\$17,500	Ambar Consultora	5211 5874
8	José María Rico 509	\$1,942,000	\$22,581	Veronica Fernández	2123 88 14
9	Lopez Cotilla	\$1,950,000	\$19,118	Century 21 Trueba De Torres	5688 0541
10	Nicolas San Juan 1127	\$2,250,000	\$20,089	Norma Minor	5605-6312
11	Nicolas San Juan	\$2,395,000	\$21,972	Azucena Medina	24881293
12	Gabriel Mancera	\$2,420,000	\$24,128	Century 21 Trueba	5688 0541
13	Providencia	\$2,450,000	\$17,500	Century 21 Trueba	5689 0541
14	San Lorenzo	\$3,400,000	\$18,785	Novahaus Asesores	1040 5132
15	Lopez Cotilla	\$4,600,000	\$22,330	Century 21 Trueba De Torres	5688 0541
16	Luz Saviñón	\$1,190,000	\$18,889	Century 21 Covarrubias	55232099
17	José María Rico 324	\$1,239,000	\$17,700	Terrafirma Inmobiliaria	5559 6717
18	Prol.Xochicalco 880	\$1,295,000	\$21,583	Jyc Consultores	5605 9490
19	Patricio Sanz	\$1,350,000	\$20,769	G8grupoinmobiliario-Virues	5666 6451
20	Adolfo Prieto 1513	\$1,400,000	\$18,421	Mega Soluciones	2455 6030
21	Adolfo Prieto 1513	\$1,420,000	\$17,975	Dim Bienes Raices	5989 4526
22	Gabriel Mancera 727	\$1,650,000	\$14,103	Maribel Rodríguez	5264 7198
23	Romero De Terreros	\$1,700,000	\$16,667	Arquitectura Y Bienes	5601 6150
24	Providencia	\$1,800,000	\$16,364	Grupo Bandin	5290 0640
25	Romero De Terreros	\$1,800,000	\$17,647	Arquitectura Y Bienes	5601 6150
26	Uxmal	\$1,800,000	\$18,750	Rafael Izquierdo	1794 2305
27	Gabriel Mancera 1607	\$1,830,000	\$15,250	Century 21 Covarrubias	55232099
28	Moras 754	\$1,850,000	\$15,678	Inmobiliaria Del Castillo	5616 8060
29	Division Del Norte 833	\$1,900,000	\$16,102	Navel División	55688167
30	Amores	\$1,900,000	\$19,588	Grupo Bandin	5290 0640
31	Romero De Terreros	\$1,900,000	\$18,627	Arquitectura Y Bienes	5601 6150
32	Amores	\$1,900,000	\$18,447	Olea Bienes Raices	5683 3650
33	Av. Colonia Del Valle	\$1,985,000	\$16,008	Zamudio Mesa Alicia	5563-0004
34	Alaska	\$2,050,000	\$17,083	Alberto Romano	3537 2186
35	González De Cossío	\$2,050,000	\$18,636	González Concepción	5563-1314
36	González De Cossío	\$2,090,000	\$19,000	Azteca Casa Bienes	3330 5255
37	Gabriel Mancera 724	\$2,100,000	\$20,588	Méndez Carmen Mary	5281.3881
38	Manuel López Cotilla	\$2,100,000	\$11,798	Ana Lucia Bravo Castillo	55433495
39	Division Del Norte 833	\$2,200,000	\$15,352	Kasa	5264 5499

40	Luz Saviñon	\$2,317,734	\$16,208	Navel Division Inmobiliaria	55688167
41	Adolfo Prieto	\$2,350,000	\$19,583	Century 21 Basila	56623340
42	Adolfo Prieto 1369	\$2,380,000	\$18,450	Socorro Arroyo Morales	52036210
43	Division Del Norte 833	\$2,400,000	\$16,783	Miguel Padilla Capistran	2224.1611
44	Adolfo Prieto 1369	\$2,400,000	\$18,462	Bor4 Corporativo	5539 2411
45	Moras 435	\$2,400,000	\$24,000	Emecé Bienes Raices	5550 2586
46	Adolfo Prieto 1369	\$2,450,000	\$18,846	Azteca casa Bienes	3330 5255
47	Luz Saviñon	\$2,500,000	\$16,667	Poletti Clara	5563-1314
48	Cuauhtémoc 947	\$2,550,000	\$17,586	Claudia Sotomayor	3599.8674
49	Adolfo Prieto 13	\$2,570,000	\$19,323	Bernardo Noriega	5442-7250
50	Patricio Sanz 1730	\$2,750,000	\$18,092	Joa Bienes Raices	5602 7662
51	Cuauhtémoc 947	\$3,200,000	\$22,069	Claudia Sotomayor	3599.8674
52	Rodríguez Saro	\$3,400,000	\$19,653	Lourdes Zender	5570 1711
53	Gonzalez De Cossio	\$3,750,000	\$25,862	Emma Ovalle	5675 8864
54	Luz Saviñon	\$3,750,000	\$17,045	Bandin Del Valle	5564 6409
55	Mayorazgo 7	\$3,995,000	\$19,975	J&C Consultores	5605 9490

4. CONCLUSIONES

Como expresé en la introducción, es necesario unificar criterios entre valuadores estimadores y matemáticos. Reflexionar sobre el objeto de la valuación, observarlo perfectamente y comprenderlo para poder conocer su verdadero valor mediante la aplicación de conocimientos conceptuales, relacionados lógicamente con un procedimiento sistemático, integral y metódico, aplicando las ciencias relacionadas como la economía, las matemáticas y la estadística. Apoyándonos en la variedad de formulas habidas y por haber, pero sin una aplicación incondicional y generalizada como si fueran métodos mágicos.

Lo anterior exige el conocimiento del objeto a valorar, su entorno, sus limitaciones y potencialidades legales, físicas, económicas, sociales y naturales. A partir de lo cual y con el conocimiento necesario, procesar ordenada y técnicamente la información investigada y acercarnos a la propuesta heurística de Albert Einstein, en cuanto a "reducir los fenómenos por un proceso lógico a algo ya conocido", alcanzando así la comprensión total de la realidad del objeto. Esto prevé fundamentalmente la aplicación de la ciencia y la intuición de manera racional. Garantizando que la conclusión es producto del conocimiento intelectual e intuitivo del objeto en su realidad. Cuando detectamos las variables que realmente delimitan el valor, este tiene un sentido lógico. Ambas partes, la lógica y la intuitiva deben coincidir. Pues de no ser así significaría pasamos por alto elementos importantes en el análisis. Por lo tanto, pienso que solo podemos nombrar valuación aquella determinación de un valor que sea la consecuencia de la aplicación de una metodología clara y definida que nos lleve a un valor final de forma estructurada y como resultado de un proceso de cálculo, así como la importancia, cada vez mayor en función de los nuevos objetos existentes, de la incorporación de las variables o atributos subjetivos al proceso de valuación.

La aplicación del método "Comparativo De Mercado" requiere establecer las cualidades y características propias del bien a valorar que influyen en su valor. Analizar el segmento del mercado inmobiliario representativo de bienes comparables al que se valora y, basándose en informaciones concretas sobre transacciones reales u ofertas, obtener valores al contado de dichos bienes en la fecha de la valuación. Seleccionar de la información obtenida una muestra representativa de bienes comparables al que se valora, descartando aquellos que se desvíen por precios anormales o circunstancias especiales y homogeneizar los precios unitarios de los elementos de la muestra con el del bien objeto de valuación. Atendiendo a la fecha de los datos seleccionados y a las diferencias o analogías observadas entre las características: superficie, tipología y antigüedad de la edificación, entorno, o cualesquiera otras relevantes, de aquellos bienes y las del bien a valorar.

