



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN AGRIMENSURA

VALUACIÓN DE INMUEBLES

TOMO 2

METODO DE LA RENTA

METODO RESIDUAL

TASACIÓN POR COMPARABLES

TASACIÓN DE ARBOLES ORNAMENTALES

INCORPORACIÓN DE CAPITALS

CUADERNO DE TRABAJO PARA VALUACIONES

MODELOS MULTICRITERIOS

VALUACIÓN CON DISTRIBUCIONES BETA Y TRIANGULAR

PROYECTO DE INVERSIÓN AGRARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN AGRIMENSURA

Rodolfo H. PELLICE
Compilador y Adaptador

VALUACIÓN DE INMUEBLES

TOMO 2

METODO DE LA RENTA
METODO RESIDUAL
TASACIÓN POR COMPARABLES
TASACIÓN DE ARBOLES ORNAMENTALES
INCORPORACIÓN DE CAPITALES
CUADERNO DE TRABAJO PARA VALUACIONES
MODELOS MULTICRITERIOS
VALUACIÓN CON DISTRIBUCIONES BETA Y TRIANGULAR
PROYECTO DE INVERSIÓN AGRARIA

VALUACIÓN DE INMUEBLES 2
Compilador y Adaptador Rodolfo H Pellice

Primera edición: agosto de 2008
Diseño de tapa:

ISBN Nº **950-605-370-7**

Se terminó de imprimir en agosto de 2008.
Impreso en Argentina - Printed in Argentina

Prohibida la reproducción total o parcial del presente libro en forma idéntica o modificada, escrita a máquina o por el sistema "multigraph", mimeógrafo, impreso, etc., viola derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

A mi esposa, hijos y nietas.

Prólogo

Viene a consideración del suscripto el proyecto bibliográfico "Valuación de inmuebles Tomo 2", realizado por el Ing. Agrimensor Rodolfo H. Pellice, especialista en valuaciones inmobiliarias, a fin de emitir opinión sobre el mismo.

El libro consta de diez capítulos distribuidos ordenadamente, siguiendo una mecánica de enseñanza adecuada para todo nivel de conocimientos, es decir: inicial y profesional.

Cada uno de los temas considerados, permite en primer lugar ubicarse en el centro de la cuestión planteada, para ir luego profundizando hasta alcanzar el nivel de comprensión adecuado.

Cada capítulo ha sido desarrollado teniendo en cuenta los nuevos métodos y principios imperantes en la materia y las distintas escuelas y corrientes de pensamiento, que permiten al lector conocer las diferencias y adoptar a su criterio el camino a seguir para su problema planteado.

Los alumnos de grado y posgrado encontrarán todos los métodos que se aplican para la valuación de inmuebles, con las características propias de cada uno y sus referencias bibliográficas. Quienes quieran ampliar el tema o aquellos profesionales ya avanzados en la tasación, encontrarán en el libro el apoyo a sus trabajos valoratorios.

Abarca en su contenido, no sólo los inmuebles urbanos, sino también los rurales, lo que los transforma en un compendio interesante de consulta diaria y permanente, pues ataca los diferentes problemas que se pueden presentar y su mecánica de solución.

Se trata de un compendio valioso porque reúne las distintas metodologías que se utilizan en varios países, lo que amplía el campo de aplicación que habíamos visto en el Tomo I del mismo autor.

Al reunir en un mismo libro lo disperso en materia valuatoria, facilita al profesional de la tasación y al estudiante la interpretación y aplicación de métodos y procedimientos. Si el lector quiere ampliar conocimientos, cuenta con las referencias necesarias para adquirir la bibliografía de su interés.

Mag. Ing. Wilfrido D. López

Director Carrera de Posgrado

Especialista en Valuaciones

Fac. de Ingeniería – UNSJ

INTRODUCCION

El presente trabajo es un complemento necesario e indispensable del Libro Valuación de Inmuebles, ya editado, y se ha elaborado en virtud de innumerables solicitudes de profesionales y estudiantes que desean conocer nuevas técnicas de valuación de inmuebles. Se han compilado y adaptado métodos tomando como base la bibliografía disponible, que se encuentra muy dispersa y lejos del alcance de los solicitantes, analizando y extrayendo de la misma los temas que se consideraron de mayor interés para la Cátedra, y teniendo en cuenta la experiencia profesional y docente de destacados profesionales que han colaborado con sus ideas y sugerencias.

Esta dirigido a los alumnos de la carrera de grado y de postgrado de Ingeniería en Agrimensura y a los Profesionales que se dediquen al tema dado que no sólo será un elemento de consulta permanente en la cátedra Valuaciones sino también en el desempeño profesional.

Si se logra que al lector le sirva de algún provecho, con ello bastará.

CAPITULO UNO

Conceptos y Esquemas Conceptuales ¹

En el presente capítulo se explicarán y esquematizarán conceptos generales de la materia valuación de inmuebles, que se entiende ayudarán a recordar a quienes ya tienen experiencia en el tema y a introducirse en la temática a quienes leen por primera vez sobre la misma.

La finalidad del presente es suministrar a los lectores que se dediquen a la tasación de propiedades los criterios, pautas y elementos necesarios para realizar el proceso de tasación

La tasación es un componente clave en el proceso de determinación del valor de un bien inmueble.

TASAR o AVALUAR un inmueble **es determinar el valor más probable** del mismo a **una fecha determinada, en un mercado libre** y sin influencias de factores que puedan distorsionar el valor, mediante un trabajo técnico, **realizado por un perito tasador**, que comprende el conjunto de razonamientos, inspecciones y cálculos que permiten determinar dicho valor..

Qué es un Perito Tasador

La Unión Panamericana de Valuaciones define al Perito Tasador Profesional como “a un experto profesional universitario en bienes tangibles e intangibles, con alto nivel de competencia técnica en su especialidad e impecable integridad, que analiza todos los aspectos que influyen en los bienes o derechos, sus usos y las fuerzas, económicas, políticas y físicas, que por interacción influyen en su valor; procesa todos los datos en forma ordenada, objetiva, sistemática y coherente dentro de un sano criterio de apreciación y avalúa el bien o los derechos, estimando su valor de cambios por dinero en efectivo, para una fecha y lugar determinados, considerando un uso y propósito específico.”

Dada la trascendencia de la opinión que el Perito Tasador representa en importantes decisiones patrimoniales, se considera fundamental que los mismos se capaciten debidamente, que mantengan un alto índice de conducta en el desarrollo de su profesión.

El Perito Tasador debe tener la capacidad de fundamentar la estimación del valor considerando todos los factores propios del bien, debiendo actuar con gran objetividad e independencia de criterio.

En muchos casos para actuar debidamente se debe realizar un trabajo de carácter interdisciplinario con la participación de expertos de distintas especialidades, lo cuál es un síntoma de madurez y responsabilidad profesional.

En asuntos judiciales es la persona elegida en razón de sus conocimientos técnicos por el Juez o las partes, que tiene por misión, luego de aceptar el cargo y prestar juramento, proceder a exámenes, comprobaciones y apreciaciones de hechos cuyo resultado consigna en una memoria, informe o dictamen que debe presentar al tribunal en la causa pertinente.

Una de las condiciones esenciales de los peritos es su imparcialidad y objetividad, pues desempeñan en cierto modo un ministerio de carácter público y actúan como delegados o auxiliares del Juez. Para ello es necesario que el profesional prescinda del origen de su designación y tenga siempre presente que no es mandatario, representante ni defensor de la parte que lo propuso, sino solamente auxiliar del tribunal; en tal carácter no debe admitir sugerencias de los litigantes ni atender otro interés que el de la justicia.

Conforme a ello, el perito debe explicar detalladamente los métodos y procedimientos técnicos utilizados, que le permitieron llegar al resultado presentado. La fundamentación de la pericia

¹ Extraído y adaptado de Enrique Ballesteros y José A. Rodríguez y de M. A. Ibáñez y A. Topalian

es un elemento clave de la misma y de ella dependerá que el juez se aparte o no de sus conclusiones.

El perito dictamina sobre cuestiones técnicas que los jueces no pueden conocer por sí mismo, de ahí la necesidad del perito y de la explicación en detalle de los distintos pasos seguidos.

La propiedad inmobiliaria se distingue de la mayoría de los bienes y servicios debido al periodo relativamente mayor que se requiere para su comercialización, pues es un activo relativamente líquido cuando se trata de obtener un precio representativo de su Valor de Mercado. Este característicamente largo tiempo de exposición, la ausencia de un mercado inmediato, y la naturaleza y diversidad de los mercados y propiedades generan la necesidad de Tasadores Profesionales,

Las funciones del tasador son:

- Obtener la información más exacta posible relativa al precio de venta de las propiedades comparables. Si fuera posible, verificar la venta con alguna de las partes de la transacción o con los registros públicos.
- Conseguir información sobre el tiempo en que la propiedad estuvo ofrecida en venta y respecto de las veces que se modificó el precio de oferta.
- Averiguar si se recibieron o no otras ofertas sobre la propiedad antes de venderla.
- Confirmar que no hubo características especiales en la operación, como la compra de otro bien del comprador o la inclusión de otra propiedad (inmueble o de otro tipo) por el vendedor para fomentar la venta
- Confirmar que el vendedor no se hizo cargo de parte alguna de los costos de compra del comprador, como por ejemplo una parte de la comisión normalmente pagada por el adquirente. -
- Confirmar que no hubo otros incentivos o promesas especiales formuladas por el vendedor al comprador o del comprador al vendedor, para cerrar la venta.
- Si existiera una oferta de venta, hablar con el corredor que este ofreciendo la propiedad respecto del nivel de interés del mercado en la propiedad. Si fuera una propiedad horizontal, averiguar cuales edificios representan la mayor competencia del edificio que contiene la propiedad comparable. Si fuera una casa averiguar que barrios parecen estar ofreciendo la mayor cantidad de casas similares en venta en ese momento.
- Preparar y firmar el Informe de tasación.

Prácticas de tasación inaceptables.²

Los siguientes son algunos ejemplos de practicas de tasación que se consideran inaceptables:

- Incluir datos inexactos sobre el barrio considerado, el terreno, las mejoras de los edificios o las propiedades comparables.
- No considerar ni incluir en el Informe de tasación los factores negativos con respecto al barrio, la propiedad tasada o la proximidad de esta a factores adversos.
- Utilizar comparables en el proceso de valuación no habiendo el tasador inspeccionado personalmente el exterior de los mismos.
- Selección y uso de propiedades comparables inadecuadas o no emplear comparables que por su ubicación y estado físico son más similares a la propiedad considerada.

² Extraído de Manual del BCRA

- Empleo de datos, especialmente de propiedades comparables, provistos por partes que tienen intereses financieros en la venta o financiación de la propiedad tasada sin que el tasador verifique la información recurriendo a una fuente objetiva.
- Aplicación de ajustes a comparables cuando son innecesarios o no hacerlos cuando si son necesarios, con la intención de cambiar o de otra manera modificar el valor de la propiedad tasada.
- Elaboración de una valuación que no sea fundada en datos ciertos de mercado.
- No mencionar en el Informe de tasación una situación o circunstancia de la propiedad tasada que cree un inminente peligro de daños a los ocupantes (incendio u otro riesgo de seguridad, instalaciones eléctricas descubiertas, fallas estructurales inminentes, etc.).

Requisitos:³

Los requisitos que deben reunir los tasadores son los siguientes:

- Que estén inscriptos en los registros que las instituciones de la actividad hayan habilitado o habiliten a tal fin.
- Que cuenten con un título profesional o matrícula profesional vinculada a la actividad (arquitecto, ingeniero civil, ingeniero agrimensor).
- Que no cuenten con antecedentes penales o comerciales negativos.
- Que no tengan interés económico o de otro tipo en el resultado de la tasación (por ejemplo no podrá tasar una propiedad un tasador que al mismo tiempo interviene como corredor en la operación inmobiliaria de la propiedad en cuestión).

Como ya se dijo **la tasación** es un componente clave en el proceso de determinación del valor de un bien inmueble.

Repitiendo: **Tasar o Avaluar** un inmueble **es determinar el valor más probable** del mismo a **una fecha determinada, en un mercado libre** y sin influencias de factores que puedan distorsionar el valor, mediante un trabajo técnico que comprende el conjunto de razonamientos, inspecciones y cálculos que permiten determinar dicho valor..

El mercado es un sistema (y en ocasiones el sitio específico) en el que se intercambian bienes y servicios entre compradores y vendedores mediante mecanismos de precios. El concepto de mercado implica que los bienes y servicios pueden intercambiarse entre compradores y vendedores sin restricciones indebidas a sus actividades. Cada parte responderá a las relaciones de oferta y demanda y otros factores de fijación de precios de acuerdo a sus propias capacidades y conocimientos de comprensión de la utilidad relativa de los bienes y/o servicios y sus necesidades y deseos individuales. Un mercado puede ser local, regional, nacional o internacional.

El mercado inmobiliario es el espacio social que reúne la oferta y demanda de inmuebles y al conjunto de relaciones que éstas establecen entre sí.

El Valor de Mercado debe constituir el concepto central de la valuación de inmuebles. Los precios de mercado son los mejores indicadores del valor de mercado y las comparaciones del mercado deben constituir el criterio más importantes del valor.

El concepto de Valor de Mercado refleja las percepciones y acciones colectivas de un mercado y es la base para tasar la mayoría de los recursos en economías basadas en el mercado. Aún cuando las definiciones precisas pueden variar, el concepto se entiende y aplica habitualmente.

³ Extraído y adaptado de Manual del BCRA

El Valor de Mercado se define como; “La cantidad estimada por la cual, en la fecha de la valoración, se intercambiaría voluntariamente una propiedad entre un comprador y un vendedor en una transacción libre después de una comercialización adecuada en la que cada una de las partes ha actuado experimentada, prudentemente y sin presiones.” (Normas IVSC 2000)

Se verá a continuación que cada elemento de la definición tiene su propio marco conceptual. (Norma IVSC 2000);

“la cantidad estimada” . Precio expresado en términos de dinero que se puede pagar por la propiedad en una transacción de mercado libre. El valor de mercado se mide como el precio más probable que razonablemente se puede obtener en el mercado en la fecha de la valoración. Es el mejor precio que razonablemente puede obtener el vendedor y el más ventajoso que razonablemente puede obtener el comprador. Excluye específicamente un precio estimado excesivamente alto o bajo debido a condiciones o circunstancias especiales, como una financiación atípica, acuerdos de venta y arrendamiento al vendedor (leasing), consideraciones o concesiones otorgadas por alguien relacionado con la venta o cualquier elemento de valor especial.

“. . . se intercambiaría una propiedad” . El valor de una propiedad es una cantidad estimada y no un precio de venta real o predeterminado. Es el precio al cual el mercado espera que se concluya una transacción, que reúne todos los demás elementos de la definición de valor de mercado, en la fecha de valoración.

“. . . en la fecha de valoración” . Puesto que los mercados y las condiciones del mercado pueden cambiar, el precio calculado puede ser incorrecto o inadecuado para otro momento. La valoración reflejará el estado del mercado real y sus circunstancias en la fecha efectiva de la valoración y no en cualquier otra fecha pasada o futura. La definición supone también la simultaneidad entre el intercambio y la conclusión del contrato de venta sin ninguna variación de precio, la cual, por otra parte, puede suceder en una transacción de valor de mercado.

“. . . voluntariamente ... entre un comprador . . . “ . Se desea a alguien que desea comprar pero que no está obligado a hacerlo. Este comprador no se ve apremiado ni está determinado a comprar a cualquier precio. Se trata también de un comprador que compra de acuerdo con la realidad del mercado actual y con las expectativas reales del mercado y no basándose en un mercado hipotético o imaginario cuya existencia no puede demostrarse o predecirse. El comprador mencionado no pagará un precio superior al que exige el mercado. El propietario actual del bien es parte del mercado. Un tasador no puede hacer suposiciones poco realistas respecto a las condiciones de mercado o suponer un valor de mercado superior al que razonablemente podría obtenerse.

“. . . voluntariamente . . . un vendedor . . .” . Un vendedor voluntario es aquel que no está ansioso ni forzado a vender a cualquier precio ni está dispuesto a hacerlo a un precio que no se considere razonable en el mercado actual. El vendedor voluntario desea vender la propiedad según los términos del mercado al mejor precio que pueda obtener en el mercado libre después de una adecuada comercialización, sea cual sea este precio. Las circunstancias de hecho del propietario real no forman parte de estas consideraciones ya que el vendedor voluntario es un propietario hipotético.

“. . . en una transacción libre . . . “ . Es aquella que tiene lugar entre partes que no tienen una relación particular o especial entre sí (por ejemplo entre propietario y el arrendatario) que pueda hacer que el precio no sea característico del mercado o que sea excesivo debido a algún elemento de valor especial. Una transacción según el valor de mercado se supone entre partes no relacionadas y que actúan independientemente.

“. . . después de una adecuada comercialización . . . “ . La propiedad se ofrecería al mercado del modo más adecuado para que se produjera la venta al mejor precio que razona-

blemente pudiera obtenerse de acuerdo con la definición de mercado. El tiempo durante el cuál se ofrece varía según las condiciones de mercado, dependiendo del tipo y clase de propiedad, terreno y construcciones, pero debe ser el suficiente para permitir que el bien atraiga la atención de un número adecuado de potenciales compradores. El período de oferta es anterior a la fecha de valoración.

“ . . en la que cada una de las partes ha actuado experimentada y prudentemente . . “
Presupone que tanto el comprador voluntario como el vendedor voluntario están razonablemente informados respecto a la naturaleza y características de la propiedad, de su uso tanto actual como posible y del estado del mercado en la fecha de valoración. Se presume que cada uno actúa en interés propio y con el conocimiento y la prudencia necesarios para buscar el mejor precio para sus respectivas posiciones en la transacción. La prudencia se estima en relación al estado del mercado en la fecha de valoración, no con la ventaja de la visión retrospectiva en una fecha posterior. No es necesariamente imprudente que un vendedor venda una propiedad en un mercado con precios a la baja cuyo nivel es más bajo que el de los mercados anteriores. En estos casos, al igual que en otras situaciones de compra y de venta en un mercado de precios cambiantes, el comprador o vendedor prudente actuarán de acuerdo con la mejor información de mercado disponible en el mercado.

“ . . . y sin presiones ” . Establece que cada una de las partes desea llevar a cabo la transacción pero ninguna está ni obligada ni indebidamente forzada a hacerlo. El valor de mercado se entiende como el valor estimado sin considerar los costos de la compra o de la venta y sin compensación por ningún impuesto asociado.

Es importante insistir en que la estimación de Valor de Mercado profesionalmente determinada es una tasación objetiva de los derechos de propiedad identificados con relación a una propiedad específica a una fecha determinada. En esta definición está implícito el concepto de un mercado general que comprende las actividades y motivaciones de muchos participantes más que la visión preconcebida e interesada de un individuo en particular,

El valor de mercado debe constituir el concepto central de la valuación de inmuebles. Los precios de mercado son los mejores indicadores del valor de mercado y las comparaciones del mercado deben constituir el criterio más importantes del valor.

Es necesario, en consecuencia, conocer dos factores fundamentales:

- a) **la fecha a la que debe referirse la tasación, y**
- b) **el mercado a esa fecha.**

La fecha tiene una importancia decisiva, máxime en los períodos inflacionarios, pero aún así, en períodos de estabilidad, el mercado inmobiliario no es estable, tiene fluctuaciones debidas a diferentes factores, aún políticos, y por lo tanto la fecha define un mercado.

El mercado inmobiliario, íntimamente relacionado con innumerables factores que influyen en su movimiento, es el otro factor de primordial importancia. Inclusive a una misma fecha hay diferentes mercados para diferentes tipos de inmuebles, es decir: urbanos, rurales, industriales, etc.

El proceso que lleva a la adquisición de un bien inmueble no encuadra exactamente dentro de los tipos de mercado: ⁴

- **Competencia Perfecta:** Es aquél que tiene las propiedades de libertad, homogeneidad, frecuencia de transacciones, transparencia y concurrencia
- **Monopolio:** Hay monopolio cuando la mercadería es ofrecida por una única empresa y en cambio, es demandada por un amplio número de posibles compradores.

⁴ Extraído de Niederer, Prato e Iglesia

- **Oligopolio:** Hay oligopolio cuando la mercadería es ofrecida por un número restringido de empresas, mientras que es demandada por un elevado número de posibles compradores.
- **Monopsonio:** es la situación inversa de la del monopolio. Numerosos oferentes se enfrentan con un único demandante.
- **Oligopsonio:** es la situación inversa a la de oligopolio. Numerosos vendedores se enfrentan a un número reducido de posibles compradores.
- **Competencia Monopólica:** se distingue del de competencia perfecta en la falta de homogeneidad de la mercadería, así como en la falta de transparencia
- **Monopolio Bilateral:** en el monopolio bilateral se enfrentan un sólo oferente a un sólo demandante. Uno y otro negocian hasta llegar o no a un acuerdo respecto a las condiciones de venta de la mercadería.

		DEMANDA		
		Un solo comprador	Algunos compradores	Muchos compradores
OFERTA	Un solo vendedor	Monopolio bilateral	Monopolio parcial	Monopolio
	Algunos vendedores	Monopsonio parcial	Oligopolio bilateral	Oligopolio
	Muchos vendedores	Monopsonio	Oligopsonio	Competencia Perfecta

El mercado inmobiliario guarda similitud con el último mencionado, el **monopolio bilateral**.

Sólo en circunstancias muy determinadas puede asemejarse al de competencia monopólica.

Una situación así puede darse, por ejemplo, cuando en determinado momento en una zona geográfica definida, se liberan al mercado, o sea se ofrece en venta un conjunto más o menos importante de parcelas en forma simultánea.

En relación a las características:

- **Libertad:** se dice que un mercado es libre cuando pueden entrar y salir de él los oferentes y demandantes sin ninguna traba o impedimento legal y cuando el precio de mercado se forma sin intervención directa ni indirecta de las autoridades
Cuando el mercado no es libre, se llama **intervenido**.
- **Homogeneidad:** se dice que un mercado es homogéneo cuando la mercadería que se comercia en él tiene unas características uniformes, es decir, cuando desde el punto de vista comercial resulta indiferente adquirir una partida u otra de las que salgan al mercado, ya que la calidad de todas ellas es prácticamente idéntica.
Cuando el mercado no es homogéneo, se llama **heterogéneo**.
- **Transparencia:** se dice que un mercado es transparente cuando existe una adecuada información sobre las cotizaciones que rigen en cualquier momento en el mercado, es decir, los interesados en él (tanto oferentes como demandantes) saben en cada momento cuál es el precio que se está pagando por el producto. Naturalmente la transparencia influye en la actitud que adopten oferentes y demandantes ante el mercado.
Cuando el mercado no es transparente, se dice que tiene **opacidad**.
- **Concurrencia:** se dice que un mercado es concurrencial cuando el número de oferentes y demandantes es muy alto.
Cuando no hay concurrencia se dice que existe **ausencia**.

- **Frecuencia de transacciones:** se dice que un mercado hay frecuencia de transacciones cuando las compraventas del producto se suceden a lo largo del tiempo casi sin interrupciones.
Cuando no hay frecuencia se dice que existe **infrecuencia**.

Es a veces libre puesto que el Estado no interfiere en la formación de precios, ni mucho menos fija esos precios mediante una disposición legal **y a veces es intervenido**, cuando impone restricciones a la libre contratación en defensa de sectores económicos débiles, teniendo, pues un acusado carácter social.

No es homogéneo, ya que las parcelas difieren entre sí en cuanto a una serie de circunstancias (medidas, superficie, ubicación, etc.).

Según el tipo es o no más o menos frecuente y no es transparente, por lo menos totalmente transparente, debido a la rareza de las transacciones y a la deficiente transparencia debido al falseamiento sobre precios de transacción a los efectos de evasión fiscal..

En lo que se refiere a la condición de concurrencial, en el mercado de inmuebles ello dependerá del tipo de inmuebles de que se trate (urbano o rural, edificado o baldío, dimensiones pequeñas, medianas o grandes, etc.).

Los principios básicos de la valuación, definidos por Frederick Babcock, son los siguientes:

- a) **Principio de Uniformidad:** En el proceso de comparación se acepta el principio de uniformidad, el cuál reconoce que propiedades similares tienen iguales valores. Puede asumirse que distintas propiedades tienen similares valores si tuviesen el mismo tamaño, acceso, utilidad, práctica y geometría. Se presume que similares elementos de valor crean valores comparables y que las diferencias en valores se ordenan de una manera razonablemente ordenada
- b) **Principio de Comparación:** En el principio de comparación el tasador debe:
 - 1) Pensar en términos relativos: mucho mejor, mejor, igual peor, mucho peor
 - 2) Evitar comparaciones forzosas. Si los extremos se encuentran muy alejados la pregunta surge de inmediato ¿Son comparables?
- c) **Principio de Exactitud y Precisión:** La precisión en la valuación de bienes raíces es relativa pero no absoluta. Valores exactos son aquellos que son hechos con vista a una evidencia real de valores, en el proceso de valuación. No existe otro criterio. Las valuaciones son juicios, no medidas. Por cuanto la precisión de un juicio es manifiestamente imposible, el valuador debe buscar un grado de viabilidad fuerte, donde sea posible obtener una mejor estimación que llene el propósito. Valuaciones exactas son aquellas que son razonables con base a las evidencias, donde no existen más pruebas que la prueba de la factibilidad.
- d) **Principio del Más Alto y Mejor Uso:** El punto de partida de cualquier valuación es la consideración de las potencialidades, de la utilidad y de la productividad, comparándolas con iguales características de propiedades vendidas o de inversiones comparables. La mejor utilidad entre los usos alternativos permitidos y viables de una propiedad, es la base utilizada para las comparaciones de avalúos. Lo esencial en el avalúo es el análisis concienzudo del más alto y mejor uso.
- e) **Principio de Sustitución:** El principio de Sustitución es de por sí un método de avalúo que se utiliza cuando la propiedad tiene un valor para su dueño que no puede ser demostrado como “valor de mercado” . El principio de sustitución se aplica a Iglesias, escuelas y otras propiedades que no pueden ser evaluadas directamente por comparaciones de venta.
- f) **Principio de Predicción:** Como brujos o astrólogos de los tiempos antiguos, los valuadores no pueden realizar sus cálculos de valores sin entrar en la predicción.

Etapas que se deben seguir en una tasación ⁵

Una tasación es la expresión de una opinión o criterio personal de alguien con experiencia y capacidad técnica que da, como resultante del estudio de todos los factores del bien y el valor en relación a la situación del mercado inmobiliario, el valor de un bien .

Se debe realizar la correcta evaluación del valor de cada propiedad antecedente comparable.

Asegurar una evaluación adecuada del valor de mercado de cada propiedad, sobre la base de métodos de tasación e información que contemplen las características de las propiedades.

El rol del tasador implica mucho mas que el simple ofrecimiento de un valor estimado del precio de mercado de la propiedad en cuestión.

El tasador suministra importantes datos sobre la propiedad y el mercado que influyen significativamente en la calidad de los resultados obtenidos.

Una tasación se efectúa siguiendo un camino, con etapas escalonadas, a saber:

a) Información sobre la tierra

Obtención de datos generales: Para las tasaciones la recolección de datos generales consistirá en la información de mercado que cada tasador conserva en su oficina, obtiene mediante publicaciones o conoce como perito en el mercado inmobiliario. Esto suele incluir información sobre la economía local, la población, las bases de la actividad económica de la región, información histórica sobre valores inmobiliarios, tasas de ocupación y tendencias de precios, e información anticipada sobre la actividad de construcción y desarrollo.

Se debe llevar un archivo de compraventas de terrenos baldíos, clasificado por zonas, libre de operaciones dudosas o extraordinarias (en más o en menos), de fuentes conocidas y responsables, con indicación de la fecha de la operación, su monto y forma de pago.

A tal fin se requiere de los tasadores:

- Una descripción completa de la casa y del terreno que se esta tasando.
- En el caso de propiedades regidas por la Ley de Propiedad Horizontal, adicionalmente al bien tasado se deberá describir el edificio, el barrio privado o "country" al cual pertenece.
- Una descripción del barrio y de las condiciones actuales del mercado inmobiliario correspondiente.
- Una descripción de cada propiedad comparable en la que el tasador se basara, en parte, para formar su opinión del valor del bien.
- Una breve descripción de las razones que condujeron a la valuación realizada por el tasador y los factores preponderantes que influyeron en ella.

Utilizar en el proceso de tasación, especialmente la inspección "in situ" del tasador, para verificar la información específica de la propiedad proporcionada por el comitente, confirmando en forma independiente tal información.

El Informe de tasación es el medio que permite alcanzar los objetivos antes expuestos.

b) Información sobre las construcciones

Asimismo se debe llevar un archivo relativo al costo de la construcción, costo de los materiales, mano de obra y relación de ambos, beneficios empresariales, honorarios profesionales.

Características del mercado de inmuebles; tipo de interés que se exige a los Inversores; alquileres medios; gastos de operación; periodos efectivos de amortización; etc.

c) Inspección ocular a la zona aledaña al inmueble a tasar y la de los comparables

⁵ Apuntes de Cátedra y Manual del BCRA

Para establecer el carácter de la vecindad mediata e inmediata para obtener datos específicos de la propiedad considerada y de los antecedentes comparables.

Este paso es la parte de la investigación y del proceso de recolección de datos que todos los tasadores deben realizar.

Consiste primordialmente en:

- Inspeccionar la propiedad a tasar y sus alrededores.
- Reunir información sobre las ventas o cotizaciones de propiedades comparables que luego forman la base para el cálculo del valor y realizar la inspección correspondiente.

Más adelante, se tratarán los procedimientos adecuados para la inspección de una propiedad y la confirmación de los datos de venta comparables.

- **Inmuebles Urbanos:** Interesa observar las características edilicias en la inmediaciones de la propiedad que se tasa: destino más general de los inmuebles (viviendas de distintas categorías, fábricas, comercios, depósitos, baldíos, etc.); tipo de veredas; nivel del terreno respecto de la vereda; cuadra alta, baja o inundable; trazado de las calles (anchas o estrechas); calles de tierra o pavimento; medios de comunicación; servicios públicos (agua potable, cloacas, alumbrado público y privado, gas natural, teléfono); existencia de plazas, paseos, comercios, hospitales, escuelas; policía; etc.

Se debe establecer la tendencia de la barriada, cosa que tiene importancia para la duración de la vida económica del bien, pues por no adecuarse a la tendencia actual o futura previsible del barrio puede perder su valor venal antes de que termine su vida física.

- **Inmuebles Rurales:** Además de los ítems señalados para los inmuebles urbanos y que correspondan aplicar a los rurales, se tendrán en cuenta los siguientes: Accesos; Tipos de Suelos; Topografía; Climatología; etc.

d) Inspección al inmueble mismo a tasar

A los fines valuatorios los inmuebles se clasifican de la siguiente manera:⁶

1) **Inmuebles Urbanos:** Serán los que cumplan con los siguientes requisitos:

- a) Que sus medidas y superficie se encuadren en las establecidas por la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano.
- b) Que se encuentren ubicados en zonas urbanizadas, aunque carezcan de servicios esenciales.
- c) Que uso y destino sea habitacional, comercial o mixto.

2) **Inmuebles Rurales :** Serán los que cumplan con las siguientes condiciones:

- a) Que sus medidas y superficie permitan una explotación rural
- b) Que estén ubicados en zonas rurales
- c) Que su uso y destino sea una explotación rural

3) **Inmuebles Industriales:** Son los que cumplan con los siguientes requisitos:

- a) Que se encuentren ubicados en zonas industriales
- b) Que su uso y destino sea una explotación industrial

⁶ Tribunal de Tasaciones de la Provincia de SAN JUAN

Inspección del Inmueble a Tasar ⁷

Se deben inspeccionar los inmuebles con los siguientes fines:

En inmuebles urbanos para determinar el tipo de edificación, estado de conservación y probable duración futura, calidad material y plan de arquitectura, adaptabilidad a diversos destinos, obtener datos generales, sociales, económicos, gubernamentales, ambientales, ubicación dentro de la manzana, deslindes, etc.

En inmuebles rurales para determinar flora; malezas, plagas y enfermedades; Aptitud agropecuaria; Riego natural (Régimen de lluvias; distribución anual en mm.; promedio en mm.; obras de captación; obras de almacenamiento (represas: cantidad, capacidad y estado de conservación); obras de distribución: tipo, dimensiones, (influencia en el total de la cie); Riego artificial:

1) Agua superficial: a) Derecho de riego en Has.; b) Origen del derecho c) Número de cuenta del Departamento de Hidráulica; d) Dominio de riego en la propiedad (% de la superficie); e) dotación máxima y mínima (litros/seg. x Ha); f) características del ramo regador; g) ubicación de la compuerta en el ramo; h) entrega del agua (por turno o permanente); i) estado en la sistematización en la red interna de riego.

2) Agua Subterránea: a) cantidad de pozos; b) características principales (profundidad, diámetro, caños, salida, motor, tipo de bomba, cantidad de turbinas); c) rendimiento (caudal en litros/hora); d) ubicación en la propiedad; e) dominio de riego (% de la superficie); f) calidad del agua extraída, principalmente conductividad); Desagües y drenajes. Accesos y distancia a centros de distribución o consumo, etc.

e) Investigación relativa a las características intrínsecas del inmueble

Antecedentes dominiales: Propietario y su alcance del derecho de propiedad; Inscripción de dominio: Plano de mensura; Nomenclatura Catastral; Medidas y Superficie; Medianeras; Restricciones dominiales, servidumbres de paso, de servicios, indicando sus medidas, superficie y ubicación dentro de la parcela; etc.

f) Cálculo del avalúo por vía de todos los métodos que sea posible aplicar.

La tasación deberá ser realizada mediante la determinación del valor de mercado de la propiedad tasada, la que surgirá de la utilización del método de propiedades comparables, tal como se describe en detalle mas adelante.

En el concepto más general **los Métodos de Valuación** pueden clasificarse en:

- a) **Separativo:** atienden al hecho de que una propiedad inmueble estará formada por dos partes principales: El Terreno y Las Construcciones y, eventualmente, algunas secundarias (plantaciones, por ejemplo)
- b) **De Conjunto:** atienden al hecho de que el uso o beneficio que presta o rinde el bien proviene de su consideración como ente total único, al margen de las partes que lo forman. Todas estas partes concurren a la finalidad única de su utilidad conjunta, utilidad que, en términos de valor, queda medida por la renta, real o probable.

Dentro de la misma generalidad, los métodos pueden ser:

- a) **Específicos o Analíticos:** Se basan en el examen de las particularidades y características del bien en sí: su renta, la calidad material de las mejoras su destino, las condiciones del suelo, etc
- b) **Comparativos:** los que se basan en el examen de las particularidades de bienes semejantes al que se estudia

⁷ Apuntes de Cátedra y Manual del BCRA

La clasificación moderna, más simple y lógica que tiene en cuenta el carácter separativo o de conjunto da dos métodos fundamentales:

- a) **Directo:** el que examina por separado el valor de la tierra y el de las mejoras y accesorios. Es eminentemente separativo. Se opera sobre el inmueble en forma independiente: Terreno por un lado (por vía comparativa) y Mejoras por el otro (por vía comparativa o por vía específica). Se obtienen dos valores que luego se suman.
- b) **Indirecto:** Es eminentemente un método de conjunto. Consiste en calcular la renta anual líquida que produce o que puede producir el inmueble, la cual, capitalizada a un tipo conveniente de interés, conduce inmediatamente al valor. Presenta dificultades en su aplicación que provienen de la indeterminación que existe en algunos términos: la cuota de interés, la seguridad de que la renta sea la que equitativamente corresponde, base de la capitalización, etc.

El análisis de la valuación es el punto del proceso en que el tasador completa la investigación de los datos que ha reunido, lo que lo lleva a una conclusión sobre el valor de mercado para la propiedad tasada.

Existen varios tipos diferentes de análisis de valuación que el tasador puede elegir para valorar distintas propiedades.

El método de valor de mercado consiste en la comparación de precios de venta de propiedades con características similares a la tasada. Este método se basa en el principio de que un comprador no pagará por una propiedad más del precio o valor indicado de otras propiedades cercanas semejantes en un mercado abierto y competitivo.

El método de valor de mercado consiste en una serie de procedimientos mediante los cuales el tasador revisa y analiza los precios pagados o solicitados por inmuebles parecidos, considera las diferencias físicas, de ubicación y económicas entre la propiedad a tasar y el comparable y se forma una opinión del valor luego de ponderar estas diferencias.

Este método pide al tasador que proporcione información y observaciones sobre propiedades antecedentes comparables y que relacione la conclusión del valor de la propiedad tasada con las referencias de valor proporcionadas por dichos comparables.

- g) **Balance de los resultados obtenidos,** teniendo en cuenta las condiciones especiales del caso y dando a cada factor la importancia requerida.

h) Conciliación y determinación del valor final

DETERMINACION DE LAS BASES PARA LA TASACION.⁸

Se describen los pasos claves, de acuerdo a lo expresado, que el tasador debe considerar al comenzar su tarea.

El bien inmueble a tasar se identificará mediante la información que el comitente proporciona y además la que el tasador debe obtener.

La fecha de determinación del valor será aquella en la cuál el comitente lo solicita.

Como ya se dijo **la fecha** tiene una importancia decisiva, máxime en los períodos inflacionarios, pero aún así, en períodos de estabilidad, el mercado inmobiliario no es estable, tiene fluctuaciones debidas a diferentes factores, aún políticos, y por lo tanto la fecha define un mercado.

El VALOR es un concepto subjetivo ya que depende de quién efectúe la valoración.

El valor es lo que una persona le otorga a un bien para su intercambio. El valor de tasación es una estimación de lo que el precio debería ser y no es otra cosa más que un juicio, una pro-

⁸ Adaptado de Apuntes de Cátedra, Manual del BCRA y Niederer, Prato e Iglesias

posición lógica por determinadas premisas y que se expresa en una cifra que resume el juicio de valor.

La valuación puede tener aplicaciones en distintos ámbitos de la vida corriente, ya se trate de intereses privados ó públicos y realizada con distintas finalidades

El siguiente resumen es indicativo de los intereses y finalidades para los que puede ser realizada una valuación:

Interés Privado: Juicios Civiles; Particiones o herencias; Asesoramiento en compraventas; Constitución de Sociedades; Contabilidades; Préstamos con hipoteca; / Arrendamientos; etc.

Interés Público: Expropiaciones; Imposición Fiscal; Patrimonio; Impuestos a Sucesiones y a Donaciones; Transmisiones Patrimoniales; Impuestos Inmobiliarios; Ordenamiento Urbano o Rural.

Por Privación del Uso: Ocupación Temporal; Devolución de fincas expropiadas.

Por Depreciación: Accidentes climáticos: Inundaciones; Heladas; Granizo; Vientos; Sequías
Accidentes ocasionados por terceros.
Daños ocasionados por actividades productivas.

La enumeración hecha de una extensa lista de objetivos para los que se puede requerir una tasación, puede generar la duda de sí el resultado numérico de esa operación, debe ser igual o diferente para cada uno de los distintos objetivos para los cuales se realiza. Es decir, de si el valor resultante de una tasación, por ejemplo con destino a asesorar a un comprador de una vivienda, debe o no ser el mismo, que el resultado que arroje una tasación sobre el mismo bien cuando se requiera para servir de base a un préstamo hipotecario o para tomar como base para fijar un tributo inmobiliario.

Escuelas o Corrientes Avaluatorias

En materia avaluatoria, existen al respecto dos escuelas o corrientes: la Univalente y la Plurivalente.

La Univalente entiende que el valor de un determinado bien es único en un determinado mercado, cualquiera sea la finalidad de la evaluación.

La corriente Univalente, fundamenta su opinión en que el valor es un elemento objetivo que puede ser determinado a través de la aplicación de ciertos métodos o técnicas, siempre por profesionales debidamente experimentados y habilitados.

Entiende, que pueden existir muchos caminos para hallar el valor, e inclusive que ese valor pueda ser de distintos tipos (físicos, venales, rentísticos, históricos, panorámicos, sentimentales etc) pero que el valor final, el precio de una cosa, en un mercado de libre oferta y demanda, es siempre uno solo y surge de la inteligente ponderación o preponderancia de cualquiera de las facetas valorativas contempladas en el análisis.

Considera que tampoco existen distintos valores según la mayor o menor profundidad con que se haya hecho el balance ponderativo de los antecedentes estudiados. Este podrá dar mayor o menor peso o mayor o menor grado de seguridad al valor hallado, pero nunca una definición o calificación diferenciada. Un valor estimativo no debe considerarse ni mayor ni menor que el valor real razonado y documentado, sino, sencillamente, un número que ofrece menos seguridades de certeza que éste.

En cambio, **la Plurivalente**, mantiene el principio de que la fijación de un valor puede cambiar, de acuerdo con la finalidad de su determinación. Esta corriente basa su concepto en que el valor tiene un carácter extremadamente subjetivo en función de los más insignificantes detalles y que en última instancia debe predominar el concepto de que se trata una opinión valorativa.

Es así, como se encuentran enumerados por los distintos autores adheridos a esta escuela denominaciones tales como: valor de absorción, valor de amenidad, valor de evaluación, valor

contable, valor de capricho, valor de caja, valor de expropiación, valor depreciado, valor económico, valor comercial, valor de costo, valor de uso, valor de trueque, valor de mercado, valor de venta forzada, valor en marcha, valor de seguro, valor de empréstito, valor hipotecario, valor físico, valor potencial, valor de realización, valor de reproducción, valor histórico, valor tangible, valor tributario, valor de utilidad, etc.

Sin perjuicio de sustentar una opinión favorable a la adopción conceptual de la corriente Univalente, se considerarán en este curso, dos conceptos sobre valor y una relación que los une, no por el hecho de que sean valores diferentes sobre una misma cosa, sino por la forma en que se originan: Se está haciendo referencia a los conceptos de **Valor Venal o de Mercado y Valor Intrínseco o técnico**

El valor venal de un inmueble puede ser definido como el precio al que pueden alcanzar, en plazo razonable, un vendedor deseoso de vender pero no obligado a vender y un comprador deseoso de comprar, pero no obligado a comprar y en conocimiento de todos los usos y finalidades para los cuales está adaptado y podrá ser utilizado el inmueble. En otras palabras, será un precio obtenido a través de una libre operación de compraventa.

El precio de mercado de un inmueble, es el monto de dinero que se debe entregar o puede ser obtenido en un mercado activo, sobre condiciones inmediatas y existentes a una determinada fecha.

El Valor Técnico o Intrínseco se puede definir como el integrado por la sumatoria de los valores de todos los bienes, servicios y contingencias que originaron la situación física en que al presente se encuentra el inmueble.

Esta sumatoria, incluye el valor de todos los materiales requeridos, por ejemplo para la construcción de un edificio, la mano de obra utilizada, los aportes efectuados por conceptos de leyes sociales, impuestos y tasas municipales, honorarios profesionales y beneficios obtenidos por la empresa constructora que realizó la obra.

En forma expresa no se hace referencia a si la variable tierra integra o no uno de los ítems que integran el valor intrínseco de un inmueble. Por el momento se admitirá su inclusión como un ítem más en la composición del valor intrínseco, aunque ya se reconoce que la tierra en si misma es factible de tener un valor venal propio.

Como se expresó, la forma de cómo se origina un valor intrínseco nada tiene que ver con la forma de cómo se origina un valor venal. En este último caso, dependerá del precio de compraventa que surja del acuerdo entre comprador y vendedor de conformidad a la definición de valor de mercado antes mencionada.

En apariencia, estos dos valores no son iguales. En los hechos no lo son. ¿Se estaría entrando en una contradicción, en el caso de adoptar como válidos los principios de la escuela univalente?. Se entiende que no, por las razones que se expresan.

Lo que realmente importa en la apreciación valorativa de los bienes inmuebles es el precio que el mercado inmobiliario está dispuesto a pagar o a recibir por esos bienes, o sea el monto en dinero en juego.

Los valores venales surgen luego de concretada una operación de compraventa, mientras que una determinación de ese valor es normalmente requerida antes de que se lleve a cabo esa operación. Lo que en efecto puede técnicamente determinarse, no es entonces un valor venal sino un valor venal más probable factible de concretarse en esa futura operación.

Los valores venales al estar dentro de un mercado de oferta y demanda, no escapan a las fluctuaciones de éstos y motivadas por distintas variables que operarán según las condiciones y en el tiempo, subiendo y bajando el precio del inmueble.

Mientras tanto, el valor intrínseco, que en realidad no interesa en forma directa al actor en el mercado, permanece a valores constantes, dentro de determinados parámetros y es por lo tanto técnicamente determinable.

Como conclusión relevante de lo expresado, puede establecerse en forma axiomática que, dados varios inmuebles de similares características intrínsecas y extrínsecas, existe uniformidad en la relación, en cada uno de ellos, entre los valores venal e intrínseco y es la misma que para los otros inmuebles.

La Suprema Corte de Justicia de la nación ha interpretado como **Valor Objetivo (de Mercado)** “lo que la cosa realmente vale para la generalidad en el mercado de los bienes de ésa especie, correspondiente al lugar del expropiado y al tiempo de la desposesión”. Fallos 217 – 804.

PRECIO

El precio es la cantidad en moneda u otro bien que expresa el valor de las cosas.

Debe interpretarse como el resultado de un hecho concreto y como tal definitivo. Como una realidad histórica, donde se conoce el monto de dinero y la fecha de pago por el cual se ha transferido la propiedad de un bien inmueble.

Se entenderá que **valor de mercado** es:

El precio más probable que obtendría un inmueble en un mercado competitivo y abierto en todas las condiciones necesarias para una venta justa, que es aquella en la que el comprador y el vendedor actúan con prudencia, en forma consciente y suponiendo que el precio no sea afectado por estímulos indebidos.

Implícita en esta definición se encuentra la realización de una venta en una fecha especificada y la transmisión del título por parte del vendedor al comprador en condiciones por las que:

- el comprador y el vendedor estén típicamente motivados;
- ambas partes estén bien informadas o bien asesoradas y cada una actúa según lo que considera su mejor interés
- se disponga de un tiempo razonable para su oferta en el mercado inmobiliario;
- el pago se efectúe al contado o mediante acuerdos financieros comparables con el y,
- el precio sea la contraprestación normal por el bien vendido no afectado por financiación especial o concesiones de venta otorgadas, vinculadas a la venta que no sean los costos que normalmente pagan los vendedores como resultado de los usos y costumbres del mercado.

ANTECEDENTES, HOMOGENEIZACION Y COEFICIENTES ASIMILADORES ⁹

Antecedentes Comparables

Se define como **antecedente comparable** a todo dato numérico utilizable en la tasación. El mismo puede ser el dato del precio efectivamente pagado en la compraventa o el de la oferta (intención de precio) obtenidos en el relevamiento de la información.

Los antecedentes de operaciones inmobiliarias u ofertas de inmuebles que se utilicen para efectuar la tasación, es conveniente que no excedan del término de dos (2) años, contados desde la fecha a la cual se realizará la tasación.

Homogeneización

Se define como **homogeneización** de antecedentes a la conversión de los mismos al lote baldío tipo tomado como patrón, por medio de la aplicación de coeficientes asimiladores a operaciones de ventas supuestas al contado u ofertas de lotes baldíos ubicados en la zona alledaña al lote a tasar y todos referidos a la fecha en que se quiere determinar el valor.

⁹ Adaptado de Tribunal de Tasaciones de la Provincia de SAN JUAN y Apuntes de Cátedra

Coeficiente Asimilador

Se define al **coeficiente asimilador** como la relación entre el dato antecedente y el bien a tasar. Corresponden a una serie de factores correctivos que consideran las características del predio a tasar

Coeficiente de medidas

El **coeficiente de medidas** considera la diferencia de valores de los terrenos por causa de las medidas de frente, de fondo y superficie, es decir, los factores de ajuste por medidas que difieren de los del lote tipo (10 m. x 30 m.) que se emplea como base de referencia. Mide la relación existente entre el frente y el fondo del terreno. Para su homogeneización se dividirá siempre el valor del m² del lote antecedente por su coeficiente de medidas.

Coeficiente de ubicación

El **coeficiente de ubicación** pondera la diferencia de calidad de ubicación entre el dato antecedente y el bien a tasar

Este dato resume los atributos de la localización de la propiedad, permitiendo la comparación entre esta y la de otras propiedades. Dicha información indica en términos generales el grado de atracción y demanda que esta ejerce sobre el mercado.

Se deberán tener en cuenta las características comparables del entorno y el desarrollo de infraestructura de servicios lo que derivará en la influencia total y definitiva de la ubicación sobre el precio, tanto en magnitud como en signo. Para un lote antecedente **mejor ubicado el Cub. > 1**. Para un lote antecedente **peor ubicado el Cub. < 1**.

Se considera un intervalo del veinte (20) % en más o menos respecto a uno, que es el coeficiente del lote a tasar (0,80 – 1,20). Para su homogeneización se dividirá siempre el valor del m² del lote antecedente por su coeficiente de ubicación.

Es el más subjetivo de los coeficientes, ya que juega el espíritu observador del tasador para comparar distintos aspectos, según sea una zona residencial, comercial o industrial. Si es una zona residencial, deberá comparar el aspecto general de la cuadra respecto de las otras cuadras, los arbolados, los medios de transporte, etc. Si en cambio, se trata de una zona netamente comercial, deberá diferenciar una esquina de otra, una cuadra de otra, mediante una apreciación del tránsito peatonal, ya que a mayor tránsito peatonal, mayor valor comercial tiene la cuadra; inclusive deberá observar la orientación del sol y de sombras, ya que en zonas calurosas es frecuente que un lado de la calle sea de más valor comercial que el otro, exclusivamente porque a la tarde está en sombra, y ello favorece el tránsito peatonal.

No hay una forma concreta, técnica o matemática de determinar el coeficiente de ubicación y como se dijo juega el criterio observador y analítico del tasador.

La calificación de la calidad de la ubicación se puede realizar en función de una escala que va desde mala hasta excelente. La definición de las distintas categorías se detalla a continuación:¹⁰

- *Mala*: Esta categoría indica que las características inherentes a la ubicación de la propiedad tasada son sustancialmente inferiores a aquellas que pudieran ser consideradas competidoras. Las características de ubicación son tan inferiores que el valor de la propiedad se ve significativamente afectado en forma negativa.
- *Regular*: Esta categoría describe propiedades con características de ubicación que son inferiores a aquellas que pudieran ser consideradas competidoras. La ubicación es lo suficientemente inferior como para afectar levemente el valor de la propiedad.
- *Promedio*: Esta categoría indica que las características de ubicación de la propiedad tasada son típicas del mercado y se consideran aceptables cuando se las compara con las

¹⁰ Extraído y adaptado del Manual del BCRA

de otras ubicaciones consideradas competidoras. La mayoría de las propiedades se encontrarán dentro de esta categoría. Pueden existir algunas características negativas en cuanto a ubicación, pero también existirán otras positivas que las neutralizarán.

- *Buena*: Esta categoría incluye aquellas propiedades con características de ubicación algo superiores a las encontradas en otras ubicaciones competitivas. Estas características deberán ser lo suficientemente superiores como para mejorar levemente el valor de la propiedad.
- *Excelente*: Esta categoría indica que las características de ubicación de la propiedad tasada son sustancialmente superiores a las de ubicaciones competitivas. Estas características son tan superiores como para incrementar significativamente el valor de la propiedad

Entre los elementos a considerar cuando se evalúa la calidad de la ubicación deben tenerse en cuenta:

La Compatibilidad es la capacidad de la propiedad de coexistir en armonía con las otras propiedades que la rodean sobre la base de su uso, tamaño, apariencia, estructura, etc. El tipo de uso de los predios predominantes en el vecindario determinará el grado de compatibilidad.

Apariencia general de las propiedades vecinas. Se refiere a su aspecto físico, incluidos falta de mantenimiento y otros

Conveniencia de la ubicación con relación al trabajo. Es el acceso a fuentes de trabajo en términos de distancia y tiempo de viaje. Asimismo, se deberá considerar el costo y la disponibilidad de transporte público.

Conveniencia de la ubicación con relación a las compras. Es la disponibilidad de comercios, en términos de distancias, transporte y tiempo.

Conveniencia de la ubicación con relación a escuelas. Es la disponibilidad de escuelas cercanas a la propiedad tasada. Debe considerarse también la facilidad de acceso y tiempo de viaje hasta ellas.

Conveniencia de la ubicación con relación a lugares de recreación. Es la proximidad y facilidad de acceso a lugares de recreación. El número, tipo y calidad de las alternativas de recreación debe ser tenido en cuenta.

Disponibilidad de transporte público adecuado. Es la disponibilidad y facilidad de acceso a transporte público en la zona. Deberán tenerse en cuenta los costos y calidad del transporte disponible.

Disponibilidad de servicios adecuados. Es el suministro en cantidad y calidad de servicios en la zona, comparado con otras zonas en competencia. Deben tenerse en cuenta los servicios públicos, privados e individuales.

Seguridad pública: protección de situaciones de riesgo. Se refiere al grado de ausencia de riesgos y disponibilidad de servicios para emergencias.

Reputación de la zona. Se refiere a como es percibida la zona en el mercado y el grado de reconocimiento que tiene en función a características tales como: tipo de personas que la habitan, edad y estado de las edificaciones (por ejemplo: edificios históricos), ubicación cercana a centros de atracción, etc.

Este es un listado parcial. Deben considerarse todos aquellos elementos que hacen al interés del comprador e influyen en la calidad de la ubicación de la propiedad tasada. Los elementos de la propiedad tasada deben ser comparados con los de aquellas de precio similar o con las de ubicaciones similares o que compitan con esta. Cuando se evalúa la posición relativa de una propiedad o vecindario, el tasador deberá tener en cuenta sus características competitivas, en términos de ubicación, condiciones físicas y condiciones imperantes, a la fecha, en el mercado.

Los siguientes, son ejemplos de las distintas categorías:

- ❑ Ubicación mala: La ubicación de una propiedad puede considerarse mala si, por ejemplo, linda con una vía de ferrocarril y el cruce mas cercano para dirigirse al centro de la ciudad se encuentra a varios kilómetros de distancia. Esta calificación es aplicable siempre que las otras propiedades de la zona no presenten esta característica adversa. Como resultado de lo antes mencionado, la propiedad tendría menor valor que en otras ubicaciones.
- ❑ Ubicación regular: En zonas donde los habitantes no poseen automóviles o prefieren no usarlos el acceso al transporte publico es importante. Si la propiedad en cuestión no está ubicada en las inmediaciones de una parada de colectivo, subterráneo o estación ferroviaria, la propiedad podría calificarse como en ubicación regular, en comparación con otras ubicaciones con mejor acceso al transporte publico.
- ❑ Ubicación promedio: La ubicación de una propiedad puede ser considerada ubicación promedio si esta se encuentra en una calle con edificación dispar mientras otra vivienda similar se encuentra localizada en una calle de construcciones homogéneas.
- ❑ Ubicación buena: La ubicación de una propiedad puede ser considerada buena cuando presente una característica que sea percibida por el mercado como una ventaja competitiva sobre otras viviendas similares, como por ejemplo podría ser la proximidad a escuelas, comercios y centros de trabajo.
- ❑ Ubicación excelente: Una propiedad podrá ser considerada como bien ubicada si esta frente a un parque y cuenta con una vista agradable del área circundante, mientras otras similares están a dos o tres cuadras de distancia y carecen de dicho tipo de vista. Se podrá categorizar como ubicación excelente si la vista al parque es muy atractiva.

Una metodología interesante es establecer una “**Matriz de Vecindario**”¹¹, que plantea un modelo de análisis de las zonas o de los sectores involucrados (a tasar y antecedentes). De esta manera se construye una matriz de evaluación de zonas o sectores conocida como “Matriz de Vecindario”.

En primer lugar se establece el criterio de evaluación, diseñando una escala de puntaje en función de la condición del aspecto considerado. Se puede elegir entre escalas del 1 a 3, del 1 a 5, de 1 a 10, etc., partiendo que 1 sería la condición más desfavorable. En la práctica es conveniente simplificar la escala ya que esta metodología en esencia lo que trata es de hacer un poco más objetiva la tarea eminentemente subjetiva de evaluación de las zonas o sectores a comparar. Luego se establecen los factores principales y sus respectivos componentes que serán evaluados y el peso que se le asigna según sea la importancia relativa entre ellos.

Puntuación Vecindario		Corrección por Vecindario		
Tipo de Zona	Escala	A Tasar	Peso	
Excelente	5.00	1, 2, 3 o más	P1, P2 o P3	
Muy Buena	4.50			
Buena	4.00	Comparable	Peso	FCV
Satisfactoria	3.50	1	P1	FcV1
Regular	3.00	2	P2	FcV2
Deficiente	2.00	3	P3	FcV3
Mala	1.00			

Si se supone que se está realizando un avalúo de un terreno ubicado en un Sector 1 y se tiene antecedentes en los Sectores 2 y 3, probablemente resultaría interesante aplicarle a dichos sectores una matriz de vecindario para así homogeneizar los precios por ubicación.

¹¹ Extraído y adaptado de Ing. Arturo Facchin Olavaria . Cámara Inmobiliaria de Carabobo

Si este fuera el caso los factores de corrección por ubicación quedan determinados así:

Puntuación Vecindario		Corrección por Vecindario		
Tipo de Zona	Escala	A Tasar	Peso	
Excelente	5.00	2	4.62	
Muy Buena	4.50			
Buena	4.00	Antecedentes	Peso	FCV
Satisfactoria	3.50	1	4.72	0.9788
Regular	3.00	2	4.62	1
Deficiente	2.00	3	4.68	0.9872
Mala	1.00			

En donde el FcV viene dado por: $FcV = \text{Peso Sector en Estudio} / \text{Peso Sector Antecedente}$
 Por otro lado si el terreno objeto de tasación está ubicado en el Sector 1, los factores son:

Puntuación Vecindario		Corrección por Vecindario		
Tipo de Zona	Escala	A Tasar	Peso	
Excelente	5.00	1	4.72	
Muy Buena	4.50			
Buena	4.00	Antecedentes	Peso	FCV
Satisfactoria	3.50	1	4.72	1
Regular	3.00	2	4.62	1.0216
Deficiente	2.00	3	4.68	1.0085
Mala	1.00			

Veamos como se obtienen los pesos a través de la matriz de vecindario:

MATRIZ DE EVALUACION DE VECINDARIO								
Nº	FACTORES	%	Antecedente 1		Antecedente 2		Antecedente 3	
A	CONFORMACION URBANA							
A.1	Arquitectura	20.00	4.00	0.80	4.00	0.80	4.00	0.80
A.2	Balance de Uso	40.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00
A.3	Etapas del Vecindario	20.00	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	1.00
A.4	Nivel Socioeconómico	20.00	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	1.00
	SUB TOTAL	100.00		4.80		4.80		4.80
B	ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE							
B.1	Calidad de Vías	20.00	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	1.00
B.2	Comunicación	30.00	5.00	1.50	5.00	1.50	5.00	1.50
B.3	Medios	20.00	5.00	1.00	5.00	1.00	5.00	1.00
B.4	Rutas	15.00	5.00	0.75	5.00	0.75	5.00	0.75
B.5	Frecuencia	15.00	5.00	0.75	5.00	0.75	5.00	0.75
	SUB TOTAL	100.00		5.00		5.00		5.00
C	BIENES Y SERVICIOS							
C.1	Servicios Puntuales y de Red	25.00	5.00	1.25	5.00	1.25	5.00	1.25
C.2	Centros Comerciales	10.00	5.00	0.50	5.00	0.50	5.00	0.50
C.3	Centros Médicos	10.00	4.50	0.45	4.50	0.45	4.50	0.45
C.4	Educacionales / Recreacionales	10.00	4.50	0.45	4.00	0.40	4.50	0.45
C.5	Estacionamientos	20.00	4.00	0.80	4.00	0.80	4.00	0.80
C.6	Seguridad	25.00	4.50	1.13	3.50	0.88	4.00	1.00
	SUB TOTAL	100.00		4.58		4.28		4.45
D	CALIDAD AMBIENTAL							
D.1	Libre de Contaminación	50.00	4.50	2.25	4.50	2.25	4.50	2.25
D.2	Con Contaminación	20.00	4.00	0.80	4.00	0.80	4.00	0.80
D.3	Ruidos	30.00	4.50	1.35	4.50	1.35	4.50	1.35
	SUB TOTAL	100.00		4.40		4.40		4.40
	RESUMEN							
A	CONFORMACION URBANA	20.00	4.80	0.96	4.80	0.96	4.80	0.96
B	ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE	30.00	5.00	1.50	5.00	1.50	5.00	1.50
C	BIENES Y SERVICIOS	35.00	4.58	1.60	4.28	1.50	4.45	1.56
D	CALIDAD AMBIENTAL	15.00	4.40	0.66	4.40	0.66	4.40	0.66
	TOTAL	100.00		4.72		4.62		4.68

Coeficiente de actualización¹²

El coeficiente de actualización permite llevar todos los valores de las ventas u ofertas realizadas en distintas fechas a la fecha de tasación. Este coeficiente debe establecerse exclusivamente sobre la base de variación de valores de la propiedad inmueble, es decir, la variación de los precios de plaza de los terrenos.

No debe, de ninguna manera, hacerse intervenir otros factores ajenos, como ser el costo de vida, las divisas, la desvalorización monetaria, etc.

El coeficiente de actualización representa la evolución del mercado inmobiliario, y es en realidad la suma de la valorización de los inmuebles en su expresión pura, más la desvalorización monetaria. En períodos inflacionarios no es la propiedad la que se valoriza rápidamente, sino que es la moneda la que se desvaloriza.

Esto quiere decir que no podemos vincular al coeficiente de actualización inmobiliaria con el coeficiente de actualización monetaria.

A la desvalorización monetaria no siempre acompaña, en el mismo grado, la valorización inmobiliaria y esto surge debido a que en la determinación del Índice del Costo de Vida intervienen múltiples productos, pero que nada tienen que ver con el valor de los terrenos

Por lo tanto y como no se dispone de información precisa y actualizada sobre la variación del precio de los terrenos por el paso del tiempo, se utilizan los Índices de Precios al Consumidor elaborados por el INDEC, pero tomando la precaución que los antecedentes utilizados sean lo más actuales posible y a falta de estos, aquellos que como máximo no excedan los dos años.

Este criterio se adopta porque en economías inestables a mayor intervalo de tiempo es mayor la posibilidad de distorsión del valor actual del terreno en estudio, al utilizar un índice que solo refleja la desvalorización monetaria que es uno de los factores que intervienen en la evolución del mercado inmobiliario.

Siempre se divide el índice de precio al consumidor (o el que se utilice) correspondiente a la fecha de tasación en el índice de cada uno de los antecedentes.

Para su homogeneización se multiplicará siempre el valor del m² del lote antecedente por su coeficiente de actualización.

Coeficiente de oferta

El coeficiente de oferta se aplica a los antecedentes de ventas u ofertas en análisis, tras estudios de factores que en alguna medida puedan haber hecho modificar el resultado de la libre oferta y demanda.

Son conocidas las dificultades que tienen los tasadores para conocer el precio del inmueble o sea lo efectivamente pagado por él. En operaciones concretas de venta, la dificultad se genera en la reticencia a proporcionar los datos precisos del compromiso de compra venta por parte de operadores, compradores y vendedores y a la distorsión que se produce en la escritura por la imposición tributaria y la consiguiente evasión impositiva; como también por la inseguridad de la fecha cierta en que se convino la operación, lo que le resta confiabilidad a la información extraída de la escritura pública.

En el caso de ofertas (intenciones de precio), se debe tener en cuenta que las mismas se presentan sobrevaluadas. El vendedor pide algo más de lo que estima conveniente a fin de “enganchar” al comprador mediante una rebaja.

El coeficiente de oferta si bien puede tener un cierto grado de subjetividad, éste se reduce notablemente ante la consulta e indagación de la expresión de precio (oferta).

A los datos de ventas, tras verificar la veracidad de la información para determinar la existencia o no de factores distorsionantes de la operación, se le aplica el coeficiente uno (1).

¹² Extraído del Tribunal de Tasaciones de San Juan

Para las ofertas y de acuerdo a la fecha de los antecedentes se utiliza un coeficiente que varía entre 0,95 y 0,80. Para su homogeneización se multiplicará siempre el valor m² del lote antecedente por su coeficiente de medidas.

Coeficiente de esquina

El coeficiente de esquina pondera las ventajas que tiene un terreno en esquina con respecto a otro de las mismas dimensiones situado en la mitad de la cuadra. Siempre será mayor que uno. Para su homogeneización se dividirá siempre el valor del m² del lote antecedente por su coeficiente de esquina.

La influencia exacta de la ubicación en esquina sobre el valor, depende del tamaño y forma del lote y de los correspondientes valores básicos unitarios sobre las dos calles. No existe ninguna regla, aceptada universalmente para determinar el valor de la influencia de la esquina, no obstante, están en uso varios métodos que establecen tablas de porcentajes de mayor valor a aplicar al lote supuesto medial, para obtener el valor del lote en esquina en los cuales el criterio del tasador será necesariamente el factor principal para llegar a una valuación adecuada.

Uno de los factores a tener en cuenta es el de diferenciar el tipo de zona en la cuál se encuentra el inmueble a tasar (residencial, comercial, etc.)

Las esquinas poseen un mayor valor que el que se reconoce a los lotes de frente medial, por que disfrutan de las siguientes ventajas: comodidad de acceso, aire, luz y ventilación; mayor extensión de frente; posibilidad de desarrollar locales de negocio y de tener escaparates sobre dos frentes y facilidad para la entrega de mercaderías; mayor capacidad de construcción, etc.

Hay, sin embargo, algunos elementos desfavorables: el desarrollo del frente implica mayores costos de arquitectura, vereda, pavimento e impuestos; la orientación del lote que puede exponer los frentes hacia el frío y la humedad o hacia la insolación constante.

Predominan en general los factores favorables, que alcanzan la máxima incidencia en las zonas comerciales. Puede llegar a determinarse una pequeña diferencia en cada una de las esquinas, motivadas, ya sea por la orientación del terreno o por la dirección del tráfico, el estacionamiento de vehículos, etc.

La influencia de la esquina no se hace sentir sino hasta una cierta distancia, que, según varios autores no se extiende más allá de los treinta (30) metros.

Lotes tipos o de comparación

Los lotes tipo o de comparación constituyen la base de comparación para realizar la homogeneización entre la totalidad de los predios a considerar en la tasación.

En el medio urbano, lote tipo es aquél cuyas dimensiones y configuración son las más frecuentes en la zona en estudio.

Se admite en su defecto por el mismo concepto, el lote cuyas dimensiones y configuración se adoptan en forma arbitraria para la comparación entre los predios.

En todos los casos se considerarán como lotes tipo aquellos que sean:

- a) **Mediales (no esquineros) y**
- b) **Regulares (rectangulares o casi rectangulares)**

En el medio rural lote tipo es aquél con dimensiones y características agrológicas más frecuentes en la zona.

FORMULAS UTILIZADAS EN LA TASACION

La fórmula para homogeneizar antecedentes es la siguiente:

$$V_h = \frac{\text{Precio Lote ant. x Coef. act. x Coef. oferta}}{\text{Sup. Lote ant. x Coef. ubic. x Coef. forma x Coef. esq.}}$$

El coeficiente de esquina se utiliza siempre y cuando el antecedente se encuentre en esquina.

La fórmula para obtener el valor del lote a tasar es la siguiente:

$$V_t = V_h \times \text{Sup. Lote a tasar} \times \text{Coef. forma lote a tasar} \times \text{Coef. esq.}$$

El coeficiente de esquina se utiliza siempre y cuando el lote a tasar se encuentre en esquina.

INMUEBLES RURALES

La tasación de predios rurales exige una metodología particular, que difiere en muchos aspectos de la valuación de predios urbanos. La diferencia fundamental radica en que el valor de los predios urbanos está íntimamente relacionado con un mercado de inmuebles destinados a viviendas, comercios y demás destinos ciudadanos y los valores surgen de un estudio de mercado local, con antecedentes bastante homogéneos o fáciles de homogeneizar mediante coeficientes correctivos convenientemente calculados. En cambio, la valuación rural exige un amplio conocimiento de aspectos técnicos agropecuarios, socioeconómicos y geopolíticos, ya que el valor de los campos está definido por aspectos intrínsecos y productivos en parte, pero en una gran medida por situaciones económicas relacionadas con un intercambio comercial nacional e internacional, regímenes impositivos, política crediticia, etc. Tanto es así que, por ejemplo, los valores de predios ganaderos pueden variar notablemente entre un año y otro de acuerdo al precio internacional de la carne de exportación. La tierra rural es un medio de producir cosechas o productos agropecuarios y su valor, primordialmente, depende de su capacidad de producir en cantidad y calidad.

Es por tal razón que, si bien algunos de los métodos de tasación rural, de tipo comparativo, tienen similitud aparente con los utilizados en valuaciones urbanas, aquellos introducen elementos y coeficientes de comparación que solamente pueden calcularse en función de una paciente inspección de los campos o fincas que sirven de antecedentes y también de un conveniente cálculo de la productividad de los mismos. La valuación rural ya no puede basarse en apreciaciones personales como se hacía antiguamente por conocimiento de oídas de precios de algunos campos vecinos, pues hay muchos aspectos que deben ser analizados y pueden existir fuertes diferencias entre un campo y otro no muy distante.

Entre los métodos a seguir están los comparativos directos y los que arriban al valor por el camino de la productividad. Estas últimas pueden resultar menos seguras que las primeras en virtud de las indeterminaciones de las tasas de interés, riesgos y ganancias.

Los inmuebles rurales difieren ampliamente entre sí, proporcionando distintas utilidades y manifestando distintos valores, de acuerdo a la variedad de sus características. Estas, dependen tanto de las condiciones económicas y sociales que inciden sobre el inmueble (características extrínsecas e intrínsecas).

A – Características Económico-Sociales

Los inmuebles, independientemente de su naturaleza, son afectados por un conjunto de características genéricas, originadas por el ambiente económico social que identifica ca-

da zona. Estas características son extremadamente complejas, por su diversidad y variabilidad.

De ellas se destacan:

- a) Condiciones demográficas: densidad de población, tipos etnográficos, preferencias profesionales, etc. Son la expresión cualitativa y cuantitativa del factor humano e influyen las actividades rurales a través del consumo local, la eficiencia y estabilidad de las explotaciones fundiarias, disponibilidad de mano de obra, etc. La tendencia de la densidad demográfica es índice importante de las perspectivas económicas de una región.
- b) Condiciones políticas, como grado de seguridad para personas y bienes, derechos civiles y políticos de las personas: Repercuten sobre la importancia de los inmuebles porque la seguridad para el trabajo y el capital, actúa como factor de desarrollo y prosperidad de las explotaciones agropecuarias.
- c) Organización social, legislación del trabajo, enseñanza, salud pública, etc.: Repercuten a través del grado de bienestar y tranquilidad colectiva.
- d) Acción económica del Estado: en especial referida a la producción agropecuaria mediante el régimen de impuestos, protección aduanera, créditos, etc. Tiene especial repercusión en las zonas de cultivos especializados y en las de explotaciones incipientes donde el fomento es esencial.
- e) Organización comercial: mercados, sistemas de ventas, competencia, transportes, cooperativas, etc.

Las condiciones extrínsecas denotan el mayor o menor adelanto económico social de la zona de la que dependen los inmuebles y que contribuyen a darles el grado de utilidad que, a través de las fuerzas de la oferta y la demanda, rige el valor fundiario. Su análisis es especialmente interesante en la determinación comparativa de tasa para la capitalización de la renta, cuando deben tenerse en cuenta las diferencias entre las zonas para deducir la tasa correspondiente a un inmueble en base a la vigente en otro, o cuando la tasa aplicable se infiere del tipo de interés de otros capitales, afectados por el distinto ambiente económico social.

Finalidades de la tasación de la propiedad rural:

- a) Compraventa de propiedades rurales, campos forestales y naturales.
En los campos forestales, en San Juan, podrían cultivarse con éxito plátanos, paraísos, álamos, eucaliptos e incluso algunas variedades de coníferas de rápido crecimiento.
Los campos naturales deben cubicarse para determinar el aprovechamiento como leña o carbón y medir la madera como postes, unitariamente (tomando largo y diámetro), de acuerdo a ellos se tienen rodrigones, varillas y varillones
- b) Expropiaciones para futuras colonizaciones, escuelas agrícolas, reservas artificiales (Dique de Ullúm) y naturales (Reserva faunística de San Guillermo, Valle de la Luna).
- c) Determinación del impuesto real y potencial que debe oblar el predio El impuesto potencial es el impuesto a la tierra ociosa, es el que debería oblar un terreno que en este momento está sin producir, pudiéndolo hacer.
- d) Peritajes judiciales (división de condominio, sucesión, partición)
- e) Asignación del valor para garantía de los préstamos bancarios, financieros y de fomento agrícola que se deseen solicitar.
- f) Realizar el inventario de los bienes existentes
- g) Efectuar el estudio económico-financiero de los beneficios que se obtengan a los fines que el productor sepa en que rubro pierde y en cual gana.

- h) Estimar el monto que se fije a los efectos de las donaciones y legados.
- i) Constitución y Liquidación de Sociedades de Capital
- j) Asesoramiento a inversores extranjeros
- k) Actualización de valores patrimoniales empresarios
- l) Revalúos Provinciales

Factores que influyen en la tasación rural

Los factores que influyen en la tasación rural son: **Intrínsecos y Extrínsecos**

Entre los **factores Intrínsecos** se pueden mencionar:

A) La Tierra: es el espesor del manto suelo. Se compone de: Capa arable y subsuelo apoyados sobre un substrato, todo lo cuál constituye el “perfil de suelo agrícola”.

Tiene gran importancia en el valor agropecuario por las siguientes características:

- a) Secuencia y características de las capas del perfil de suelo, en función de las cuales se ha realizado la clasificación taxonómica de los suelos de la provincia.
- b) Profundidad del suelo: Al tener una capa más profunda de suelo se tiene mayor cantidad de elementos de nutrición y mayor cantidad de humedad
- c) Porosidad: es la propiedad físico - mecánica del suelo que regula la capacidad de almacenaje de agua en el suelo (retención de humedad).
Es importante tanto la cantidad de poros como su tamaño, lo cuál depende de la textura y estructura.
- d) Permeabilidad: Es la propiedad del suelo que permite el movimiento del agua en el perfil húmedo. En sentido amplio mide la posibilidad, ceder o bombear agua. Es importante porque: 1) permite la extracción de agua de acuífero; 2) permite el drenaje (natural o artificial) de los excedentes de agua; 3) permite el lavado y recuperación de suelos salinos / sódicos; 4) el mal manejo del riego en suelos pocos permeables provoca la elevación de los niveles freáticos y en consecuencia la revinición de los mismos.
Los suelos pueden tener una permeabilidad muy alta, alta, media, baja y muy baja
Los valores se dan en mm/día.
- e) Fertilidad: es la existencia de elementos nutrientes que tenga un suelo en las condiciones edafológicas en que se encuentra. La estructura es la clave de la fertilidad porque asegura la actividad microbiana.
Un suelo puede tener una alta fertilidad pero una baja productividad en razón que si ese suelo tiene una alta salinidad este contenido de sales bloquea a los elementos nutrientes, impidiendo su absorción por las plantas
- f) Productividad del suelo: se refiere a la capacidad que tiene un suelo para proveer a las plantas los elementos necesarios (aire, agua, nutrientes) y en la cantidad adecuada para dar el producto que se espera de ellas (follaje, flores, frutos, madera, etc.). Esta capacidad va a depender de las condiciones favorables que en otros aspectos tenga el suelo.

Un suelo puede tener una alta fertilidad pero una baja productividad en razón que si ese suelo tiene una alta salinidad este contenido de sales disminuye o impide la absorción de la solución del suelo (agua y elementos nutrientes) por las plantas

B) Topografía de la parcela: Juegan un papel preponderante: 1) La pendiente; 2) La rugosidad de la superficie (relieve). Ambos aspectos se tienen en cuenta en el momento de

evaluar la calidad del suelo por su aptitud agrícola. En todo momento para favorecer el desarrollo de los cultivos, si deben hacerse movimientos de suelos, estos deben hacerse en la menor cantidad posible para evitar la destrucción del suelo agrícola.

Entre los **factores Extrínsecos** tenemos:

- a) **Condiciones climáticas:** tiene una influencia directa en el desarrollo de los vegetales e incluso influyen sobre los primeros horizontes de un perfil de suelo agrícola; entre estas condiciones están: 1) la variación de temperatura y de presión; 2) nubosidad; 3) vientos; 4) radiación; 5) precipitaciones ; 6) humedad relativa y 7) heliofanía (horas efectivas de luz)
- b) **Topografía General de la zona:** idem anterior
- c) **Recursos Hídricos:** En las regiones áridas, el riego se puede suministrar por el aporte de agua superficial y por agua subterránea.
El agua superficial es la forma más conveniente de proveerle agua a una propiedad.
El costo que tiene el agua superficial, en esta provincia, no es otra cosa que el mantenimiento del servicio (cánon de riego); las obras se ejecutan con dinero del estado, es decir, no son cobradas a los usuarios.
Al hacer el análisis del recurso hídrico intervendrían los costos construcción de presas desde donde se toma el agua de una fuente hídrica pasando por los canales, ramos, subramos, acequias, etc., es decir el mantenimiento de todo esto hasta llegar al lugar del uso del agua. Se informará sobre sistemas de riego, turnos y volúmen.
En caso que se deba regar con agua del subsuelo, se deben tener en cuenta la perforación. Se colocan los filtros, se ensamblan los caños, se cementa y se equipa con el motor, bomba, etc. Para la tasación se debe tener en cuenta la profundidad, caudal del agua para riego por aspersión o por goteo y calidad de la misma (para consumo o riego).
En este sistema pueden haber dos modalidades: 1) Pública: Cuando el Estado realiza las perforaciones y el agua extraída es incorporada al sistema de riego superficial. 2) Privada: Cuando las perforaciones son realizadas por uno o varios en común formando un consorcio o sociedad civil.
- d) **Calidad del agua:** mientras más contenido salino tenga el agua es de menor calidad y a los fines de no salinizar el suelo se tiene que regar con un volúmen mayor de agua, porque se debe calcular el requerimiento de lixiviación o el agua necesaria para lavar las sales que pueden concentrarse en el perfil radicular.
Se debe asegurar, previamente, el libre drenaje del suelo para evitar el ascenso de niveles freáticos (revinición, salinización)
- e) **Drenaje del área:** Es importante conocer las condiciones de drenaje del área donde se encuentra la parcela. En caso que fuera necesario la realización de drenaje artificial parcelario, es fundamental la existencia de una red pública de desagües y drenes, que permita el saneamiento de los terrenos.
- f) **Régimen de tenencia de la tierra**
- g) **Disponibilidad de mano de obra y equipamiento mecánico.**
- h) **Ubicación; Accesos; Altitud.**
- i) **Oportunidad de comercialización de los productos obtenidos en el mercado interno y externo.**
- j) **Apoyo crediticio que facilita la inversión y el desarrollo financiero de la explotación.**

Bienes que se tasan en inmuebles rurales

Los bienes que se tasan normalmente en inmuebles rurales son:

- a) **Inmuebles:** corresponden a la tierra de las propiedades rurales y sus mejoras, destinadas a producción agropecuaria, en cualquiera de sus orientaciones agrícolas o ganaderas.

Incluye campos, estancias, fincas, chacras, quintas frutihortícolas, tambos, plantaciones forestales, bosques naturales, ya sean en zonas de secano o de riego, con todas las variables que estas tierras incluyen, dentro del país.

- b) **Muebles:** Estos muebles se consideran inmuebles por adquisición moral, según el Código Civil, cuando el propietario los ha colocado exclusivamente para uso en la explotación rural.

Dentro de este rubro se califican: **Bienes y Semovientes** que corresponden al capital pecuario.

Los Bienes Muebles incluyen: equipos agrícolas, maquinarias, tractores, automotores, camiones, equipos de riego, sembradoras, cultivadoras, arados, rastras, cinceles, enfaradoras, pulverizadoras, **clasificadoras** de semillas, rastras excéntricas, desmalezadoras, vibrocultivadoras, sinfines, rastras de dientes, enrolladoras, transportadora de rrollos, extractor de silos, acoplados volcadores, tanques de combustible, bombas, equipos de comunicación etc.

A los arados se le debe agregar implementos y útiles menores utilizados en tareas rurales.

Los semovientes: son bienes muebles y están formados por todas las especies animales mayores que se explotan con un fin de producción económica incluyéndose: Vacunos (toros, vacas, vaquillonas, terneros, novillos, bueyes); lanares (carneros, ovejas, borregos, corderos, capones); cerdos (padrillos, cerdos machos, lechones, cachorros); yeguarizos (padrillos, yeguas, potrancas, potrillos, caballos de silla o tiro)

Coefficiente edafológico

A través de un Estudio de Suelo, que consiste en el estudio agrológico detallado de los suelos el I.N.T.A. (Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria) Delegación San Juan realizó un estudio sobre la aptitud agrícola de los suelos seleccionados para su explotación así como su clasificación para fines de riego, considerando los factores limitantes básicos:

- ❑ **Calidad de suelo** (Profundidad del suelo según características del substrato y Textura);
- ❑ **Topografía** (cantidad de movimiento de suelo necesario para la sistematización del riego);
- ❑ **Drenaje** (profundidad de suelo libre de agua freática y necesidad de drenaje artificial del área)
- ❑ **Salinidad.**

Contiene información sobre la fertilidad de los mismos y prevé el consecuente suministro de nutrientes. Contiene información sobre las características de humedad de los suelos a regar para diseñar los riegos a partir de las necesidades establecidas de los cultivos considerados (Uso consuntivo) A partir de ello el Tribunal de Tasaciones de la Provincia de San Juan, determinó los coeficientes edafológicos para los distintos tipos de suelo.

El coeficiente edafológico se aplica a un suelo comparándolo con otro considerado óptimo y que sirve para expresar su aptitud agrícola. Se toman en cuenta, como ya se dijo, factores como: textura, estructura, fertilidad, drenabilidad, profundidad, presencia o ausencia de napas freáticas cercanas a la superficie o cualquier otro factor que pueda incidir en la producción.

Para su homogeneización se dividirá siempre el valor de la Ha del terreno antecedente por su coeficiente edafológico.

El I.N.T.A. tiene una nueva forma de presentación de la Carta de Suelos de la República Argentina que es el producto del trabajo de relevamientos realizado en los últimos 25 años, con la incorporación de la informática como herramienta para manejar grandes volúmenes de datos.