La tesina se titula "Sistema de determinación, ponderación y jerarquía para factores de homologación", a lo cual el diccionario de la Real Academia Española define cada palabra que compone el título de la siguiente manera:

Sistema: Conjunto de principios coordinados para conformar un todo científico o un cuerpo de doctrina y conseguir un resultado.

Determinación: Decisión, resolución.

Ponderación: Examinar detenidamente, proceder con prudencia, encarecer, reflexionar, alabar, elogiar.

Jerarquía: Orden, progresión, gradación.

Factor: Elemento, concausa.

Homologación: Comparar, asemejar, igualar.

EL OBJETIVO de la tesis, por lo tanto, es conjuntar una serie de principios coordinados para conseguir un resultado previamente examinado detenidamente, procediendo con prudencia para decidir el orden y grado de importancia de los elementos a comparar para obtener un valor. Seleccionando y calificando variables según sea el caso. El objetivo fue cumplido.

MI HIPÓTESIS es que, a pesar de existir múltiples factores de homologación utilizados en el método comparativo, son pocos los factores que verdaderamente afectan el valor de un inmueble determinado y varía la utilización de dichos factores según sea el caso. La hipótesis fue comprobada.

SOBRE LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN

Hasta antes de este documento, estos no habían sido considerados en forma clara y fundamentada, debido a que a que cada valuador empleaba factores de acuerdo a su experiencia. Por lo que se desea que este estudio de sistematización y normatización de factores sea de utilidad a los valuadores como apoyo al momento de ponderar y aplicar factores que consideren las características más importantes del inmueble a valorar. Con la obtención de factores de homologación integradores de las principales características que determinan el valor, permitirá llegar a un valor inmobiliario mejor fundamentado y con mayor precisión.

Por lo tanto, los valuadores generalmente estimamos de dos maneras los valores de las transacciones entre compradores y vendedores:

1. Estimaciones basadas en acciones observadas tales como la venta de inmuebles similares (comparables) al sujeto. Esto se deriva del planteamiento de los primeros economistas de la teoría de la valuación y tiene un sesgo fuerte a favor de datos producto de transacciones.
2. Preferencias, anticipaciones, creencias y actitudes observadas de los participantes bien informados en el mercado. Estos datos son medidos por la técnica de la encuesta sobre mercado. Confiar exclusivamente en las ventas del pasado, es inconsistente con la valuación de propiedades inmobiliarias: los datos históricos sobre una característica o un mercado son relevantes solamente en cuanto a que ayudan a interpretar las anticipaciones al mercado actual.

SOBRE LOS FACTORES DE COMERCIALIZACION Y NEGOCIACION..

Factor de comercialización (FCom): Este factor no es más que la diferencia observada entre un valor de oferta y de cierre. Esta directamente relacionado con la utilidad y gastos del vendedor, aunado al tiempo de exposición de los comparables en el mercado y de la bonanza económica en que se encuentre el país.

Factor de negociación (FNeg): “Regateo” y ocasionalmente “puja” como resultado de los momentos económicos por los que pasen tanto el ofertante como el demandante y la deseabilidad del bien. Aunque es un factor que incide en el valor no es un factor de homologación. Por lo tanto hay que tener especial cuidado en su aplicación pues no se puede determinar si no es influenciado por la comercialización misma. Estos factores miden la valorización o desvalorización de un objeto por exposición al libre juego de oferta-demanda en el mercado, tanto en posición larga (compradora) como en posición corta (vendedora). Por todas las razones anteriores, no es posible calcularlos pero si podemos acercarnos a una estimación con números índices y la formula de interés compuesto dependiendo del tiempo de exposición en el mercado.

“En el caso de la comercialización de inmuebles, tanto las inmobiliarias como los promotores independientes consideran que una propiedad que se encuentra en exposición más de un año, o bien esta fuera de rango o el mercado potencial es muy específico. Pues tiene estimado que un inmueble se venderá en un promedio de 6 meses y por lo tanto ese es el plazo mínimo al que acuerdan los contratos de exclusividad”.

Fuente: Asociación Mexicana De Promotores Inmobiliarios.2008.

En base a la información anterior realizaremos los siguientes ejercicios:

1. Si un departamento se valúa en \$ 850,000 al día de hoy, en cuanto terminaría vendiéndose al vencimiento del contrato en 6 meses. Si se considera una inflación esperada del 5.80% anual, según el Banco de México.

$$VF = ?$$

$$Vp = 850000$$

$$i = 5.8\% \text{ anual} = 0.4833\% \text{ mensual}$$

$$n = 6 \text{ meses}$$

$$VF = Vp (1 + i)^n$$

$$VF = 850000 * (1 + 0.004833)^6 = \$ 874 950$$

Si calculamos con el mismo método los valores respectivos al final de cada mes, obtendríamos.

Al final del	Valor	Fco
mes 1	\$ 854,108	0.976
mes 2	\$ 858,237	0.981
mes 3	\$ 862,385	0.986
mes 4	\$ 866,553	0.990
mes 5	\$ 870,741	0.995
mes 6	\$ 874,950	1.000

Con esta tasa se requeriría de un plazo de 22 meses para llegar al factor de comercialización de 0.90 comúnmente utilizado. Aunque le agregáramos la comisión por la venta de la propiedad que generalmente esta entre el 4 y 5%. Esto nos hizo suponer que, o se calcula con una tasa mucho mayor (alrededor del 21 %) o bien el valor fue previamente elevado para concluir 10% menos como resultado de la negociación.

2. Este ejemplo es calculado con números índices viene con tasas de interés como quiera que una tasa de interés anticipado es una variante de la ponderación de Paasche y una tasa de interés vencido una variación de la ponderación de Laspeyres, así:

$$\text{Paasche} = iv / (1+iv)$$

$$\text{Laspeyres} = ia / (1-ia)$$

Donde, iv: interés vencido (T) e ia: interés anticipado (T-t).

5.00% de interés anual vencido (T) es equivalente a 4.762% anual anticipado (T-t).

Entonces:

$$\text{Laspeyres} = 5.00 \%$$

$$\text{Paasche} = 4.762\%$$

Fischer = $[1.05 * 1.04762]^{(1/2)} = 1.048808848170151... - 1 * 100 = 4.881\%$ Aplicando los redondeos respectivos. Partiendo de (To) hasta llegar a (T) La ponderación de Fischer nos da el valor de la tasa que hipotéticamente se pagaría en (T/2 = 6 meses)

3. Una propiedad vale hoy \$1000 000 y hizo un año \$ 830 000. Calcular las respectivas ponderaciones.

$$\text{Laspeyres} = 830000 / 1000000 = 0.83$$

$$\text{Paasche} = 1000000 / 830 = 1.2048$$

Fischer = $[P * L]^{(1/2)} = 1$ En la mayoría de los casos este va a ser casi siempre el valor de la ponderación de Fischer ya que concilia posiciones perdedoras con ganadoras arrojando la suma-cero que se observa en un balance contable.

De todo esto concluyo que si tenemos los elementos suficientes, podríamos calcular y utilizar el factor de comercialización correctamente. Estos elementos son la comisión del vendedor, la tasa para el cálculo (corregida por las variaciones que se producen debido a momentos económicos a lo largo del año), el tiempo de exposición en el mercado, y sobre todo el valor real de cierre. De otra manera, si no conocemos al menos un par de estos elementos, este factor seguirá siendo un ponderador disfrazado que no conviene utilizar.

SOBRE LAS METODOLOGIAS MULTICRITERIO

El objetivo del análisis multicriterio es ayudarnos a decidir cual es la mejor opción entre un conjunto de soluciones o alternativas posibles, bien ordenándolas de mayor a menor en función de una serie de criterios o bien ponderándolas también en función de esos criterios. Según Aznar es posible valorar cualquier objeto tangible e intangible con la sola aplicación de estas fórmulas, yo propongo la previa observación y análisis antes de aplicar cualquier fórmula a cualquier caso. Mi propuesta en la aplicación de fórmulas específicas a casos específicos. El problema no son las metodologías (ya que se mencionaron las suficientes), sino su correcta aplicación. Muchas otras metodologías que no pudieron observarse tan a fondo en el presente documento pero que son de gran utilidad en la valuación de inmuebles son las siguientes

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD (Ing. Sensitivity Analysis). Técnica empleada para vincular parámetros y datos iniciales de un modelo con los resultados o soluciones del mismo. La vinculación puede consistir en a) los intervalos posibles de variación de datos iniciales o parámetros que no afectan a los resultados; b) el cálculo de una medida global de "robustez" de una solución sin referencias directas a cambios en los parámetros o datos iniciales.

ELECTRE (Fr. Elimination et Choix Traduisant la Réalité). Familia de métodos basado en relaciones de superación para decidir acerca de la determinación de una solución, que sin ser óptima pueda considerarse satisfactoria y obtener una jerarquización de las acciones- alternativas bajo análisis. Pretende resolver una problemática de selección del mejor conjunto de acciones.

ELIMINACIÓN POR ASPECTOS. Se examina un atributo a la vez y se realizan las comparaciones entre las alternativas, eliminando aquellas que no cumplen con algún estándar o valor de base predeterminado. Los atributos son utilizados y priorizados en términos de su orden de verosimilitud para que fallen las alternativas: estas son eliminadas según los aspectos más probables de fallo.

ÍNDICES BINARIOS DE PREFERENCIA O DE ADECUACIÓN. Sirven para estimar si el resultado de comparar dos alternativas es suficientemente confiable o si es conveniente un análisis más detallado con información adicional para decidir cuál de ellas es mejor.

MÉTODO ARIADNE: Calcula, mediante un modelo lineal, los valores máximo y mínimo posibles de cada alternativa, de acuerdo con los pesos obtenidos por programación lineal y a partir de la información que el evaluador proporcione.

METODO MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique). Mide el grado de preferencia de un evaluador sobre un conjunto de alternativas.

METODOS COMPENSATORIOS Y NO COMPENSATORIOS (Ing. Compensatory and No Compensatory methods). Analizan las ventajas de un determinado atributo o criterio pueden ser intercambiadas por las desventajas de otro atributo, o si este intercambio no es posible.

MÉTODO LEXICOGRÁFICA(o de dictadura). Se parte de una matriz de valuación para la cual se han determinado las escalas apropiadas y se designa un criterio principal que será el criterio dictador. Aquella acción potencial que obtiene la mejor puntuación en ese criterio queda consagrada como la "mejor" acción. En caso que hubiera empate entre pares de acciones luego de efectuada esta primer selección, se aplica un procedimiento de desempate que consiste en recurrir al segundo criterio en orden de importancia (aquella acción que obtiene la mejor nota con el segundo criterio es la que queda clasificada como la mejor), o en el tercer criterio si fuera necesario, y así consecutivamente.

MÉTODO DE DEMOCRACIA. Es aquel que considera también una matriz de valuaciones, con sus respectivas escalas, para el cual se comparan alternativas de a dos en dos. La regla de asignación democrática establece que una acción a es mejor que una acción b si esta superioridad ha sido evidenciada en más de la mitad de los criterios bajo análisis.

NORMALIZACIÓN DE VALORES. Los métodos multicriterio requieren unificar unidades de medida para poder comparar y no se distorsione el resultado. Este proceso se denomina normalización. Podemos definir la normalización como un procedimiento por el cual el valor de las variables normalizadas queda comprendido en el intervalo [0 1]. Existen diferentes procedimientos de normalización cada uno con sus características de cálculo y sobre todo con resultados distintos en cuanto a su distribución dentro del intervalo general de [0 1] y al mantenimiento o no de la proporcionalidad.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS PONDERADAS (Weighted Goal Programming, WGP). Ante la dificultad de alcanzar unos objetivos determinados el evaluador opta por acercarse lo máximo posible a unas metas prefijadas, minimizando unas variables de desviaciones máximas y mínimas que se introducen en el modelo.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS MINMAX O CHEBYSHEV (Minmax GP). A diferencia del modelo WGP que minimiza la suma de las desviaciones, en este modelo lo que se minimiza es la desviación máxima. El modelo se puede utilizar cuando se pretende acercar la ecuación final a un comparable determinado por ser el que más se parece al objeto problema y además ser el que más se aleja de la muestra.

PROGRAMACIÓN LINEAL POR METAS EXTENDIDO. Permiten obtener una solución compromiso entre los modelos GP con metas ponderadas y los modelos MINMAX. Se trata de armonizar los objetivos planteados por uno y otro modelo: minimizar la suma de desviaciones y minimizar la desviación máxima, respectivamente. Aplicado este modelo se obtiene una función cuyo valor cambia según varíe, con lo que el evaluador puede comprobar como evoluciona el valor del objeto problema según varía el factor de fluctuación y elegir la mejor combinación.

PROMETHEE (Ing. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations). Este método consiste en la construcción de relaciones de superación valorizadas, incorporando conceptos y parámetros que poseen alguna interpretación física o económica fácilmente comprensibles por el evaluador.

REVERSIÓN DEL ORDEN O DE INTERVALO (Ing. Rank Reversal). En ciertas ocasiones se producen paradojas de las que la teoría de la utilidad no puede brindar respuestas claras. En algunas circunstancias el método AHP produce esta reversión de intervalos, y la respuesta de Saaty a este caso y a las objeciones formuladas por varios autores es que debe distinguirse entre fijar axiomas en una teoría de la decisión a ser seguidos estrictamente en todas las situaciones y un proceso de aprendizaje y de revisión del proceso de tomo de decisiones.

TODIM (Port. Tomada de Decisão Interativa Multicriterio). Tiene la ventaja de intentar un modelaje de las pautas de preferencia cuando se toman decisiones de riesgo. El método utiliza una función de diferencia aditiva para determinar la dominancia de una alternativa sobre otra.

TOPSIS (Ing. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). Utilizada para identificar soluciones que se encuentran lo más cerca posible a una solución ideal aplicando para ello alguna medida de distancia.

UTILIDAD MULTIATRIBUTO (Ing. Multiple Attribute Utility Theory). Busca expresar las preferencias del evaluador sobre un conjunto de atributos o criterios en términos de la utilidad que le reporta, dentro de un contexto de la teoría de la decisión en condiciones de incertidumbre.

MÉTODOS PARA PONDERAR VARIABLES

MÉTODO DE DIAKOULAKI. El peso de un criterio es tanto mayor cuanto mayor sea su variación y cuanto mayor información diferente a la de los otros criterios aporte (menor coeficiente de correlación entre columnas). Mediante el método de Diakoulaki podemos calcular la ponderación o importancia de los atributos. Para ello calculamos la correlación entre ellos. Con los datos obtenidos en los procesos anteriores, calculamos el peso de cada atributo en la explicación del valor. Si ponderamos los valores obtenidos con el método comparativo baricéntrico, por la ponderación de los atributos obtendremos un valor final en función de todos los atributos relevantes y su importancia.

MÉTODO DE LA ENTROPÍA. Método objetivo de cálculo de los pesos ya que parte del supuesto de que un criterio tiene mayor peso cuando mayor diversidad hay en las evaluaciones de cada alternativa y además su cálculo se realiza a partir de los valores que adquieren los distintos criterios que se van a ponderar. Para su cálculo se empieza por normalizar por la suma los distintos valores a_{ij} de los criterios.