Las tablas de “Características físicas del horizonte superficial”, “Características físicas y químicas para evaluar la susceptibilidad a la erosión hídrica” y “Características físicas y químicas para evaluar la fertilidad” son un ejemplo de formatos de salida y recuperación de datos de suelos para objetivos particulares. A pedido de los usuarios es posible generar búsquedas específicas, para cumplir con sus objetivos.

Este estudio está destinado principalmente al productor agropecuario con el propósito de ayudarlo a conocer mejor sus tierras y contribuir a que las maneje en forma adecuada aumentando así su nivel de aprovechamiento; a los extensionistas y agrónomos para que lo utilicen en las tareas de divulgación, asesoramiento y manejo de campos; a los ingenieros civiles e hidráulicos para sus proyectos de construcción de caminos, edificios y demás obras para las cuales necesiten datos sobre propiedades de suelos; a los tasadores para poder evaluar la capacidad de uso de las tierras y estimar su productividad bajo determinado nivel de manejo.

La información suministrada por los mapas de suelos permite además su interpretación con otros importantes fines, entre ellos:¹³

- 1) Planificar el uso racional del suelo a distintos niveles (regional, subregional y de predio), permitiendo adecuar las prácticas de manejo y conservación que exigen las distintas clases de tierras, para una mayor y sostenida productividad agrícola.
- 2) Dar las bases para la investigación y experimentación agropecuarias, permitiendo extrapolar los resultados experimentales en otras regiones de condiciones similares.
- 3) Establecer las bases técnicas para la aplicación de la renta normal potencial de las tierras, con fines impositivos.
- 4) Determinar las áreas de recuperación económica afectadas por erosión, salinidad, alcalinidad deficiente drenaje, etc.
- 5) Establecer con criterio técnico la política crediticia, de colonización, de reformas de las estructuras agrarias, etc.

El mapa se presenta separado en varias “fotocartas”, así llamadas por llevar como fondo la imagen de los respectivos mosaicos de fotos aéreas (fotomosaicos) y su correspondiente texto.

En las fotocartas se aprecian las imágenes de pueblos, estaciones de ferrocarril, caminos, campos, construcciones, arboledas, etc., tal como aparecían en el momento de la toma aerofotográfica. Estos elementos culturales sirven como puntos de referencia para determinar la ubicación de cada suelo. Los esquineros de cada fotocarta llevan cruces cuyos centros se hallan muy próximos al esquinero correspondiente de la carta topográfica del I.G.M. a 1:50000. Dichos cruces/ sirven como puntos de coincidencia para empalme entre fotocartas linderas.

Para encontrar en el texto la información sobre el área de su interés, primero se la debe localizar en la fotocarta mediante el reconocimiento de algún lugar o elemento familiar (un pueblo, un campo, una arboleda, etc.)

Una vez establecida su situación exacta se tomará nota de los símbolos impresos correspondientes a las unidades cartográficas delimitadas. Una unidad cartográfica representa una zona homogénea de suelos. Cambia de acuerdo a la escala.

¹³ Extraído de Enrique Cortelletti

Coeficiente de Riego.

Acepción del término desde el punto de vista del manejo del recurso hídrico (Ley nº 4392 Código de Aguas de la Provincia de San Juan).

El coeficiente de riego es el caudal de agua (en litros por segundo) por cada hectárea con derecho de riego.

El coeficiente de riego mide la relación entre la superficie con derecho de riego del inmueble rural y la superficie del mismo. Para su homogeneización se dividirá siempre el valor de la Ha del terreno antecedente por su coeficiente de riego.

En los inmuebles sin derecho de riego se considera que su valor es del 20 % de los con derecho de riego.

Fórmula para homogeneizar antecedentes.

La fórmula para homogeneizar antecedentes es la siguiente:

$$V_h = \frac{\text{Precio Lote ant.} \times \text{Coef. act.} \times \text{Coef. oferta}}{\text{Sup. Homogeneizada Lote ant.} \times \text{Coef. edaf.}}$$

La Sup Homogeneizada es = $0,2 \times (4 \times \text{Sup. Parcela con agua de riego} + \text{Sup. de la parcela})$

Fórmulas para determinar el valor del lote a tasar

1) Cuando la parcela tiene derecho de agua de riego:

$$V_t = V_h \times 0,2 \times (4 \times \text{Sup. Parcela con agua de riego} + \text{Sup. De la parcela}) \times \text{Coef. Sup. lote a tasar} \times \text{Coef. edaf.}$$

2) Cuando la parcela no tiene derecho de agua de riego:

$$V_t = V_h \times \text{Coef. Sup. lote a tasar} \times \text{Coef. edaf.} \times 0,2 \times \text{Sup. de la parcela}$$

FORMULA GENERAL: $V_F = V_t + V_m$

Valor Finca = Valor terreno + Valor Mejoras (Casas, Galpones, Cultivos, Pozos, etc.)

$$V_F = V_t + \{ [\sum (\text{Scul} * \text{Vucul} * \text{Ceyec} * \text{Cf})] + [\sum (\text{Sconst} * \text{Vuconst} * \text{Ceye})] \}$$

Donde:

Scul = Superficie de cultivos (pueden existir más de un cultivo)

Cf = Coeficiente de fallas

Vucul = Valor unitario de los cultivos por hectárea.

Ceyec = Coeficiente por edad y estado de los cultivos

Sconst = Superficie de las construcciones (pueden existir más de una)

Vuconst = Valor unitario de las construcciones.

Ceye = Coeficiente por edad y estado de las construcciones

MEJORAS

Importancia del Avalúo de las Mejoras

En todo proceso valuatorio corresponde, después de determinar el valor de la tierra libre de mejoras, realizar la tasación de las mejoras existentes en el inmueble, a fin de arribar al valor total del mismo.

El valor total del inmueble no siempre es la suma del valor del terreno más el valor de las mejoras. En algunos casos corresponde adicionar otros costos que hacen al valor del inmueble y en otros casos depreciar el valor del terreno en razón de su mal aprovechamiento.

Es de vital importancia en una valuación determinar con exactitud el valor de las mejoras, cualquiera sean. De nada vale hacer un perfecto estudio del valor de la tierra, si no se hace con la misma calidad la valuación de las mejoras

Influencias que afectan el valor de las construcciones

De la misma forma que la tierra libre de mejoras, el valor de las construcciones va afectado por dos tipos de influencias:

- a) Intrínsecas (calidad del material y calidad funcional) y
- b) extrínsecas, que no son de tan inmediata localización, ya que se manifiestan, más que en el edificio mismo, en el conjunto tierra – mejoras y se vinculan al complejo de influencias de orden social, político y económico.

Factores que determinan el valor de un edificio

Los factores que determinan el valor de un edificio son:

1) Calidad física o valor físico. Contribuyen a formar la calidad física de una obra:

- a) La calidad de los materiales de construcción: La nobleza de los materiales empleados en cuanto se refiere a sus propiedades de resistencia a los esfuerzos mecánicos, a la acción de los agentes atmosféricos y a las condiciones de servicio, como asimismo su aspecto, etc., es un primer elemento en el examen en la calidad material de un edificio. Por ejemplo, una mampostería de ladrillos prensados es superior a una de ladrillos comunes.
- b) La correcta utilización de los materiales: Resulta lógico suponer que de dos edificios construidos con los mismos materiales, será mejor aquel en que estos hayan sido correctamente utilizados.

Un tabique de ladrillos de máquina sin trabazón con la estructura de hormigón armado, tiene una calidad física inferior a aquel que estuviera trabado. Un cimiento de 60 centímetros de espesor donde sólo hace falta uno de 40, no tiene ningún valor; por el contrario, quizás hasta hace que se reduzca debido a los mayores costos que se tendrían en caso de tener que realizar el tendido de cañerías que lo atravesasen, como podría suceder en un edificio de hotel o de baño público.

- c) Edad y estado de conservación. Por medio de reparaciones acertadas y de una conservación constante de la propiedad, puede obtenerse una máxima duración y una menor depreciación y por lo tanto una caída en desuso menos acelerada.

Las reparaciones adecuadas y oportunas producen economía a su propietario o si se prefiere beneficios, como sería en el caso de venta de una propiedad bien conservada.

- d) Los gastos necesarios para la rehabilitación: Las estructuras funcionales anuladas o en vías de anulación por efecto de su destrucción física o mala conformación constructiva deben ser consideradas negativamente.

El valor de un edificio en buen estado que tenga problemas en una parte de su red de agua corriente, deberá ser castigado con el total que le demandaría reparar el gasto. Este es un castigo que rara vez es considerado por los valuadores que parece prefieren el criterio de Heideck, que lo lleva implícito.

- e) Valor de demolición o valor residual: Si bien es cierto, que, como conjunto, una obra puede llegar a tener un valor nulo, por haber llegado al final de la vida útil, los materiales constructivos, individualmente, pueden conservar algún valor. Hay casos, por ejemplo en un terremoto, inundación, incendio, etc., en que resulta negativo, es decir, que no sólo no hay valor residual, sino que se debe restar al valor del terreno, el valor de retiro de escombros y limpieza del mismo.

2) Calidad funcional o valor funcional: El valuador tiene la obligación de castigar o beneficiar valores, teniendo en cuenta el vicio o la bondad de la calidad funcional. Dos edificios de condición material equivalente pueden tener un valor totalmente dispar aún considerando que sean iguales en los cinco puntos precedentes. Ello, debido a que pueden tener una distinta adaptación a su destino; un grado de eficacia diferente en funcionamiento (por ejemplo, dos construcciones iguales de un barrio, una utilizada para los fines para los que fue creada: casa de familia y otra destinada a oficinas, negocio o taller).

El tasador tiene la obligación de castigar o bonificar valores, teniendo en cuenta el vicio o bondad de la calidad funcional.

El conjunto de elementos que contribuyen a formar esta calidad son:

- a) El plan de la obra: En cuanto se relaciona con el programa de comodidades que el proyectista se propuso resolver, su extensión y capacidad, número de unidades y dimensiones, etc.
- b) La correcta utilización de tal plan: Esto es, la correcta ventilación e iluminación, intercomunicaciones cómodas, accesos bien planeados, etc. Por ejemplo, la posterior construcción de grandes monobloques a ambos lados y al frente de la propiedad, puede transformarla en una vivienda carente de ventilación e iluminación.
- c) Destino y adaptabilidad: El destino de las construcciones y su adaptabilidad a destinos distintos de aquél para el que fue creado. Por ejemplo un galpón de cuatro paredes y un techo, puede adaptarse a cualquier uso, ya sea salón de negocios, oficinas, vivienda, etc. En cambio un edificio ideado para baños públicos no puede ser fácilmente adaptado a otros usos; un edificio de banco, generalmente tampoco.

3) Depreciación: Es un término general y amplio que abarca todas las influencias que atacan a la propiedad, tierra y mejoras, ocasionando pérdidas de valor o de atracción y por ende disminución de precio.

No puede ser recuperada con gastos de mantenimiento.

La depreciación es la pérdida del valor que ha sufrido una mejora durante su servicio hasta la fecha de la valuación, ya sea por el transcurso del tiempo, desgaste por uso, cambios en las barriadas, obsolescencia y/o daños.

Pueden considerarse tres causas principales de depreciación:

- a) Caída en desuso o depreciación económica: Puede ser debida a numerosas causas, tales como cambios en la vecindad o de un destino más elevado a uno más inferior; penetración de elementos sociales de niveles inferiores; cambios en la utilización de la propiedad que pueden ser discordantes, incongruentes, ilegales y hasta inmorales; legislación que modifique la zonificación oficial o natural existente, permitiendo la aparición de edificios indeseables fuera de armonía con los existentes.

Una caída en desuso económico ataca a una barriada entera y se desarrolla más en los elementos corrientes del barrio que en el edificio mismo.

- b) Caída en desuso funcional: Corresponde casi exclusivamente al edificio existente. Está vinculada con el plan arquitectónico y a la distribución, con los estilos, cuando obligan innecesariamente a muros espesos, con cielorrasos y decoraciones de mal gusto, con habitaciones exageradas, falta de garaje, de cantidad suficiente de cuartos de baño, falta de armarios adecuados en las habitaciones, ventanas demasiado pequeñas, sistemas de ascensores vetustos. Caen también en desuso aquellos edificios que resultan manifiestamente buenos o insuficientes para el distrito y por los diferentes cambios que se producen al envejecer la barriada.
- c) Deterioro físico: Es la mayor evidencia de depreciación que se presenta a un tasador. Hasta el no experto puede observarla sin esfuerzo. Es generalmente el resultado del desgaste natural en toda propiedad física y que se manifiesta por la presencia de herrumbre en la armazón, de termitas y pestes análogas donde son comunes, por grietas y erosiones en las fundaciones y en los pilares, desmejora debida a la insuficiencia en la ventilación, humedad, corrosión y destrucción gradual en las cañerías y en las obras expuestas al aire libre.

Vida Util

La vida útil, duración o vida probable se define como el tiempo transcurrido desde la habilitación de la mejora hasta la fecha futura de su retiro.

Expectancia de Vida

La expectancia de vida es el tiempo a transcurrir desde la fecha de la tasación hasta la fecha futura de su retiro.

Al realizar la tasación se estimará la expectancia de vida de la mejora, teniendo en cuenta las refacciones, ampliaciones, remodelaciones, fallas, estado vegetativo, etc., que incidan en la vida útil.

Al evaluar la expectancia de vida se tendrá en cuenta la acción de factores accidentales tales como inundaciones, incendios o sismos.

Edad del Edificio

La edad es el tiempo transcurrido desde la habilitación de la mejora hasta la fecha de la tasación.

Valor Residual

El valor residual es el valor de los materiales utilizables en el momento del retiro, o de los gastos necesarios para dejar el terreno en condiciones de aprovechamiento, estimado a la fecha de la tasación.

Valor de Reposición

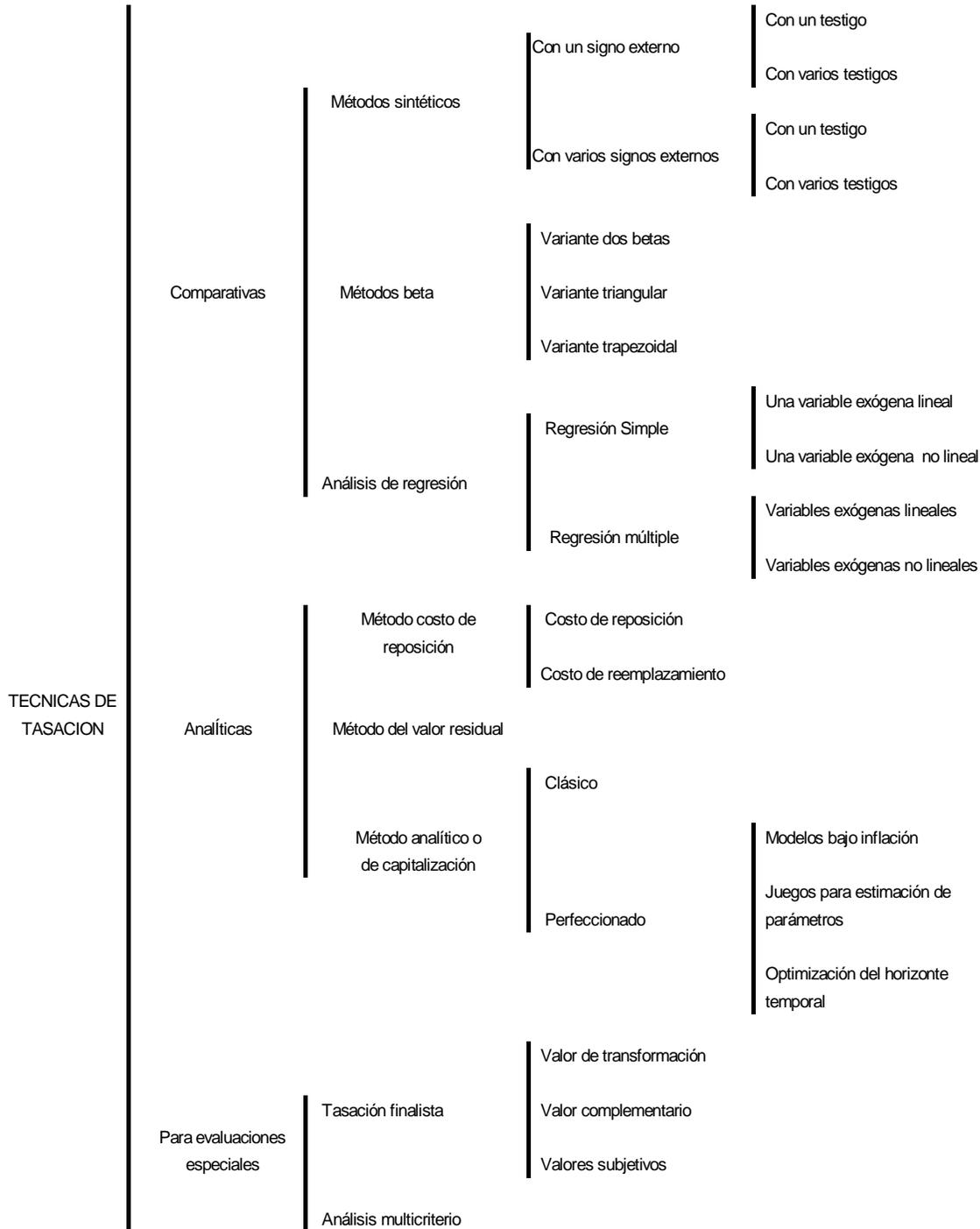
El valor de reposición es el valor a nuevo de la mejora a tasar.

Valor Actual

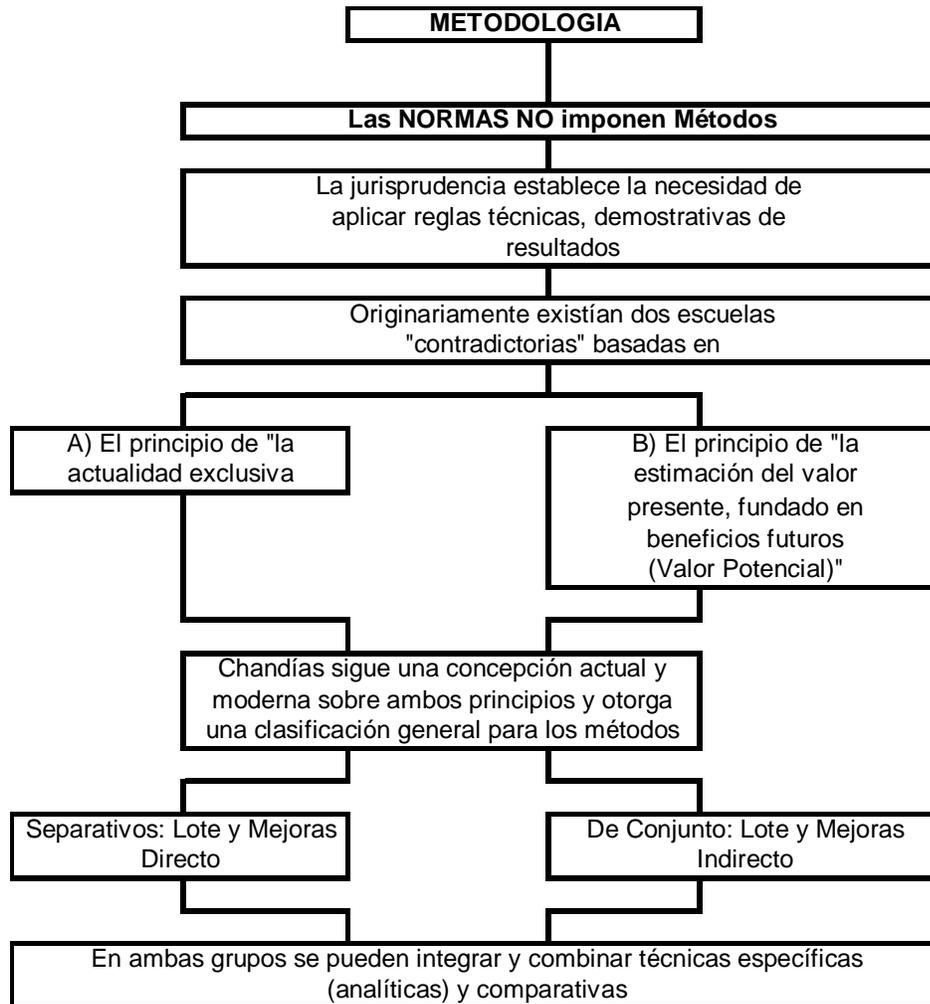
El valor actual es el valor de reposición menos la depreciación total por antigüedad, estado, uso y funcionalidad.

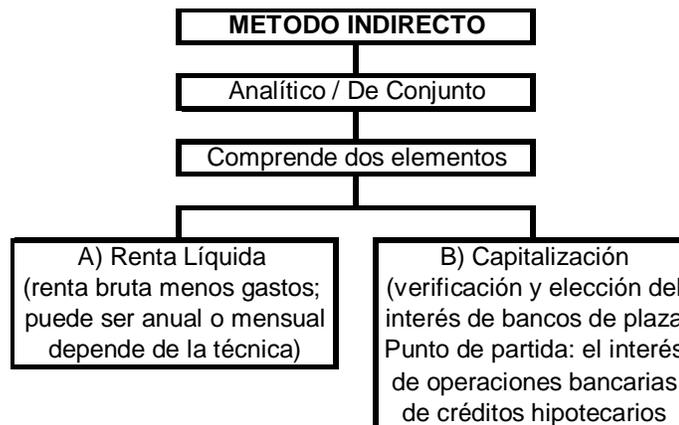
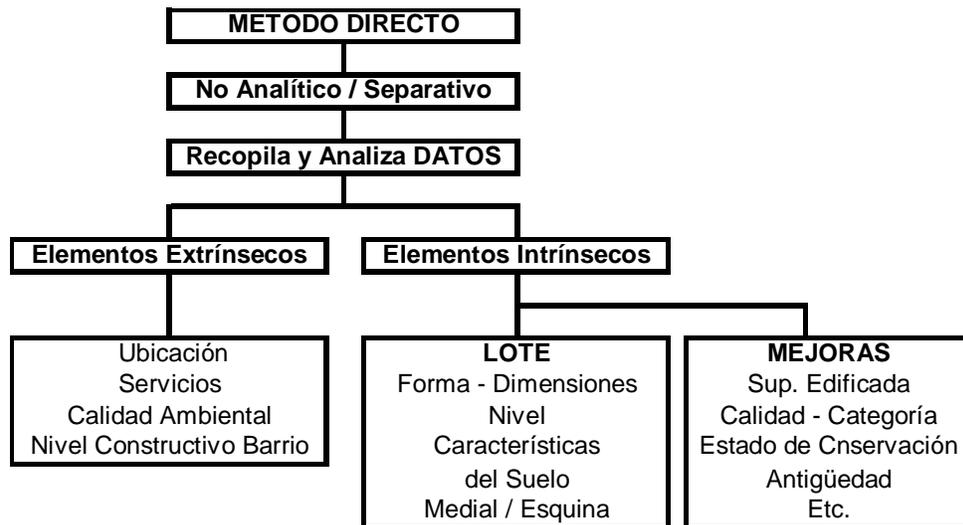
ESQUEMAS CONCEPTUALES:

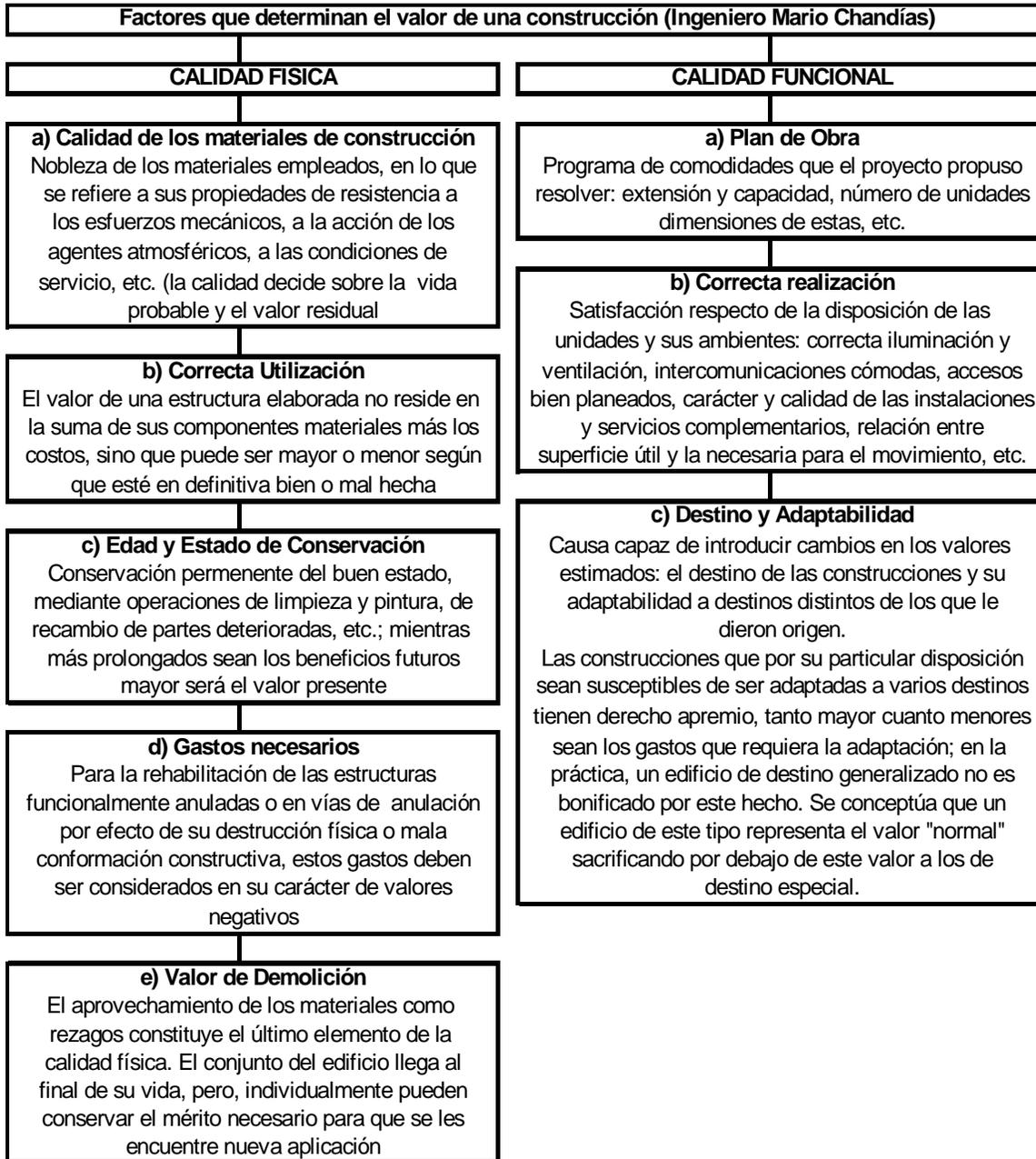
A continuación se agregan esquemas con las técnicas de tasación, los casos en los que mejor se adapta cada uno de ellos y esquemas conceptuales sobre metodologías, método directo e indirecto, factores que determinan el valor de una construcción, propiedad horizontal, elementos que provocan incidencias positivas o negativas sobre el valor de la tierra con destino agropecuario y tasación rural

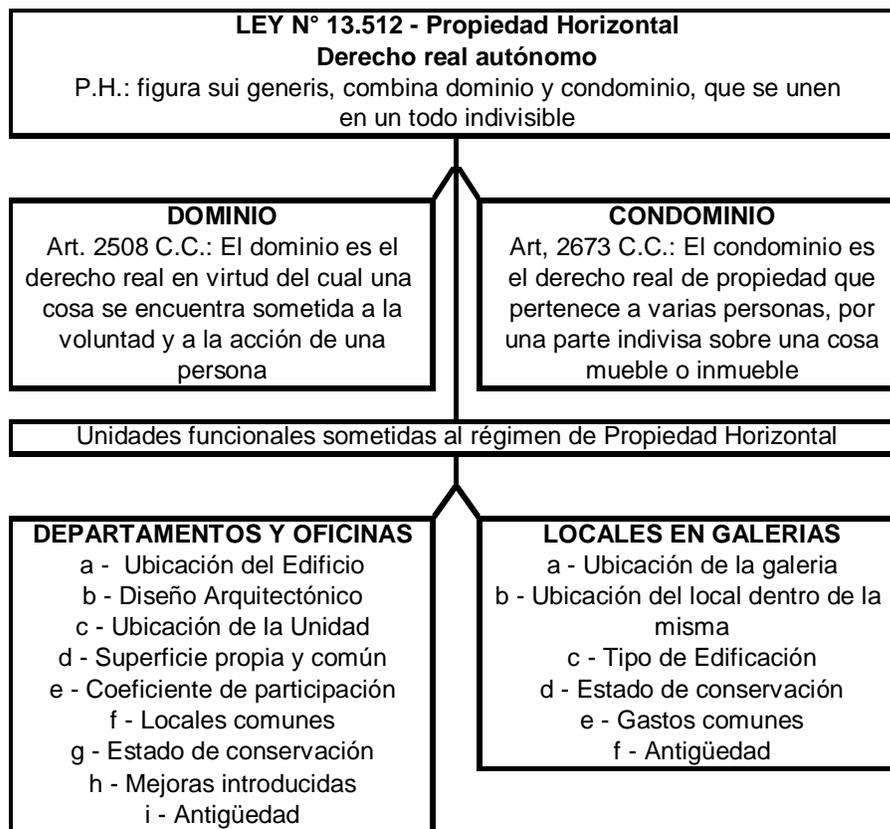


OBJETIVOS	ESCENARIOS	METODOLOGIA MAS INDICADA	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Estimar precios de mercado para activos inmobiliarios	Compraventa de terrenos. Hipotecas. Evaluación de participaciones en fondos de inversión inmobiliarias	Criterios sintéticos Criterio de las dos Beta (sintético - estadístico) Regresión estadística	Sobriedad de datos Sobriedad de datos. Eliminación de la hipótesis de proporcionalidad Información más completa (bloques de variables múltiples)	Información limitada, Escaso realismo en la hipótesis de proporcionalidad Información limitada, aunque más precisa Necesidad de banco de datos
Estrategias de negociación	Negociaciones para compra venta terrenos a urbanizar e inmuebles singulares. Negociaciones para la fusión de fondos de inversión inmobiliaria y otras empresas del sector	Valoración subjetiva Valoración residual Costo de reposición	Son ópticas adecuadas al objetivo perseguido	Riesgo de manipulaciones incorrectas
Tasaciones para inmuebles singulares (histórico - artístico)	Edificios y monumentos históricos; parques y jardines con arbolado singular por la antigüedad y rareza de sus especies, etc. Obras públicas que afectan yacimientos arqueológicos	Valoración subjetiva Método analítico (capitalización con beneficios y costos culturales y sociales, p.ej. Traveling cost) Análisis Multicriterio	Adecuación a la información manejable en contexto de beneficios y costos intangibles	Riesgos de manipulaciones o de sesgos informativos
Estimar precios legales o consensuados	Expropiaciones. Cesión de terrenos públicos con fines sociales. Evaluaciones catastrales	Método analítico clásico (con beneficio y costos sociales cuando se requieran)	Resultados flexibles (adaptados al objetivo poñítico)	Riesgo de manipulaciones incorrectas









Elementos que provocan incidencias negativas o positivas sobre el valor de la tierra con destino agropecuario (Ingeniero Dante Guerrero)

1 - Factores que condicionan el valor de mercado de la tierra

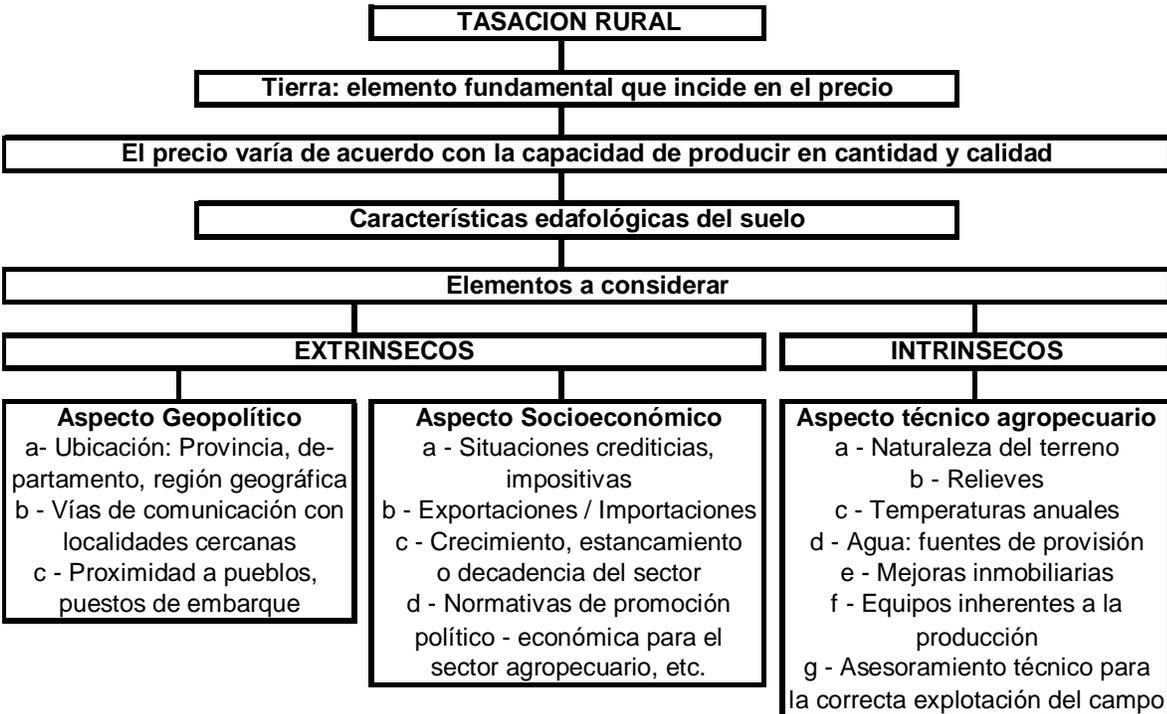
- a - Ingresos esperados de la explotación
- b - Oportunidad de colocación de capitales
- c - Crisis de otras explotaciones
- d - Prestigio vinculado a la posesión de la tierra
- e - Expectativas de explotación
- f - Régimen de subsidios, préstamos, desgravaciones impositivas
- g - Compradores ajenos al sector
- h - Depresores:
Baja Productividad
Impuestos excesivos
Degradación ecológica
Siniestros repetidos:
granizos, incendios, heladas, malezas, plagas, enfermedades etc.

2 - Factores que elevan artificialmente los valores de los campos

- a - Expectativas de obras públicas por realizarse
- b - Difusión o apoyo oficial a nuevos cultivos estimados altamente remunerados (soja, hortalizas, café, etc.)
- c - Apoyo oficial con créditos especiales o desgravación
- d - Precipitaciones excepcionales anormales en zonas marginales que determinan falsas expectativas agrícolas en zonas típicamente ganaderas
- e - inversiones circunstanciales de capitales extraños al quehacer agropecuario

3 - Factores depresores de los precios de predios agropecuarios

- Degradación ecológica y baja productividad
- a - Mal manejo del ciclo, exceso de pastoreo
 - b - Erosión severa o grave, eólica o hidráulica
 - c - Afloramiento de napas acuíferas, freáticas
 - d - Salinización del suelo
 - e - Descensos significativos de napas acuíferas potables para riego
 - f - Obras públicas iniciadas y no terminadas, que se prolongan indefinidamente y que causan molestias o impiden el libre tránsito
 - g - Presencia de plantas tóxicas
 - h - Sequias prolongadas excepcionales o inundaciones



CAPITULO DOS

Tasación de Inmuebles por Comparables

TASACIÓN POR COMPARABLES – Introducción¹

A la hora de hacer una tasación de un inmueble existen varios factores a tener en cuenta y que pueden influir en el valor final del mismo. En primer lugar, es necesario conocer la finalidad para la que se realiza la tasación, (Garantía Hipotecaria, Valor Real de Mercado, Adjudicaciones, etc.). En segundo lugar, se debe identificar que el inmueble que se está visitando es realmente el que se tiene que valorar, se tiene que comprobar sus superficies, se debe conocer su adecuación o no a la Normativa Urbanística Vigente, su titularidad, su estado de ocupación y el de conservación. Para todo lo anterior, se debe haber dispuesto de toda la documentación necesaria en función de la tipología del inmueble y la finalidad de la tasación. Otro factor fundamental a la hora de hacer una tasación es realizar un análisis exhaustivo del mercado de comparables similares existente en el entorno en el que se ubica el inmueble para de esta manera poder obtener un valor de mercado correcto. Se tiene que analizar todas las circunstancias que tiene el inmueble para calcular los diferentes valores y a partir de ellos obtener el valor de tasación. Por último, se debe evaluar las limitaciones que tiene el valor e indicarlo en la tasación.

¿ Cuándo es necesario una TASACIÓN INMOBILIARIA?

- Cuando se desea saber el valor MÁS PROBABLE de la(s) propiedad(es) que se posee(n);
- Cuando se pretende conocer el valor de una propiedad antes de ponerla en venta;
- Cuando se piensa en alquilar un bien inmueble -ya sea estable o de temporada- y se hace necesario conocer el valor del alquiler o renta, para averiguar la rentabilidad del alquiler.
- Cuando se va a constituir una Sociedad Comercial, o ampliar el capital de una Sociedad ya existente, mediante aportaciones no dinerarias de bienes inmuebles.
- Cuando se negocia la permuta de una propiedad por otra, o se quiere vender un lote apto para edificar a cambio de parte de las construcciones futuras.
- En los casos de Disolución de Sociedades donde hay reparto de bienes inmuebles entre los socios;
- Cuando se requiere una Tasación Pericial Contradictoria en los recursos relativos Sucesiones, Donaciones, Transmisiones Patrimoniales, Divorcios, expropiación;
- Cuando se quiere pactar el reparto de una herencia entre familiares;
- Cuando se negocia con Compañías de Seguros el resarcimiento derivado de cualquier siniestro de alguna importancia sobre bienes inmuebles.
- Cuando se promueve la ejecución en Subasta Pública de bienes inmuebles propiedad de deudores;

¹ El presente trabajo ha sido extraído y adaptado de "El mercado Inmobiliario y la Preparación de Proyectos - J.C. Franceschini" – "Tasación de Inmuebles . G. Gómez Picasso y J. Rozados" – "Principios de la Gestión Inmobiliaria – Compiladora Estela Reca (Capítulo 7 – Métodos Comparativos de Tasación – Daniel Boveri" y aplicando conocimientos propios del autor.

- Cuando, al no haber acuerdo con las Compañías de Seguros sobre indemnizaciones por daños en bienes patrimoniales, se recurre a la vía judicial;
- En todos los demás casos, cuando se persigan efectos administrativos o públicos, solicitudes de Hipotecas ante entidades bancarias o de crédito.

¿A que momento se puede referir una TASACIÓN INMOBILIARIA?

A solicitud del solicitante, la Tasación puede ser valorada al tiempo actual de mercado, o bien, a un tiempo pasado predeterminado.

El método comparativo permite determinar el valor más probable de mercado en un momento determinado y en unas condiciones dadas. Evidentemente, la tarea se torna dificultosa en momentos de crisis como los que se han pasado (fines del 2001, comienzos del 2002), pero por suerte los valores ya han tendido a tornarse más previsibles. En todos los casos, está en la experiencia del tasador está en la experiencia del tasador encontrar los antecedentes apropiados. Y cuando el cometido es juzgado como extremadamente dificultoso, se puede aplicar la metodología del costo de reposición depreciado en forma supletoria

Ciertamente, es necesario contar con el mayor volumen de información posible. Pero tal vez lo esencial es elegir entre los antecedentes los más representativos del segmento de mercado de que se trate y en eso el tasador es insustituible. Otra vez nos remitimos a la finalidad de la tasación: si se está haciendo un estudio para replantear por ejemplo los valores fiscales de una ciudad, es claro que se deberá recurrir a una gran cantidad de información e incluso a métodos econométricos. Pero por el contrario, si se debe tasar un caso específico, bastará con antecedentes comparables bien elegidos. Desde ya que para el control de tasaciones, las estadísticas pueden indicarnos posibles desvíos, pero en definitiva la tasación estará sustentada por los antecedentes que por decirlo de alguna forma, ofician de "prueba", más allá de las estadísticas

Dada la distorsión que producen muchas tasaciones de propiedades ofrecidas en el mercado, luego de evaluar los distintos atributos del inmueble a valuar y darles un adecuado peso ponderado a cada uno, se lo debería comparar con el valor de inmuebles similares, haciendo pesar en esta comparación la evaluación que se haya hecho del inmueble en cuestión y también la evaluación de los que se utilizan para compararlo. Ahora bien, el problema se plantea a la hora de pasar todo esto a valores concretamente. Ya que si no se cuenta con una base de datos significativa de valores "realizados" y no "solicitados", si o si se está arrastrando en la obtención de la tasación la distorsión de quienes valúan mal.