Se calcula la entropía de cada variable utilizando la siguiente fórmula $E_j = -K \sum_i a_{ij} \log a_{ij}$

- $K = 1 / \log$ del número de alternativas (a_{ij}). La entropía calculada es tanto mayor cuanto más iguales son las a_{ij} consideradas-
- Posteriormente que se busca es la diversidad (variación a 1): $D_j = 1 - E_j$
- Finalmente se normaliza por la suma y se obtiene la ponderación buscada (w_j): $w_j = D_j / \sum_j D_j$

MÉTODO DE LA ORDENACIÓN SIMPLE. Este método es el más comúnmente utilizado por la mayoría de los evaluadores. Permite obtener la ponderación de los criterios por la ordenación de estos. Lo único que se demanda es ordenar los criterios de mayor a menor importancia, de forma que después se da el mayor valor al primero y el menor valor al último.

METODO CON BASE EN INFORMACIÓN CUANTITATIVA. MÉTODO DE LA SUMA DE PONDERACIONES O PONDERACIÓN LINEAL (Linear Weighting). Calcula la ponderación de las alternativas como resultado de la suma del producto del peso de cada variable (calculado por Diakoulaki, entropía o por Ordenación simple) por el valor que tomo para esa alternativa la variable correspondiente.

METODO CON BASE EN INFORMACIÓN CUALITATIVA. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (Analytic Hierarchy Process, AHP). Método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc.) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto. El propósito es permitir que el evaluador pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, dándole la forma de una jerarquía de atributos, la cual contendría minimamente tres niveles: el propósito u objetivo global del problema, ubicado en la parte superior, los varios criterios que definen las alternativas en el medio, y las alternativas concurrentes en la parte inferior del diagrama. El método establece cómo

obtener prioridades de los elementos de una jerarquía y cómo obtener el conjunto de prioridades globales cuando los elementos de cada nivel son independientes.

SOBRE EL SISTEMA DE PONDERACION Y JERARQUIA

1. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UN TERRENO

Decidí trabajar en la Colonia del Valle por ser una de las cinco colonias con mayor oferta y demanda del Distrito Federal. Además de contar con información y conocimiento de la zona. Ya que al ser un mercado con un mayor número de transacciones, permite la creación de bases de datos importantes. Esta muestra considera exclusivamente inmuebles ofertados como terrenos (a pesar que todos cuentan con construcción). Por lo tanto, de las 12 variables existentes en este caso, solo nos quedamos con 4:

1. Frente
2. Proporción
3. CUS
4. Construcción Existente

1.2. DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS MATEMÁTICAS APLICABLES EN LA PONDERACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

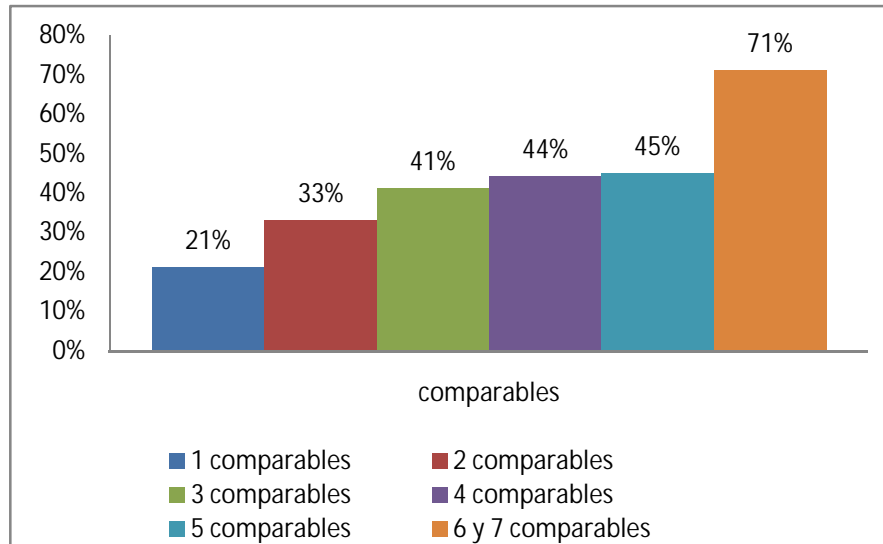
Como vimos anteriormente, el comparable 8 es el que cuenta con el valor por m² más alto. Pero esto no es producto de una sola característica, su valor esta compuesto por tener el segundo mejor frente + la mejor relación frente/fondo + el mejor CUS + una de las mayores construcciones existentes. Contrariamente el comparable 1 es el que cuenta con el valor por m² más bajo como consecuencia de tener el segundo menor frente + la segunda menor relación frente/fondo + el menor CUS + la segunda menor construcción existente. Ya que no existe dominación estocástica de alguna de las variables, se descarta definitivamente la ordenación simple y la ponderación tendría que realizarse o bien con Diakoulaki o con Entropía para terminar resolviendo el problema necesariamente por el método de la Ponderación Lineal (Suma de Ponderaciones).

El sujeto a valorar fue el lote tipo definido en el plan de desarrollo urbano con las siguientes características:

- Superficie: 300 m²
- Frente: 12 m
- Fondo: 25 m
- CUS: H 4/25, por lo tanto CUS máximo permisible: 3.0

SELECCION DE COMPARABLES. Supongamos que existiera la necesidad de trabajar con un número limitado de comparables para seleccionar los que tuviesen más similitudes a nuestro sujeto. En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel, podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación arrojan una variación inicial del 45% con respecto al sujeto para obtener 5 comparables. Cabe destacar que también se descartaron automáticamente los valores máximos y mínimos (comparables 8 y 9 respectivamente).

- Es importante también señalar que para obtener una variación relativamente ideal de 21%, se obtendría solo un comparable.
- Así mismo, para obtener 2 comparables se debería aceptar una variación inicial del 33%
- Para obtener 3 comparables se debería aceptar una variación inicial del 41%.
- Para obtener 4 comparables se debería aceptar una variación inicial del 44%.
- Finalmente, para obtener 6 y 7 comparables se debería aceptar una variación inicial del 71%.



Lo que demuestra que a mayor numero de comparables se eleva el coeficiente de variacion. O sea que el coeficiente de variacion es directamente proporcional al numero de comparables

1.3. PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables preferentemente por la suma para conservar la proporcionalidad.

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del terreno sujeto respectivos.

Tercer paso: Calculo de la distancia Manhattan.

Cuarto paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos.

Primeramente se calculo la desviación, que en este caso es la estándar. Posteriormente se hizo un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra). A continuación se creo una matriz inversa a la anterior y se sumaron las filas horizontales y verticales (Según método Aznar-UPV). Finalmente se multiplico la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normalizo la información para obtener la ponderación final. Sobresale el peso de la variable PROPORCION FRENTE / FONDO en el valor final.

FRENTE: 39.28%

PROPORCION: 41.92 %

CUS: 18.80 %

Multiplicando estas ponderaciones por los valores obtenidos previamente en el paso dos, obtuvimos el valor por el método Diakoulaki.

VALOR FINAL POR DIAKOULAKI $\$ 12,294.16 \times 0.3928 + \$ 17,166.48 \times 0.4192 + \$ 14,129.37 \times 0.1880 = \$ 14,681.52$

Quinto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que tomo cada variable en cada terreno. Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calculo su diversidad y se normalizo, obteniéndose la ponderación buscada. Según el método de la Entropía, partiendo de los valores que las variables toman en cada objeto, su peso o ponderación fue el siguiente:

FRENTE: 30.49 %

PROPORCION: 57.45%

CUS: 12.07 %

Sin embargo, si incluimos la variable construcción existente, y unificadas las variables frente y proporción en una sola, obtenemos lo siguiente:

Con Diakoulaki: FRENTE X PROPORCION: 20.73 %

CUS MAX. PERMISIBLE: 07.15 %

CONSTR. ACTUAL: 72.12 %

Con Entropía: FRENTE X PROPORCION: 17.71 %

CUS MAX. PERMISIBLE: 1.43 %

CONSTR. ACTUAL: 80.87 %

Cabe resaltar que la construcción existente influye entre un 72% y 80% dependiendo del método de ponderación, con lo que se demuestra que el mercado en la Colonia del Valle por si solo ya no es un mecanismo fiable en la valuación de terrenos, por estar saturado de inmuebles con construcción en vez de predios baldíos. También podríamos optar por un método residual simple para tratar de conseguir un resultado con menor coeficiente de variación, una forma seria la siguiente:

	RESIDUAL	VALOR	CONSTRUCCION ACTUAL	VALOR CONSTRUCCION	VALOR RESIDUAL TERRENO	VALOR RESIDUAL TXM2
1	Bartolache 1847	\$3,400,000	240	\$960,000.00	\$2,440,000	\$7,922.08
2	Cerezas 15	\$4,300,000	377	\$1,508,000.00	\$2,792,000	\$8,670.81
3	Gabriel Mancera 316	\$4,900,000	309.57	\$1,238,280.00	\$3,661,720	\$9,365.01
4	San Francisco 1857	\$5,000,000	12	\$48,000.00	\$4,952,000	\$12,963.35
5	Mier y Pesado 314	\$5,250,000	817.5	\$3,270,000.00	\$1,980,000	\$6,600.00
6	Capulin 35	\$6,700,000	369.8	\$1,479,200.00	\$5,220,800	\$13,528.89
7	Luz Saviñon 1023	\$7,390,000	661.19	\$2,644,760.00	\$4,745,240	\$6,518.19
8	Av. Coyoacán 33	\$8,650,000	535.03	\$2,140,120.00	\$6,509,880	\$14,090.65
9	Av. Coyoacán 1031	\$12,900,000	1690	\$6,760,000.00	\$6,140,000	\$4,623.49
				\$2,227,596		\$9,365

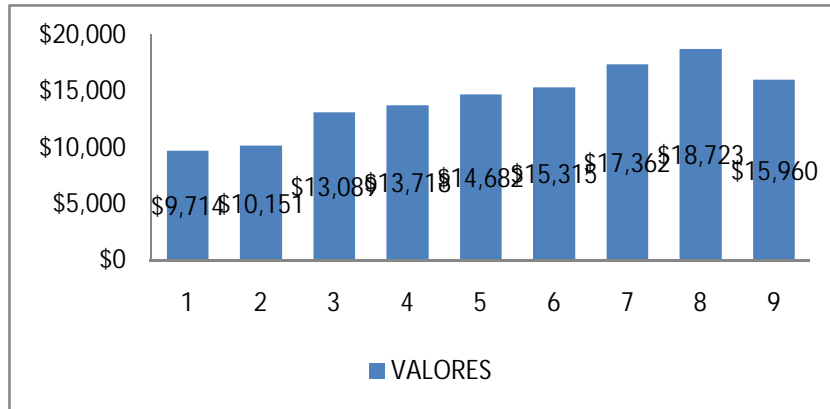
VALOR UNITARIO DE CONSTRUCCION APLICABLE

\$4,000

Con lo anterior queda demostrado que este método tampoco es un método fiable en este caso, ya que el valor unitario de construcción conserva la proporcionalidad siempre y cuando se mueva en un intervalo de \$2000 a \$6000. Pero a pesar de ello el coeficiente de variación aumenta aun más que si utilizáramos los datos brutos. Por lo que el único soporte fiable para la estimación del valor máximo a pagar por un terreno es una corrida financiera base a los beneficios esperados según proyecto específico.

Sexto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
1.VALOR MINIMO DE LA MUESTRA SIN DEPURAR	\$9,714	
2.VALOR MINIMO DE LA MUESTRA DEPURADA	\$10,151	
3.VALOR COMPARABLE MAS PARECIDO AL SUJETO	\$13,089	
4.VALOR PROMEDIO SIMPLE	\$13,718	
5.VALOR CON DIAKOULAKI	\$14,682	\$14,998
6.VALOR CON ENTROPIA	\$15,315	
7.VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA DEPURADA	\$17,362	
8.VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA SIN DEPURAR	\$18,723	
9.PROMEDIO GENERAL	\$15,960	



Después de la selección de comparables fue disminuyendo la variación del valor. Por lo que, una buena selección de comparables facilita la aplicación de métodos más cortos y sencillos que no necesariamente tienen que ser más inexactos. En base a todo esto podríamos concluir el valor obtenido por Entropía o por Diakoulaki o por un promedio democrático de ambos. Mismo que será de \$14 998.

2. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UNA CASA HABITACION

En la siguiente tabla se puede apreciar la variación comparativa de valores en cuanto a la edad de departamentos y casas en la colonia del valle.

Edad	Departamentos			Casas		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
Nuevo	\$17,681	\$20,511	\$15,418	-	-	-
De 1 a 5	\$17,742	\$21,200	\$14,889	\$12,899	\$15,333	\$10,465
De 6 a 10	\$16,556	\$18,077	\$14,776	\$16,742	\$16,742	\$16,742
De 11 a 15	\$13,345	\$17,143	\$10,920	\$12,540	\$12,727	\$12,353
De 16 a 20	\$13,784	\$15,942	\$12,375	-	-	-
más de 20	\$12,883	\$15,200	\$10,757	\$13,241	\$16,667	\$10,270

Fuente: www.metroscubicos.com

De inicio podemos observar que la disminución del valor de los departamentos es directamente proporcional a los años cumplidos. Mientras que las casas habitación muestran un comportamiento no línea a este hecho, lo que denota la intervención de otros factores de mayor peso en la conformación del valor. Pero para un análisis más particular volvemos a la tabla de mercado ya conocida.

2.1. ANÁLISIS DEL MERCADO PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE HOMOLOGACIÓN Y COMPARABLES A UTILIZAR.

Esta muestra considero exclusivamente casas en venta que, pese a la edad de algunas de ellas, aun pueden cumplir con su función. Solo se encontraron ofertas con ubicaciones a media calle por lo que desde un principio se elimina el factor de ubicación. Con el análisis del capítulo anterior nos podemos dar cuenta que tanto las casas con mayor valor por m² (comparables 14, 15 y 16) como las casas con menor valor por m² (4, 6 y 7) son indiferentes a:

- El número de recamaras y baños, así como la relación de baños por recamara: Los inmuebles no presentaron meritos o deméritos por la simple aplicación de este factor.
- El número de niveles: Ya que el numero de niveles de las casa habitación en la colonia del generalmente es de dos y solo en un par de casos es de tres niveles, sin influir de ninguna manera en el valor.

- Tanto el frente del terreno y su proporción. Así como la calidad de la construcción y sus elementos adicionales tienden a carecer de importancia frente a un factor aun más importante en la zona, la versatilidad. Ya que en la inspección de los inmuebles comparable se evidencio la adaptación de dichas casas parcial o totalmente como restaurantes, comercios u oficinas.

En base a esto, se encuentra una influencia considerable de factores como:

- La superficie de terreno: Los tres inmuebles de mayor valor por m2 son también los de mayor superficie.
- La relación terreno-construcción: Como se observa la superficie de construcción no explica el valor ya que encontramos valores máximos y mínimos que no se relacionan con la variación de este factor, Pero si están directamente relacionadas con la cantidad de metros ofertados de terreno por cada metro de construcción o lo que es lo mismo, el menor CUS existente. Al tener mayor terreno disponible, carece de importancia también el número de lugares de estacionamiento. Ya que en algunas casas, solo son espacios habilitados para cumplir mínimamente con la función de estacionamiento.
- Por ultimo, aunque no muy claramente, también esta influyendo el factor edad en la muestra. Para esclarecer esta incógnita es deseable aplicar el método de la Entropía.