Algunas consideraciones con respecto al método de valuación por comparables:

- Este es el método más usualmente utilizado, pero no el único que existe.
- Consideramos que es el método básico capaz de brindar una buena estimación, pero que debe ser chequeado con otros métodos para brindar un servicio de valor agregado útil a la hora de tomar decisiones.
- La clave de este método está en la elección de los inmuebles adecuados que resultan comparables con el que se tasa.
- Consideramos que una práctica que metodológicamente no puede dejar de hacerse es homogeneizar cuantitativamente las propiedades, a fin de ajustar adecuadamente los comparables.
- Consideramos que es apto para departamentos y casas que cuentan con numerosos comparables en el mercado. Para otro tipo de inmuebles de mayor envergadura y con componentes específicos para su actividad, consideramos que puede resultar insuficiente

	Inmueble a Tasar	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3
Precio de Venta \$		160050	314280	625650
Superficie m ²		56	100	170
Precio por m ²	3660	2858	3143	3680
Características y Cualidades a Homogeneizar	Puntaje Parcial			
Ubicación	8	8	8	9
Orientación	8	8	8	8
Tipología	8	6	8	8
Antigüedad	8	8	8	8
Calidad Constructiva	8	7	8	8
Calidad de Mantenimiento	9	7	8	8
Funcionalidad	8	7	8	8
Visuales	8	7	7	8
Iluminación	8	7	7	8
Aislamiento Acústico	8	8	8	8
Superficie del Terreno				
Superficie Cubierta	8	10	9	8
Comercialización	8	6	7	8
Cochera	9	0	0	0
Piscina				
Quincho				
Riego por Aspersión				
Vigilancia				
Puntaje Total	106	89	94	97
Coefficiente de Homogeneización		1.19	1.13	1.09
Valor Homogeneizado		3404	3544	4022
Valor m ² Promedio		3657		
Valor Adoptado		3660		

El coeficiente de homogeneización de cada comparable se obtiene dividiendo el puntaje total del inmueble a tasar en los respectivos puntajes de los comparables. Ejemplo Comparable 1;

$$\text{Coef. Homog. 1} = 106 / 89 = 1,19$$

TASACION POR COMPARABLES

Características y Cualidades a Homogeneizar	Inmuebles						
	a Tasar A	Comparable B	Homog. \$	Comparable C	Homog. \$	Comparable D	Homog. \$
Valor de Venta	?	\$120,500		\$100,300		\$110,400	
Ubicación	Buena	Buena	0	Buena	2700	Muy Buena	-2940
Orientación	Este	Oeste	2000	Sureste	900	Noreste	-1960
Tipología	Correcta	Correcta	0	Correcta	0	Correcta	0
Antigüedad	15	11	-1000	35	2700	16	0
Calidad Constructiva	Media	Media	0	Media	4500	Buena	-3920
Calidad Mantenimiento	Medio	Bueno	-5000	Medio	0	Medio	0
Funcionalidad	Buena	Buena	0	Buena	0	Buena	0
Visuales	Buenas	Medias	2000	Medias	2700	Muy Buena	-1960
Iluminación	Buena	Media	2000	Media	2700	Muy Buena	-1960
Aislamiento Acústico	Medio	Medio	0	Bueno	-1800	Medio	0
Superficie Terreno m ²	250	290	-4000	248	0	210	4900
Superficie Cubierta m ²	100	100	0	115	-5400	90	4900
Superficie Semicubierta m ²	10	16	-1000	10	0	10	0
Superficie descubierta m ²	20	20	0	9	900	40	-2940
Cochera	no	si	-10000	si	-8000	si	-7000
Piscina	no	si	-5000	no	0	si	-3000
Quincho	no	si	-3000	ai	-2000	no	0
Riego por aspersión	no	si	-2000	no	0	si	-2000
Sistema de Vigilancia	no	si	-500	ai	-300	ai	-400
Coefficiente de Homologación			-25500		-400		-18280
Valor Homologado			\$95,000		\$99,900		\$92,120
				Promedio	95673		
				Valor Adopta	\$95,000		

TASACIÓN POR COMPARABLES²

Se debe tasar un inmueble que cuenta con 150 m², localizado en un barrio residencial, que cuenta como lindero a una carpintería, su antigüedad es de 3 años, siendo su diseño y construcción de un muy buen estándar y un buen estado de mantenimiento. Del relevamiento efectuado en el área del inmueble a valuar se han obtenido las siguientes propiedades comparables

1 - Consiste en un inmueble que cuenta con 180 m², con buenos linderos, su antigüedad es de 10 años, siendo su diseño y construcción de un viejo estilo y bajo nivel de mantenimiento, pero con una mejor ubicación relativa respecto del inmueble que se valúa. Su precio es de \$ 700 por m² de construcción.

2 - Consiste en un inmueble que cuenta con 160 m², con buenos linderos, su antigüedad es de 5 años, siendo su diseño y construcción de un buen estilo y buen estado de mantenimiento, con una mejor ubicación relativa respecto del inmueble que se valúa. Su precio es de \$ 800 por m² de construcción.

3 - Consiste en un inmueble de 155 m², con buenos linderos, su antigüedad es de 2 años, es una propiedad moderna, de un buen estilo de construcción y un estado de mantenimiento muy bueno, sin embargo, su ubicación no es tan buena, ya que se encuentra localizada sobre una arteria de gran circulación vehicular. Su precio es de \$ 750 por m² de construcción

Cuadro de análisis comparativo				
Factores	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3	Propiedad a tasar
Ubicación	9,00	9,00	7,00	8,00
Calidad de la construcción	6,00	8,00	9,00	9,00
Mantenimiento	4,00	8,00	9,00	8,00
Antigüedad	5,00	7,00	9,00	8,00
Linderos	9,00	9,00	9,00	2,00
Rating	6,60	8,20	8,60	7,00
Precio por m ²	700	800	750	?

Análisis comparativo consolidado					
Comparables	Precio x m ²	Coficiente de ponderación	Coficiente de la propiedad	Indice	Precio x m ² ajustado
	.(1)	.(2)	.(3)	.(3) / .(2)	
1	700	6,60	7,00	1,06	742,42
2	800	8,20	7,00	0,85	682,93
3	750	8,60	7,00	0,81	610,47
Precio consolidado					678,61

Valor de la propiedad por comparables = Sup. De la propiedad x Precio consolidado

Valor de la propiedad = 150 m² x \$ 678,61 = \$ 101.791,50

Aplicando un coeficiente de oferta de 0,95, por no haber accedido a datos de propiedades

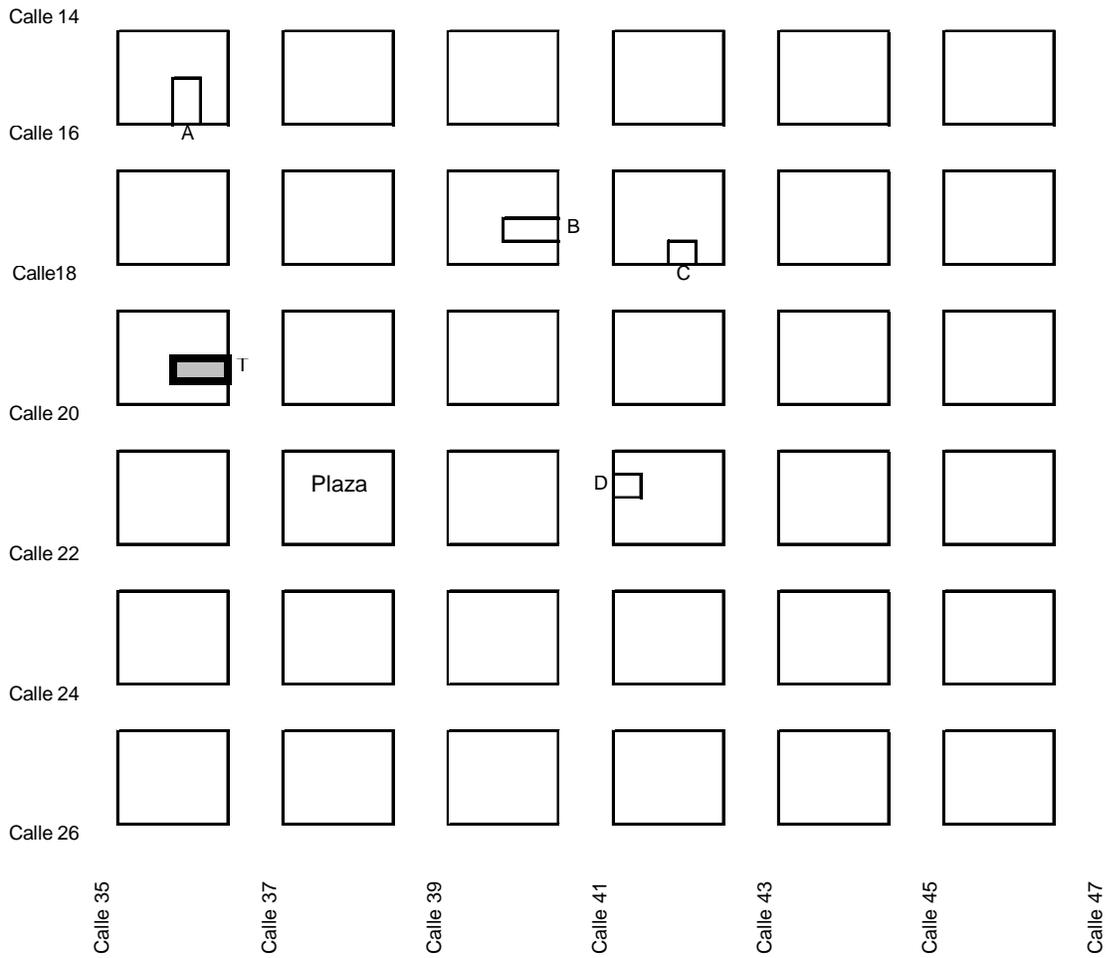
vendidas, queda: Valor de la propiedad = \$ 101791,50 x 0,95 = \$ 96.701,93

Redondeando **Valor de la propiedad = \$ 97.000**

² Extraído de "El Mercado Inmobiliario la Preparación de Proyectos" de J.C. Franceschini

TASACIÓN DE UN DEPARTAMENTO EN PH POR COMPARABLES

Cróquis de Ubicación



PLANILLAS DE ANTECEDENTES

Dirección		Calle 37 al 400 e/ 18 y 20			N.C.		01-43-650120			
Valor a Tasar	Oferta Venta	X		Fecha	23/10/2006	Departamento	X	Antecedente		
						Oficina		A tasar		
Coef Forma de Pago		1,00		Forma de Pago		Local				
Deducciones				CONTADO		Plano N°	U:F:	%		
Valor resultante						01/15268/92	9	8,23		
						Piso	Planta			
						5° "A"	F1c	F2c	CF	PI
							X			
Superficie Propia	Real		C. Hom.	Sup. Hom.	Características Constructivas					
	Cub.	96,24	1,00	96,24	1° Lujo	1°	2°	3°	Otra	
	Semicub	4,26	0,50	2,13			X			
	Balcón	8,80	0,33	2,90	Edad	Estado		Baño Priv.		
	Descub.				33	2,5		si	no	
	Baulera				Frente	Fondo				
	E. Piso									
Otra				Cochera	SI		NO	X		
Totales		109,30		101,27		Fuente		TTP		

Dirección		Calle 16 al 100 e/ 35 y 37			N.C.		01-43-680150			
Valor a Tasar	Oferta Venta	X	150000	Fecha	23/10/2006	Departamento	X	Antecedente		
						Oficina		A		
Coef Forma de Pago		1,00		Forma de Pago		Local				
Deducciones				CONTADO		Plano N°	U:F:	%		
Valor resultante		150000				01/13251/90	19	4,23		
						Piso	Planta			
						2° "C"	F1c	F2c	CF	PI
										X
Superficie Propia	Real		C. Hom.	Sup. Hom.	Características Constructivas					
	Cub.	89,26	1,00	89,26	1° Lujo	1°	2°	3°	Otra	
	Semicub	3,15	0,50	1,58				X		
	Balcón		0,33	0,00	Edad	Estado		Baño Priv.		
	Descub.				28	2,5		si	no	
	Baulera				Frente	Fondo				
	E. Piso									
Otra				Cochera	SI		NO	X		
Totales		92,41		90,84		Fuente		TTP		

Dirección		Calle 16 al 100 e/ 35 y 37			N.C.		01-43-720260			
Valor a Tasar	Oferta Venta	X	165000	Fecha	23/10/2006	Departamento	X	Antecedente		
Coef Forma de Pago		1,00	Forma de Pago		Local		B			
Deducciones		CONTADO			Plano N°	U:F:	%			
Valor resultante		165000			01/14416/91	12	5,79			
						Piso	Planta			
						4° "B"	F1c	F2c	CF	PI
								X		
Superficie Propia	Real		C. Hom.	Sup. Hom.	Características Constructivas					
	Cub.	92,38	1,00	92,38	1° Lujo	1°	2°	3°	Otra	
	Semicub	3,92	0,50	1,96			X			
	Balcón	7,25	0,33	2,39	Edad	Estado		Baño Priv.		
	Descub.				24	2		si	no	
	Baulera				Frente	Fondo				
	E.Piso									
Otra				Cochera	SI		NO	X		
Totales		103,55		96,73	Fuente		TTP			

Dirección		Calle 18 al 400 e/ 41 y 43			N.C.		01-43-800420			
Valor a Tasar	Oferta Venta	X	170000	Fecha	23/10/2006	Departamento	X	Antecedente		
Coef Forma de Pago		1,00	Forma de Pago		Local		C			
Deducciones		CONTADO			Plano N°	U:F:	%			
Valor resultante		170000			01/146251/91	2	9,23			
						Piso	Planta			
						2° "C"	F1c	F2c	CF	PI
									X	
Superficie Propia	Real		C. Hom.	Sup. Hom.	Características Constructivas					
	Cub.	93,15	1,00	93,15	1° Lujo	1°	2°	3°	Otra	
	Semicub	4,23	0,50	2,12			X			
	Balcón		0,33	0,00	Edad	Estado		Baño Priv.		
	Descub.	18,26	0,20	3,65	30	3		si	no	
	Baulera				Frente	Fondo				
	E.Piso									
Otra				Cochera	SI		NO	X		
Totales		115,64		98,92	Fuente		TTP			

Dirección		Calle 41 al 500 e/ 20 y 22			N.C.		01-43-800180			
Valor a Tasar	Oferta Venta	X	195000	Fecha	23/10/2006	Departamento	X	Antecedente		
						Oficina		D		
Coef Forma de Pago			1,00	Forma de Pago		Local				
Deducciones				CONTADO		Plano N°	U:F:	%		
Valor resultante			195000			01/132401/90	14	5,23		
						Piso	Planta			
						7° "A"	F1c	F2c	CF	PI
										X
Superficie Propia	Real		C. Hom.	Sup. Hom.	Características Constructivas					
	Cub.	101,76	1,00	101,76	1° Lujo	1°	2°	3°	Otra	
	Semicub	4,38	0,50	2,19		X				
	Balcón	8,15	0,33	2,69	Edad	Estado		Baño Priv.		
	Descub.				32	2,5		si	no	
	Baulera				Frente	Fondo				
	E. Piso									
	Otra				Cochera	SI		NO	X	
Totales			114,29		106,64	Fuente	TTP			

Coeficientes correctores del valor para departamentos y oficinas en Propiedad Horizontal Res. N° 015 - TTP .93		
a) Ubicación en planta		
	Dpto	Oficinas
Frente a 1 calle	1,00	1,00
Frente a 2 calles	1,05	1,05
Al contrafrente	0,95	0,95
A patio interior	0,90	0,90
b) Ubicación en piso (Edificio con ascensor)		
	Dpto	Oficinas
Planta baja	0,95	1,10
1° Piso	1,00	1,00
2° Piso	1,05	1,00
3° Piso	0,95	0,95
4° Piso	0,95	0,95
5° Piso	0,90	0,90
6° Piso	0,90	0,90
7° Piso	0,95	0,95
8° Piso	0,95	0,95
9° Piso	0,80	0,80

En edificios sin ascensor el coef. Se disminuye en 0,05

Coeficientes utilizados según características constructivas del edificio	
Primera de lujo	1,50
Primera	1,30
Segunda	1,00
Tercera	0,85

Coeficientes según la superficie cubierta propia	
Hasta 30 m ²	1,10
De 31 m ² a 50 m ²	1,05
De 51 m ² a 100 m ²	1,00
De 101 m ² a 150 m ²	0,95
De 151 m ² a 250 m ²	0,90

PLANILLA DE HOMOGENEIZACION DE ANTECEDENTES

Antec	Ubicación Edad - Estado	Piso Planta	Fecha	Importe \$	Sup. Propia m ²	Valor Unit. \$/m ²
A	Calle 16 al 100 e/ 35 y 37 28 - 2.5	2° Patio Int.	20/10/2006	150000	90,84	1651,25
B	Calle 41 al 300 e/ 16 y 18 24 - 2.0	4° Contrafr.	20/10/2006	165000	96,73	1705,78
C	Calle 18 al 400 e/ 41 y 43 30 - 3.0	1° Contrafr.	20/10/2006	170000	98,92	1718,56
D	Calle 41 al 500 e/ 20 y 22 32 - 2.5	7° Frente	20/10/2006	195000	106,64	1828,58

Antec	Coeficientes Asimiladores									Vbuh \$/m ²
	Divisores						Multiplicativos		Coef. Total	
	Ubic. Edif.	Ubic. Piso	Ubic. Planta	Sup. Propia	Edad y Estado	Caract. Construc.	Oferta	Actual.		
A	0,95	1,05	0,90	1,00	0,696	0,85	1,00	1,00	1,88	3109,07
B	0,95	0,95	0,95	1,00	0,777	1,00	1,00	1,00	1,50	2560,54
C	0,95	1,00	0,95	1,00	0,610	1,00	0,90	1,00	1,63	2809,51
D	1,05	0,95	1,00	0,95	0,649	1,30	0,90	1,00	1,13	2058,41

$$\Sigma = 10537,53$$

1° Promedio 2634,38

+ 20% 3161,26

- 20% 2107,51

2° Promedio 2826,37

La fórmula para homogeneizar antecedentes es la utilizada por la Cátedra Valuaciones de la Universidad Nacional de San Juan y es la siguiente:

$$* \text{ Vbuh} = \text{VU} * \text{Cact} * \text{Cof} / (\text{Cee} * \text{Cue} * \text{Cpi} * \text{Cpl} * \text{Csp} * \text{Ccc})$$

DETERMINACION DEL VALOR DEL DEPARTAMENTO A TASAR

	Ubicación Edad - Estado	Piso Planta	Fecha de Tasación	Sup. Propia m ²	Valor Unit. \$/m ²
A	Calle 37 al 400 e/ 18 y 20	5°	20/10/2006	101,37	2827,00
Tasar	33 - 2.5	Frente			

Coeficientes Asimiladores									Vbuh \$/m ²
Ubic, Edif.	Ubic. Piso	Ubic. Planta	Sup. Propia	Edad y Estado	Caract. Construc.	Oferta	Actual.	Coef. Total	
1,00	0,90	1,00	1,00	0,64	1,00	1,00	1,00	0,58	2827,00

Valor del Dpto a Tasar = VDT = Vbuh * Cact * Cof * Cee * Cue * Cpi * Cpl * Csp * Ccc

VDT = 2827,00 \$/m² * 101,37 m² * 0,58 = \$ 165066

CAPITULO TRES

Determinación del Valor de un Inmueble por el Método de la Renta

Si bien este método nos merece algunas reservas, tales como la determinación de una tasa de renta equitativa y el valor de los alquileres netos durante un tiempo prolongado, se introducen conceptos y ejemplos de reconocidos autores para reforzar conocimientos.

METODO ANALITICO O DE CAPITALIZACION¹

Esta técnica tradicional es una de las más volubles cuando se aplica a tasaciones urbanas. Como procedimiento para estimar valores de mercado, el método analítico clásico proporciona valores inseguros mientras no se contrasten en un marco comparativo. La escasa confianza que merece el método analítico se explica porque el tasador puede introducir, voluntaria o involuntariamente, ciertos sesgos en el proceso de cálculo. Se verá enseguida que si un tasador quiere justificar un precio algo más bajo que el precio de mercado, tiene suficientes resortes para hacerlo recurriendo al método analítico.

En el método analítico clásico se postula que el valor de un inmueble, está estrechamente relacionado con la renta que produce o que es capaz de producir en el futuro. Sin duda, esta hipótesis central tiene un fundamento económico preciso. Los inmuebles son bienes de inversión que se demandan en el mercado por sus rendimientos esperados. Los rendimientos de la inversión en inmuebles tales como viviendas, locales de negocio y otros susceptibles de arrendamiento, se mide por el flujo de rentas que se obtiene mediante su alquiler a lo largo del tiempo. Sin embargo, no todos los inmuebles producen un flujo de renta en su estado actual. Los terrenos producirán este flujo una vez que se construyan y se alquilen los edificios resultantes. Pero antes de su construcción no existen referencias directas sobre dichas rentas potenciales, las cuales tendrán que estimarse mediante el cálculo de expectativas y bajo hipótesis más o menos contrastables. Hay inmuebles singulares como los teatros, los grandes hoteles y las grandes galerías comerciales, cuyo flujo de rentas es difícil de verificar, por dos razones: 1) no existe un mercado transparente de alquileres para estos activos a causa, precisamente, de su singularidad; 2) la estimación de su renta sólo se puede hacer partiendo de datos sobre los ingresos netos del negocio. Pero estos ingresos netos son aleatorios y depende del mayor o menor acierto en la gestión empresarial.

Por otra parte, el flujo o corriente de rentas a lo largo del tiempo puede experimentar cambios respecto a los niveles esperados por el tasador cuando realiza la tasación. Otro motivo de incertidumbre proviene del horizonte temporal que se fija para el flujo de rentas. Esa frecuente trabajar con la hipótesis de horizonte temporal infinito. Es decir, el tasador supone que el flujo de rentas se mantendrá invariable durante infinitos años a partir del momento de la tasación. Esta hipótesis no parece excesivamente realista aunque simplifica los cálculos y el volumen de información que necesita el tasador. Con todo, se puede argumentar a favor de la hipótesis de horizonte infinito, que las rentas correspondientes a años muy alejados del momento presente, van a influir relativamente poco en el resultado de la tasación. La razón es que el importe capitalizado de la renta anual, será tanto más pequeño cuanto más distante se encuentre dicha renta en el tiempo.

Ahora bien, cuando no se admite la hipótesis de horizonte infinito hay que determinar la longitud de dicho horizonte, y ello conlleva, casi siempre, problemas de incertidumbre. Al fijar el horizonte con arreglo a un cierto criterio, el tasador puede cometer un sesgo, intencionado o no, cuyas consecuencias sobre el precio de tasación son evidentes.

¹ Extraído y adaptado de Ballesteros, Rodríguez y Caballer

El último paso de esta metodología consiste en capitalizar el flujo de rentas a una tasa (es decir, elegirla de modo que conduzca a estimaciones fiables del precio de mercado) no siempre resulta fácil ni contrastable. El tasador tiene aquí un margen de maniobra que le permite acomodar el precio de la tasación a unas conveniencias particulares, ya de índole política, ya de índole profesional (si el tasador quiere defender los intereses de su cliente en el informe pericial).

El método analítico clásico ha sido objeto de diversos perfeccionamientos que tienden a eliminar, o por lo menos a mitigar, la inseguridad de sus conclusiones. En los modelos perfeccionados, los parámetros (y, en especial, la tasa de capitalización o actualización) se eligen racionalmente mediante procedimientos sofisticados de decisión. El horizonte temporal se puede determinar también con ayuda de un modelo, que optimiza la vida útil de la inversión en el contexto de ciertas hipótesis. Estas variantes perfeccionadas tienen el inconveniente de complicar el planteamiento y, además, pueden ofrecer alguna vulnerabilidad a causa de sus hipótesis.

Capitalización de rentas urbanas

Se llama método analítico a la evaluación de un activo capitalizando su renta: Este método exige fundamentalmente: 1) el cálculo de la renta, partiendo de cuentas de ingresos y costos; 2) la elección adecuada del horizonte temporal y de la tasa de interés; 3) el cálculo del valor capital por las fórmulas de capitalización conocidas.

Así pues, se puede pensar que los principales problemas planteados por el método analítico pertenecen al análisis de inversiones. En efecto, el valor de un inmueble se estima por la renta total (suma de las rentas anuales actualizadas) que ese inmueble proporciona (o se supone que proporcionará), en términos de expectativas, a lo largo de su vida útil. Esto es, el inmueble funciona como una inversión a la que restan “h” años de vida útil (horizonte temporal).

Consecuentemente, se puede estimar su valor por la fórmula:

$$V = \sum_{t=1}^h \frac{R_t}{(1+r)^t}$$

Siendo R_t la renta del año “t” y “r” la tasa de interés.

El propietario del inmueble se encuentra con la inversión ya hecha y recibe, sin más, su flujo de rentas. Por tanto, no hay que deducir el costo inicial de la inversión (que es un pago en el momento cero). El análisis de inversiones aporta además los criterios necesarios para determinar la tasa de interés.

Ejemplo:

Vamos a suponer un gran espacio utilizado como playa de estacionamiento, inaugurado hace 40 años. Su concesionario obtuvo una concesión del municipio por 99 años, al cabo de los cuales la playa revertirá a propiedad pública. La playa se encuentra dividida en un cierto número de espacios para el estacionamiento de automóviles. Cada automovilista posee el derecho de uso sobre uno o varios espacios hasta que finalice la concesión. Estos derechos son revendibles en cualquier momento, sin otro requisito que comunicar al concesionario el propósito y ciertas particularidades de la transmisión, por si el concesionario decidiera oponerse reglamentariamente a ella.

El derecho de uso es también arrendable por su titular. En la actualidad cada plaza se viene alquilando en 1200 \$/año. Sin embargo, el titular corre con los gastos comunes (canon anual de la concesión, impuestos, limpieza, vigilantes). Estos ascienden a 480 \$/año.

Con el objeto de evaluar uno de estos espacios por el método analítico, se admitirán los siguientes supuestos:

- a) No se espera que el municipio prorrogue la concesión más allá de los 99 años que establece el contrato. Así pues, se tendrá un horizonte temporal: $99 - 40 = 59$ años
- b) Tampoco se esperan variaciones significativas en las rentas de alquiler y en los gastos comunes, excepto por movimientos inflacionarios. Por consiguiente, se cree que la renta presente ($1200 - 480 = 720$ \$/año) es un estimador aceptable de la renta futura (es decir, equivale a la renta anual futura, expresada en la unidad monetaria del año presente, para descontar el efecto de la inflación)

Este supuesto es, a todas luces, controvertible. Los gastos comunes pueden crecer más deprisa que las rentas de alquiler, si se endurece demasiado la presión fiscal o si escasean los trabajadores para el servicio de limpieza y de vigilancia, en el largo plazo. También puede ocurrir lo contrario: una aceleración de los alquileres por tirones muy fuertes de la demanda. Si embargo, se admitirá provisionalmente dicho supuesto, siguiendo un criterio laplaciano: cuando un suceso incierto no es más probable que su contrario, el sentido común aconseja creer que ninguno de ellos predomina sobre el otro.

- c) Por último, se supondrá que una inversión relativamente segura, como la que se está tasando, produce una renta pequeña en relación con su valor: por ello, se capitalizará a una tasa de interés baja ($t = 0.04$)

Dejando de lado las dudas que suscitan los supuestos anteriores, la fórmula anterior sugiere un valor:

$$V = \sum_{i=1}^{59} \frac{720}{(1 + 0.04)^t} = \$ 16220$$

Tasas mínimas de capitalización aconsejables a aplicar:

Tipo de Inmueble	Tasa anual mínima Porcentaje
Viviendas	4,5
Oficinas	6,0
Locales comerciales	7,5
Naves industriales	9,0
Playas de estacionamiento	6,5
Inmuebles rurales	4,0
Otros	8,0

DETERMINACION DEL VALOR DE UN INMUEBLE POR EL METODO DE LA RENTA

Ejemplo:

Recogidas prolijamente las características intrínsecas y extrínsecas de una propiedad urbana, se procederá a establecer el valor medio continuado de sus alquileres, tomando los que se han percibido durante un período más o menos largo, siempre que el importe en cualquier época coincida con lo equitativo.

Asimismo, el estado del edificio y sus particularidades deben asegurar un uso continuado y permanente; su estado de conservación, higiene, etc. Y mostrar buenas condiciones de uso.

Supóngase que un inmueble urbano ha producido en los últimos “n” años, los alquileres a_1 , a_2 , , a_n , anuales; luego su producción total será:

$$\Sigma (a) = a_1 (1 + r)^n + a_2 (1 + r)^{n-1} + + a_{n-1} (1 + r)^2 + a_n (1 + r)$$

El alquiler medio anual continuado será:

$$a = \Sigma (A) \frac{r}{(1 + r)^n - 1}$$

La deducción de esta fórmula es la siguiente:

La cantidad que se ha acumulado M después de “n” años, de una inversión única (C) cuando el interés es capitalizado una vez por año a una tasa “r” , es

$$M = C (1 + r)^n \quad (1)$$

Despejando “C” de la expresión (1) , se tiene:

$$C = \frac{M}{(1 + r)^n} \quad (2)$$

El valor presente de la serie uniforme de pagos se puede determinar considerando cada valor “a” como un valor futuro M en el factor $[1 / (1 + r)^n]$ y luego sumando los valores “a” presentes. La fórmula general es:

$$C = a \left[\frac{1}{(1 + r)^1} \right] + a \left[\frac{1}{(1 + r)^2} \right] + \dots + a \left[\frac{1}{(1 + r)^{n-1}} \right] + a \left[\frac{1}{(1 + r)^n} \right] \quad (3)$$

Factorizando y multiplicando ambos miembros por $1 / (1 + r)$ se obtiene:

$$\frac{C}{(1+r)} = a \left[\frac{1}{(1+r)^2} + \frac{1}{(1+r)^3} + \dots + \frac{1}{(1+r)^n} + \frac{1}{(1+r)^{n+1}} \right] \quad (4)$$

Restando la ecuación (3) de la (4), se tiene:

$$\frac{C}{(1+r)} - C = a \left[-\frac{1}{(1+r)^1} + \frac{1}{(1+r)^{n+1}} \right]$$

Factorizando C y ordenando, se tiene:

$$C \left[\left(\frac{1}{(1+r)} - 1 \right) \right] = a \left[-\frac{1}{(1+r)^{n+1}} + \frac{1}{(1+r)} \right]$$

Simplificando y dividiendo por $[-r / (1+r)]$ ambos miembros, se llega a :

$$C = a \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$

Se puede expresar "a" en términos de $[\Sigma (a)]$

$$a = C \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (5)$$

Si se reemplaza C , por su valor de ecuación (2), se tiene:

$$a = \frac{M}{(1+r)^n} \times \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Para nuestro caso $M = \Sigma (a)$

Simplificando queda:

$$a = \Sigma (a) \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

Cuando a_1, a_2, \dots, a_n , son sensiblemente iguales o muy poco diferentes, el alquiler anual puede calcularse promediando dichos valores: $(a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n$

La propiedad produce una suma de dinero importante mensual, que sin cometer mayor error puede considerarse como percibida íntegramente a fin de cada año.

En tal concepto se formula el siguiente cuadro que sintetiza los alquileres cobrados en los últimos doce años:

Alquileres producidos

													r = 0,06	
M E S E S														
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Acum. Alq.
1993	470	470	470	470	410	450	450	450	450	450	450	450	5440	10326,74
1994	450	450	450	390	420	420	420	420	420	420	420	420	5100	9133,32
1995	420	420	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	4740	8008,13
1996	390	210	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4100	6534,78
1997	350	350	350	350	320	320	320	320	320	320	320	320	3960	5954,38
1998	320	160	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	4080	5787,56
1999	360	360	360	210	380	380	380	380	380	380	380	380	4330	5794,52
2000	380	380	380	380	380	240	410	410	410	410	410	410	4600	5807,39
2001	410	410	410	410	410	410	410	300	450	450	450	450	4970	5919,35
2002	450	450	450	450	360	500	500	500	500	500	500	500	5660	6359,58
2003	520	520	360	520	520	520	520	460	520	520	520	520	6020	6381,20
2004	520	520	520	520	520	520	480	520	520	520	520	520	6200	6200,00
													Σ =	82206,94

El producto medio anual puede tomarse, sin errores graves que modifiquen fundamentalmente los cálculos, haciendo el promedio de los producidos anuales con sus intereses compuestos y luego calcular la anualidad que en doce años es capaz de cubrir ese monto, pero corresponde previamente establecer la tasa “r” de capitalización.

Determinación de “r” :

La tasa de capitalización es un elemento de fundamental importancia, que debe ser exactamente establecida en cada caso, influyendo en su determinación múltiples factores, que de no tenerlos en cuenta, muchas veces se verían malogradas todas las apreciaciones justas y documentadas que nos conducen al quantum de las valuaciones, desde el momento que un tanto por ciento mal fijado puede conducir a valores que se hallan muy lejos de ser el fiel reflejo de la realidad.

Los valores invertidos en la construcción están sometidos a usos diversos, a circunstancias variables, en cuanto a su conservación perpetua, a riesgos y eventualidades de destrucción o pérdidas por siniestros, agentes atmosféricos u otras causas imposibles de prever; por lo tanto, corresponde aplicarle la ley económica que dice “el interés del capital es tanto más elevado cuanto mayores sean los riesgos de pérdidas o eventualidades de destrucción a que está sometido.”

Los capitales invertidos en la compra de terrenos agrarios, donde debe implantarse un establecimiento agrícola ganadero deben redituar menor porcentaje de interés que los invertidos en construcciones rurales de mampostería, y estos a su vez, menos interés que los capitales empleados en la adquisición de maquinarias.

Existen algunas propiedades urbanas cuya renta líquida alcanza al 9 y hasta el 10 % de los capitales invertidos, por el contrario hay también casos en que la propiedad no produce renta mayor del 3 o 4 % de su valor real. El caso general varía entre el 5 y el 7 %.

Se adoptará, para el ejemplo, una tasa del 6 % como tasa de interés para la casa en cuestión.

Valor medio anual de los alquileres:

El valor medio anual de los alquileres es igual a la anualidad posticipada que en doce años es capaz de cubrir el monto, o sea;

$$a = \Sigma (A) \frac{r}{(1+r)^{12} - 1} = 82206,94 \frac{0,06}{1,06^{12} - 1} = 4872,98$$

Por lo tanto el producto medio anual de los alquileres del inmueble es igual a la suma de \$ 4872,98.

Gastos:

Los gastos necesarios para la explotación de un edificio, son los siguientes:

1 – Conservación y reparación del edificio: A cargo del propietario, constituidos por gastos de diversa índole dada la gran variedad de estructuras de una casa sometida a los deterioros del uso y la acción del tiempo. Estos gastos están en relación con el valor de la construcción para cada clase de edificio.

Designando con C_i al capital inmobiliario de un edificio y con "p" la cuota anual por unidad de moneda de conservación y reparación, se puede escribir:

$$E_f = C_i * p$$

Sean e_1, e_2, \dots, e_n , los gastos de conservación y reparación ejecutados anualmente, su acumulación total durante "n" años será:

$$\Sigma (e) = e_1 (1+r)^n + e_2 (1+r)^{n-1} + \dots + e_{n-1} (1+r)^2 + e_n (1+r)$$

Los gastos medios anuales de conservación y reparación del edificio considerado, serán:

$$E_f = \Sigma (e) \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

y la cuota unitaria por unidad de moneda, que anualmente corresponde efectuar para conservación del edificio será:

$$p = \frac{E_f}{C_i} = \frac{\Sigma (e)}{C_i} \frac{r}{(1+r)^n - 1}$$

Los gastos del inmueble considerado son los siguientes:

1 – Gastos por pago de:

- a) Impuesto Inmobiliario
- b) Municipalidad (limpieza y alumbrado)
- c) OSSE

2 – Gastos de conservación y reparaciones

3 – Gastos de administración e imprevistos

4 – Gastos de perpetuidad

1 - Los pagos por impuestos y contribuciones están sintetizados en el cuadro siguiente:

Pagos de Impuestos y Contribuciones

				r = 0,06	
Años	Imp. Inmob.	Municipal	OSSE	Total	Acum. Cont.
1993	120	250	190	560	1063,05
1994	120	250	190	560	1002,87
1995	120	250	190	560	946,11
1996	120	290	180	590	940,37
1997	120	290	180	590	887,14
1998	120	290	180	590	836,93
1999	120	290	220	630	843,08
2000	120	320	220	660	833,23
2001	120	320	220	660	786,07
2002	120	320	220	660	741,58
2003	120	320	220	660	699,60
2004	120	420	220	760	760,00
Σ =				7480	10340,03

El valor medio anual de los impuestos y contribuciones será;

$$I_f = \Sigma (A) \frac{r - 1}{r^{12} - 1} = 10340,03 \frac{1,06 - 1}{1,06^{12} - 1} = 612,93$$

Por lo tanto los gastos medios anuales del inmueble son iguales a la suma de \$ 612,93.

Como los totales de pagos por impuestos y contribuciones, son valores sensiblemente iguales, se puede calcular el promedio de los mismos:

$$I_f = 7480 / 12 = 623,33$$

Como se observa no hay gran diferencia entre un cálculo y otro.

2 - Los gastos de conservación y reparaciones se sintetizan en el siguiente cuadro:

Conservación y Reparaciones

Años	Ordinarias	Extraord.	r = 0,06	
			Total	Acum. Cont.
1993	50		50	94,91
1994				
1995	50		50	84,47
1996		238	238	379,34
1997	50		50	75,18
1998				
1999	50	395	445	595,51
2000				
2001	50		50	59,55
2002				
2003	50		50	53,00
2004		469	469	469,00
$\Sigma =$			1402	1810,97

El valor medio anual de conservación y reparaciones será;

$$Gcr = \Sigma (A) \frac{r - 1}{r^{12} - 1} = 1810,97 \frac{1,06 - 1}{1,06^{12} - 1} = 107,35$$

Por lo tanto los gastos medios anuales de conservación y reparaciones del inmueble son iguales a la suma de \$ 107,35.

3 – Los gastos de administración e imprevistos, indispensables de ejecutar, están constituidos por las gestiones administrativas, legales, judiciales, etc., necesarias para el funcionamiento económico de la industria edilicia. Tratándose de grandes construcciones suele ser indispensable la presencia de un administrador o encargado permanente para el cumplimiento de las reglamentaciones que rigen el uso del edificio por sus ocupantes. En el caso que nos ocupa, son insignificantes y pueden enunciarse diciendo que comprenden el cobro mensual del alquiler, anualmente la renovación del contrato y avisos en los diarios anunciando el alquiler, por lo que no se toman en cuenta.

Los gastos de iluminación, calefacción y limpieza, cuando se trata de grandes construcciones compuestas por muchos departamentos se deben determinar si son por cuenta del propietario o están incluidos en las expensas comunes. En los edificios constituidos por una sola casa habitación el gasto mencionado no corresponde al propietario, por ser privativo del inquilino que usa la casa, por lo tanto no debe tenerse en cuenta al calcular los gastos.

4 – Los gastos de perpetuidad se toman teniendo en cuenta la edad y el estado de la construcción. Suponemos que la misma tiene una vida útil de 70 años y una edad de 12 años, y se encuentra en buen estado. Calculado el valor de la misma por los métodos conocidos se llegó a un valor de reposición de \$ 70000.