Por lo tanto, de las 15 variables existentes en este caso, solo nos quedamos con 3, además de lógicamente la superficie de construcción:

1. Superficie del Terreno
2. Relación Terreno-Construcción
3. Edad

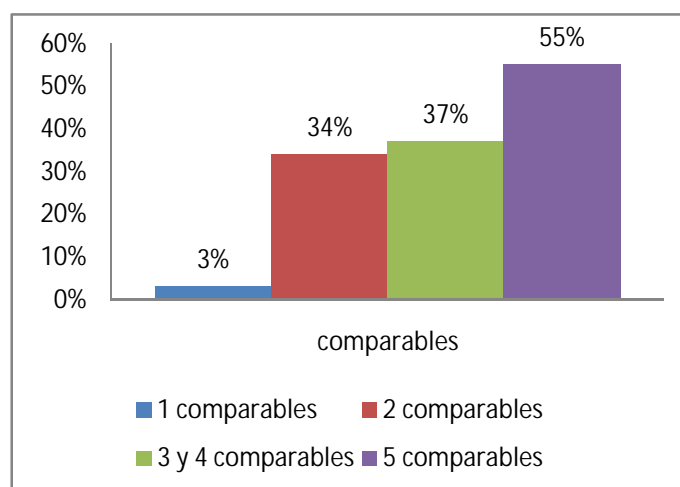
2.2. DETERMINACIÓN DE LAS FÓRMULAS MATEMÁTICAS APLICABLES EN LA PONDERACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

Como vimos anteriormente, el comparable 13 es el que cuenta con el valor por m2 más alto. Pero esto no es producto de una sola característica, su valor esta compuesto por tener la tercer mayor superficie de terreno + la mejor relación Terreno-Construcción+ la cuarta mejor edad. Por el contrario el comparable 6 es el que cuenta con el valor por m2 más bajo como consecuencia de tener la segunda menor superficie de terreno + la segunda peor relación Terreno-Construcción + una edad 5 años superior al promedio. Se puede observar también que el resto de la terna que acompaña a los inmuebles de mayor y menor valor por m2, también siguen la misma tendencia. Como tampoco existe dominación estocástica de alguna de las variables, se descarta definitivamente la ordenación simple y la ponderación tendría que realizarse o bien con Diakoulaki o con Entropía para terminar resolviendo el problema necesariamente por el método de la Ponderación Lineal (Suma de Ponderaciones).

SELECCIÓN DE COMPARABLES.

Podemos concluir que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación arrojan una variación inicial del 55% con respecto al sujeto para obtener 5 comparables.

- Es importante también señalar que para obtener una variación relativamente ideal de 3%, se obtendría solo un comparable:
- Para obtener 2 comparables se debería aceptar una variación inicial del 34%:
- Para obtener 3 y 4 comparables se debería aceptar una variación inicial del 37%:



Queda nuevamente demostrado que el coeficiente de variación es directamente proporcional al número de comparables. Es importante destacar que el cálculo con 3 y 4 comparables mantiene una tendencia similar a la del ejercicio anterior.

2.3. PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables preferentemente por la suma para conservar la proporcionalidad.

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

Tercer paso: Cálculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar. Posteriormente se hizo un cálculo de correlación entre las columnas de las variables y se sumaron las filas horizontales y/o verticales sin crear matriz inversa (Según método Michael Flament). Finalmente se multiplicó la fila suma horizontal o vertical (deben ser iguales) por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normalizó la información para obtener la ponderación final. Sobresale el peso de la variable M2 TERRENO en el valor final.

M2 TERRENO: 43.93%

RELACION TERRENO CONSTRUCCION: 34.80 %

EDAD: 21.27 %

Multiplícando estas ponderaciones por los valores obtenidos previamente en el paso dos, obtenemos el valor por el método Diakoulaki.

VALOR FINAL POR DIAKOULAKI $\$ 14,607.65 \times 0.4393 + \$ 10,833.27 \times 0.3480 + \$ 13,097.36 \times 0.2127 = \$ 12,972.89$

Cuarto paso: Cálculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que tomo cada variable. Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normalizó, obteniéndose la ponderación buscada. Según el método de la Entropía, partiendo de los valores que las variables tomaron en cada objeto, su peso o ponderación es el siguiente:

M2 TERRENO: 40.73%

RELACION TERRENO CONSTRUCCION: 32.65 %

EDAD: 26.61%

VALOR FINAL POR ENTROPIA $\$ 14607.65 \times 0.4073 + \$ 10833.27 \times 0.3265 + \$ 13097.36 \times 0.2662 = \$ 12,973.16$

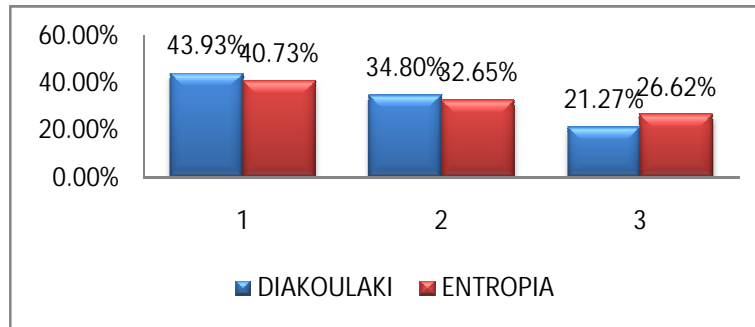
Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$15,476.58	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$15,454.89	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$12,972.89	\$12,973.03
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$12,973.16	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$13,157.89	

Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor ideal de \$12 973.03 x m2. Algo a destacar es que este valor tiene una variación de apenas 1.4 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$13 157.89 que en un mercado tan saturado como el de la Colonia Del Valle se podría tomar como bueno. Por lo tanto, el valor total del inmueble valuado sería de:

DIRECCION	VALOR	VALOR X M2
ADOLFO PRIETO 1029	\$4,929,751.40	\$12 973.03

Los métodos de Entropía y Diakoulaki mantienen una tendencia similar en sus ponderaciones, al mismo tiempo que devuelven resultados muy parecidos (especialmente cuando el Diakoulaki se calcula con el método directo de Flament).



3.3. APLICACIÓN A LA VALUACIÓN DE UN DEPARTAMENTO EN CONDOMINIO

Solo se encontraron ofertas con ubicaciones a media calle por lo que desde un principio se elimino el factor de ubicación.

3.3.1. SELECCIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE FACTORES DE HOMOLOGACIÓN.

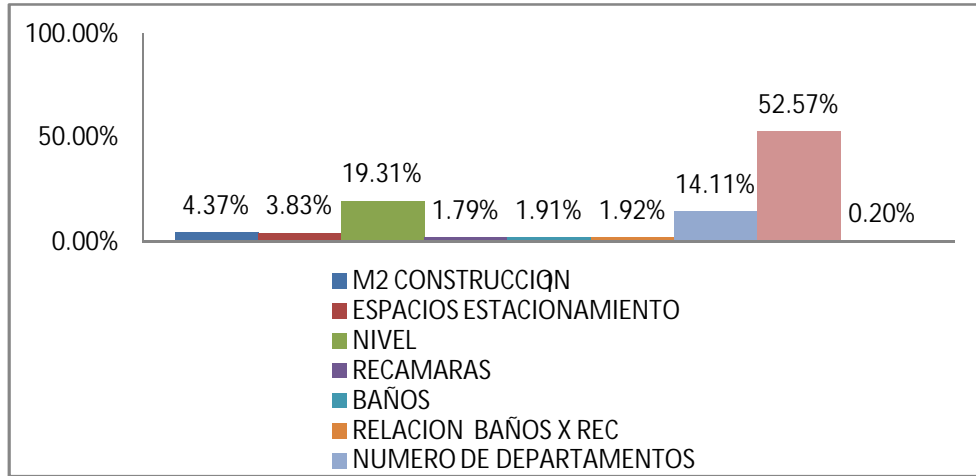
Normalmente hemos utilizado la Entropía para ponderación como paso posterior a la selección y jerarquización de factores de homologación como resultado del análisis de mercado. Pero en este caso utilizamos la Entropía precisamente para selección y jerarquización de factores de homologación.

Primer paso: Normalizamos las variables por la suma para conservar la proporcionalidad.

Segundo paso: Calculamos los Logaritmos en base 10, de los valores que tomo cada variable. Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 56, por ser este el número de variables consideradas (55 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7482 = 0.5720$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calculo su diversidad y se normalizo, obteniéndose la ponderación buscada. Según el método de la Entropía, partiendo de los porcentajes que las variables tomaron en cada objeto, su jerarquía es la siguiente:

1. EDAD 52.57 %
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA 19.31%
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO 14.11 %
4. M2 DE CONSTRUCCION 4.37 %

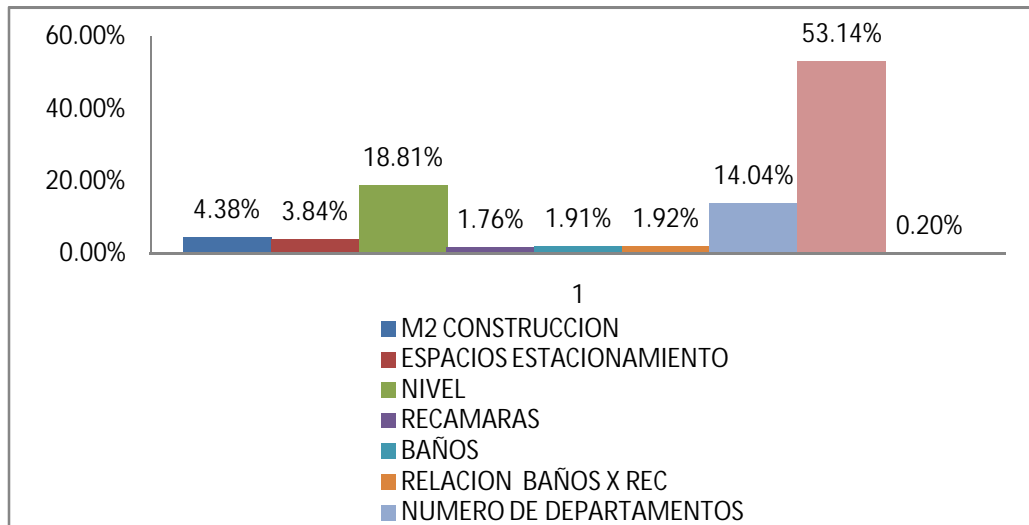
5. ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO 3.83%
6. RELACION BAÑOS X RECAMARA 1.92 %
7. NUMERO DE BAÑOS 1.91%
8. NUMERO DE RECAMARAS 1.79%
9. CALIDAD DEL PROYECTO 0.20 %



Con lo anterior queda demostrado que el factor solo dominan tres factores de homologación en el caso, sobresaliendo por mucho el factor edad. Destacamos también que el único factor cualitativo lamentablemente influye solo en 0.20 %.

Es importante mencionar que si el cálculo de la Entropía lo hiciéramos con el promedio de la muestra en sustitución del sujeto a valorar, los resultados serian muy similares:

1. EDAD 53.14 %
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA 18.81%
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO 14.04 %
4. M2 DE CONSTRUCCION 4.38 %
5. ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO 3.84%
6. RELACION BAÑOS X RECAMARA 1.92 %
7. NUMERO DE BAÑOS 1.91%
8. NUMERO DE RECAMARAS 1.76%
9. CALIDAD DEL PROYECTO 0.20 %.



Esto nos indica entonces que los factores a considerar para la valuacion de cualquiera de los departamentos de la muestra serian:

1. EDAD
2. NIVEL EN QUE SE ENCUENTRA
3. NUMERO DE DEPARTAMENTOS EN EL CONJUNTO
4. Y COMO SIEMPRE, M2 DE CONSTRUCCION

Como primer ejemplo, el sujeto a valuar fue un departamento en condominio medianero ubicado en la misma colonia y que cuenta con las siguientes características:

DIRECCION	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD	PROYECTO
Av. Colonia del Valle	124.00	2.00	1	2	2	1.00	12	3	8

SELECCIÓN DE COMPARABLES

En base al análisis anterior y con ayuda de las pruebas lógicas de Excel para reducir la dispersión de la muestra, se concluyó que los comparables que más se asemejan al sujeto de la valuación arrojaban una variación inicial del 42% con respecto al sujeto (la mejor variación de los tres ejercicios) para obtener 6 comparables, de los cuales descartamos el sujeto a valuar.

PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables por la suma para conservar la proporcionalidad.

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

Tercer paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calculo la desviación, que en este caso es la estándar. Posteriormente se hizo un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra). A continuación se creo una matriz inversa a la anterior y se sumaron las filas horizontales y verticales (Según método Aznar-UPV). Finalmente se multiplico la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normalizo la información para obtener la ponderación final.

$$\text{VALOR FINAL POR DIAKOULAKI} = \$ 9,247.51 * 0.4294 + \$ 18,191.82 * 0.4188 + \$ 15,412.51 * 0.1518 = \$ 13,929.06$$

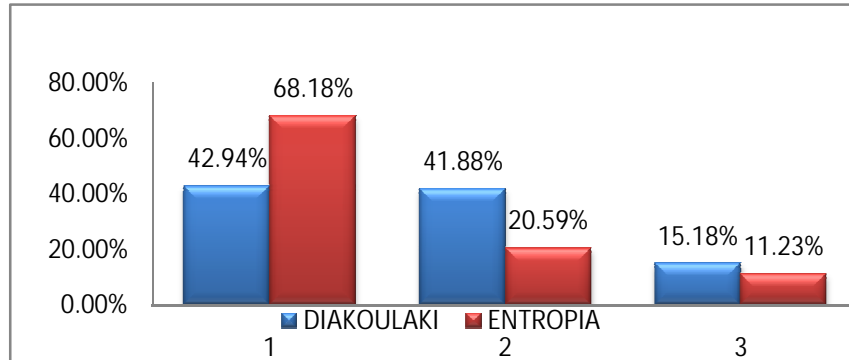
Cuarto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que tomo cada variable. Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calculo su diversidad y se normalizo, obteniéndose la ponderación buscada.

$$\text{VALOR FINAL POR ENTROPIA} = \$ 9,247.51 * 0.4294 + \$ 18,191.82 * 0.4188 + \$ 15,412.51 * 0.1518 = \$ 13,929.06$$

Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$18,703.83	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$18,495.01	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$13,929.06	\$12,855.41
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$11,781.76	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$16,008.06	

Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor de \$12 855.0 x m2. Este valor tiene una variación del 13.00 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$16008.06.



Como segundo ejemplo, el sujeto a valuar fue un departamento en condominio medianero ubicado en la misma colonia y que cuenta con las siguientes características:

DIRECCION	M2 CONSTRUCCION	ESPACIOS ESTACIONAMIENTO	NIVEL	RECAMARAS	BAÑOS	RELACION BAÑOS X REC	NUMERO DE DEPARTAMENTOS	EDAD
Romero de Terreros	102	2	3.00	2	2.0	1.00	16	0

SELECCIÓN DE COMPARABLES

Como resultado del análisis acostumbrado obtuvimos una variación inicial del 38% con respecto al sujeto (la mejor variación de los tres ejercicios) para obtener 6 comparables, de los cuales descartamos el sujeto a valuar.

PONDERACION DE FACTORES.

Primer paso: Normalizamos las variables por la suma (dividir cada elemento entre la fila suma de su respectiva columna), para conservar la proporcionalidad.

Segundo paso: Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores por variable del sujeto respectivos.