La anualidad Pf capaz de cubrir en “n” años el Capital VA, es igual a la cuota anual de perpetuidad, la que está dada por la fórmula;

$$Pf = \frac{VA * r}{(1 + r)^n - 1} = \frac{70000 * 0,06}{1,06^{70-12} - 1} = 148,10$$

Renta líquida media anual:

La renta líquida media anual está dada por la fórmula siguiente:

$$R = A - (If + Gcr + Pf)$$

Numéricamente:

$$R = 4872,98 - (612,93 + 107,35 + 148,10) = \$ 4004,60$$

Valor de la propiedad:

El valor de la propiedad será:

$$V = R / r = \$ 4004,60 / 0.06 = \$ 66743$$

METODO DE CAPITALIZACION DE LA RENTA EN UNA EXPLOTACION AGRICOLA

El siguiente ejemplo ha sido extraído del Libro "Los Costos Agrarios y sus Aplicaciones de María del Carmen Gonzalez y Liliana Luisa Paglietini - Editorial Facultad Agronomía - Universidad de Buenos Aires

A los efectos de determinar el precio de la tierra libre de mejoras por el método de capitalización de la renta, se analizó una explotación agrícola ganadera modal de 1500 Has, en la que se siembran 287 Has de Trigo y 130 Has de Maíz. La ganadería es fundamentalmente de cría, pero realizan el ciclo completo engordando los animales de su producción, la base de la misma es 54 Has de praderas permanentes, 145 Has de verdeo de invierno y 20 Has de moha; en las peores tierras se realiza la cría en campo natural. Para los cálculos se consideran precios promedio constantes, mientras que los rendimientos, corresponden a los modales correspondientes al nivel tecnológico usual del campo a tasar

CAPITAL	Cantidad	Precio (\$/Unidad)	VN \$	VRACi \$	Depreciación		Interés	
					VUT años	Monto (\$)	Tasa %	Monto \$
Tierra (Has)	1500							
Alambrados								
Perimetral propio (m)	4634	3,74	17331	8666	50	347	8	693
Perimetral medianero (m)	12430	1,81	22498	11249	50	450	8	900
Internos (m)	36390	3,40	123726	61863	50	2475	8	4949
Eléctrico 1 hilo (m)	22000	0,73	16060	8030	30	535	8	642
Aguadas								
Molinos	11	1254,00	13794	6897	30	460	8	552
Tanques Australianos	11	818,00	8998	4499	30	300	8	360
Bebedores	20	381,00	7620	3810	30	254	8	305
Construcciones								
Casa Principal (m²)	200	473,98	94796	47398	50	1896	8	3792
Casa Personal (m²): 3	210	120,00	25200	12600	50	504	8	1008
Galpón (m²)	108	78,02	8426	4213	40	211	8	337
Corrales (m)	60	28,75	1725	863	40	43	8	69
Manga Bovinos	1	4406,00	4406	2203	40	110	8	176
Silos (200 tn)	4	5399,00	21596	10798	30	720	8	864
Praderas Permanentes	54	162,00	8748	4374	5	1750	8	350
Mejoras			374925	187462		10053		14997
CAPITAL FUNDIARIO				187462		10053		14997
Fijo Vivo								
Vacas de Cría	500	203,94	101970				8	8158
Vaquillonas 2 años	212	284,90	60398,8				8	4832
Vaquillonas 1 año	217	190,21	41275,57				8	3302
Novillos 2 años	213	323,00	68799				8	5504
Novillos 1 año	218	197,00	42946				8	3436
Caballos	5	450,00	2250	1125	10	225	8	90
Terneros	435	161,50	70252,5				8	5620
Toros	25	926,00	23150	11575	4	5788	8	926
FIJO VIVO			411042	12700		6013	8	31867
Inanimado								
Tractor (120 HP)	1	41963	41963	20982	15	2798	8	1679
Tractor (200 HP)	1	55501	55501	27751	15	3700	8	2220
Arado rejas	2	6534	13068	6534	15	871	8	523
Arado cincel	1	5975	5975	2988	15	398	8	239
Rastra doble acción 40 discos	2	7213	14426	7213	20	721	8	577
Cultivador	1	9721	9721	4861	13	748	8	389
Rolo	1	1998	1998	999	10	200	8	80
Escardillo	1	1990	1990	995	20	100	8	80
Fertilizadora	1	5433	5433	2717	10	543	8	217
Sembradora GF	1	21448	21448	10724	15	1430	8	858
Sembradora GG	1	25090	25090	12545	15	1673	8	1004
Pulverizador	1	4638	4638	2319	15	309	8	186
Rastrillo estelar	1	2832	2832	1416	15	189	8	113
Corta - Hileradora	1	6125	6125	3063	10	613	8	245
Acoplado tolva	2	786	1572	786	20	79	8	63
Acoplado playo	1	1788	1788	894	20	89	8	72
Acoplado cistma agua	1	4829	4829	2415	20	241	8	193
Chimango	1	3555	3555	1778	15	237	8	142
Rotoenfardadora	1	17019	17019	8510	15	1135	8	681
Transportador de rollos	1	2719	2719	1360	15	181	8	109
Acoplado Cisterna combustible	1	2826	2826	1413	20	141	8	113
Fijo Inanimado			244516	122258		16395		9781
CAPITAL EXPLOTACION FIJO				134958		22408		41648

GASTOS	
Sanidad animal	3090.00
Tacto	337.50
Maíz: - Semilla	6994.00
- Agrquímicos	1746.75
- Fertilizantes	6292.00
- Cosecha	7410.00
- Comercialización Maíz	22994.40
Trigo: - Semilla	12054.00
- Agrquímicos	8036.00
- Fertilizantes	14924.00
- Cosecha	8036.00
- Comercialización Maíz	30908.18
Moha (confección de rollos) - Semilla	440.00
Verdeo de invierno (avena + R. Tamma)	
- Semilla	8859.50
- Fertilizante	2610.00
Combustible y Lubricantes	4855.09
Conservación Mejoras (2 %)	3749.24
Conservación fijo inanimado (5 %)	6112.95
Impuestos	29291.28
Salarios	41389.18
Comisión venta bovinos	3898.90
Guías	285.00
Flete	935.00
Total Gastos	225248.97

INGRESOS				
Concepto	Unidad	\$/Unidad	Cantidad	\$
Trigo	tn	193	890	171770
Maíz	tn	134	572	76648
Vacas Viejas	kg	0.53	28500	15105
Novillos	kg	0.89	88200	78498
Vaquillonas	kg	0.85	73500	62475
Total INGRESOS				404496

CALCULO DEL VALOR DE LA TIERRA		
ITEM		
INGRESOS		404496
GASTOS	225248.97	
INTERES FUNDIARIO	14996.98	
INTERES FIJO	41647.99	
INTERES CIRCULANTE	9009.96	
DEPRECIACIONES	32461.44	
RENTA	81130.65	
VALOR DE LA TIERRA	1352177.55	
VALOR POR HECTAREA	901.45	

0.08 * Capital Fundiario

0.09 * Total gastos / 2

$R = I - (G + IF + IFI + IC + D)$

Valor = $R / r - r = 0.06$

El **Valor Residual Activo y Circunstanciado (VRACi)** es el valor de un bien en un momento determinado de su vida útil, de modo que depende del estado de conservación del bien (según el uso que tenga, por lo que de él depende su vida futura probable) y del tiempo transcurrido. Es un concepto que se aplica a los bienes que tienen vida útil limitada y duran más de un ciclo productivo, es decir, aquellos bienes que devengan un monto llamado cuota de depreciación para asegurarles su continuidad como bienes de capital. No se incluyen dentro de este tipo de bienes ni la tierra ni las mejoras extraordinarias que se incorporan al inmueble, por tener vida útil ilimitada, ni los rodeos de renta que se perpetúan a través de sus crías (con lo que ya se está asegurando la continuidad de los mismos).

En los casos en que se necesite conocer la valuación del capital fijo de una determinada empresa, el **VRACi** de cada uno de los rubros que lo componen se calcula por el precio de mercado (costo de oportunidad) siempre teniendo presente el estado de conservación del mismo. Pero, cuando se quiere obtener un costo de producción modal (que considera los costos implícitos y explícitos) y se utilizan explotaciones cuyo capital de inversión responde a características medias de la zona, se considera que los bienes se encuentran en la mitad de su vida útil (se entiende que en promedio cuando una explotación tiene un bien nuevo, en otra estará completamente depreciado). En consecuencia, el **VRACi** se calcula como $VN / 2$ (**VN** es el Valor a Nuevo que tiene cada rubro del capital si el mismo fuera adquirido en el momento de efectuar los cálculos, o sea que es el precio de mercado de un bien de idénticas características al que se quiere dar valor pero en estado nuevo).

DETERMINACION DEL VALOR POTENCIAL V_p

Ejemplo numérico con el mejor procedimiento a seguir para determinar el Valor Potencial de una propiedad rural.

Considerando una propiedad rural cuya renta real, es de \$ 100.000 anuales líquidos, bajo un contrato de arrendamiento por diez años.

A consecuencia de un proyecto confeccionado, prolijos estudios y cálculos técnico económicos, se ha establecido que finalizado el referido contrato de arrendamiento, es susceptible de explotarse la propiedad en forma de un establecimiento agrícola y ganadero, capaz de producir una renta total de \$ 200.000 anuales, previo el consumo de \$ 400.000 en mejoras inmobiliarias (construcciones rurales) los que deben invertirse paulatinamente desde la actualidad hasta la expiración del contrato.

La tasa de interés para el capital tierra se fija en " r_t " = 4 % y la del capital a introducirse en las mejoras inmobiliarias " r_m " = 7 %.

El valor real de la propiedad será: $V_r = R / r = 100.000 / 0.04 = \$ 2.500.000$

El valor potencial se calcula en la forma siguiente:

El capital de \$ 400.000, con sus intereses acumulados durante 10 años, al tipo correspondiente que se ha establecido, se calcula por la fórmula:

$$\$ 400.000 \times 1,07^{10} = \$ 786.860$$

La explotación rural se verá afectada del gasto anual que corresponde a los intereses de este capital o sea la suma de:

$$\$ 786.860 \times 0,07 = \$ 55.080$$

La propiedad tendrá un incremento de renta anual de:

$$\$ 200.000 - (\$ 100.000 + \$ 55.080) = \$ 44.920$$

A consecuencia de este incremento de renta, se establece el aumento de capital, haciendo su capitalización al interés del 4 % establecido; luego

$$\$ 44.920 / 0,04 = \$ 1.123.000$$

Suma que debe ser reducida a la época actual, mediante la fórmula de descuento:

$$\$ 1.123.000 / 1,04^{10} = \$ 758.660$$

Resulta entonces, que el consumo de \$ 400.000 en mejoras inmobiliarias ha producido un incremento en el valor de la propiedad de \$ 758.660, o sea un beneficio líquido de;

$$\$ 758.660 - \$ 400.000 = \$ 358.660$$

Deduciéndose entonces el valor potencial del inmueble:

$$V_p = V_r + \$ 358.660 = \$ 2.500.000 + \$ 358.660 = \$ 2.858.660 = V_p$$

CAPITULO CUATRO

El Método Residual – Conceptos y Ejemplos

METODO RESIDUAL ¹

Su aplicación permite verificar la razonabilidad del valor de mercado de un terreno edificable como el precio más probable que, en el momento de su tasación pagaría por él un promotor o emprendedor inmobiliario para su aprovechamiento. Es válido para terrenos de alta deseabilidad, para verificar valores obtenidos por el método comparativo en función de los supuestos anteriores, adquiriendo validez técnica cuando exista planeamiento urbano vigente.

Los métodos residuales pueden brindar una estimación razonable de valor, pues, en definitiva atienden a un proceso que remite a la conformación del mismo.

No obstante, al basarse en determinados supuestos para su cálculo (por ejemplo, el margen de beneficio) en las tasaciones oficiales su utilización se ve limitada frente al uso del método comparativo, en el cuál los antecedentes (si son correctamente seleccionados) reflejan la opinión dominante sobre bienes similares y asumen el valor de pruebas a partir de las cuales puede determinarse el valor.

Además, en el caso del método residual, pequeños cambios en los valores implicados en el proceso pueden aparejar diferencias considerables en los resultados.

Sumado a esto, la necesidad de un correcto análisis de flujos (elaborado sobre rentas potenciales que pueden experimentar cambios) y de fijar una tasa de capitalización apropiada (para el caso del método dinámico) lleva a aconsejar utilizarlo en forma cuidadosa.

El concepto del residual no es nuevo, y es intuitivo.

Aún el comerciante más sencillo sabe que su ganancia es la diferencia entre lo que él obtiene por la venta (precio) y lo que le cuesta lo que vende (costos y gastos), en términos de flujo de efectivo, y visto hacia adelante en el tiempo.

Si por ejemplo tiene que comprar un artículo que le cuesta 50 \$, que se puede vender a un precio de 80 \$, y para venderlo se requiere hacer gastos de 10 \$ (por publicidad, costos de empleados, etc.) él sabe que en este caso, que para él su ganancia va a ser de 20 \$.

Si él ya tiene un cierto número de esos artículos en su almacén, que ya pago (o se los regalaron da igual) y por lo tanto no tiene que desembolsar ni un centavo para adquirirlos, en términos de flujo de efectivo hacia adelante solo tiene que preocuparse por lo que adicionalmente tiene que gastar para poder realizar la venta, y marginalmente ese artículo vale para él la diferencia entre el precio y estos gastos (no importa en este caso cuanto le costó o como lo adquirió pues eso ya quedó en el pasado).

Se trata de ver cuanto se le debe de invertir a lo que ya tiene y a como se puede vender, y la diferencia, o residuo, es lo que realmente vale para uno.

De allí el nombre de residual.

Es el mismo caso para un terreno que ya se tiene, no importa como, cuando, ni a que costo se adquirió, lo que importa es cuanto le tengo que meter de aquí en adelante, y cuanto le puedo sacar y la diferencia es el valor actual.

¹ Extraído y adaptado de Arq Téc. Miguel Angel Martinez Iranzo (Valencia) e Ing. Y Master en C. Jose Daniel Muñoz Esquivel

Un residual es, por lo tanto, un análisis marginal.

Las Normas de Valuación (nacionales e internacionales) obligan a que se usen los 3 enfoques de valor, el de Costos, el del Ingreso y el Comparativo de Mercado.

El Enfoque del Ingreso tiene 2 métodos, el de Capitalización (que considera que los flujos netos van a ser iguales cada período y a perpetuidad), y el de Flujo de Efectivo Descontado (que considera los flujos netos que hay en cada período, y dentro de un horizonte de tiempo determinado).

Por tanto, se puede decir que el residual es un método de valuación por la vía de los ingresos, marginal, que en los casos aplicables cubre el requerimiento de las Normas de Valuación en cuanto a la aplicación del Enfoque del Ingreso para estimar un valor.

A la hora de acometer la valoración de un suelo, hay que tener en cuenta que existen dos tipos de mercados de suelo:

a) Mercados de valores de repercusión de suelo.

En este tipo de mercado el valor del suelo está claramente determinado por el aprovechamiento (uso y edificabilidad) que le es fijado por el planeamiento, es decir, que la cantidad de m² construidos o potencialmente construibles de cada uso determinan su valor. Se puede hablar de un precio del suelo en pesos por metro cuadrado construido.

Es el caso más frecuente en los usos de viviendas colectivas, comerciales y oficinas.

b) Mercados de valores unitarios de suelo.

Este tipo de mercado se caracteriza porque el suelo suele tener un planeamiento de desarrollo en el que se señalan máximos admisibles (volumetría, plantas, distancias a lindes, etc.) y no se suelen fijar edificabilidades, o si se fijan, generalmente no se agotan. En este tipo de mercados puede ser más determinante la forma y situación de la parcela que su potencial edificabilidad.

Se compra y se vende por metro cuadrado de suelo y no por metro cuadrado de techo. Es el caso más frecuente en los usos de residencial aislada y polígonos industriales.

Los suelos brutos urbanizables, que también se compran y venden por metro cuadrado de suelo, suelen reflejar en su valor el futuro potencial edificatorio, si es que está definido, por lo que dicho valor es representativo del aprovechamiento que el plan le asigna, aunque su valor sea unitario y no de repercusión.

El método residual en sus distintas modalidades, es utilizable para la obtención de valores de suelo, tanto unitarios como de repercusión. Por ello, en mercados de valores unitarios de suelo, lo más coherente es utilizar el método residual con el objetivo de obtener este tipo de valores de suelo, y no de repercusión.

El método residual

Uno de los Principios generales de la Valoración Inmobiliaria es el Principio del valor Residual, que dice: *“El valor atribuible a cada uno de los factores de producción de un inmueble es la diferencia entre el valor total de dicho activo y los valores atribuibles al resto de los factores”*.

A partir de este principio general se desarrolla el método residual de valoración del suelo, considerando que el valor de un bien inmueble se compone de forma aditiva por integración de los distintos costes, el del suelo, el de la construcción y con la consideración de los gastos y beneficios de la promoción como un coste más.

El valor de venta de un producto inmobiliario V_v es igual a la suma del coste de la construcción (real o potencial) C_c , sumándole el coste del suelo C_s , los gastos de la promoción G_p y los beneficios de la promoción B_p , según la siguiente formulación general:

$$V_v = C_c + C_s + G_p + B_p$$

Considerando el coste del suelo como “residuo” que se produce al deducir al valor de venta todos los gastos y beneficios más los costes de la construcción, tendremos:

$$C_s = V_v - (C_c + G_p + B_p)$$

El método residual nos permite obtener tanto valores de repercusión como unitarios del suelo, ya que si partimos de valores en venta por m^2 construido, obtendremos valores de repercusión de suelo por m^2 construido y, partiendo de valores en venta totales del producto inmobiliario, aplicando el método residual obtendremos valores totales del suelo que, divididos por el total de la superficie de suelo nos arrojará un valor unitario del mismo en euros por m^2 de suelo.

El método residual de valoración del suelo se puede realizar desde dos puntos de vista, dependiendo del tipo de suelo a valorar y de la consideración temporal de ingresos y gastos.

Para suelos consolidados por la edificación y con la urbanización ejecutada, teniendo una consideración de ingresos (V_v) y gastos ($C_c + G_p + B_p$) producidos en el momento actual puede ser utilizado el **método residual estático**.

Para suelos no consolidados por la edificación y con la urbanización pendiente de ejecución, teniendo una consideración de ingresos (V_v) y gastos ($C_c + G_p + B_p$) que implique un estudio temporal de los mismos, puede ser utilizado el **método residual dinámico**.

Aplicación

Permite determinar el valor de mercado de un terreno edificable o de un inmueble a rehabilitar como el precio más probable que, en el momento de la tasación, pagaría por él un promotor inmobiliario de tipo medio, que lo comprara y aprovechara su mayor y mejor uso.

“El valor de un inmueble susceptible de ser dedicado a **diferentes usos** o de **ser construido con distintas intensidades edificatorias**, es el que resulta de destinarlo, dentro de las posibilidades legales y físicas, **al uso más probable y financieramente más aconsejable**, con la intensidad que permita obtener el **mayor valor**.”

Requisitos para su utilización

Para la utilización del método residual, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Información adecuada para determinar **la promoción inmobiliaria más probable** a desarrollar con arreglo al régimen urbanístico aplicable.
- b) Información suficiente sobre **costes de construcción, gastos necesarios de promoción, financieros**, en su caso, y de **comercialización**. En el **MRD** se debe tener información sobre **plazos de construcción y gestión urbanística**.
- c) La existencia de **información de mercado** que permita calcular los precios de venta más probables en las fechas de comercialización.
- d) Información suficiente sobre **rendimientos de promociones** semejantes.

El método residual estático

1. Análisis de inversiones con valores actuales. (Método residual estático)

La característica fundamental de este método, a diferencia del residual dinámico, es que tanto el valor en venta del producto inmobiliario como los costes, gastos y beneficios a detraer para obtener el valor del suelo, son considerados con valores actuales.

Es aplicable a los siguientes inmuebles:

- a) Solares e inmuebles en rehabilitación en los que se pueda comenzar la edificación de forma inminente.
- b) Solares edificados.

Su aplicación requiere:

- a) Determinar la promoción inmobiliaria más probable a desarrollar sobre el inmueble a valorar según el principio de mayor y mejor uso. No obstante, cuando sea conocido el destino decidido por la propiedad del inmueble y no se oponga a la normativa urbanística se atenderá al mismo.
- b) Estimar los costes de construcción, los gastos necesarios de promoción, de comercialización y financieros normales para un promotor de tipo medio y para una promoción de características similares a la analizada.

En el caso de inmuebles en rehabilitación se tendrán en cuenta a estos efectos los costes de construcción presupuestados en el correspondiente proyecto de rehabilitación.

Los costes de construcción y los gastos necesarios de promoción a tener en cuenta serán los definidos como tales en el apartado I.1 del presente anexo.

- c) Estimar el valor de mercado del inmueble a promover para la hipótesis de edificio terminado en la fecha de la tasación.

Dicho valor será el obtenido por alguno de los métodos establecidos en los apartados precedentes de este anexo.

- d) Fijar el margen de beneficio del promotor atendiendo al común en las promociones de similares características y emplazamiento.

- e) Calcular el valor de mercado del terreno o del inmueble a rehabilitar aplicando la siguiente fórmula:

$$F = VM \times (1 - b) - \sum Ci$$

En donde:

F = Valor del terreno o inmueble a rehabilitar.

VM = Valor de mercado del inmueble terminado.

b = Margen de beneficio del promotor en tanto por uno.

Ci = Cada uno de los costes y gastos necesarios considerados.

La fórmula se obtiene teniendo en cuenta los factores que contribuyen al valor en venta (Vv) del producto inmobiliario terminado:

- a) Valor del suelo (VS)
- b) Coste de la construcción (Cc) (y el de urbanización)
- c) Gastos de la promoción (G): desde los impuestos, costes de comercialización
- d) Beneficio (Bp) remuneración del capital invertido

Por lo tanto el valor en venta de cada vivienda ofertada por el promotor

$$\mathbf{VM = VS + Cc + G + Bp}$$

De donde el valor del suelo:

$$\mathbf{VS = VM - Cc - G - Bp}$$

El precio de venta VM óptimo se obtiene por el Método de Comparación

El coste de construcción (Cc) será el de un edificio tipo de características constructivas similares (coste de contrata). En suelos urbanizables añadir los costes de urbanización.

Gastos generales estimables de promoción (G): Gastos Generales, Gastos Fiscales, Gastos Financieros

Beneficios del promotor (Bp) (20% ó según tabla)

Tal como se ha dicho:

$$\mathbf{VS = VM - Cc - G - Bp}$$

Si se llama:

$$\mathbf{(Cc + G) = Ci}$$
 (costo de la inversión)

$$\mathbf{Bp = bVM}$$
 (ya que es en realidad un % del VM)

Se obtiene:

$$\mathbf{VS = VM - Ci - bVM}$$

por lo que:

$$\mathbf{VS = VM (1-b) - Ci}$$

Que es la expresión que establece la Norma para este método, la cual da también unos valores de **b**

Margen de beneficio mínimo sin financiación ni IRS

Edificios de uso residencial

# Viviendas 1ª residencia	18%
# Viviendas 2ª residencia	24%
# Edificios de oficinas	21%
# Edificios comerciales	24%
# Edificios industriales	27%
# Plazas de aparcamiento	20%
# Hoteles	22%
# Residencias estudiantes y 3ª edad	24%
# Otros	24%

En todas las etapas anteriores, el tasador deberá justificar razonada y explícitamente en su informe las hipótesis y parámetros de cálculo adoptados.

Los costes necesarios que se mencionan en la letra b) anterior son:

Entre los gastos necesarios se incluirán al menos los siguientes:

a) Impuestos no recuperables y aranceles necesarios para la normalización de la adquisición del terreno, o del edificio a rehabilitar, y, en su caso, para la declaración de obra nueva del inmueble.

b) Honorarios técnicos por proyecto y dirección de las obras.

c) Costes de licencias y tasas de la construcción.

d) Coste de la construcción por contrata, considerándose como tal la suma de los costes de ejecución material de la obra, sus gastos generales, en su caso, y el beneficio industrial del constructor. No se incluirán en dicho coste el de los elementos no esenciales de la edificación que sean fácilmente desmontables.

En el caso de edificios de carácter histórico o artístico se tendrá en cuenta, además, el valor particular de los elementos de la edificación que le confiere ese carácter.

e) Gastos de administración del promotor.

Los gastos necesarios a tener en cuenta serán los medios del mercado según las características del inmueble independientemente de quién pueda acometer la reposición calculados con los precios existentes en la fecha de la valoración.

No se considerarán como gastos necesarios el beneficio del promotor, ni cualquier clase de gastos financieros o de comercialización.

Ambos métodos parten de la consideración de ingresos y gastos con valores actuales.

El método residual estático puede ser el más apropiado para calcular valores del suelo en zonas consolidadas por la edificación en las que no existe o prácticamente no existe urbanización pendiente, donde generalmente existe un mercado del que, con las correcciones necesarias, deducir valores del suelo.

El método residual dinámico - Análisis de inversiones con valores esperados**Procedimiento y Metodología de Cálculo**

El calculo del valor residual exigirá:

- A) Estimar los flujos de caja.
- B) Elegir el tipo de actualización.
- C) Aplicar la fórmula de cálculo.

A) Estimar los flujos de caja

1.- Determinar la promoción inmobiliaria más probable a desarrollar sobre el inmueble a valorar según el principio de mayor y mejor uso sin que se oponga a la normativa urbanística vigente.

2.- Para Edificios:

Estimar fechas y plazos de construcción o rehabilitación, y de comercialización del inmueble terminado, según hipótesis más probables.

2'.-Para Terrenos:

Estimar fechas relativas a la gestión urbanística y urbanización, en función del grado de desarrollo del planeamiento.

3.- Estimar los *pagos* como costes necesarios para un promotor de tipo medio y para una promoción semejante a la analizada:

- PLANEAMIENTO Y GESTIÓN URBANÍSTICA.
- HONORARIOS Y LICENCIAS.
- COSTES DE URBANIZACIÓN / CONSTRUCCION.
- GASTOS DE PROMOCION.
- GASTOS FINANCIEROS.
- GASTOS DE COMERCIALIZACION.

4.- Estimar los *cobros* como los valores en venta del inmueble a promover para la hipótesis terminado, referido a las fechas de comercialización.

Estos valores se obtendrán de acuerdo al análisis del mercado zonal y a la evolución esperada de los precios de mercado.

1) Estimar los flujos de caja (pagos)

a) Adquisición del terreno.

Precio de compra del suelo.

Impuestos.

- IVA
- Ingresos Brutos
- Impuesto municipal

Gastos documentales.

- Escribanía
- Registro de la Propiedad.
- Gastos catastrales.

Intermediación.

Aplazamiento de la compra.

b) Planeamiento y Gestión Urbanística.

Planeamiento.

- Convenio Urbanístico.
- Plan General.
- Plan de Sectorización (PAU, PAI, etc.)
- Plan Parcial.
- Plan Especial (PERI, APR, etc.)
- Estudio de Detalle.

Gestión Urbanística.

- Proyecto de Bases y Estatutos de Actuación.
- Proyecto de Reparcelación.
- Proyecto de Urbanización.

Otros gastos.

- Levantamientos topográficos.
- Estudio y análisis impacto medioambiental.
- Estudios geotécnicos.

c) Honorarios y Licencias

Honorarios.

- Arquitectos.
- Aparejadores.
- Ingenieros.
- Proyectos de Seguridad e Higiene.
- Visados colegiales.

Licencias.

- Licencia Municipal de Obras.
- Tasas municipales.

d) Costes Urbanización / Construcción.

Urbanización.

- Obras de urbanización
Movimiento de tierras, suministros de agua y energía eléctrica, alcantarillado, pavimentación y encintado de aceras, alumbrado público, etc.
- Acciones exteriores del ámbito.
- Dotaciones y equipamientos deportivos (golf).

Construcción.

- Presupuesto ejecución contrata.
- Acometidas.
- Urbanización interior.

Otros gastos.

- Revisión de precios.
- Estudios y control.
- Seguros.

GASTOS DE PROMOCIÓN.

Escrituras y notario.

Derechos de registro.

Gastos fiscales.

Gastos de administración del proyecto.

Gastos jurídicos y sociales.

e) Gastos Financieros.

f) Gastos de Comercialización.

2) Estimar los flujos de caja (cobros)

El análisis del segmento del mercado inmobiliario donde se ubica la inversión debería realizarse, según la siguiente estructura:

- DELIMITACION
- OFERTA
- DEMANDA
- OFERTA-DEMANDA

a) Delimitación

Se limitará físicamente el entorno sobre el que se desarrollará el estudio de mercado, de acuerdo a las características de la inversión.

b) Oferta

- Análisis de promociones existentes.

Cuantificación de la oferta (nº de promociones en construcción o terminadas).

Tamaño (nº de viviendas / locales / oficinas, etc.).

Localización (situaciones con respecto al entorno: céntricas, límites, mejores vistas, etc.).

Planeamiento urbanístico del entorno (existencia de suelo disponible para otras promociones, revisión de planeamiento, etc.)

- Promotores.

Características (promotores-constructores, sociedades promotoras, cooperativas, comunidades, etc.).

Tamaño de las empresas que actúan en el entorno.

Grado de profesionalización.

- Inmuebles ofertados.

Tipologías.

Superficies.

Nº de dormitorios. Porcentajes.

Calidades.

- Evolución histórica y previsiones.

Volumen en mercado primario y secundario.

- Precios practicados y condiciones de pago.

Mercado primario y secundario.

Mercado de alquileres. Rentabilidades.

c) Demanda

- Nivel socio-económico.

Población. Tendencias de crecimiento.

Nivel de ingresos. Estabilidad.

- Elementos dinamizadores o retardadores de la demanda.

Emigración, inmigración.

Situación de la economía en la zona.

Tendencias de la población.

- Inmuebles demandados.

Tipologías.

Superficies.

Nº de dormitorios. Porcentajes.

Calidades.

d) Oferta - Demanda

- Situación actual y tendencias.

- Tiempos estimados para ventas. Residuos de promociones.

- Precios practicados.

- Causas de aparentes desequilibrios.

- Influencia de la financiación.

	PERIODOS						
	1	2	3	4	5	6	7
Planeamiento y Gestión Urbanística	PG1						
Honorarios y Licencias		H2	H3	H4			
Costes Urbanización y Construcción			U3	U4	U5	U6	
Gastos de Promoción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Gastos Financieros (*)			F3	F4	F5	F6	F7
Gastos de Comercialización				C4	C5	C6	C7
TOTAL DE COSTES	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
TOTAL INGRESOS				I4	I5	I6	I7
FLUJO DE CAJA	FCL1	FCL2	FCL3	FCL4	FCL5	FCL6	FCL7

(*) En caso de cálculo de la tasa con financiación

PROYECTO FINALISTA

	PERIODOS							
	1	2	3	4	5	6	7	n
Honorarios	H1		H3	H4	H5	H6	H7	Hn
Licencias		L2						
Costes Construcción			C3	C4	C5	C6	C7	Cn
Gastos de Promoción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Pn
Gastos Financieros (*)			F3	F4	F5	F6	F7	Fn
Gastos de Comercialización				C4	C5	C6	C7	Cn
TOTAL DE COSTES	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Gn
Ingresos Ventas				V4	V5	V6	V7	Vn
Préstamo Obras (*)			O3	O4	O5	O6	O7	On
Préstamo Ventas (*)				PV4	PV5	PV6	PV7	PVn
TOTAL INGRESOS				I4	I5	I6	I7	In
FLUJO DE CAJA	FCL1	FCL2	FCL3	FCL4	FCL5	FCL6	FCL7	FCLn

(*) En caso de cálculo de la tasa con financiación

	PERIODOS							
	1	2	3	4	5	6	7	n
Planeamiento	PU1							
Gestión		GU2	GU3					
Costes Urbanización			U3	U4	U5	U6	U7	Un
Sistemas Generales			S3	S4				
Dotaciones				D4	D5	D6	D7	Dn
Gastos de Promoción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Pn
Gastos Financieros (*)			F3	F4	F5	F6	F7	Fn
Gastos de Comercialización				C4	C5	C6	C7	Cn
TOTAL DE COSTES	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Gn
Ventas Uso 1				V14	V15	V16	V17	V1n
Ventas Uso 2					V25	V26	V27	V2n
Ventas Uso n						Vn6	Vn7	Vnn
TOTAL INGRESOS				I4	I5	I6	I7	In
FLUJO DE CAJA	FCL1	FCL2	FCL3	FCL4	FCL5	FCL6	FCL7	FCLn

(*) En caso de cálculo de la tasa con financiación

B) Elegir el tipo de actualización

1.- Como tipo de actualización se utilizara el representativo de tasa de rentabilidad media anual del proyecto, sin tener en cuenta la financiación ajena, que obtendría un promotor medio en una promoción de características similares a la analizada, calculado de acuerdo con: $i = \text{Tasa libre de riesgo} + \text{Prima de riesgo}$

El tipo libre de riesgo será el definido en el método de actualización (mínimo Deuda Pública del Estado)

2.- La prima de riesgo se determinará a partir de la información sobre promociones inmobiliarias disponible mediante la evaluación del riesgo de la promoción teniendo en cuenta:

- Tipo de activo inmobiliario a construir.
- Ubicación, liquidez y plazo de ejecución.
- Volumen de inversión necesaria.

El tipo de actualización será real o nominal según sea constante o nominal la estimación de los flujos de caja.

Prima de riesgo mínima sin financiación ni IRS

Edificios de uso residencial

# Viviendas 1ª residencia	8%
# Viviendas 2ª residencia	12%
# Edificios de oficinas	10%
# Edificios comerciales	12%
# Edificios industriales	14%
# Plazas de aparcamiento	9%
# Hoteles	11%
# Residencias estudiantes y 3ª edad	12%
# Otros	12%

INTERES NOMINAL - INTERES REAL

Si invertimos un capital **Co** a una tasa de interés **i**, al cabo de un año podremos recuperar el capital invertido y los intereses generados.

	1 de Enero	31 de Diciembre
Año 1	Co	C1 = Co + Co x i = Co (1 + i)

Si seguimos invirtiendo lo obtenido:

Año 2 **Co (1 + i)** **C2 = C1 (1 + i) = Co (1 + i)²**

Año 3 **Co (1 + i)²** **C3 = C2 (1 + i) = Co (1 + i)³**

.....

Año n **Co (1 + i)ⁿ⁻¹** **Cn = Co (1 + i)ⁿ**

Así el valor del capital **Co** invertido a una tasa **i** durante **n** años se convierte en **Cn = Co (1 + i)ⁿ**

El valor actual de un capital **Cn** recibido al cabo de **n** años será:

$$C_0 = C_n / (1 + i)^n$$

El tipo de interés nominal lleva implícita una tasa de inflación

$$(1 + i) = (1 + ir) \times (1 + if)$$

$$(1 + ir) = (1 + i) / (1 + if)$$

Simplificación:

$$(1 + i) = (1 + ir) \times (1 + if) \rightarrow i = ir + if + ir \times if \sim ir + if$$

Tasa de actualización en términos nominales

Flujos de caja en \$ corrientes

Tasa de actualización en términos reales

Flujos de caja en \$ constantes

El método residual dinámico, en principio, puede ser el más adecuado para acometer la valoración de suelos no consolidados por la edificación y escasamente urbanizados o sin urbanizar, en los que existe un mínimo de planeamiento (un uso y una edificabilidad bruta) o un planeamiento de desarrollo más definido, y en ellos, generalmente el mercado no suele ser muy transparente.

a) Terrenos urbanos o urbanizables.

b) Edificios en proyecto, construcción o rehabilitación, incluso cuando las obras estén paralizadas.

Se parte de la consideración de que la urbanización y venta del producto inmobiliario terminado es concebida en su inicio como un proyecto empresarial cualquiera, que como tal implica un riesgo, llevándose a cabo en un horizonte temporal en el que se produce una inversión inicial de capital generándose ingresos y gastos (3).

Como tal proyecto empresarial, su objetivo es la maximización de beneficios, y por tanto la aplicación de otro de los principios de la Valoración Inmobiliaria, como es el Principio de Mayor y Mejor Uso, que dice *“El valor de un inmueble susceptible de ser dedicado a diferentes usos o de ser construido con distintas intensidades edificatorias, es el que resulta de destinarlo, dentro de las posibilidades legales y físicas, al uso más probable y financieramente aconsejable, con la intensidad que permita obtener el mayor valor”*

En el caso concreto de la actuación empresarial de carácter inmobiliario, la aportación inicial de capital sería la adquisición del suelo, los gastos serían todos los asociados al proceso de transformación de dicho suelo (de bruto a urbanizado) y los ingresos estarían representados por la parte asignada a retribuir al suelo a la hora de la venta del producto inmobiliario terminado (valor del suelo urbanizado). Todo ello a lo largo de un período temporal en el que hay que tener en cuenta la retribución del capital, el riesgo de la inversión y su duración, así como el momento en que se producen cada uno de los ingresos y gastos. Del análisis de todos estos elementos deduciremos si el proyecto es factible o no, si genera valor o no, o si manteniendo fijas unas variables podemos deducir los valores máximos alcanzables por otras.

El inversor inmobiliario puede plantear su proyecto empresarial conociendo previamente el aporte inicial a realizar (conoce lo que le cuesta el suelo). Plantea su análisis tal y como se

define en el párrafo precedente y decide, a la vista de los resultados, si la actuación es o no viable. O por el contrario –y aquí es donde intervendría el método residual dinámico– plantea la inversión total y deduce el valor del suelo (inversión inicial), que sería el máximo que se podría pagar por él para que ésta fuera viable.

Conviene antes de iniciar una explicación exhaustiva del método residual dinámico de valoración del suelo, clarificar unos conceptos básicos del análisis de inversiones (4) que nos ayuden a comprender todo el sistema de valoración, tales como la tasa de descuento i , el valor actual VA de un capital en un determinado momento, el valor actual neto VAN de una inversión y la tasa interna de retorno TIR de la misma.

El análisis dinámico de inversiones tiene como concepto fundamental la consideración del momento en que se produce cada flujo de caja (ingresos y/o gastos). Es mejor recibir un capital hoy que mañana.

El valor del dinero se reduce por la espera.

El dato que mide esta reducción del valor del dinero por no disponer de él hoy frente a la opción de hacerlo dentro de un período de tiempo determinado es el interés.

Se entiende como Flujo de caja (Cash-Flow) o Flujo de fondos, en un determinado momento o período, a la suma de ingresos y gastos, con su signo correspondiente, en ese período. Si los ingresos superan a los gastos, el flujo de caja en el período será positivo, y negativo en caso contrario.

Se puede definir el interés de un capital como la compensación de orden económico debida a la pérdida de disponibilidad de dicho capital durante un determinado período de tiempo. Esta compensación se suele expresar en forma de tasa porcentual, y en el análisis de inversiones se la denomina con distintos nombres, tales como, tasa de descuento alternativa, tipo de actualización, etc.

En análisis de inversiones la tasa de descuento o tipo de actualización está ligada al concepto de Coste de Oportunidad.

Esta tasa, a fijar por el inversor, evalúa el umbral mínimo de rentabilidad de ese proyecto frente a la oportunidad de acometer otros alternativos, y para fijarla hay que tener siempre presente la retribución que se da a un capital sin riesgo y el riesgo asociado al tipo de proyecto de inversión a acometer.

Valor actual (VA)

Como antes se mencionó el valor de un capital se devalúa por no disponer de él hoy frente a tener que hacerlo en un futuro.

El que se devalúe en mayor o menor medida depende del interés.

El concepto de valor actual sería contestar a la siguiente pregunta: ¿Cuál sería el valor hoy (actual) de una determinada cantidad de dinero que se percibirá en el momento futuro n teniendo en cuenta una determinada tasa de interés i ? O lo que es lo mismo: se actuará de forma inversa a la del método que se utiliza para calcular la cantidad de capital que se tendría en el momento futuro n al interés i .

El valor actual (VA) de un activo es la suma de los Flujos de Caja Libre (FCL) que produce, actualizados a una tasa de descuento i .

Es una cantidad monetaria, no es un porcentaje.

$$VA = \frac{FCL_1}{(1+i)} + \frac{FCL_2}{(1+i)^2} + \frac{FCL_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1+i)^n}$$

Ejemplo: ¿Cual sería el valor de un capital de 1000 pesos. dentro de 3 años al 10% de interés anual?

$$C = 1.000 \$ \quad n = 3 \quad i = 10\% \\ 1.000 \times 1,10 \times 1,10 \times 1,10 = 1.331$$

o lo que es lo mismo,

$$C \times (1+i)^n$$

$$1.000 \times (1 + 0.10)^3 = 1.331 \$$$

De manera inversa podemos hacernos la siguiente pregunta ¿Cual es el valor actual VA de 1.331 pesos que se generarán dentro de 3 años sabiendo que la tasa de interés anual se fija en el 10%?

$$C = 1.331 \$ \quad n = 3 \quad i = 10 \%$$

1.331 en el año 3

$$1.331 / 1,10 = 1.210 \text{ en el año 2}$$

$$1.210 / 1,10 = 1.100 \text{ en el año 1}$$

$$1.100 / 1,10 = 1.000 \text{ en el año 0 (momento actual) o lo que es lo mismo,}$$

El Valor actual de 1.331 pesos que podemos gastar o ingresar dentro de tres años es de 1.000 pesos, teniendo en cuenta una tasa de descuento del 10 % anual. Es decir 1.331 dentro de tres años equivalen a 1.000 pesos hoy

Valor actual neto (VAN)

El cálculo del valor actual neto de un proyecto de inversión parte de la idea básica de equiparar distintas cantidades de dinero en distintos momentos del tiempo, teniendo en cuenta el interés que puede obtenerse sobre el mismo. Para equiparar dichas cantidades, se obtendrá su valor actual y, teniendo en cuenta que serán cantidades positivas y negativas (ingresos y gastos), su suma. Ésta será el valor actual neto del proyecto de inversión.

El proyecto de inversión se plantea con un horizonte temporal, efectuándose una división en períodos (se elabora un calendario) en los que se van a producir flujos de caja (ingresos y gastos). Dichos ingresos y gastos del proyecto, se evalúan previamente y se distribuyen, según el calendario, en los distintos períodos, arrojando en cada uno de ellos un flujo de caja positivo o negativo. Estos flujos de caja en cada período se actualizarán (se hallará su valor actual) y posteriormente se sumarán obteniendo, una vez deducida la inversión inicial, el valor actual neto del proyecto.

En lo relativo a la tasa de interés a adoptar para equiparar las distintas cantidades en el tiempo, hay que tener en cuenta que con ella estamos fijando la rentabilidad mínima del proyecto, y que además se la puede considerar fija a lo largo de toda su vida.

Trata de evaluar la diferencia entre los Flujos de Caja Libre (FCL) y la Inversión (I) o valor inicial en el proyecto objeto de análisis.

Es una cantidad monetaria, no es un porcentaje.

Cuando el VAN de un proyecto es cero o positivo, el proyecto es aceptable. Esto quiere decir que la valoración de los flujos de caja actualizados, originados por el proyecto es igual o superior a la inversión realizada.

La ecuación general del valor actual neto sería:

$$VAN = - A + \sum FC / (1 + i)^n$$

siendo:

– A = inversión inicial del proyecto.

FC_n = flujos de caja de cada período n.

t = horizonte temporal del proyecto.

n = número del período.

i = tasa de descuento.

$$VAN = - A + \frac{FCL_1}{(1+i)} + \frac{FCL_2}{(1+i)^2} + \frac{FCL_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1+i)^n}$$

El proceso de cálculo del *valor actual neto* VAN puede resumirse:

1. Seleccionar la tasa de descuento (*i*) aplicable al riesgo del proyecto.
2. Calcular el flujo de caja de ingresos y gastos (*FC_n*) en cada período (*n*).
3. Calcular los valores actuales de todos los elementos del flujo de fondos dividiendo cada uno (positivos y negativos) entre $(1 + i)$ tantas veces como períodos (*n*) separen a este elemento del momento actual.
4. Sumar las cantidades resultantes con sus signos respectivos.
5. Restar la inversión inicial.

Ejemplo 1

Supongamos tres proyectos de inversión A, B y C que se desarrollan según los siguientes parámetros:

- Inversión inicial = 6 millones de pesos.
- Duración de la inversión = 5 años.
- Beneficio total = 3 millones de pesos.

- Tasa de descuento = 10 %

El calendario de los Flujos de Caja esperados (Cash-Flow) es el señalado en el cuadro 1.

Cuadro 1 - Calendario de los Flujos de Caja

Cash-Flow

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Flujo neto de fondos
Proyecto A	- 6	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3
Proyecto B	- 6	1	1	1	1	5	3
Proyecto C	- 6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	3

El análisis de las inversiones en cada uno de los tres proyectos pasa por actualizar las mismas y obtener los valores actuales netos (VAN) de cada uno de ellos (ver cuadro 2).

El VAN permite elegir entre proyectos alternativos siguiendo el criterio de que se considera efectuable un proyecto cuando el VAN es positivo, es decir, cuando la totalidad de flujos de caja esperados, descontados a una tasa apropiada al riesgo del proyecto, superan al coste de realizarlo. El proyecto genera valor. Por el contrario si el VAN es negativo sería desaconsejable realizar el proyecto.

C) Aplicar la fórmula de cálculo.

$$S = \sum I / (1 + i)^n - \sum G / (1 + i)^n$$

El Valor Actual Neto a una tasa t viene dado por la expresión:

$$VAN = \sum I / (1 + t)^n - \sum G / (1 + t)^n$$

si se incluye el valor del suelo S como gasto en el momento cero

$$VAN = \sum I / (1 + t)^n - \sum G / (1 + t)^n - S$$

la TIR (i) hace el Valor Actual Neto (VAN) cero

$$0 = \sum I / (1 + t)^n - \sum G / (1 + t)^n - S$$

luego:

$$S = \sum I / (1 + t)^n - \sum G / (1 + t)^n$$

Cuadro 2 - Análisis de las inversiones

1 - Valor Actual Neto del Proyecto A

Flijo de Caja (Cash Flow)		Cantidad equivalente hoy	
Cantidad	Año	$C / (1 + i)^n$	Valor Actual
-6	0 Momento Actual	Inversión Inicial	-6.00
1.5	Dentro de 1 año	$15 / (1 + 1,10)^1$	1.36
1.5	Dentro de 2 años	$15 / (1 + 1,10)^2$	1.24
1.5	Dentro de 3 años	$15 / (1 + 1,10)^3$	1.13
1.5	Dentro de 4 años	$15 / (1 + 1,10)^4$	1.02
3	Dentro de 5 años	$30 / (1 + 1,10)^5$	1.86
VAN Neto =			0.62

2 - Valor Actual Neto del Proyecto B

Flijo de Caja (Cash Flow)		Cantidad equivalente hoy	
Cantidad	Año	$C / (1 + i)^n$	Valor Actual
-6	0 Momento Actual	Inversión Inicial	-6.00
1	Dentro de 1 año	$15 / (1 + 1,10)^1$	0.91
1	Dentro de 2 años	$15 / (1 + 1,10)^2$	0.83
1	Dentro de 3 años	$15 / (1 + 1,10)^3$	0.75
1	Dentro de 4 años	$15 / (1 + 1,10)^4$	0.68
5	Dentro de 5 años	$30 / (1 + 1,10)^5$	3.10
VAN Neto =			0.27

3 - Valor Actual Neto del Proyecto C

Flijo de Caja (Cash Flow)		Cantidad equivalente hoy	
Cantidad	Año	$C / (1 + i)^n$	Valor Actual
-6	0 Momento Actual	Inversión Inicial	-6.00
0.5	Dentro de 1 año	$15 / (1 + 1,10)^1$	0.45
0.5	Dentro de 2 años	$15 / (1 + 1,10)^2$	0.41
0.5	Dentro de 3 años	$15 / (1 + 1,10)^3$	0.38
0.5	Dentro de 4 años	$15 / (1 + 1,10)^4$	0.34
7	Dentro de 5 años	$30 / (1 + 1,10)^5$	4.35
VAN Neto =			-0.07

En los ejemplos de proyecto de inversión anteriores, reflejados en los cuadros 1 y 2, se puede observar:

- El proyecto A sería equivalente a invertir 6 millones y recibir en ese momento 6,62 millones ($1,36 + 1,24 + 1,13 + 1,02 + 1,86 = 6,62$), lo que supone un “regalo neto” de 0,62 millones. Esta cantidad es el VAN del proyecto. Vale la pena invertir en el proyecto A porque, si hemos acertado al plantear la tasa de descuento, este proyecto crea valor. Siempre que el VAN sea positivo merece la pena invertir en ese proyecto.
- El proyecto B tiene un VAN de 0,27 millones, luego también crea valor, aunque es menos rentable que el proyecto A, ya que $VAN A > VAN B$.
- El proyecto C tiene un VAN negativo de -0,07 millones, por lo que sería desaconsejable realizarlo. Esto quiere decir que ante la oportunidad de un proyecto alternativo definida por la tasa adoptada, el inversor debería decantarse por ese otro proyecto o retribución del capital alternativa.

Ejemplo 2

Supóngase un terreno en la periferia de una gran ciudad con las siguientes edificabilidades (respetando el Planeamiento Urbanístico):

Opción de proyecto a): Bloques aislados de departamentos, ocupando un 40 % de la superficie
La altura permitida se reduce a 4 plantas.

Opción de proyecto b): Viviendas unifamiliares (tipo chalet adosado) ocupando un 80 % de la Superficie del terreno. Las alturas permitidas son dos plantas.

Situándose en la perspectiva del propietario del terreno, es obvio que éste intentará conseguir el mayor precio. Para ello, hay que destinar el terreno a la opción urbanística más rentable. Así pues, el analista elegirá la opción urbanística que proporcione el máximo valor actual neto (VAN). La cifra correspondiente a este VAN óptimo será el valor residual del terreno.

El analista elaborará tablas con flujos de caja (Cash – Flow) previsibles para ambos proyectos.

Los flujos de caja se actualizan con una tasa de interés igual al 18 % anual (equivalente a un 1,5 % mensual). En esta tasa se incluye el interés corriente para bonos sin riesgos y la tasa media de beneficio para las empresas promotoras, teniendo en cuenta los riesgos del negocio.

El beneficio de la empresa constructora se encuentra ya englobado en el presupuesto real de cada empresa. Estos presupuestos reales son solicitados a empresas constructoras, con el fin de aproximar las cifras a las que se pagarían efectivamente. En las tablas siguientes los pagos a las empresas constructoras aparecen fraccionados según se acostumbra en el sector. Se parte del pago en concepto de permiso de obra seguidos por los correspondientes pagos mensuales al contratista. Por su parte, los cobros se perciben en modo fraccionado, ya que en el período de venta se puede prolongar durante varios meses.

PROYECTO DE DEPARTAMENTOS

Tasa mensual 0,015

Meses -1	Pagos previsibles (2)	Cobros previsibles (3)	Flujo de Caja (4) = (3) - (2)
1	371519		-371519
2	190640		-190640
3	721622		-721622
4	458755		-458755
5	394780		-394780
6	868452		-868452
7	645949		-645949
8	710350		-710350
9	448794		-448794
10	957235		-957235
11	896368		-896368
12	773359	247403	-525956
13	826729	1144239	317510
14	618900	742209	123309
15	470842	3803821	3332979
16	739867	4546030	3806163
17	318445	4236776	3918331
18			
19		371104	371104
20			
21		371104	371104
22		123701	123701
23			
24		123701	123701
25		123701	123701

TIR 6% VAN \$ 3.439.258,52

PROYECTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Tasa mensual 0,015

Meses -1	Pagos previsibles (2)	Cobros previsibles (3)	Flujo de Caja (4) = (3) - (2)
1	233320		-233320
2	94725		-94725
3	323555		-323555
4	276125		-276125
5	302357	71781	-230576
6	333622		-333622
7	268422	143562	-124860
8	264878		-264878
9	233780		-233780
10	228232		-228232
11	259380		-259380
12	243894	71781	-172113
13	214560		-214560
14	229338	143562	-85776
15	272684	215342	-57342
16	274803	717808	443005
17	178877	646027	467150
18	195845	646027	450182
19	213259	1076712	863453
20	183561		-183561
21	219494	574246	354752
22		1148493	1148493
23	219493	574246	354753
24	175703	861370	685667
25		574246	574246
26		861370	861370
27		574246	574246
28		287123	287123

TIR 5% VAN \$ 2.127.609,00

Se debe elegir el proyecto más rentable que, como se ve, corresponde al proyecto de departamentos. Este VAN es precisamente el valor residual que el analista atribuye al terreno.

Ello se debe a que el VAN representa la diferencia entre cobros y pagos actualizados, incluyendo en los pagos los beneficios de la empresa constructora. Se observa que al actualizar con una tasa del 18 % anual, la cifra VAN se depura también en función de los beneficios del promotor. En síntesis, el VAN resultante es una aproximación al precio de mercado del terreno, de acuerdo con el principio de valor residual que ya se ha justificado.

EJEMPLO 3 ²

Una empresa inversora desea comprar un lote de 300 m² de superficie, de 10 metros de frente y 30 de fondo, para construir un edificio con 1200 m² de superficie efectivamente vendible y con 10 cocheras descubiertas opcionales.

De acuerdo a la información de los equipos técnicos, la cantidad de unidades por tipología y el balance de superficie, los precios que se podrían obtener por metro cuadrado son los siguientes:

	Cantidad	m ² x unidad	Valor U\$S/ m ²
Departamentos de 1 (un) ambiente	16	25	1700
Departamentos de 2 (dos) ambientes	16	50	1600

A esto hay que agregar que podría obtenerse por cada cochera un precio de U\$S 10.000. El proyecto incluirá asimismo una serie de amenities como: piscina, solarium, salón de usos múltiples, lavandería, vestuarios y parrillas. Se estiman que los espacios comunes del edificio demandarían unos 300 m².

En cuanto a los costos de llevar adelante el emprendimiento, se basaron en la experiencia, tomando como parámetro los últimos proyectos en los que habían intervenido, y teniendo en cuenta los precios vigentes de materiales de construcción y demás gastos y negociaciones involucradas. Los equipos técnicos fijaron el costo de construcción en U\$S 500 por cada uno de 1500 m² (entre propios y comunes) que se necesitaban construir. El costo total de la construcción ascendería a U\$S 750.000.

La obra demandaría 20 meses, los dos primeros necesarios para realizar las aprobaciones previas a poner el primer ladrillo, más 18 meses de construcción propiamente dicha. Durante esos 18 meses, se estima que el egreso de fondos destinados a las inversiones en la obra presentará un comportamiento constante.

Asimismo, el comercializador estima que la colocación llevará 6 (seis) meses a partir del mes 18, ubicando un 10 % en el mes de lanzamiento y el 90 % restante durante los siguientes 5 meses, a un ritmo constante. En el mes 21 se podrá comenzar a firmar las escrituras traslativas de dominio y proceder a entregar la posesión de las unidades.

De acuerdo a las prácticas del mercado, antes del mes 21 las ventas se concretarán suscribiendo inicialmente un boleto de compraventa, abonando el 30 % en ese acto y saldando el 70 % restante en ocasión de recibir la posesión de la unidad y suscribir la correspondiente escritura traslativa de dominio. En el caso de las ventas que se concreten a partir del mes 21, se celebrará directamente la escritura, percibiendo el vendedor la totalidad del pago en ese acto.

Con toda la información así planteada, la empresa necesita tomar una decisión acerca del precio a pagar por el terreno, teniendo en cuenta que una tasa de descuento del 2 % mensual resulta razonable para la empresa.

² Extraído y adaptado de "Herramientas financieras para la Valuación de Inmuebles" de Mario Gomez – Bienes Raíces Ediciones BRE

A efectos de construir el flujo de fondos proyectado, se comienza estimando los egresos financieros involucrados en la inversión en construcción a lo largo de cada uno de los meses que demanda la obra, según muestra la siguiente tabla:

Mes	Avance de obra %	Inversión
1		
2		
3	5.56	-41667
4	5.56	-41667
5	5.56	-41667
6	5.56	-41667
7	5.56	-41667
8	5.56	-41667
9	5.56	-41667
10	5.56	-41667
11	5.56	-41667
12	5.56	-41667
13	5.56	-41667
14	5.56	-41667
15	5.56	-41667
16	5.56	-41667
17	5.56	-41667
18	5.56	-41667
19	5.56	-41667
20	5.56	-41667
	100	-750000

Por otro lado se estimó, sobre la base de la información proyectada, los ingresos esperados de la venta del emprendimiento, y su oportunidad de ocurrencia sería:

Ingresos Proyectados

	1 ambiente	2 ambientes	Cocheras	Ingresos Totales
Precio	1700 U\$S/m ²	1600 U\$S/m ²	10000	
Metros vendibles	400	800	10 unid.	
	680000	1280000	100000	2060000

Ritmo de Venta %	Mes	Hechos y Observaciones	%	Importe	Ingresos
0	1				
0	2				
0	3				
0	4				
0	5				
0	6				
0	7				
0	8				
0	9				
0	10				
0	11				
0	12				
0	13				
0	14				
0	15				
0	16				
0	17				
10	18	Comienzo ventas al 10 % de \$ 2060000	30	206000	61800
15	19	Ventas al 15 % de \$ 2060000	30	309000	92700
15	20	Ventas al 15 % de \$ 2060000. Fin de obra	30	309000	92700
15	21	Ventas al 15 % de \$ 2060000 más escrituras mes 18 (70 % de \$ 206000 = \$ 144200) mes 19 (70 % de \$ 309000 = \$ 216300) mes 20 (70 % de \$ 309000 = \$ 216300)			885800
15	22	Ventas al 15 % de \$ 2060000	15	2060000	309000
15	23	Ventas al 15 % de \$ 2060000	15	2060000	309000
15	24	Ventas al 15 % de \$ 2060000	15	2060000	309000
100					2060000

Con los egresos e ingresos proyectados, se procede al armado del flujo de fondos de los 24 meses bajo análisis, como se ve en la siguiente tabla

El precio de un activo inmobiliario, en este método, no es otra cosa que el valor actual de los flujos de fondos futuros que es e activo es capaz de generar.

Para poder estimar el Valor Actual de los ingresos futuros a producirse durante la vida útil del inmueble, se descuentan a una tasa apropiada para la empresa, de modo que:

$$VA = \sum_{t=1}^n \frac{FF_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

VA = Valor Actual

FF_t = Corresponde a la última columna de la tabla siguiente, que contiene la suma

Algebraica de los flujos de inversiones e ingresos esperados para los 24 meses

i = tasa de interés = 2 % mensual

t = 24 períodos

Mes	Inversiones	Ingresos	Flujo de Fondos	VAN
1				
2				
3	-41667		-41667	-39264
4	-41667		-41667	-38494
5	-41667		-41667	-37739
6	-41667		-41667	-36999
7	-41667		-41667	-36274
8	-41667		-41667	-35562
9	-41667		-41667	-34865
10	-41667		-41667	-34181
11	-41667		-41667	-33511
12	-41667		-41667	-32854
13	-41667		-41667	-32210
14	-41667		-41667	-31578
15	-41667		-41667	-30959
16	-41667		-41667	-30352
17	-41667		-41667	-29757
18	-41667	61800	20133	14096
19	-41667	92700	51033	35031
20	-41667	92700	51033	34344
21		885800	885800	584429
22		309000	309000	199873
23		309000	309000	195954
24		309000	309000	192112
				741239

El Valor Actual resultante del descuento del flujo de fondos proyectados, a la tasa mensual del 2 %, es U\$S 741239. Esto significa que, como máximo la empresa puede ofrecer por el terreno esa suma de dinero.

Tasa interna de rentabilidad (TIR)

Se define como la tasa que hace que el VAN de un proyecto sea cero. Es decir, la tasa de descuento que iguala los valores actuales de los flujos positivos y negativos de un proyecto.

$$VAN = -A + \sum FC / (1 + i)^n = 0 ;$$

entonces $i = TIR$.

Un proyecto de inversión será aceptable cuando la TIR obtenida sea superior a un mínimo impuesto por la propia estructura de financiación del proyecto.

$$0 = VAN = -I + \frac{FCL_1}{1 + TIR} + \frac{FCL_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FCL_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1 + TIR)^n}$$

Se puede observar intuitivamente que cuanto mayor es la tasa de descuento en un proyecto, menor es su valor actual neto. Si se va aumentando por tanteo la tasa de descuento de un proyecto hasta conseguir que el VAN sea igual a cero, la tasa introducida será la *TIR* del proyecto.

En efecto, si se toma como ejemplo el proyecto de inversión A anterior (ver cuadro 2), con una tasa de descuento del 10% se obtenía un VAN = 0,62 millones. Modificando la tasa al 11% el VAN se reduce a 0,43 millones, con una tasa del 12% a 0,26 millones, y así hasta lograr que el VAN sea cero. Con los medios informáticos actuales es muy fácil buscar un objetivo conociendo una variable y en nuestro ejemplo la tasa que hace que el VAN = 0 es la del 13,55%.

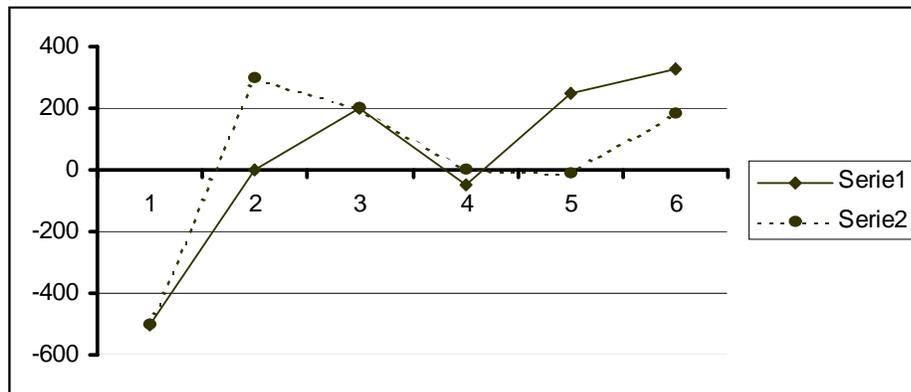
Esta es la TIR del proyecto A.

La TIR de un proyecto es, por comparación con la tasa de descuento adoptada, una medida porcentual de la rentabilidad de nuestro proyecto.

Si en un determinado proyecto de inversión se adopta una tasa de descuento que haga que el VAN dé un valor cero, quiere decir que nos es indiferente acometer este proyecto o destinar nuestros recursos al proyecto o inversión alternativa que nos hizo fijar la tasa de descuento. En este caso la tasa de descuento es igual a la TIR, es decir, que nos encontramos en el umbral de rentabilidad mínima exigible al proyecto.

VAN Y TIR DE UNA INVERSIÓN

	PERIODOS						
	0	1	2	3	4	5	TIR
PROYECTO 1	-500	0	200	-50	250	325	10%
PROYECTO 2	-500	300	200	0	-10	180	15%



TASA DE ACTUALIZACION	5%	8%	10%	12%	15%	18%	20%
VAN PROYECTO 1	94	34	0	-29	-67	-98	-116
VAN PROYECTO 2	85	55	37	21	0	-19	-30

T.I.R. - VALOR SUELO

Una vez calculados los flujos de caja, en la expresión:

$$0 = VAN = - S + \frac{FCL_1}{(1 + TIR)} + \frac{FCL_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FCL_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1 + TIR)^n}$$

se puede obtener la TIR del proyecto conociendo los flujos de caja (FCL_i) y el valor del suelo (S):

$$0 = - S + \frac{FCL_1}{(1 + TIR)} + \frac{FCL_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FCL_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1 + TIR)^n}$$

O bien para una TIR definida de acuerdo a las características del proyecto, su riesgo, producto inmobiliario a desarrollar, plazo de recuperación de la inversión, estrategia de la empresa, financiación del proyecto, etc., calcular el valor del suelo (S) en función de los flujos de caja previstos (FCL_n).

$$S = \frac{FCL_1}{(1 + TIR)} + \frac{FCL_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FCL_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FCL_n}{(1 + TIR)^n}$$

Este método se conoce en la práctica de la valoración como **METODO RESIDUAL**.

Normativa de valoración hipotecaria (España)

En el anexo 2 de la Orden de 30 de noviembre de 1994 sobre normas de valoración de bienes para determinadas entidades financieras, dedicado a los métodos de valoración, se describe entre otros el método residual en sus dos modalidades, estático, anteriormente descrito, y dinámico.

Método residual

Está basado en los principios del valor residual y del mayor y mejor uso. Su aplicación permite determinar el valor de mercado de un terreno edificable o de un inmueble a rehabilitar como el precio más probable que, en el momento de su tasación pagaría por él un promotor inmobiliario de tipo medio, que lo comprara y aprovechara su mejor y mayor uso.

El valor de mercado por este método se calculará de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos:

1. Análisis de inversiones con valores esperados (Método residual dinámico).

Su aplicación requiere:

- a) Determinar la promoción inmobiliaria más probable a desarrollar sobre el inmueble a valorar según el principio de mayor y mejor uso. No obstante, cuando sea conocido el destino decidido por la propiedad del inmueble y no se oponga a la normativa urbanística se atenderá al mismo.

b) Estimar las fechas y plazos de la construcción o rehabilitación, y de la comercialización del inmueble terminado, según las hipótesis más probables atendiendo a sus cualidades y características, y cuando se trate de terrenos, al grado de desarrollo del planeamiento, de la gestión urbanística y de la urbanización.

c) Estimar los costes de construcción, los gastos necesarios de promoción, financieros y de comercialización normales para un promotor de tipo medio y para una promoción de características similares a la analizada. En el caso de inmuebles en rehabilitación se tendrá en cuenta a estos efectos los costes de construcción presupuestados en el correspondiente proyecto de rehabilitación. Los costes de construcción y los gastos necesarios de promoción a tener en cuenta serán los definidos como tales en el apartado del presente anexo.

d) Estimar el valor de mercado del inmueble a promover para la hipótesis de edificio terminado referido a las fechas previstas de comercialización. Para ello se partirá del valor de mercado en la fecha de tasación, obtenido por alguno de los métodos establecidos en los apartados precedentes de este anexo y se tendrá en cuenta la evolución esperada de los precios de mercado, sin que en ningún caso puedan aplicarse incrementos anuales superiores al IPC de los últimos doce meses.

e) Teniendo en cuenta los datos y estimaciones anteriores se determinarán los flujos de caja previsible durante la promoción.

f) Fijar un tipo de actualización (i). Como tipo de actualización se utilizará el representativo de la tasa de rentabilidad media anual sobre fondos propios que obtendría un promotor medio en una promoción de las características de la analizada, calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:
 $i = \text{Tasa libre de riesgo} + \text{prima de riesgo}$
 La tasa libre de riesgo será una tasa porcentual representativa de la rentabilidad media anual de la Deuda del Estado a plazo no inferior a dos años del país donde esté situado el inmueble. Dicho tipo deberá haber sido publicado oficialmente y su media se referirá a un período continuado no inferior a tres meses ni superior a un año contados antes de la fecha de la tasación. Para inmuebles situados en España se tomará la rentabilidad media anual de la Deuda del Estado con vencimiento residual entre dos y seis años.

La prima de riesgo se determinará mediante la evaluación del riesgo de la promoción teniendo en cuenta el tipo de activo inmobiliario a construir, su ubicación, liquidez, plazo, así como el volumen de la inversión necesaria. Dicha prima no será inferior a la indicada, por tipo de inmueble, en la tabla siguiente (5):

Tipo de inmueble	Prima de riesgo %
------------------	-------------------

Edificios de uso residencial:

# Viviendas primera residencia	9
# Viviendas segunda residencia	13
# Edificios de oficinas	11
# Locales comerciales	13
# Edificios industriales	15
# Plazas de aparcamiento	10
# Otros	13

En el caso de edificios no destinados a un uso determinado la vida útil máxima se obtendrá ponderando las primas de riesgo máximas señaladas anteriormente en función de la superficie destinada a cada uno de los usos.

g) Calcular el valor de mercado del inmueble objeto de la tasación por diferencia entre el valor actual de los ingresos obtenidos por la venta del inmueble terminado y el valor actual de los

pagos realizados por los diversos costes y gastos, para el tipo de actualización fijado, utilizando la siguiente fórmula:

$$F = \sum E / (1+i)^{t_j} - \sum S / (1+i)^{t_k}$$

en donde:

F = Valor del terreno o inmueble a rehabilitar.

E_j = Importe de los ingresos previstos en el momento J.

S_k = Importe de los pagos previstos en el momento K.

t_j = Número de períodos de tiempo previsto desde el momento de la valoración hasta que se produce cada uno de los ingresos. t_k = Número de períodos de tiempo previsto desde el momento de la valoración hasta que se produce cada uno de los pagos.

i = Tipo de actualización elegida, correspondiente a la duración de cada uno de los períodos de tiempo considerados.

En todas las etapas anteriores el tasador deberá justificar razonada y explícitamente en su informe las hipótesis y los parámetros de cálculo adoptados.

La formulación empleada por la normativa hipotecaria parte de los siguientes presupuestos:

- El tipo de actualización definido como la adición de una prima sin riesgo (retribución de un capital invertido en deuda pública) y una prima de riesgo (asociada al tipo de promoción a realizar), que tiene el carácter de mínimo, es la TIR del proyecto de inversión. Es decir se está fijando el umbral mínimo de rentabilidad.
- La inversión inicial del proyecto es el valor del suelo F.
- Como ha sido fijado el tipo de actualización i como la TIR del proyecto, lógicamente el VAN del proyecto es igual a cero.
- En lugar de calcular el valor actual del Flujo de Caja en cada período, se calcula por separado los valores actuales de los Ingresos y de los Gastos, obteniéndose idéntico resultado.

Formulación general del VAN:

$$VAN = - A + \sum FC_n / (1+i)^n$$

Formulación hipotecaria:

$$VAN = - F + \sum Ingresos_n / (1+i)^n - \sum Gastos_n (1+i)^n = 0$$

Ya que i es la TIR del proyecto de inversión.

Despejando F,

$$F = \sum Ingresos_n / (1+i)^n - \sum Gastos_n (1+i)^n$$

Se puede por tanto definir el valor del suelo F, como la diferencia entre la sumatoria, durante los períodos que dure la inversión, de todos los valores actuales de los Ingresos y la sumatoria, durante los períodos que dure ésta, de todos los valores actuales de los Gastos. Todo ello es lo mismo que decir que el valor del suelo F es la sumatoria de los valores actuales de los Flujos de Caja durante los períodos que dure la inversión, teniendo en cuenta que la tasa de descuento adoptada es la TIR de la misma (6).

Inversión inmobiliaria en adquisición de suelo

El proceso normal de cálculo del valor del suelo por el método residual dinámico sería el siguiente:

1. Cálculo de todos los gastos esperados del proceso de transformación del suelo.
2. Cálculo de todos los ingresos esperados, como retribución al suelo, provenientes de la venta de los productos inmobiliarios terminados, o bien de la venta de los solares resultantes.
3. Establecimiento de un calendario de periodificación de los ingresos y gastos esperados.
4. Realización del Cash-Flow o Flujo de Caja de ingresos y gastos esperados, previa la definición de los parámetros económico-financieros, tales como la tasa de actualización o tasa de descuento.
5. Cálculo de los valores actuales de los ingresos y gastos en cada uno de los períodos definidos en el calendario.
6. Suma de todos los valores actuales de los ingresos y los gastos para obtener el VAN de la inversión, que es a su vez el máximo valor que se puede considerar como inversión inicial, es decir, el máximo valor que se puede pagar por el suelo bruto, bajo la hipótesis de una tasa de actualización acertada.

El esquema del análisis de una inversión empresarial inmobiliaria, según el planteamiento que efectúa la normativa hipotecaria, estaría representado en el esquema señalado en el gráfico 2.

Ejemplo 4

Podemos ver todo el proceso de inversión inmobiliaria con el siguiente ejemplo:

Análisis de viabilidad de una Actuación Urbanizadora para una promoción de viviendas protegidas teniendo en cuenta los siguientes datos:

- a) Tasa libre de riesgo = 4 %;
Prima de riesgo = 9 %.
- b) Duración de la inversión = 5 años.
- c) Años y cantidades esperadas de gastos (en miles de pesos): Año 1, 1.000; año 2, 4.000; año 3, 3.000; año 4, 1.000.
- d) Años y cantidades esperadas de ingresos (en miles de pesos): Año 2, 1.000; año 3, 4.000; año 4, 8.000; año 5, 12.000.

El cálculo del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) de esta actuación, son los expresados en el cuadro 3, bajo la hipótesis de que no existe inversión inicial.

Cuadro 3 - Análisis de actuación urbanizadora (sin inversión inicial de adquisición del suelo)

	A ñ o s						Totales	Valor Actual
	0	1	2	3	4	5		
Valor Suelo	-8265						-8265	-8265
Gastos		-1000	-4000	-3000	-1000		-9000	-6710
Ingresos			1000	4000	8000	12000	25000	14975
Flujo de Caja	-8265	-1000	-3000	1000	7000	12000	7735	0
Valor Actual FC	-8265	-885	-2349	693	4293	6513	0	
VAN =	0							
TIR =	13%							
Añor Inversión =	5							
Tasa libre de riesgo =	4%							
Prima de riesgo =	9%							
Tasa actualización =	13%							

Suponiendo un coste cero de la inversión inicial, el valor actual neto deducido del análisis de la inversión sería el máximo valor que se podría pagar por ese suelo. En efecto, sustituyendo el valor cero de adquisición del suelo por el VAN tendríamos unos resultados que se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4 - Análisis de actuación urbanizadora (con inversión inicial de adquisición del suelo)

	A ñ o s						Totales	Valor Actual
	0	1	2	3	4	5		
Valor Suelo	0						0	
Gastos		-1000	-4000	-3000	-1000		-9000	-6710
Ingresos			1000	4000	8000	12000	25000	14975
Flujo de Caja	0	-1000	-3000	1000	7000	12000	16000	8265
Valor Actual FC	0	-885	-2349	693	4293	6513	8265	
VAN =	8265							
TIR =	13%							
Añor Inversión =	5							
Tasa libre de riesgo =	4%							
Prima de riesgo =	9%							
Tasa actualización =	13%							

Con los Gastos e Ingresos esperados y con la tasa de actualización que define la normativa hipotecaria, con una tasa libre de riesgo asimilada a la Deuda Pública del 4% y una prima de riesgo del 9% asociada a uso residencial de vivienda nueva, se desarrolla el Cash - Flow a 5 años y se obtienen los valores actuales de los flujos de caja, cuyo VAN será cero si la inversión inicial (adquisición del suelo) es la máxima posible y consecuentemente la TIR de la inversión será igual a la tasa de actualización. Idéntico resultado se obtiene si se calcula la sumatoria de los valores actuales de los ingresos y gastos por separado, tal y como se refleja en la última columna de la derecha del cuadro 4.

El método residual dinámico simplificado

El método residual dinámico simplificado (7) parte de la hipótesis de considerar concentrados todos los ingresos en un único período, y de igual manera con los gastos, de forma que la ecuación del VAN fuera la siguiente:

$$VAN = -F + \sum I / (1+i)^{nI} - \sum G / (1+i)^{nG} = 0$$

en donde:

F = Valor del suelo.

ΣI = Suma de todos los Ingresos.

ΣG = Suma de todos los Gastos.

i = Tasa de actualización.

nI = Año en el que se concentran los Ingresos.

nG = Año en el que se concentran los Gastos.

De esta forma el tasador solo tendría que estimar los gastos esperados y el año donde pueden considerarse concentrados, los ingresos esperados y el año donde pueden considerarse concentrados y fijar una tasa de actualización.

Para la estimación de los años en donde se puede suponer concentrados los ingresos y los gastos, se hará una distribución porcentual aproximada de dichos ingresos y gastos en cada uno de los períodos, actualizando esos porcentajes.

Conocidos, la tasa de actualización, el valor de los ingresos en forma porcentual (100%) y el valor actual de los porcentajes en cada período, solo queda como incógnita el año en que pueden suponerse concentrados los ingresos.

$$VA_i = \Sigma I / (1 + i)^{nI} \quad \text{despejando,}$$

$$(1 + i)^{nI} = \Sigma I / VA_i \text{ y sabiendo que}$$

$$a^n = b; \quad n = \log. b / \log. a; \text{ entonces}$$

$$n^I = \log (100 \% / VA \%) / \log (1 + i)$$

Se actuaría de forma análoga con los gastos, obteniendo los años de concentración de ingresos y gastos con las expresiones:

- Año concentración ingresos = $\text{LOG} (100 / VA \% \text{ ingresos}) / \text{LOG} (1 + i)$.
- Año concentración gastos = $\text{LOG} (100 / VA \% \text{ gastos}) / \text{LOG} (1 + i)$.

Ejemplo 5

Estableciendo ingresos y gastos en forma porcentual en el ejemplo 2, analizado en el cuadro 4, se puede establecer el año de concentración de ingresos y gastos actualizando los porcentajes establecidos

Cuadro 5 - Actualización de porcentajes ingresos y gastos por período

	A ñ o s						Totales	Valor Actual
	0	1	2	3	4	5		
Valor Suelo	0						0	
Gastos %		11	45	33	11		100	74,59
Ingresos %			4	16	32	48	100	59,90

Añor Inversión = 5

Tasa libre de riesgo = 4%

Prima de riesgo = 9%

Tasa actualización = 13%

para cada período (ver cuadro 5) y aplicando el criterio antes mencionado:

• Año concentración INGRESOS = $\text{LOG}(100 / 59,90) / \text{LOG} 1,13 = 4,19$.

• Año concentración GASTOS = $\text{LOG}(100 / 74,55) / \text{LOG} 1,13 = 2,40$.

Planteando la fórmula del método residual dinámico simplificado, se puede obtener el valor del suelo F:

$$F = \Sigma I / (1+i)^{nI} - \Sigma G / (1+i)^{nG}$$

$$F = 25.000 / (1,13)^{4,19} - 9.000 / (1,13)^{2,40} = 8.265 \text{ miles de pesos.}$$

En resumen el método residual dinámico simplificado plantea:

- Todos los Gastos previstos que se producen en cada uno de los períodos, se sustituyen por un Gasto total que se produce en un momento estimado.
- Todos los Ingresos previstos que se producen en cada uno de los períodos, se sustituyen por un Ingreso total que se produce en un momento estimado.
- Se calculan los valores actuales de los Ingresos y Gastos totales y su diferencia será el valor del suelo F.

METODOLOGÍA Método Residual Estático (en % de inversión).

VALOR DE UN ACTIVO

$$V = S + C + G + B$$

VALOR DE UN ACTIVO APLICANDO INDICES

$$V = (S \times IG_S + C \times IG_C) \times IG_{S+C} \times I_B$$

CALCULO DEL VALOR DEL SUELO

$$S \times IG_S = [V / (IG_{S+C} \times I_B)] - (C \times IG_C)$$

- **S = Suelo.**
- **IG_S = Impuestos no recuperables adquisición del terreno.**
- **C = Coste de construcción.**

- **IG_c = Índice de gastos construcción.**
 - # Honorarios técnicos de proyecto y dirección de obra.
 - # Licencia municipal de obras, tasas.
- **IG_v = Índice de gastos promoción.**
 - # Gastos de administración.
 - # Gastos financieros.
 - # Gastos comercialización.
- **IB = Índice de beneficio sobre inversión.**

OTROS RATIOS DE RENTABILIDAD

PORCENTAJE DE MARGEN BRUTO

Margen bruto x 100 / Ventas

RENTABILIDAD SOBRE VENTAS

Beneficio neto x 100 / Ventas

RENTABILIDAD RECURSOS PROPIOS

Beneficio neto x 100 / Recursos propios

ESQUEMA DE FINANCIACION DE UNA PROMOCION

Promoción de un edificio de viviendas valorado en V millones de Pesos

# PRESTAMO HIPOTECARIO	70-80% V
# VENTAS PROMOTOR	30-20% V

PRESTAMO HIPOTECARIO

- PERIODO DE CARENCIA
- PERIODO DE AMORTIZACION

PERIODO DE CARENCIA

Durante el período de carencia se desarrolla la obra.
El promotor recibe cantidades por dos conceptos:

→ OBRAS 60% (42 - 48% s/V)

- Los pagos se realizan de acuerdo con el ritmo de obra.
- Algunas entidades financieras tienen calendarios predeterminados de disposiciones del préstamo.

→ VENTAS 40% (28 - 32% s/V)

Contratos 20% (14 - 16% s/V)
Escrituras 20% (14 - 16% s/V)

- Se paga el interés pactado del préstamo sobre cantidades dispuestas.
- No se paga amortización de capital.

PERIODO DE AMORTIZACION

Terminadas las obras el adquirente de la vivienda se subroga en la amortización del préstamo hipotecario (intereses + capital).

VENTAS PROMOTOR

Durante la fase de construcción, el promotor recibe de los adquirentes el resto del precio no financiado por el préstamo (30 – 20% s/V).

Modelo para obtener el valor de repercusión del suelo

- El valor del inmueble en venta, por m² construido, puede expresarse de la forma siguiente:

$$V_v = VR + CC + BC + GP + BP$$

VR = valor de repercusión

CC = coste de ejecución material de la construcción

BC = Gastos indirectos de la construcción y beneficio del constructor

GP = gastos de la promoción; BP = Beneficio del promotor)

- La suma de los gastos indirectos de la construcción y el beneficio del constructor se puede evaluar en el 15 % del coste de ejecución material de la construcción, con lo que

$$BC = 0,15 CC$$

- Los gastos de la promoción (honorarios de los diferentes técnicos involucrados en la edificación, licencias, gestiones, aranceles, gastos fiscales, gastos financieros, publicidad, etc) se pueden evaluar en el 20 % de la suma del valor de repercusión del suelo y del coste de ejecución de la construcción. En consecuencia:

$$GP = 0,20 (VR + CC)$$

- El beneficio del promotor puede estimarse en el 15% del capital arriesgado, por lo que

$$BP = 0,15 (VR + CC + BC + GP) =$$

$$= 0,15 (VR + CC + 0,15 CC + 0,20 VR + 0,20 CC) = 0,18 VR + 0,2025 CC$$

Por ello:

$$V_v = VR + CC + 0,15CC + 0,20 VR + 0,20 CC + 0,18 VR + 0,2025 CC =$$

$$= 1,38 VR + 1,5525 CC$$

De donde:

$$VR = \frac{V_v}{1,38} - 1,5525 CC$$

- Si la evaluación del producto inmobiliario se efectúa por m² útil y se admite que la superficie construida es un 15 % superior a la útil, el valor unitario del producto inmobiliario se habrá incrementado en un 15 %, por lo que

$$VR = \frac{Vv \text{ (por m}^2 \text{ útil)}}{1,38 \times 1,15} - 1,5525 \text{ CC, lo que representa:}$$

$$VR = \frac{Vv}{1,587} - 1,5525 \text{ CC}$$

- La ecuación anterior puede ser matizada haciendo variar los porcentajes anteriores, con lo que adopta la forma siguiente:

$$VR = \frac{Vv}{K1} - K2 \times \text{CC}$$

- Otro modelo para obtener el valor de repercusión del suelo es admitir que este representa un porcentaje del valor en venta, porcentaje que aumenta a medida que aumenta la categoría del barrio y la calidad de la edificación.

El submercado de permutas nos facilitaría el valor de K en cada caso, que lleva implícita la fórmula:

$$VR = \frac{Vv}{K}$$

- Si un solar permite edificar varios usos, con superficies útiles S₁, S₂, S_N, siendo las repercusiones VR₁, VR₂, VR_N, su valor será:

$$VS = S_1 \times VR_1 + S_2 \times VR_2 + \dots + S_N \times V_N = S_i \times V_{ri}$$

ANÁLISIS ECONOMICO³

Mediante este análisis lo que se pretende es determinar la viabilidad económica de un proyecto partiendo del concepto mismo de economía, que significa la “administración de recursos escasos”. En este análisis se deben identificar cuáles son los recursos necesarios para llevar adelante un emprendimiento y determinar cuáles son las variables que influyen en el desempeño económico del proyecto, las que posteriormente servirán para construir el flujo de fondos y efectuar el análisis de sensibilidad y de riesgo. No valdrá la pena iniciar un análisis de mercado cuando una de las variables del proyecto es de tal significancia económica, cuyo peso en el flujo de fondos (FF) provoca que el proyecto no sea viable y haya que descartarlo.

El análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto y cuál es el comportamiento de las variables de distinta índole involucradas en el desempeño del flujo de fondos.