Tercer paso: Calculo del Diakoulaki en base a la información normalizada en el paso uno y a los ratios baricéntricos del paso dos. Primeramente se calcula la desviación, que en este caso es la estándar. Posteriormente se hizo un cálculo de correlación entre las columnas de las variables. (Matriz de cocientes entre una variable y otra). A continuación se creó una matriz inversa a la anterior y se suman las filas horizontales y verticales

(Según método Aznar-UPV). Finalmente se multiplica la fila suma vertical por la desviación estándar calculada al inicio del método Diakoulaki y se normaliza la información para obtener la ponderación final.

$$\text{VALOR FINAL POR DIAKOULAKI} = \$ 17,999.48 * 0.2735 + \$ 18,946.83 * 0.4435 + \$ 16,781.97 * 0.2830 = \$ 18,075.14$$

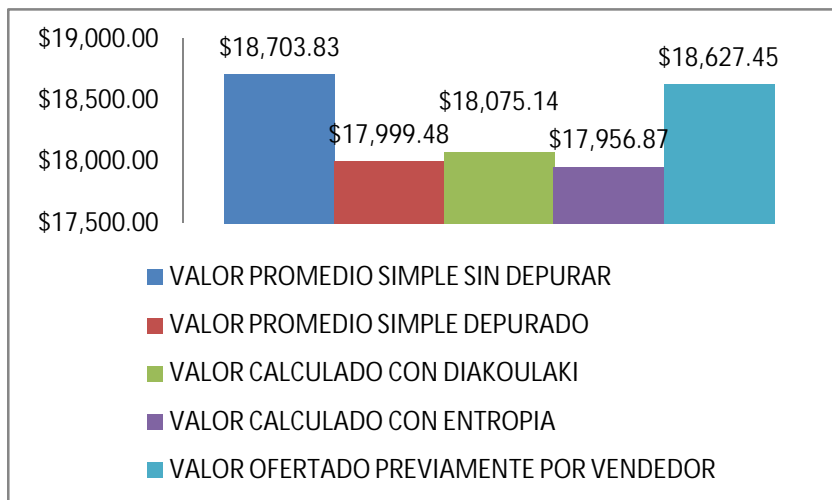
Cuarto paso: Calculo de la Entropía en base a la información normalizada en el paso uno. Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que tomo cada variable. Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de variables consideradas (5 comparables y 1 sujeto). $K = 1 / 0,7782 = 1,2851$. Con esta información calculamos la entropía de cada variable, se calcula su diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada.

VALOR FINAL POR ENTROPIA $\$17,999.48 * 0.4382 + \$18,946.83 * 0.2963 + \$16,781.97 * 0.2655 = \$ 17,956.8787$

Quinto paso: Conclusión del valor.

RESUMEN DE VALORES	VALOR	PROMEDIO ENTROPIA Y DIAKOULAKI
VALOR PROMEDIO SIMPLE SIN DEPURAR	\$18,703.83	
VALOR PROMEDIO SIMPLE DEPURADO	\$17,999.48	
VALOR CALCULADO CON DIAKOULAKI	\$18,075.14	\$18,016.01
VALOR CALCULADO CON ENTROPIA	\$17,956.87	
VALOR OFERTADO PREVIAMENTE POR VENDEDOR	\$18,627.45	

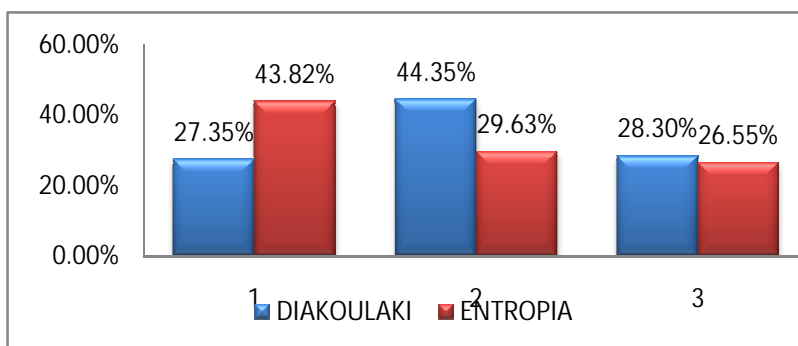
Como se observa, el valor fue tendiendo a disminuir con respecto al promedio, para concluir en un valor ideal de \$18 016.01 x m2. Algo a destacar es que este valor tiene una variación de apenas 3.28 % en relación al valor en el que se oferta por el vendedor, mismo que es de \$18 627.45 que en un mercado tan saturado como el de la Colonia Del Valle se podría tomar como bueno.



Por lo tanto, el valor total del inmueble valuado sería de:

DIRECCION	VALOR	VALOR X M2
Romero de Terreros	\$1,837,632.95	\$18 016.01

El Método Diakoulaki tiene el inconveniente de no poderse utilizar si la variable tomo el valor cero en alguno de los comparable. Esta dificultad puede evadirse sin afectar de forma importante a la proporcionalidad de la variable transformada mediante el recurso de sumar a la variable una constante k lo más pequeña posible en función del tipo de variable que estemos analizando y posteriormente transformar la variable en directa mediante el cálculo de la inversa.



Pero, la gran desventaja del Método Diakoulaki contra Entropía radica principalmente en el número de pasos a realizar después de la normalización de la información necesaria para ambos métodos.

PASOS	MÉTODO ENTROPÍA	MÉTODO DIAKOULAKI (FLAMENT)	MÉTODO DIAKOULAKI (AZNAR-UPV)
1	Cálculo de Logaritmos	Cálculo de desviación estándar	Cálculo de desviación estándar
2	Entropía (Logaritmos *suma)	Cálculo de correlación entre variables	Cálculo de correlación entre variables
3	Normalización para obtener ponderación	Suma hor. o vert. por desviación estándar	Crear matriz inversa al cálculo anterior
4		Normalización para obtener ponderación	Suma hor. o vert. por desviación estándar
5			Normalización para obtener ponderación

Lo que pone al Diakoulaki mas en desventaja contra la Entropía, es la construcción de la matriz de correlación que después de 10 elementos se vuelve difícil de visualizar, y se vuelve completamente ineficaz en una matriz de 55 elementos. Evidentemente esta confrontación la gana la Entropía al ofrecer ponderaciones y valores similares con menos y más sencillos pasos. En el método de la Entropía se encuentra sin duda el futuro de la valuación.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aznar Jerónimo. y Guijarro Francisco. "Nuevos Métodos De Valuación. Modelos Multicriterio". www.valuacionmulticriterio.upv.es .2005.
- Dobner Eberi, Horst Kart. "La Valuación de Predios Urbanos", México, Distrito Federal, Editorial Concepto S.A., primera edición, 1983.
- Fanning, Stephen, MAI.; Grissom, Terry, MAI, Ph.D.; Pearson Tomás, MAI, Ph.D. "Estudio de Mercado para la Valuación", Publicado por Appraisal Institute, Chicago, 1994.
- Marques Tapia, Mario. "Criterios Metodológicos para la Valuación de Inmuebles", Tomo I (Fundamentos de Valuación Inmobiliaria), México. 1999
- Martínez Las Heras, J L. "Concepto de Valor en las Valuaciones de Inmuebles". Revista CT/Catastro, No.3, 1991, 22 p.
- Murray, Spiguel. Probabilidad y Estadística. (1997). Madrid: Mc Graw Hill.
- Ramírez Favela, Eduardo. "Valuación, Apreciación o Prognosis Inmobiliaria". México, UNAM, 2002.
- Rios, Sixto. Análisis Estadístico Aplicado. (1972). Madrid: Paraninfo.
- Saaty Tomás.. "Toma de Decisiones para Líderes". Rws publications Pittsburgh. 424 pp. 1997.
- Salinas O., José. "Análisis Estadístico para la Toma de Decisiones en Administración y Economía". Números Índices .pg. 361-376. 1998. Universidad del Pacífico. Lima-Perú.
-
- Tijerina C." Introducción a la Valuación". Universidad autónoma de Coahuila. 2005
- "www.economiaparatodos.com.ar "1.1.Índice Paasche 1.2.Índice Laspeyres 1.3. Índice de Fisher .