Variables de un proyecto

El comportamiento económico y financiero de un proyecto está influido por el valor que adopta cada una de las variables que el interactúan. Se entiende por variables aquellas cifras de carácter técnico, temporal, de mercado y datos económicos, que como su nombre lo indica pueden variar y modificar el resultado económico financiero del proyecto. En el análisis económico a través de la construcción del flujo de fondos confluyen todas las variables que forman parte del proyecto, que fueron analizadas y definidas en los estudios previos, debiendo existir una perfecta correspondencia entre el valor de las variables determinado por el estudio de mercado y las que surjan de la definición final del proyecto y su reflejo en el flujo de fondos (FF).

Definición de las variables que integran el análisis

La definición de las variables involucradas en el análisis dependerán del tipo de proyecto inmobiliario que se esté analizando. Es decir, si se está en presencia de un producto de desarrollo o un producto de renta, ya que ellas en uno y otro caso son diferentes. Estas variables son las que, luego de aplicar una variabilidad, nos permiten obtener diferentes resultados mediante la sensibilización y modelización del flujo de fondos económico ante un cambio que se opere en ellas. Como se expresara, estas variables pueden ser de carácter técnico, temporal, de mercado, económico e impositivo, teniendo las siguientes particularidades:

Variables de carácter técnico

- Costo de la obra
- Costo de mantenimiento
- Costo de administración
- Costo de comercialización
- Superficie a construir o a desarrollar
- Cantidad de unidades a vender y/o rentar
- Gastos generales
- Costo financiero
- Valor residual del inmueble

Variables de carácter temporal

Variables de mercado

³ Extraído y adaptado del Dr Juan Carlos Francschini

Variables económicas

- Precio de venta y/o renta
- Valor de la tierra

Variables impositivas

- Impuesto al Valor agregado (IVA)
- Impuesto a las ganancias

Otros indicadores

- Máxima exposición del capital
- Recursos propios
- Punto de equilibrio del flujo de fondos (Break even)
- Razón beneficio/costo

ECUACION DEL NEGOCIO DE DESARROLLO INMOBILIARIO

A fin de estructurar el análisis económico, ya sea en su variante pura o en su variante financiada, conviene desarrollar una ecuación que contenga todas las variables que influyen en el comportamiento del flujo de fondos. A esta ecuación se la denomina ecuación del negocio de desarrollo inmobiliario (ENDI).

$$\mathbf{BD = MV - I}$$

BD = Beneficio del desarrollador

MV = Monto total de ventas

I = Inversión total

Donde el monto total de ventas MV

$$\mathbf{MV = P \times U}$$

P = Precio promedio de las unidades

U = Cantidad de unidades a desarrollar

Donde la inversión total I

$$\mathbf{I = VT + CD + GG + Imp + CF}$$

VT = Valor del terreno

CD = Costo de desarrollo

GG = Gastos generales

Imp = Impuestos

CF = Costo financiero (cuando se analice la opción con financiación)

Lo anterior permite representar la fórmula de la ENDI completa:

$$\text{ENDI} = (P \times U) - (VT + CD + GG + \text{Imp} + CF) = \text{BD}$$

Veamos un ejemplo en donde se desarrolla un proyecto con 375 unidades, a un precio promedio de \$ 30000, siendo el costo de las otras variables los que se detallan; aplicando la fórmula de la ENDI

$$\text{BD} = (\$ 30000 \times 375) - (\$3600000 + \$ 1575000 + \$ 785000 + \$ 1745469) = \$ 3543831$$

Relación Beneficio / Costo

$$\text{B / C} = 3543831 / 7706169 = 0,4599$$

Si se quiere determinar el comportamiento del flujo de fondos financiado, se debe incorporar el costo financiero (CF) a la fórmula de la ENDI

Evaluación económico financiera

El flujo de fondos (FF) debe entenderse como la enumeración de los ingresos y egresos que tendrá el proyecto durante el período de vida. Al efecto se debe confeccionar el FF del “proyecto puro”, sin financiación externa y el “proyecto financiado”. Con el objeto de visualizar su comportamiento ante la financiación externa con que se pueda contar.

Proyecto Puro

Variables INPUT (Primera Parte)

Cantidad de unidades	375
Precio de la unidad por m ²	30000
Ingreso total	11250000
Valor del Terreno	3600000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos Generales	785700
Impuestos	1745469
Beneficio Neto	3543831

Variables OUTPUT (Segunda Parte Parte)

Mes 0, 1,2,3 , 24	Totales
Ingresos	11250000
Egresos	5960700
Flujo de fondos antes del Imp	5289300
Impuestos (0,33 %)	1745469
Flujo de fondos después del Imp	3543831
Beneficio Neto	3543831

Hoja INPUT

Análisis económico proyecto puro sin financiación

Proyecto " Barrio "

Sup. Total a urbanizar	300000
Valor del terreno por m ²	12
Valor total del terreno	3600000
Superficie promedio por unidad m ²	600
Cantidad de unidades a desarrollar	375
Superficie vendible total m ²	225000
Precio de venta por m ²	50
Precio promedio por unidad	30000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos generales	785700

Modalidades de venta

Al boleto de compraventa	30%
Refuerzo	20%
A la Posesión	50%

MV (Monto de Ventas) 11250000

INVERSION VT + CD + GG + Imp

Valor del terreno	3600000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos generales	785700

TOTAL 5960700

Impuestos 1745469

Beneficio Neto 3543831

FLUJO DE FONDOS CORRECTO

En este caso, el crédito de IVA está considerado como un costo, ya que al ser un proyecto de fraccionamiento de tierras, la venta de lotes no abona el pago de IVA. Para un proyecto que incluya lote más construcción, se debe considerar el saldo de IVA que se abonará al ente recaudador.

Hoja output - Flujo de fondos del proyecto puro

INGRESOS	TOTAL	INICIO	AÑOS				TOTAL
			1	2	3	4	
Unidades vendidas	375		140	120	90	25	
Importe alboleto de compraventa	8310000		1260000	3600000	2700000	750000	8310000
Refuerzo	840000		840000				840000
A la Posesión	2100000		2100000				2100000
TOTAL INGRESOS			4200000	3600000	2700000	750000	11250000
EGRESOS							
Costo de compra del terreno	3600000	3600000					3600000
Costo de escritura del terreno y venta de lotes	268200	43200	84000	72000	54000	15000	268200
Costo de infraestructura	1301653		1301653				1301653
IVA infraestructura	273347		273347				273347
Aprobaciones	100000		100000				100000
Gastos de Comercialización 3 %	278925		104132	89256	66942	18595	278925
IVA comercialización	58575		21868	18744	14058	3905	58575
Otros gastos	80000		20000	20000	20000	20000	80000
TOTAL EGRESOS	5960700	3643200	1905000	200000	155000	57500	5960700
FLUJO DE FONDOS ANTES DEL IMPUESTO (FFAI)	5289300	-3643200	2295000	3400000	2545000	692500	5289300
FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS		-3643200	-1348200	2051800	4596800	5289300	5289300
Impuesto a las ganancias (0,33 %)	1745469			581823	581823	581823	1745469
FLUJO DE FONDOS DESPUES DEL IMPUESTO (FFDI)	3543831	-3643200	2295000	2818177	1963177	110677	3543831
FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS		-3643200	-1348200	1469977	3433154	3543831	3543831

Proyecto financiado

Variables INPUT (Primera Parte)

Cantidad de unidades	375
Precio de la unidad por m ²	30000
Ingreso total	11250000
Valor del Terreno	3600000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos Generales	785700
Impuestos	1714284
Costo financiero	94500
Beneficio Neto	3480516

Variables OUTPUT (Segunda Parte)

Mes 0, 1,2,3 , 24	Totales
Ingresos	11250000
Egresos	5960700
Flujo de fondos antes del Imp	5289300
Impuestos (0,33 %)	1714284
Flujo de fondos después del Imp	3575016
Costo financiero	94500
Beneficio Neto	3480516

Hoja INPUT

Análisis económico proyecto puro con financiación
Proyecto "Barrio "

Sup. Total a urbanizar	300000
Valor del terreno por m ²	12
Valor total del terreno	3600000
Superficie promedio por unidad m ²	600
Cantidad de unidades a desarrollar	375
Superficie vendible total m ²	225000
Precio de venta por m ²	50
Precio promedio por unidad	30000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos generales	785700

Modalidades de venta

Al boleto de compraventa	30%
Refuerzo	20%
A la Posesión	50%

MV (Monto de Ventas) 11250000

INVERSION VT + CD + GG + Imp

Valor del terreno	3600000
Costo de desarrollo	1575000
Gastos generales	785700
Costo financiero	94500
TOTAL	6055200
Impuestos	1714284
Beneficio Neto	3480516
FLUJO DE FONDOS CORRECTO	

En este caso se incorporan como variables los elementos vinculados con la financiación, como ser el porcentaje de la financiación sobre el costo del desarrollo y la tasa de interés a abonar por el crédito y la amortización.

Hoja output - Flujo de fondos

INGRESOS	TOTAL	INICIO	AÑOS				TOTAL
			1	2	3	4	
Unidades vendidas	375		140	120	90	25	
Importe alboleto de compraventa	8310000		1260000	3600000	2700000	750000	8310000
Refuerzo	840000		840000				840000
A la Posesión	2100000		2100000				2100000
TOTAL INGRESOS			4200000	3600000	2700000	750000	11250000
EGRESOS							
Costo de compra del terreno	3600000	3600000					3600000
Costo de escritura del terreno y venta de lotes	268200	43200	84000	72000	54000	15000	268200
Costo de infraestructura	1301653		1301653				1301653
IVA infraestructura	273347		273347				273347
Aprobaciones	100000		100000				100000
Gastos de Comercialización 3 %	278925		104132	89256	66942	18595	278925
IVA comercialización	58575		21868	18744	14058	3905	58575
Otros gastos	80000		20000	20000	20000	20000	80000
TOTAL EGRESOS	5960700	3643200	1905000	200000	155000	57500	5960700
FF ANTES DEL IMPUESTO (FFAI)	5289300	-3643200	2295000	3400000	2545000	692500	5289300
FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS		-3643200	-1348200	2051800	4596800	5289300	5289300
FINANCIACION							
Aporte del banco 50 % del costo de desarrollo	650827		650827				650827
Interés banco IVA Interés banco	78099		78099				78099
IVA Interés bancario	16401		16401				16401
Cancelación del crédito bancario	650827			650827			650827
FF DESPUES DE LA FINANCIACION (FFDF)	5194800	-3643200	2851327	2749173	2545000	692500	5194800
FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS		-3643200	-791874	1957300	4502300	5194800	5194800
Impuesto a las ganancias (0,33 %)	1714284			571428	571428	571428	1714284
FF DESPUES DEL IMPUESTO (FFDI)	3480516	-3643200	2851326,5	2177745	1973572	121072	3480516
FLUJO DE FONDOS ACUMULADOS		-3643200	-791873,5	1385872	3359444	3480516	3480516

APROXIMACION POR CAPITALIZACION DE INGRESOS

Se debe determinar cuál es el precio de la tierra que soporta el desarrollo de un proyecto inmobiliario, mediante el máximo aprovechamiento de la tierra de acuerdo con la zonificación vigente, previo descuento de los costos de urbanización y la rentabilidad del emprendedor, y de los precios de venta proyectados totales de los lotes individuales. La cifra resultante es el valor del terreno en bruto, es decir sin urbanizar.

El método consiste en que se debe partir para el análisis de las disposiciones vigentes en materia de uso de la tierra, esencialmente en lo referido a densidades poblacionales, ancho de calles interiores, superficies perimetrales a no urbanizar y áreas destinadas a reserva de uso público. Una vez determinadas las limitaciones de orden público que existen en cuanto al uso y aprovechamiento de la tierra, se debe establecer la superficie vendible que quedaría como producto de la aplicación de estas normas, previendo el máximo aprovechamiento de la tierra.

Para entender mejor el concepto, se planteará un ejemplo a fin de obtener el valor del terreno sin urbanizar. En este caso se debe establecer el valor de un terreno ubicado en la periferia de una ciudad, que cuenta con una superficie de 24,8 hectáreas, es apto para el desarrollo de un emprendimiento cerrado, y se estima que el precio de venta de mercado para cada parcela

individual es de \$/m² 40. En cuanto a los costos de desarrollo, se adoptan valores estándares para este tipo de emprendimientos.

Considerando un promedio de superficie por parcela, permitirá determinar la cantidad de unidades a comercializar y construir el flujo de fondos, teniendo como interrogante el valor de la tierra.

Luego de determinar los costos de urbanización y la utilidad que estaría dispuesto a obtener un desarrollador convenientemente informado, con cierta experiencia y un grado de riesgo aceptable, se podrá calcular el flujo de fondos neto de la urbanización.

Cálculo de aproximación por capitalización de ingresos					
Superficie vendible m ²	200000		Costo del capital 12 %		0,12
Superficie por unidad ²	900		VPN flujo de fondos neto		2381938
Cantidad de unidades	222		Beneficio neto		3052000
Precio de venta por m ² \$	40		VPN FF + Costo tierra		0
Precio promedio por unidad \$	36000		TIR Desarrollador		42%
FLUJO DE FONDOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Total
INGRESOS					
.- Unidades vendidas		80	82	60	222
.- Ingreso por ventas		2880000	2952000	2160000	7992000
EGRESOS					
COSTO DE LA TIERRA	X ?				
.- Costo de desarrollo	900000	550000			1450000
.- Gastos generales	200000	50000			250000
.- Utilidad del desarrollador			1200000	1200000	2400000
.- Impuestos			420000	420000	840000
FLUJO DE FONDOS NETO	-1100000	2280000	1332000	540000	3052000
.- Costo de la tierra (VPN)	2381938				
.- Flujo de fondos + Costo tierra	-3481938	2280000	1332000	540000	670062
.- Flujo de fondos (desarrollador)	-3481938	2280000	2532000	1740000	3070062

Para construir el flujo de fondos, se debe trabajar por medio del método de aproximaciones sucesivas hasta obtener la TIR cercana a la rentabilidad promedio del mercado para proyectos similares. En este caso se considera un costo del capital propio de 12 % anual, y se obtiene del flujo de fondos neto un VPN de \$ 2381938, que equivaldría al valor del terreno. Si se reemplaza en el flujo de fondos el costo de la tierra (X?) por el VPN alcanzado, el valor presente neto resultante del flujo de fondos más el costo de la tierra será igual a cero.

Ahora bien, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar un desarrollador por el terreno sin mejoras, considerando el interés que estaría perdiendo sobre los fondos con los que adquiere el terreno?. Si el emprendedor espera obtener una TRECA (Tasa de recuperación atractiva) cercana al 40 % (considerando que ésta es la tasa de rentabilidad promedio del mercado de proyectos similares) sobre los fondos invertidos en un período de tres años y por la utilidad derivada del trabajo de urbanización, aplicando el factor de reversión apropiado al valor monetario de las ventas programadas para cada período se puede establecer el valor presente neto del flujo de fondos.

En este caso este método permite estimar que el costo de la tierra estaría redondeando los \$ 2400000. Como se habrá podido advertir, la clave en la precisión de esta evaluación está en establecer con precisión la TRECA del mercado,

UN METODO ALTERNATIVO

El método que se desarrollará a continuación está basado en la utilización de la fórmula de Hoskold modificada por O'Donohue, de utilización en la valuación de yacimientos, cuyos términos pueden adecuarse a la valuación de un gran terreno a comercializarse en parcelas de tamaño menor. Ello no obsta para que el método fuera aplicado no sólo para determinar el valor de un terreno en donde se pueda desarrollar la vivienda suburbana, sino también en fracciones de uso industrial u otro destino específico.

Se parte de la premisa de que la subdivisión de la tierra es factible desde el punto de vista técnico y que no existe impedimento alguno para su ejecución, de acuerdo con las disposiciones vigentes a la fecha de la valuación. Simultáneamente debe conocerse la factibilidad desde el punto de vista del mercado, esencialmente el tiempo de absorción de las unidades.

Desconocer todas o algunas de las condiciones que determinan la factibilidad total, tanto técnica como legal y económica, llevaría a cometer errores, dado que el valor resultante en este caso surgiría de condiciones inexistentes y sin sustento. Se supone que un buen evaluador debe conocer al detalle todas las implicancias técnicas y de mercado, que son determinantes en el planteo del desarrollo de la tierra suburbana. La fórmula de Hoskold, modificada por O'Donohue, permite la obtención de la estimación del valor de un terreno de gran superficie a través de la siguiente fórmula:

$$Va = A \frac{(1 + i)^n - 1}{i + s [(1 + i)^{n+d} - 1]}$$

Va = Valor actual del terreno al momento de iniciarse la operación

d = Tiempo de preparación, que implica el tiempo necesario para los trabajos y actividades previas a la iniciación de la comercialización

n = Comprende el período que asumirá la etapa de comercialización de las parcelas

A = Ganancia producida durante el período (n), siendo igual al cociente de la diferencia entre el ingreso bruto y los costos incurridos en el desarrollo de la tierra:

$$A = (Ib - CS) / n$$

i = Costo del capital

s = ganancia esperada por el desarrollador expresada en porcentaje, dependiendo del riesgo de la operación y el tipo de proyecto (TRECA)

Ahora bien, para determinar el valor de un terreno suburbano se realizará un ejemplo considerando los mismos supuestos que para el caso anterior, en donde se analizaba el valor de un terreno suburbano apto para el desarrollo de un proyecto de vivienda de características cerradas, cuyas variables son las siguientes:

Valor final de la parcela:	\$ /m ² 40
Superficie de la parcela:	900 m ²
Cantidad de parcelas:	222
Ingreso bruto total:	\$ 7992000
i =	12 %
s = Ganancia del desarrollador	40 \$

d = tiempo de preparación 1 año
 n = 3 años
 CS = Costo de desarrollo + Gastos Generales (cuadro página 108)

Cálculo de A:

$$A = (7992000 - 1700000) / 3 = 2097333$$

Cálculo de Va:

$$Va = 2097000 \frac{(1 + 0,12)^n - 1}{0,12 + 0,40 [(1 + 0,12)^4 - 1]} = \$ 2430209$$

Como se puede observar, el valor alcanzado es muy cercano al valor determinado por medio de capitalización de ingresos del ejemplo anterior.

ASPECTOS CRITICOS DEL METODO RESIDUAL

Como ocurre con todos los métodos de cálculo, es necesario utilizarlo adecuadamente. En caso contrario el resultado obtenido no será significativo.

A continuación se señalan los aspectos críticos de los datos introducidos que influirán en la bondad del resultado obtenido.

PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO TERMINADO POR METRO CUADRADO DE TECHO EDIFICABLE. Se debe elegir el producto más favorable de entre los posibles por aplicación del principio del mayor y mejor uso. Una vez elegido debe tomarse una muestra del mercado lo más amplia posible, circunscrita al uso y localización objeto de valoración, debiendo tener en cuenta que los precios corresponden a un momento concreto del tiempo. Cuanto mayor sea el precio de mercado del producto terminado, mayor será el resultado del cálculo del valor residual del suelo, por lo que una sobrevaloración o infravaloración de este dato de entrada tendrá el mismo efecto en el resultado obtenido, con un factor o sensibilidad superior a la unidad, debido a la existencia de costes que permanecen constantes. Por ejemplo, duplique el precio de mercado introducido en el modelo, manteniendo el resto de valores inalterados y comprobará como el valor residual del suelo se incrementa hasta alcanzar un valor superior al doble del inicial. En consecuencia, los errores en el precio de mercado se trasladarán y ampliarán en el resultado del valor residual obtenido. Por supuesto, esta sensibilidad a los precios de mercado se ve acentuada con la variación del índice de edificabilidad. Es importante la consideración temporal de la promoción proyectada.

COSTES DE URBANIZACIÓN POR METRO CUADRADO DE SUELO BRUTO. El error en su estimación se traslada al resultado de forma sustractiva, disminuyendo el valor residual del suelo bruto en una cuantía semejante, corregida por el porcentaje de cesiones, al incremento de los costes de urbanización. Tiene escasa incidencia debido a su menor peso específico en el conjunto de los costes. La sensibilidad del resultado a las alteraciones de precios de urbanización aumenta cuando disminuye de forma considerable la edificabilidad del desarrollo urbanístico.

COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL DE LAS OBRAS. Un presupuesto de ejecución material inflado disminuye el resultado obtenido en el cálculo del valor residual del suelo. Es conveniente utilizar inicialmente los módulos facilitados por los colegios profesionales de arquitectos e ingenieros. Deben matizarse y corregirse una vez realizados los proyectos. Es frecuente obtener mejoras o bajas de precios en la contratación de las obras. De todos los datos introducidos es, junto a los costes de urbanización, el más ajustado a la realidad, por ser el más transparente, documentado con la información disponible y, posteriormente, controlado por los técnicos res-

ponsables de la ejecución de las obras. Por ello, tanto los costes de urbanización como los costes de ejecución material son los aspectos menos críticos del cálculo del valor residual del suelo.

EDIFICABILIDAD. No debe confundirse la superficie bruta del terreno disponible con la superficie de techo edificable. El cociente de la segunda cantidad entre la primera nos da el índice de edificabilidad. Dicho coeficiente nos viene dado por los instrumentos de planificación urbanística. Si se trata de suelo urbano o urbanizable sectorizado vendrá definido en los Planes Generales de Ordenación Urbana. Es un dato crítico. De su valor depende el aprovechamiento o lucro que puede obtenerse del suelo. Su alteración incidirá de forma parecida, porcentualmente, a como lo hace la alteración de los precios de mercado en el resultado del cálculo del valor residual del suelo.

LOS CUATRO DATOS ANTERIORES BASTAN PARA CALCULAR EL VALOR RESIDUAL POR EL MÉTODO ESTÁTICO. Sin embargo, la urbanización y las obras no se ejecutan de forma instantánea, precisan de un cierto tiempo de realización, de un calendario de obras y, en consecuencia, los costes no se satisfacen en un único momento sino que tienen una distribución temporal acorde con el calendario de ejecución material de las obras. Lo mismo ocurre con los ingresos que se distribuyen a lo largo de un calendario de promoción y venta del producto inmobiliario. No tiene el mismo valor un euro en el momento actual que dentro de, por ejemplo, 5 años. Costes e ingresos producidos en diferentes fechas deben reducirse a magnitudes homogéneas, costes e ingresos actuales, de manera que podamos operar aritméticamente con ellos. Si queremos realizar este proceso debemos utilizar el método residual dinámico en lugar del método residual estático y considerar e introducir en el cálculo, como mínimo, los datos que siguen. Sin embargo, con la normativa española, el método estático tiene una fuerte limitación temporal para su aplicación.

NÚMERO DE AÑOS HASTA EL INICIO DE LA PROMOCIÓN. Refleja el número de años desde el momento actual (0) hasta que se inicia la construcción, promoción y venta del producto terminado. Su valor incidirá en los precios de venta y de ejecución material. El resultado mayor o menor del valor residual del suelo como consecuencia del adelanto o retraso del inicio de la promoción depende de las tasas de crecimiento de los precios y las tasas de descuento aplicadas.

NÚMERO DE AÑOS HASTA EL FINAL DE LA PROMOCIÓN. Refleja el número de años desde el momento actual (0) hasta que finaliza la construcción, promoción y venta del producto terminado. Su valor incidirá en los precios de venta y de ejecución material. El resultado mayor o menor del valor residual del suelo como consecuencia del adelanto o retraso de la finalización de la promoción depende de las tasas de crecimiento de los precios y las tasas de descuento aplicadas.

TASA PORCENTUAL DE EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE MERCADO. Debe introducirse la evolución esperada de los precios del producto inmobiliario de que se trate. Así, si el consenso de las distintas instituciones indica que los precios de la vivienda subirán en torno al 10% para el próximo año, suponiendo que durante todo el periodo hasta el final de la promoción sea esta la tasa media de evolución de precios y estemos valorando suelo para uso residencial (viviendas), deberá introducirse 10 en la casilla correspondiente. El resultado del cálculo del valor residual del suelo es muy sensible a este factor cuando mayor es el periodo de tiempo hasta el final de la construcción y promoción, cuanto mayor sea el valor absoluto de la diferencia entre la tasa de evolución de precios y la tasa de inflación y, finalmente, cuanto mayor sea la diferencia entre la tasa de evolución de precios y la tasa de descuento aplicada. Al igual que los precios, el valor residual estimado está anclado a un momento o instante en el tiempo. Si el cálculo se realiza en otro momento, la diferencia del valor residual puede ser enorme. Es un error de bulto creer que al considerar precios futuros del producto inmobiliario se está alterando el momento de la valoración.

NÚMERO DE AÑOS HASTA EL INICIO DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN. Similar a lo indicado para la construcción y promoción.

NÚMERO DE AÑOS HASTA EL FINAL DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN. Similar a lo indicado para la construcción y promoción.

TASA PORCENTUAL DE EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMO. Deberá introducir la tasa media esperada hasta el final de la construcción y promoción. Cuanto mayor sea, mayores serán los costes de urbanización y construcción.

TASA INTERÉS LIBRE DE RIESGO Y TASA DE ACTUALIZACIÓN. Este factor incide en el valor actual de costes e ingresos. Cuanto menor sea, menor será el descuento, por lo que su valor actual será ligeramente inferior a los costes e ingresos futuros producidos. Cuanto mayor sea, mayor será el descuento, por lo que mayor será la diferencia con el valor nominal de los costes e ingresos que se produzcan en el futuro. Muchos teóricos consideran que el tipo de interés considerado debe superar al interés libre de riesgo en un determinado diferencial (de 6 a 11 puntos, dependiendo del producto inmobiliario de que se trate), como prima de riesgo. Esta consideración implica considerar dos veces el beneficio del promotor, una como cuantía fija sobre el conjunto de costes de promoción (10%) y otra como diferencial por prima de riesgo. Esta duplicidad se aprecia claramente si eliminamos el beneficio del promotor de los costes. En este supuesto los ingresos y costes se igualan a la tasa de interés libre de riesgo que produciría la equivalencia financiera de ambas corrientes de entrada y salida de fondos. En este supuesto, si se aplica un diferencial por prima de riesgo, la tasa de descuento total aplicada, tasa de interés libre de riesgo más prima de riesgo, sería la tasa que igualaría los costes e ingresos de la promoción, es decir el TIR, la tasa de rendimiento interno de la inversión para la realización de la promoción, superior a la tasa libre de riesgo precisamente en el valor de la prima de riesgo. Si ahora añadimos un beneficio adicional del promotor equivalente al 10% de los costes, la tasa que haría igual a cero el valor actual neto (VAN) de ingresos y gastos (no lo sería el beneficio del promotor), sería el TIR efectivo de la inversión, muy superior a la prima de riesgo considerada. Por ello, cuando se aplica la normativa hipotecaria, el beneficio del promotor SÓLO APARECE CONTEMPLADO EN LA TASA DE DESCUENTO aplicada, tasa de interés libre de riesgo más prima de riesgo, debiendo elegir adecuadamente los tipos de interés aplicados

COMO SE PUEDE HACER UN ANALISIS RESIDUAL ⁴

1.- Uso máximo y mejor del predio.

Un inmueble debe de valuarse según el uso máximo y mejor que pueda tener.

a) Considerar todas las posibilidades, fusión, subdivisión, relotificación, etc. (el actual no necesariamente es el mejor uso).

b) Que sea un uso legalmente autorizado.

Hay que verificar los usos de suelo autorizados, presentes y potenciales.

Hay casos en que el uso de suelo actual parece no ser el mejor, hay que definir cual podría ser otro mejor, e investigar la factibilidad y costo de cambiarlo, en su caso, o si es imposible cambiarlo.

Deben verificarse la reglamentación de construcción COS, CUS, etc.

c) Deben verificarse posibles afectaciones por calles futuras, expropiaciones para otros usos, derechos de vía (líneas eléctricas, drenes pluviales, ductos de gas, carreteras, etc.), etc.

d) Que sea físicamente factible de llevarse a cabo un determinado proyecto.

Topografía, agujeros, subsuelo, disponibilidad de servicios y accesos, etc.
Hacer anteproyecto, estimación de vialidades, accesos, donaciones, etc).

e) Que sea financieramente viable.

Verificar velocidades de absorción.

- Permisos de construcción otorgados.
- Autorizaciones por asociaciones de colonos.
- Verificación física.

Horizonte de planeación razonable.

¿Alguien podría financiar el proyecto, parcial o totalmente?

f) Que dé el máximo valor posible.

- Comparar el uso actual contra otros posibles diferentes.

2.- Pregunta ¿aplica el Residual?.

No hacerlo si no aplica.

- Tiempos de absorción muy largos.
- Usos de suelo no factibles.
- Otras razones.

⁴ Extraído y adaptado del Ing y M. en C. José Daniel Muñoz Esquivel México)

3.- El análisis debe hacerse a precios y costos constantes.

Esto remueve el efecto de las distorsiones por la inflación, y solo deben hacerse ajustes a aquellos renglones que se espere vayan a tener un comportamiento sensiblemente diferente a esta.

Por esta razón, las tasas aplicables a los créditos para calcular los intereses, y las tasas de descuento, deben ser tasas reales, no nominales.

De esta manera podemos ver e interpretar debidamente un flujo de efectivo, aún cuando haya inflación, sin introducir distorsiones que oscurezcan el análisis.

4.- Los flujos de efectivo pueden ser antes o después de impuestos, pero siempre después de costos financieros.

Los flujos de efectivo que se usen, y las tasas de descuento que se aplican deben de ser congruentes.

5.- La utilidad del inversionista puede irse retirando conforme vaya habiendo flujo de efectivo (esto es más representativo de lo que un inversionista real haría), o al final como un solo retiro (algunos valuadores lo hacen de esta manera).

6.- La tasa de descuento y la utilidad del inversionista deben ser representativos de lo que el mercado espera, dado el riesgo involucrado.

Hay que interpretar y "traducir" lo que un inversionista espera.

En tiempos de inflación, si se le pregunta a un inversionista lo que espera obtener de un negocio probablemente diga que un múltiplo de lo que el banco le da o algo parecido (según el riesgo que perciba que va a correr).

¿Qué significa esto?.

La tasa efectiva que espera es: $TEF = (1 + ki / 12)^{12} - 1$

La tasa real que espera es:

$$TREAL = \frac{TEF - inf I}{1 + inf I}$$

en donde T REAL = Tasa real anual esperada, en decimales.

i = interés anual que da el banco, en decimales.

K = múltiplo que el inversionista espera.

Infl = inflación anual esperada, en decimales

$$TREAL = \frac{[(1 + ki / 12)^{12} - 1] - inf I}{1 + inf I}$$

$$\text{TREAL} = \frac{[(1 + ki / 12)^{12}]}{1 + \text{inf } I} - 1$$

Si por ejemplo el banco da (tasa previa) 13 % / año, la inflación anualizada esperada es 8 %/año y el inversionista quiere que esa inversión le de k veces lo que le daría el banco:

$$\text{TREAL} = \frac{[(1 + k * 0,13 / 12)^{12}]}{1 + 0,08} - 1$$

si $k = 1$ (lo que el banco da, tasa nominal 13 % / año) $\text{TREAL} = 5.3\%/\text{año}$.

$k = 2$ (espera una tasa nominal de 26 %/anual) $\text{TREAL} = 19.7\% / \text{año}$.

$k = 3$ (espera una tasa nominal del 39 % / año) $\text{TREAL} = 35.9\% / \text{año}$.

Etcétera.

Recuérdese que ya se vió que mientras mayor es el riesgo percibido, mayor será el rendimiento esperado y en la ecuación se ve claramente que la relación no es lineal.

La gran mayoría de los inversionistas inmobiliarios no son expertos en matemáticas financieras, por lo que no podrán decir directamente la tasa real que esperan, se tendrá que estimarla a partir de lo que digan.

Otra posible manera de obtener la tasa de descuento es extrayéndola del mercado, lo cual parece bastante razonable porque está sustentado por el mismo mercado.

Tasa de capitalización para Inmuebles" (México 1995).

Los inmuebles considerados para la obtención de las tasas de capitalización fueron nuevos o de construcción reciente.

Los resultados obtenidos en ese entonces son los siguientes:

Tipo de inmueble	Tasa de Capitalización %		
	Terreno	Mejoras	Tasa Global
1) Terrenos en zonas comerciales	2,57		
2) Terrenos industriales	6,25		
3) Terrenos en zonas habitacionales	5,24		
4) Casas habitación moderno mediano en zona habitacional urbana de segundo orden		7,02	6,65
5) Casas habitación moderno mediano en zona habitacional urbana de primer orden		6,33	6,08
6) Locales comerciales		7,49	5,93
7) Oficinas de calidad		7,79	7,27
8) Bodegas en zonas urbanas de segundo orden		12,28	10,15
9) Bodegas en zonas industriales		9,40	8,86

Puede observarse que para inmuebles diferentes, el mercado reconoce diferentes tasa reales.

La tasa de capitalización es aquella que permite convertir los ingresos anuales actuales (1 solo año) en valor.

Pero lo que se está buscando es una tasa de descuento, que permita convertir los flujos de efectivo después de pago de deuda (lo que la hace una tasa de rendimiento sobre la inversión de capital), en el valor que el inmueble tiene.

No es lo mismo, de tal manera que no se puede usar una tasa de capitalización como si fuera tasa de descuento.

Lo que los valuadores (México) han estado haciendo es considerar el riesgo que puede tener un proyecto inmobiliario, y en función de esto considerar las tasas y la utilidad que un potencial inversionista pudiera esperar, algo parecido a lo siguiente:

Riesgo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	Muy Alto	
Tasa de descuento	8	9	10	11	12	15	
Tipo de proyecto							Utilidad %
Volumen, utilidad baja, casas de interés social							10
Intermedio, utilidad media, casas y departamentos tipo medio							15
UTILIDAD ALTA							20

Se podría trabajar empleando combinaciones de tasas de descuento y utilidad tratando de emular lo que un posible inversionista pudiera pensar, utilizando los flujos de efectivo después de pago de intereses y amortización de deuda, pero antes de impuestos.

Sin embargo al hacer esto no se puede tener una idea clara de cómo se relaciona esto con un rendimiento real, para poder comparar contra lo que un inversionista realmente se gana en un proyecto.

Para cada caso, se debe comparar nuestras premisas iniciales de riesgo percibido y tipo de proyecto contra la tasa de rendimiento del capital obtenida.

Esto quiere decir que si se analizan los resultados del residual, tomando en cuenta la tasa de rendimiento de capital que resulta, la proporción de egresos a ingresos, etc., se puede retroalimentar de una manera importante el avalúo, verificar nuestra percepción del riesgo, y ajustar la conclusión de una manera más soportada (se puede inclusive usar otras medidas de evaluación como la relación de cobertura de la deuda, y puede ser necesario revisar nuestra absorción, los costos, gastos, etc., en su caso).

El residual podría hacerse inclusive desde el principio sin fijar ninguna tasa de descuento ni utilidad del inversionista, sino yendo directamente al cálculo de la tasa de rendimiento de capital que resulte.

Esto quiere decir que si usamos el residual de las diferentes maneras en que puede utilizarse, puede ser una herramienta muy poderosa.

CONCLUSIÓN DE VALOR

1.- Conciliación con los enfoques de costo y de mercado.

¿Cuál información es más confiable?.

¿Qué es lo más factible de ocurrir?.

¿Cómo se soportan los enfoques entre sí?

¿Selección o ponderación?.

TIEMPOS DE EXPOSICIÓN AL MERCADO.

Mientras más especializado es un proyecto, más riesgoso, menos crédito disponible haya, el proyecto sea más heterogéneo, mayor sea el importe, etc. puede esperarse un tiempo de venta más largo.

Cada inmueble es diferente y requiere de un tiempo de exposición al mercado distinto para venderse.

¿Cuál es el tiempo de exposición al mercado normal estimado?.

¿Cuál es el tiempo de venta para el que piden se estime el valor?.

Si no se contestan estas 2 preguntas, y se las pone por escrito en el avalúo, es probable que estemos jugando al teléfono descompuesto con nuestro cliente, y posteriormente él puede llegar a la conclusión de que nuestro trabajo estuvo mal hecho.

Si lo que pide (y esto se debe preguntar) es un valor para un tiempo de exposición al mercado menor al normal, el valor correspondiente también será menor.

¿Cómo estimarlo en este caso?.

Sean:

- tn = Tiempo de exposición normal, en meses
- tr = Tiempo de venta rápida requerida, en meses
- I = Inflación anual futura esperada, en %.
- i = Inflación mensual futura esperada
- Td = Tasa de descuento aplicable, anual en %.
- td = Tasa de descuento mensual aplicable
- U = Utilidad del inversionista, en % sobre las ventas.
- Vn = Valor para tiempo de exposición tn
- Vr = Valor para venta rápida.

Si hay inflación y cada mes se le está subiendo el precio, es probable que el predio tarde en venderse más que tn, tiene que dejársele el mismo precio, por lo menos por un tiempo.

Si el que va a comprar el predio es un inversionista que luego lo va a vender, es muy probable que sepa como y cuando revenderlo, de modo que para cuando él lo compre ya no le tomará tn en encontrar un cliente, sino algo menos, probablemente tn-tr.

Este inversionista probablemente estará pensando en que su dinero se le está erosionando por la inflación (al mantener el precio de oferta), y en el riesgo que corre, durante el tiempo ($t_n - t_r$) de tenencia de la inversión.

La inflación mensual es $i = (1 + I)^{1/12}$

La tasa de descuento mensual aplicable es $td = (1 + Td/100)^{1/12}$

El factor debido a la erosión por la inflación durante el tiempo que el inversionista conserva el predio es: $1 / (1 + i)^{(t_n - t_r)}$, que descontándolo por el riesgo que está corriendo da:

$$\frac{1}{(1 + i)^{(t_n - t_r)} \times (1 + td)^{(t_n - t_r)}}$$

Pero el inversionista no va a trabajar de gratis, sino querrá llevarse un U % sobre la venta del predio, para cubrir sus gastos de administración y promoción, y su utilidad, de tal manera que para llegar al precio que estaría dispuesto a pagar por el predio en una venta rápida, el factor sería:

$$f = \frac{1}{(1 + i)^{(t_n - t_r)} \times (1 + td)^{(t_n - t_r)} \times (1 + U/100)}$$

y finalmente.

$$V_r = \frac{V_n}{(1 + i)^{(t_n - t_r)} \times (1 + td)^{(t_n - t_r)} \times (1 + U/100)}$$

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores de México obliga a consignar V_n , debidamente soportado, pero no prohíbe que adicionalmente se pueda poner V_r , también debidamente soportado.

De esta manera, si en una venta rápida el predio no se vende en V_n , sino en V_r , el cliente estará satisfecho por un trabajo bien hecho.

VARIOS RESIDUALES EN UN MISMO PREDIO.

Puede suceder que, dentro de un mismo terreno, haya porciones con diferente vocación, o diferente uso de suelo, pero se pide un avalúo de todo el predio.

Es probable que se tenga que hacer varios residuales (uno por cada porción), y que los tiempos de absorción, riesgo, y los tiempos de exposición al mercado para la venta que corresponde en cada caso fueran diferentes si se tratara de predios separados.

Pero en un solo predio que debe de venderse (o tomarse en dación, etc.) todo junto.

¿Cómo se puede integrar la información resultante?.

Considerando el caso de un terreno en pedemonte, en la orilla de una ciudad, que tiene 5 zonas diferentes cada una de las cuales requiere de un residual diferente (porque tiene un uso de suelo diferente y/o el interés comercial es diferente), con una zona más deseable..

Se deberían hacer 5 residuales, y después de considerar todo lo que ya se ha mencionado obtener "valores estimados para venta en partes", analizando cuanto interés comercial podría haber para cada zona como si las demás no existieran (análisis fraccional), y estimando cuando sería conveniente iniciar su venta, y cual podría ser su tiempo de exposición normal, desde que se pone a la venta hasta que se vende.

Sumando, se encontrará cual podría ser el tiempo total de venta en años, a partir de la fecha del avalúo.

Como lo que se necesitaba era el valor del predio para venta con el tiempo de exposición de la zona que era más deseable, que era la zona 1, ésta fue la que se tomó como base.

Un inversionista que estuviera interesado actualmente en desarrollar un proyecto inmobiliario en la zona 1, se va a ver obligado a comprar el resto de las otras zonas (porque el predio se vende completo) para posteriormente venderlas cuando le llegara el momento adecuado a cada una.

Se considera que alguien que tuviera que hacer esto seguramente iba a esperar una ganancia en la reventa, y además iba a pagar el valor presente a una tasa de descuento congruente con el riesgo.

Por ejemplo, para la zona 2 se estimó que en lugar de venderse en 1 año como la zona 1, se venderán en 3.5 años, por lo que el inversionista se iba a ver obligado a estar en posesión de un predio que no deseaba, por estos 3.5 años.

El riesgo se considera alto (tasa de descuento del 12%), y a cada fracción se le estimó un % de utilidad y gastos.

Para la zona 2, el factor de ajuste se calcula, por ejemplo, como: $1 / [(1,12^{3,5}) \times 1,2] = 0,56$, y así también para las demás zonas.

La zona 1 no la iba a revender, sino a utilizar de inmediato, por lo que el factor aplicable a esta es 1.0.

Sumando, se encontrará cual podría ser el avalúo del terreno.

En este ejemplo no se descuenta por inflación porque se consideró que el análisis se está haciendo a precios y costos constantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.- Bien utilizado, el residual es una buena herramienta, es una realidad, usado cuando no aplica, o indebidamente, lleva a conclusiones de valor erróneas.

2.- Los análisis simplistas para problemas complejos no existen, se debe olvidar que existe una simple formula que de un plumazo dá el valor residual de un terreno.

3.- El análisis residual es una herramienta importante, que es necesario que los valuadores que hacen avalúos de terrenos, conozcan y manejen bien, en toda su complejidad.

4.- Un buen análisis y soporte del tiempo de absorción es indispensable y crítico para un buen análisis residual.

De aquí puede derivar la conclusión de que no aplica, dado que el tiempo de absorción es demasiado grande.

5.- A mayor riesgo las tasas de descuento y rendimiento son mayores, y por lo tanto, el riesgo afecta directamente al valor.

Esto quiere decir que los valuadores deben estar muy concientes del riesgo implicado en cada proyecto inmobiliario para el cual se hace un análisis residual, y no aplicar tasas a ciegas o como receta.

Lo mismo aplica para el % de utilidad que se considere.

6.- Al terminar el residual, se propone que se calcule la tasa real de rendimiento de capital, haciendo cero las utilidades, porque permitirá ver si nuestro análisis es razonable o no en función del riesgo del proyecto, o si se requieren algunos ajustes.

Además, esta tasa le ayuda al que va a usar el avalúo para que tome las mejores decisiones.

Se recomienda que en todo avalúo residual se consigne la tasa de rendimiento de capital encontrada.

7.- Cuando resulten varios residuales dentro de un mismo avalúo, una buena metodología de integración de los resultados de los mismos es importante para llegar a un valor final bien soportado.



*Ministerio de Planificación Federal
Inversión Pública y Servicios
Tribunal de Tasaciones de la Nación*

NORMA TTN 16.0**26 de julio de 2004****METODO RESIDUAL PARA LA VALORACIÓN DE TERRENOS
Procedimiento de verificación**

Su aplicación permite verificar la razonabilidad del valor de mercado de un terreno edificable como el precio más probable que, en el momento de su tasación pagaría por él un promotor o emprendedor inmobiliario para su aprovechamiento. Es válido para terrenos de alta deseabilidad, para verificar valores obtenidos por el método comparativo en función de los supuestos anteriores, adquiriendo validez técnica cuando exista planeamiento urbano vigente.

El valor de mercado puede verificarse aplicando este método de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos:

Análisis de inversiones con valores actuales (Método estático)

Se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1 - Determinar el emprendimiento inmobiliario más probable que puede desarrollarse en el terreno a valorar. Cuando sea conocido el destino del inmueble y éste responda al planeamiento vigente, se tomará en cuenta el mismo.
- 2 - Estimar el valor de mercado del inmueble suponiendo el edificio terminado en la fecha de la tasación. Dicho valor será el obtenido por aplicación de las Normas TTN 3.0 y 6.1.
- 3 - Estimar los costos de construcción, los gastos necesarios de promoción, de comercialización y financieros normales para un emprendimiento de características similares a la analizada.
- 4 - Fijar el margen o porcentaje de beneficio del promotor atendiendo al común o normal en los emprendimientos de similares características y emplazamiento.

Calcular el valor de mercado del terreno aplicando la siguiente fórmula:

$$VT = VM - \sum C * (1 + b)$$

donde:

VT = Valor del terreno

VM = Valor de mercado del emprendimiento terminado.

b = Porcentaje de beneficio del promotor estimado sobre el costo.

C = Cada uno de los costos y gastos necesarios considerados, excluido el propio terreno.

Si se trabaja con valores por metro cuadrado edificable para obtener el valor de incidencia del terreno, se debe tener en cuenta que los mismos se expresen en función de superficies equivalentes (por ejemplo, m2 totales o m2 propios o comercializables).

En todas las etapas anteriores, se deberá justificar en el informe las hipótesis y parámetros de cálculos adoptados.

Análisis de inversiones con valores esperados (Método dinámico) para emprendimientos de importancia con etapas de financiamiento

Se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Determinar el emprendimiento inmobiliario más probable que se puede desarrollar sobre el terreno a valorar.
2. Establecer las fechas y plazos de la construcción y de la comercialización del emprendimiento terminado, atendiendo a sus cualidades y características.
3. Establecer el valor de mercado del emprendimiento terminado, referido a las fechas previstas de comercialización. Para ello se partirá del valor de mercado en la fecha de tasación, obtenido por el método comparativo según Normas TTN 3.0 y 6.1, y se tendrá en cuenta la evolución esperada de los precios de mercado.
4. Establecer los costos de construcción, los gastos necesarios de promoción, financieros y de comercialización normales para un emprendimiento de características similares al analizado.
5. Teniendo en cuenta los datos y estimaciones anteriores se determinarán las entradas y salidas de caja previsible durante el emprendimiento.
6. Fijar una tasa de actualización (i). Se utilizará la tasa de rentabilidad media anual sobre fondos propios que obtendría un promotor en un emprendimiento de las características del analizado.
7. Calcular el valor del terreno objeto de la tasación por diferencia entre el valor actual de los ingresos obtenidos por la venta del emprendimiento terminado y el valor actual de los pagos realizados por los diversos costos y gastos, excluido el terreno, para la tasa de actualización fijada, utilizando la siguiente fórmula:

$$VT = \sum [E_f / (1 + i)^{t_f}] - \sum [S_k / (1 + i)^{t_k}]$$

Donde:

VT = Valor del terreno.

E_f = Importe de los ingresos previstos en el momento F.

S_k = Importe de las salidas previstas en el momento K, incluido el beneficio.

t_f = Número de períodos de tiempo previsto desde el momento de la valoración hasta que se produce cada uno de los ingresos.

t_k = Número de períodos de tiempo previsto desde el momento de la valoración hasta que se produce cada uno de los pagos.

i = Tasa de actualización elegida correspondiente a la duración de cada uno de los períodos de tiempo considerados.

En todas las etapas anteriores se deberá justificar en el informe las hipótesis y los parámetros de cálculo adoptados.

Recomendación

Utilizar el procedimiento Residual Estático como método de referencia para contrastar con valores obtenidos por el Método Comparativo. El Método residual dinámico se reservará para casos especiales que lo justifiquen, en particular para emprendimientos de importancia con etapas de financiamiento.

CAPITULO CINCO

Estudio económico sobre la incorporación de capitales a una inmueble

ESTUDIO ECONOMICO SOBRE LA INCORPORACIÓN DE CAPITALS FIJOS A UN INMUEBLE ¹

El propietario de un inmueble desea solicitar un préstamo para invertir en un proyecto de construcción de un nuevo edificio y se desea saber si la inversión es económicamente conveniente o indiferente y si los edificios proyectados están en condiciones de cubrir los intereses de los capitales que deben incorporarse, en las mejoras proyectadas.

Asimismo, al existir dos proyectos, determinar cuál de los dos es el más conveniente.

VALUACIÓN DE LA PROPIEDAD ACTUAL

Descripción: Se trata de una construcción de sólidas estructuras, con buenos materiales; su edad es de 60 años. El terreno está mal aprovechado, pues el edificio actual tiene una distribución inconveniente y sus diversos compartimentos adolecen del defecto común de la antigua construcción, carente en absoluto de los dispositivos y recursos de la técnica arquitectural. Agregando a esto que la ubicación es el centro de mayor densidad de población y de actividades comerciales, se impone, por este solo concepto, la construcción de varios pisos con todos los perfeccionamientos de la técnica moderna de construcción.

Tratándose de una fracción de excelentes dimensiones (21 metros de frente por 44 de fondo), es posible un aprovechamiento en condiciones tan ventajosas, que la solución en su parte arquitectural, se presta con toda amplitud, a la confección del proyecto más perfecto.

El edificio actual consta de dos salones de negocio en la planta baja con sus respectivos sótanos y algunas dependencias, todo mal iluminado, mal ventilado y los sótanos con humedades que pueden hacer peligrar cierta clase de mercaderías delicadas que necesitan ser almacenadas en ambientes secos. El piso alto, que fue una casa de familia, hoy se ha destinado a escritorios y oficinas particulares, constando de dieciocho piezas, amplias y bien iluminadas, pero careciendo de los servicios de baños, mingitorios y lavamanos suficientes.

Rentas: De acuerdo con los documentos tenidos a la vista y perfectamente controlados, se ha determinado la renta, conforme a los cálculos siguientes:

Alquileres:

Dos salones de negocio, con sótanos y demás dependencias, alquilados a \$ 1900 mensuales; al año	\$ 22.800
Dieciocho escritorios en el piso alto alquilados a razón de \$ 100 por mes cada uno; al año	\$ 21.600
TOTAL	\$ 44.400

¹ Extraído y adaptado de VALUACIONES Rural, Industrial y Urbana de Carlos Algañaraz

Gastos:

Impuesto Inmobiliario	\$	1.200
Municipalidad	\$	1.600
O.S.S.E.	\$	2.000
Gastos de conservación, reparación administración; etc.	\$	1.200
TOTAL	\$	6.000

La Renta Líquida será:

$$R_0 = \$ 44.400 - \$ 6.000 = \$ 38.400$$

La tasa "r" de capitalización a aplicar es del 7 %

Valuación: El valor del edificio antiguo, de acuerdo a su renta es:

$$V_0 = \frac{38.400}{0,07} = \$ 549.000$$

VALUACIÓN DE LA PROPIEDAD CON EL PROYECTO N° 1

Descripción: Analizados los planos generales correspondientes, dentro del estudio económico, en el concepto de que el problema técnico arquitectural está satisfactoriamente resuelto, se tiene.

Planta y Sótanos: Se han proyectado dos amplios salones para negocio, con sótanos bien ventilados e iluminados; servidos por montacargas y ascensores, teniendo además, todas las dependencias necesarias y servicios, instalación de calefacción central, común para todo el edificio con el número suficiente de radiadores. Estos salones se prestan para la instalación de una gran casa de comercio de artículos finos o exposición de mercaderías, etc. Locales análogos, en las proximidades, importan alquileres variables, pues algunos son de contrato reciente y otros antiguos; pero, un promedio normal y razonable, nos permite asegurar un alquiler mensual de \$ 1.700 por cada uno de los locales.

Casa de habitación: Se han proyectado cinco pisos altos, servidos por dos ascensores y uno de servicio. Cada piso consta de cuatro departamentos confortables, con detalles de calidad, ventilados y llevando cada habitación un radiador para calefacción.

Renta: Cada departamento consta de cinco piezas y dependencias, los que dan al frente; y seis piezas y dependencias, los del interior. Controlados los precios que rigen en numerosas casas análogas a la proyectada y dentro de un criterio medio de los precios actuales, puede afirmarse que un alquiler de \$420 mensuales, es el corresponde adoptar.

Alquileres:

Dos salones de negocio, con sótanos y demás dependencias, alquilados a \$ 1700 mensuales cada uno; al año	\$ 40.800
Veinte departamentos según detalle alquilados a razón de \$ 420 por mes cada uno; al año	\$ 100.800
TOTAL	\$ 141.600

Gastos:

Impuesto Inmobiliario	\$ 4.250
Municipalidad	\$ 5.650
O.S.S.E.	\$ 7.100
Gastos de conservación, reparación administración; etc.	\$ 1.000
Luz, calefacción, servicio, etc.	\$ 10.550
TOTAL	\$ 28.550

Tanto los impuestos como los gastos y servicios para la explotación del edificio, han sido calculados previo un prolijo análisis de cada uno, llegándose a las sumas establecidas después de un estudio y control con lo que se invierte en otros edificios análogos.

La Renta Líquida será:

$$R_1 = \$ 141.600 - \$ 26.550 = \$ 113.050$$

La tasa "r" de capitalización a aplicar es del 6 %

Valuación: El valor del edificio antiguo, de acuerdo a su renta es:

$$V_1 = \frac{113.050}{0,07} = \$ 1.615.000$$

CONSUMO DE CAPITALES EN EL PROYECTO N° 1

El proceso económico de inversión de capitales en la reconstrucción del inmueble en estudio se desarrolla en la forma siguiente:

A) Las erogaciones por estudios y proyectos, importan la suma de dinero que se abonan a los profesionales en concepto de honorarios. Los planos de los proyectos 1 y 2, que se han confeccionado, importan el 1 % de sus presupuestos. Los planos completos, pliegos de condiciones y especificaciones del proyecto N° 1, que se estudia en la hipótesis de que será ejecutado, importan además el 2 % de su presupuesto,

Los proyectos y anteproyectos mencionados deben confeccionarse con toda la anticipación debida, o sea un año antes de la iniciación de los trabajos. La construcción del edificio durará tres años hasta su completa terminación, de manera que las erogaciones por conceptos a honorarios profesionales, deben calcularse al interés compuesto del 7 % durante cuatro años, es decir:

$$\Sigma (H_i) = H_1 (1 + r)^4$$

Numéricamente se calcula H_1 como sigue:

El 1 % del presupuesto para el proyecto N° 1	\$ 8.490
El 1 % del presupuesto para el proyecto N° 2	\$ 6.200
El 2 % del presupuesto para el proyecto N° 1	\$ 16.890
TOTAL	\$ 31.670

Los gastos por los conceptos de honorarios profesionales son:

$$\Sigma (H_i) = 31.670 (1 + 0,07)^4 = \$ 41.513$$

Corresponde mencionar ahora, que se ha hecho una licitación privada entre dos grandes empresas constructoras de plaza para la ejecución del proyecto N° 1. La primer empresa ha cotizado la suma de \$ 873.000 y la segunda la suma de \$ 825.000, cuyo promedio importa la suma de \$ 849.000, que es la cantidad adoptada para los cálculos.

B) Las condiciones de pago de las obras están estipuladas en los pliegos y contratos respectivos, estableciéndose que al finalizar el primer año de la iniciación de los trabajos, la obra debe estar en "tal y tal" estado de adelanto, debiendo abonarse entonces la suma de \$ 300.000. Que al finalizar el segundo año de la iniciación de las obras, estas deberán estar en "tal y cuál" estado de adelanto, debiendo abonarse entonces otros \$300.000. Que al finalizar el tercer año de la iniciación de los trabajos, la obra deberá estar completamente terminada y lista para ser ocupada, pagándose el saldo de \$ 249.000.

Al importe de cada una estas cuotas debe recargársele en un 3 %, por concepto de inspección técnica, planos de detalle y administración.

La acumulación $\Sigma (C_1)$ de las cuotas C1 (cuota más 3 % = 300.000 x 1,03 = \$ 309.000), C2 (cuota más 3 % = 300.000 x 1,03 = \$ 309.000), C3 (cuota más 3 % = 249.000 x 1,03 = \$ 256.470), se hará por la fórmula:

$$\Sigma (C_1) = C1 (1 + r)^2 + C2 (1 + r) + C3$$

Numéricamente

$$\Sigma (C_1) = 309.000 (1 + 0,07)^2 + 309.000 (1 + 0,07) + 256.470 = \$ 940874$$

C) Debido a la demolición, se dejarán de percibir las rentas del edificio antiguo a reconstruirse, durante tres años; además seis meses antes de la iniciación de los trabajos, deben tenerse libres de inquilinos, locales y escritorios (3,5 años). También se debe suponer que una vez terminado el edificio, este necesita, más o menos, seis meses para estar totalmente alquilado (1/2 año); luego, se puede considerar que el edificio íntegro, durante tres meses (1/4 de año), no ha producido renta alguna.

Siendo $\Sigma (R)$, las sumas dejadas de percibir, hechos que importan gastos, su cálculo se hará por la fórmula siguiente:

$$\Sigma (R) = \frac{1}{2} R_0 (1 + r)^{3,8} + R_0 (1 + r)^{2,5} + R_0 (1 + r)^{1,5} + R_0 (1 + r)^{0,5} + \frac{1}{4} R_1$$

$$\Sigma (R) = 19.200 (1,07)^{3,8} + 38.400 (1,07)^{2,5} + 38.400 (1,07)^{1,5} + 38.400 (1,07)^{0,5} + \frac{1}{4} 113.050$$

$$\Sigma (R) = \$ 180.293$$

Cálculo de $\Sigma (G1)$: La totalidad de los gastos mencionados en A, B y C, o sea el capital fijo, están dados por la fórmula siguiente:

$$\Sigma (G1) = \Sigma (H_1) + \Sigma (C_1) + \Sigma (R)$$

y numéricamente:

$$\Sigma (G1) = \$ 41.513 + \$ 940874 + \$ 180293 = \$ 1.162.680$$

Resumen: El análisis de los resultados establecidos, puede conducirnos a uno de los tres casos siguientes:

Primer caso: $V_1 > V_0 + \Sigma (G1)$ donde $V_0 = (R_0 / r)$

Segundo caso: $V_1 = V_0 + \Sigma (G1)$

Tercer caso: $V_1 < V_0 + \Sigma (G1)$

Si los datos numéricos verifican el primer caso, la construcción es conveniente; si verifican el segundo caso es indiferente y, si verifican el tercer caso la construcción es inconveniente.

Ahora bien, numéricamente:

$$V_1 = \$ 1.615.000 < \$ 549.000 + \$ 1.162.680 = \$ 1.711.680 \quad (\text{Tercer caso})$$

La inversión de la suma $\Sigma (G1)$ ha producido una pérdida de valor de \$ 96.680, luego es inconveniente la inversión según el proyecto N° 1.

VALUACIÓN DE LA PROPIEDAD CON EL PROYECTO N° 2

Descripción: Analizados los planos generales correspondientes, dentro del estudio económico, en el concepto de que el problema técnico arquitectural está satisfactoriamente resuelto, se tiene.

Planta y Sótanos: Se han proyectado dos amplios salones para negocio cuya disposición, distribución y dimensiones son iguales al del proyecto N° 1 careciendo únicamente de ciertos detalles de calidad y de la instalación de calefacción central. Locales análogos, en las proximidades, importan alquileres variables, pero un promedio razonable, nos permite asegurar un alquiler mensual de \$ 1.500 por cada uno de los locales.

Salones en los pisos altos: Se han proyectado salones de 15 metros de largo por 9 de ancho, con sus instalaciones respectivas de lavatorios, baños, mingitorios, todo de acuerdo a las reglas de confort e higiene. Cada piso lleva cuatro salones de estos ampliamente iluminados y ventilados y aptos para escritorios de abogados, escribanos, etc.

Renta: Existen numerosos edificios análogos en la zona y es posible fijar una renta de estos salones, por lo que producen otros próximos. Un promedio de \$ 380 es razonable y puede adoptarse como alquiler mensual para cada uno.

Alquileres:

Dos salones de negocio, con sótanos y demás dependencias, alquilados a \$ 1500 mensuales cada uno; al año	\$ 36.000
Veinte salones oficinas según detalle alquilados a razón de \$ 380 por mes cada uno; al año	\$ 91.200
TOTAL	\$ 127.200

Gastos:

Impuesto Inmobiliario	\$	4.100
Municipalidad	\$	4.500
O.S.S.E.	\$	5.600
Gastos de conservación, reparación administración; etc.	\$	1.000
Luz, calefacción, servicio, etc.	\$	5.350
TOTAL	\$	20.550

Tanto los impuestos como los gastos y servicios para la explotación del edificio, han sido calculados previo un prolijo análisis de cada uno, llegándose a las sumas establecidas después de un estudio y control con lo que se invierte en otros edificios análogos.

La Renta Líquida será:

$$R_2 = \$ 127.200 - \$ 20.550 = \$ 116.650$$

La tasa "r" de capitalización a aplicar es del 7 %

Valuación: El valor del edificio antiguo, de acuerdo a su renta es:

$$V_2 = \frac{116.650}{0,07} = \$ 1.523.570$$

CONSUMO DE CAPITALES EN EL PROYECTO N° 2

El proceso económico de inversión de capitales en la reconstrucción del inmueble en estudio según el proyecto N° 2 se desarrolla en la forma siguiente:

A) Las erogaciones por estudios y proyectos, se establecen en forma análoga a lo que se ha para el proyecto N° 1, luego entonces se empleará la misma fórmula, que es:

$$\Sigma (H_2) = H_2 (1 + r)^4$$

Numéricamente se calcula H_1 como sigue:

El 1 % del presupuesto para el proyecto N° 1	\$ 8.490
El 1 % del presupuesto para el proyecto N° 2	\$ 6.200
El 2 % del presupuesto para el proyecto N° 2	\$ 12.400
TOTAL	\$ 27.090

Los gastos por los conceptos de honorarios profesionales son:

$$\Sigma (H_2) = 27.090 (1 + 0,07)^4 = \$ 35.510$$

Corresponde mencionar ahora, como se ha hecho para el proyecto N° 1, que se ha hecho una licitación privada entre dos grandes empresas constructoras de plaza para la ejecución del proyecto N° 2. La primer empresa ha cotizado la suma de \$ 649.000 y la segunda la suma de \$ 591.000, cuyo promedio importa la suma de \$ 620.000, que es la cantidad adoptada para los cálculos.

B) Las condiciones de pago de las obras están estipuladas en los pliegos y contratos respectivos, estableciéndose que al finalizar el primer año de la iniciación de los trabajos, la obra debe estar en "tal y tal" estado de adelanto, debiendo abonarse entonces la suma de \$ 200.000. Que al finalizar el segundo año de la iniciación de las obras, estas deberán estar en "tal y cuál" estado de adelanto, debiendo abonarse entonces otros \$300.000. Que al finalizar el tercer año de la iniciación de los trabajos, la obra deberá estar completamente terminada y lista para ser ocupada, pagándose el saldo de \$ 120.000.

Al importe de cada una estas cuotas debe recargarse en un 3 %, por concepto de inspección técnica, planos de detalle y administración.

La acumulación $\Sigma (C_2)$ de las cuotas C1 (cuota más 3 % = $200.000 \times 1,03 = \$ 206.000$), C2 (cuota más 3 % = $300.000 \times 1,03 = \$ 309.000$), C3 (cuota más 3 % = $120.000 \times 1,03 = \$ 123.600$), se hará por la fórmula:

$$\Sigma (C_2) = C1 (1 + r)^2 + C2 (1 + r) + C3$$

Numéricamente

$$\Sigma (C_2) = 206.000 (1 + 0,07)^2 + 309.000 (1 + 0,07) + 123.600 = \$ 690080$$

C) Debido a la demolición, se dejarán de percibir las rentas del edificio antiguo a reconstruirse, durante tres años; además seis meses antes de la iniciación de los trabajos, deben tenerse libres de inquilinos, locales y escritorios (3,5 años). También se debe suponer que una vez terminado el edificio, este necesita, más o menos, seis meses para estar totalmente alquilado (1/2 año); luego, se puede considerar que el edificio íntegro, durante tres meses (1/4 de año), no ha producido renta alguna.

Siendo $\Sigma (R)$, las sumas dejadas de percibir, hechos que importan gastos, su cálculo se hará por la fórmula siguiente:

$$\Sigma (R) = \frac{1}{2} R_0 (1+r)^{3,8} + R_0 (1+r)^{2,5} + R_0 (1+r)^{1,5} + R_0 (1+r)^{0,5} + \frac{1}{4} R_2$$

$$\Sigma (R) = 19.200 (1,07)^{3,8} + 38.400 (1,07)^{2,5} + 38.400 (1,07)^{1,5} + 38.400 (1,07)^{0,5} + \frac{1}{4} 116.650$$

$$\Sigma (R) = \$ 181.193$$

Cálculo de $\Sigma (G2)$: La totalidad de los gastos mencionados en A, B y C, o sea el capital fijo, están dados por la fórmula siguiente:

$$\Sigma (G2) = \Sigma (H_2) + \Sigma (C_2) + \Sigma (R)$$

y numéricamente:

$$\Sigma (G2) = \$ 35.510 + \$ 690080 + \$ 181193 = \$ 906.703$$

Resumen: El análisis de los resultados establecidos, puede conducirnos a uno de los tres casos siguientes:

Primer caso: $V_1 > V_0 + \Sigma (G1)$ donde $V_0 = (R_0 / r)$

Segundo caso: $V_1 = V_0 + \Sigma (G1)$

Tercer caso: $V_1 < V_0 + \Sigma (G1)$

Si los datos numéricos verifican el primer caso, la construcción es conveniente; si verifican el segundo caso es indiferente y, si verifican el tercer caso la construcción es inconveniente.

Ahora bien, numéricamente:

$$V_1 = \$ 1523.570 > \$ 549.000 + \$ 906.703 = \$ 1.455.703 \quad (\text{Primer caso})$$

Resultado que se interpreta diciendo que, la inversión de la suma $\Sigma (G1)$ ha producido un incremento de valor de \$ 67.867, luego es conveniente la inversión según el proyecto N° 2.

RESUMEN GENERAL COMPARATIVO

Comparados los resultados de los proyectos 1 y 2, se tiene:

- 1) La pérdida de valor producida por la ejecución del proyecto N° 1 es de \$ 96.680
- 2) El incremento de valor producido por la ejecución I del proyecto N° 1 es de \$ 67.867
- 3) El interés realmente alcanzado por el capital invertido en el proyecto N° 1, es:

$$r = \frac{R}{V} \qquad r = \frac{R_1}{V_0 + \Sigma (G1)}$$

$$r = \frac{113.050}{549.000 + 1.162.680} = 0,066$$

- 4) El interés realmente alcanzado por el capital invertido en el proyecto N° 2, es:

$$r = \frac{R}{V} \qquad r = \frac{R_1}{V_0 + \Sigma (G2)}$$

$$r = \frac{116.650}{549.000 + 906.703} = 0,080$$

Como conclusión de la valuación que antecede, se deduce que:

- a) El proyecto N° 2, es económicamente conveniente
- b) El proyecto N° 1, es económicamente inconveniente

CAPITULO SEIS

Nuevos Métodos de Valoración - Modelos Multicriterios

Nuevos métodos de valoración.

Modelos Multicriterio.

Reservados todos los derechos. El contenido de este trabajo está protegido por la Ley. Los autores del mismo autorizan la reproducción total o parcial del documento siempre que se cite su procedencia y/o autoría.

Título : Nuevos métodos de valoración. Modelos multicriterio
1ª edición: abril 2005 - © Jerónimo Aznar Bellver ; Francisco Guijarro Martínez.
2005 - ISBN: 84-689-1772-9 –
www.valoracionmulticriterio.upv.es

CAPITULO 1. Introducción a la Valoración

1.1 - Importancia de la Valoración

. La valoración es tan antigua como la historia del hombre, ya en la Biblia aparece una referencia a la valoración de varios activos: En el Levítico, versículo 27 (La Santa Biblia. Antigua versión de Casidoro de Reina (1569). Revisada por Cipriano de Velez (1602). Editorial Mundo Hispano (1989). Rescate por los animales y las cosas, a raíz de explicar como puede un hombre conmutar un voto realizado al Señor por un bien material, va definiendo el valor y como determinarlo para cada bien, y en concreto al hablar de bienes agrícolas dice.

"Si alguien consagra a Jehovah un campo de su posesión, lo valorarás según su capacidad de siembra: un homer (Medida de áridos del Antiguo Testamento equivalente a 370 litros) de semilla de cebada se valorará en 50 siclos (Moneda del Antiguo Testamento de peso 11,4 grs.) de plata. Si consagra su campo en el año del jubileo, se hará conforme a tu valoración. Pero si consagra su campo después del jubileo, el sacerdote hará el cálculo del dinero conforme a los años que falten para el año del jubileo, y se restará de tu valoración. Si el que ha consagrado su campo quiere rescatarlo, añadirá a tu valoración una quinta parte de su valor, y él volverá a su poder. Pero si no rescata el campo y éste es vendido a otro, no lo podrá rescatar jamás. Cuando pase el jubileo, el campo será consagrado a Jehovah como campo confiscado; será para el sacerdote como posesión suya.

Siguiendo a Caballer (1998) encontramos referencias a la valoración en el antiguo Egipto (La profesora italiana Carla Rossi identifica el origen de la valoración con el Nilómetros, 3000 años antes de Cristo). Durante el imperio romano con Julio Cesar hubo un intento de valoración catastral con fines impositivos.

También se tiene noticia, a través de Camps y Arboix (1969), de la actividad de valoración de fincas agrarias en el antiguo Reino de Aragón durante el siglo X.

Pero el primer tratadista de valoración agraria ha sido el italiano Elia Del Re, que publicó en 1697 en Nápoles, un trabajo sobre aritmética y geometría práctica, en el que, en la parte dedicada a la geometría rústica, hace especial mención a la Valoración de bienes agrarios y a la agrimensura.

Más adelante, como explica Malacarne⁵, aunque el origen de la valoración en Italia se remonta al siglo XIII con la puesta en marcha del catastro florentino, es en los siglos XVI y XVII cuando se desarrolla fuertemente con la valoración con fines fiscales, en las ciudades-repúblicas de Venecia y Florencia.

A lo largo del siglo XX la ciencia de la valoración ha adquirido un notable desarrollo en el seno de distintas escuelas.

En los momentos actuales la importancia de la valoración de todo tipo de activos está fuera de duda. En cualquier sociedad moderna para un gran número de actos económicos es necesario conocer el valor de los activos implicados. Empezando por las expropiaciones tanto de los gobiernos centrales como los locales, siguiendo con hechos tan cotidianos como enjuiciamientos civiles, particiones de herencias, compraventas de fincas, hipotecas, etc.; y terminando con valoraciones catastrales con fines impositivos, la valoración de activos es un hecho trascendente en cualquier país, y es más, cuanto mayor es el progreso económico, al ser más intensa la actividad económica, también mayor es la necesidad de una mejor y más ajustada valoración de los activos de esa sociedad

1.2 – La metodología en Valoración

La importancia de la valoración, supone la necesidad de disponer de métodos de valoración operativos. Actualmente son numerosos los existentes. Los más importantes pueden clasificarse en dos grandes grupos, por un lado los denominados métodos comparativos y por otro los métodos analíticos (Tabla 1.3).

MÉTODO		ECUACIÓN	ECUACIÓN SIMPLIFICADA
COMPARATIVOS	Origen	$V = \frac{V_M + V_m}{X_M + X_m} X$	$V = a_1 X$
	Extremos	$V = V_m + \frac{(V_M - V_m)(X - X_m)}{(X_M - X_m)}$	$V = a_2 X + b$
	Ratios	$V = \frac{\frac{V_1}{X_1} + \frac{V_2}{X_2} + \dots + \frac{V_n}{X_n}}{n} X$	$V = a_3 X$
ANALÍTICOS	Baricéntrico	$V = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n}{X_1 + X_2 + \dots + X_n} X$	$V = a_4 X$
	Beta	$V = V_B - (X_B - V_B) \sqrt{\frac{(V_B - V_M)(V_B - V_m)}{(X_B - X_M)(X_B - X_m)}}$	$V = V_B - a_5 X$
	Econométrico	$V = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$	$V = f(x_i)$
	Capitalización	$V = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t}$	$V = \frac{R}{r}$
	Objetivo-subjetivo	$V = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t}$	$V = \frac{FC}{r}$
Siendo V_i = Valores de los testigos y del activo a valorar X_i = Variables explicativas R_t = Renta producida por el bien a valorar FC_t = Flujos de caja producidas por el bien a valorar r = Tasa de actualización			

Tabla 1.3. Caracterización de los principales métodos de valoración.

Los métodos comparativos determinan el valor de un activo problema, como su nombre indica, comparándolo con otros activos similares de los cuales si se conoce su valor por haber sido objeto de una transacción reciente. La comparación se realiza utilizando las características o variables explicativas de los distintos activos. Los métodos más conocidos dentro de este gran grupo son los Sintéticos (Origen, Extremos, Ratios y Baricéntrico), el método Beta o de las funciones de distribución y el método estadístico o econométrico.

De los métodos sintéticos los más comúnmente utilizados Ratios y Baricéntrico persiguen obtener un ratio que relacione el precio con cada variable explicativa, esto es representa la cantidad de valor por cada unidad de la variable explicativa. El producto del ratio obtenido por la cuantía de la variable explicativa en el activo a valorar dará el valor del activo buscado. Estos métodos junto a la facilidad de aplicación presentan una serie de inconvenientes a tener en cuenta como son que se obtiene un valor por cada variable explicativa, además cada valor obtenido es proporcional a la correspondiente variable y finalmente presuponen que el experto dispone una información de partida compuesta por activos parecidos al a valorar, que han sufrido una transacción reciente y de los cuales conoce el valor de la transacción, así como una serie de variables explicativas del precio y la cuantificación de las mismas.

El método Beta ideado por Ballestero⁶ parte del supuesto de que tanto los valores como las variables explicativas siguen una función de distribución Beta, que reúne una serie de particularidades como son que esta definida en la parte positiva del eje de coordenadas y además queda definida conociendo los valores máximo, mínimo y moda. Su cálculo original se realizaba utilizando tablas, posteriormente el proceso se ha simplificado mediante la utilización de la hoja de cálculo Excel (Aznar et al, 2003) o bien con la utilización de la variante triangular puesta a punto por Romero (1977), que permite el cálculo de forma gráfica o mediante formulas basadas en la semejanza de triángulos. Este método reúne una ventaja importante sobre los sintéticos como es la necesidad de menor información ya que es suficiente con conocer tres datos (máximo, mínimo y moda) tanto del valor de los activos como de las variables explicativas. Sin embargo sigue manteniendo una serie de inconvenientes como son que al final determina un valor del activo a valorar por cada variable explicativa y que aunque la información a utilizar es menor que en los otros casos sigue requiriendo el conocimiento previo de la cuantificación de los activos testigo tanto en precio como de sus variables explicativas.

El método econométrico puede considerarse el método comparativo por excelencia en el sentido de que resuelve la mayoría de los inconvenientes que hemos visto en los métodos anteriores. Con este método se obtiene una ecuación (lineal, cuadrática, logarítmica etc) que nos define el valor de los activos en función de las variables explicativas significativas, con lo que el valor buscado ya no es proporcional a cada variable sino que esta determinado por todas las variables significativas y en proporción a su importancia mediante los coeficientes de cada una en la función.

Además el proceso de cálculo mediante una serie de parámetros nos va indicando en cada momento la bondad del ajuste y las variables que deben intervenir o deben de ser eliminadas por no ser significativas. Por último su cálculo es actualmente muy sencillo bien utilizando paquetes informáticos como el Statgraphics o el SPSS o bien mediante la hoja de cálculo EXCEL. Sin embargo hay que señalar un inconveniente importante para su aplicación y es la exigencia de tener un número importante de testigos de los cuales hay que conocer el valor de ellos y la cuantificación de las variables explicativas a considerar. Esto supone la necesidad de la existencia de bases de datos importantes que en la mayoría de los casos o no existen o no están a disposición del experto.

El método econométrico ha sido y sigue siendo uno de los métodos mas estudiado por los investigadores y en esta línea se dirigen en España los trabajos de Calatrava, Sala et al⁸, Guadalajara et al, Guadalajara y Fenollosa

En Estados Unidos la mayor disponibilidad de datos ha permitido mayores avances que se han materializado en los trabajos de Moos, Bernad et al, Roka et al, Boisvert, Reynolds et al, Isakson y Bible et al. Maddison ha estudiado el comportamiento del valor de la tierra en Inglaterra y Gales.

El otro gran grupo de métodos, el denominado analítico o de capitalización, calcula el valor de los activos problema a partir de la propia información de dicho bien, información normalmente contable que permite determinar la renta, ganancia o flujos de caja que dicho activo producirá en el futuro. La actualización de estas magnitudes proporciona el valor buscado. Los métodos más conocidos de este grupo son los denominados de capitalización y el objetivo-subjetivo. Este grupo de métodos reúne dos graves inconvenientes. El primero es 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 mas con entornos como los actuales donde por su carácter turbulento resulta muy arriesgado aventurar hipótesis de futuro. La segunda gran 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 a valorar, parámetros que son variables en función del activo, del momento y del lugar.

La fórmula general para el cálculo por el método analítico o de capitalización es la siguiente

$$V = \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Siendo: Q = Renta, Ganancia o Flujos de Caja y “r” la tasa de capitalización

Cuando la Q se considera constante y perpetua la fórmula de cálculo se reduce a :

$$V = Q / r$$

Resumiendo podemos decir que todos los métodos anteriores, de gran utilización en la práctica valorativa, tienen en común, sin embargo, una serie de inconvenientes:

- a) El valorador necesita partir de datos cuantificados de las variables explicativas a utilizar.
- b) Como consecuencia de lo anterior la utilización de las variables explicativas de tipo cualitativo resulta especialmente compleja, cuando no imposible.

Además de estos inconvenientes generales a todos los métodos, existen otros, también de gran importancia, que afectan de forma particular a cada uno de ellos.

Cuando se utilizan métodos sintéticos o el método Beta se llega a un valor distinto para cada variable explicativa, por lo que el valorador se encuentra con el problema añadido de cómo definir un valor final o único; las soluciones adoptadas de utilizar la media de los distintos valores no tienen clara justificación científica.

El método econométrico soluciona el problema anterior ya que define un valor en función de todas las variables explicativas significativas. Sería el método ideal de valoración, si no fuese porque además de tener los dos inconvenientes generales apuntados anteriormente, necesita una información suficientemente amplia para su aplicación, lo que supone tener que partir de una base de datos con abundantes testigos cuantificados, que en la mayoría de los casos no se dispone.

Los métodos analíticos por su parte, necesitan para su aplicación del conocimiento o deducción de los flujos de caja que se van a materializar en el futuro, además de la determinación de la tasa de descuento, también de gran dificultad ya que varía en función del tipo de activo.

Todos estos inconvenientes de los métodos tradicionales son los que justifican la necesidad de nuevos métodos o modelos que permitan bien complementar los ya existentes o bien aportar nuevas vías de solución a los problemas de valoración que se plantean en la práctica valorativa. Estos dos objetivos son los que se plantea el presente trabajo, por un lado mejorar los métodos tradicionales, por otro presentar nuevos modelos de valoración que enriquezcan la batería de herramientas disponibles para el experto valorador, con tal fin en los siguientes capítulos se va a desarrollar el siguiente contenido.

En el capítulo 2 se presenta una breve explicación del área de conocimiento conocida como Decisión multicriterio y se enumeran los métodos cuyo desarrollo se verá en los próximos capítulos en su aplicación a la valoración. También en este capítulo se desarrollan conceptos importantes que van a ser utilizados en los capítulos siguientes como son: variables explicativas inversas, variables explicativas cualitativas, normalización de valores, Índice de adecuación y adaptación de la nomenclatura.

En el capítulo 3 se introducen los métodos de ponderación de variables: Métodos de Diakoulaki, Entropía y Ordenación simple.

El capítulo 4 trata sobre los métodos multicriterio a utilizar cuando se parte de información cuantificada, desarrollándose el Método de la Suma ponderada.

El capítulo 5 es continuación del capítulo anterior pero en este caso se expone la Programación por metas con sus distintas variantes.

El capítulo 6 nos introduce en la metodología de valoración cuando se parte de información cualitativa, mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Este capítulo contiene un ANEXO en el que se desarrolla un ejemplo de aplicación del AHP con las pantallas de EXCEL con el fin de ver con detalle todo el proceso de cálculo.

El capítulo 7 sigue con el modelo AHP pero cuando intervienen un grupo de valoradores por lo que hay que llegar a una solución agregada, al mismo tiempo que se introduce el concepto de consistencia de las matrices.

En el capítulo 8 se incorporan los modelo multicriterio compuestos bietápico y el trietápico.

Termina el libro con un corolario en el que se apuntan las nuevas vías de desarrollo de metodología multicriterio en las que se está trabajando y que paulatinamente se irán incorporando al mismo.

CAPITULO 2. Decisión Multicriterio

2.1 - Intoducción

En este capítulo se va realizar una breve introducción a la teoría de la Decisión multicriterio, área de conocimiento de la que se van a extraer los nuevos métodos de valoración presentados en este trabajo. Así mismo, en este capítulo se profundizará en algunos de los conceptos importantes a tener en cuenta en el desarrollo y aplicación de esta nueva metodología, como son: Variables explicativas inversas, variables explicativas cualitativas, normalización de valores, funciones de distancia, el Índice de adecuación y por último la adaptación de la nomenclatura multicriterio a la valoración.

2.2 – Decisión Multicriterio

El objetivo original y central de la Decisión Multicriterio universalmente conocida con las siglas MCDM (Multiple Criteria Decision Making) es ayudar a tomar decisiones.

El ser humano esta expuesto a decidir en gran parte de sus actuaciones en un contexto de incertidumbre.

Según la teoría económica tradicional el ser humano ante un problema de decisión opta por elegir lo mejor en función de un solo criterio, que intenta optimizar. Por ejemplo un empresario tomaría sus decisiones empresariales en función de un solo objetivo, la obtención del máximo beneficio.

Este concepto choca con la realidad cotidiana y el primero en expresarlo de una forma clara fue el premio Nobel H.A.Simon (1955) diciendo que en las complejas organizaciones actuales, estas no actúan intentando maximizar una determinada función de utilidad, sino que se plantean distintos objetivos a la vez, la mayoría de los cuales son incompatibles entre si, por lo que finalmente lo que se pretende es conseguir un determinado nivel en cada uno de ellos.

Siguiendo con el ejemplo del empresario, este se plantearía, obtener un porcentaje de beneficios sobre ventas determinado, incrementando las ventas sin sobrepasar su capacidad productiva, con un incremento de costes que no supere un porcentaje determinado y sin tener que incrementar su plantilla de personal.

Como consecuencia de esta visión aparece el MCDM, en un intento de abordar la toma de decisiones en un contexto de distintos objetivos en conflicto y en un entorno incierto.

En palabras de Moreno (1996), *“se entiende por Decisión multicriterio, el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido del conocimiento)”*.

La aparición del MCDM es posible gracias a trabajos previos realizados por distintos investigadores en el siglo XIX, con la aportación a la ciencia económica de nuevos conceptos²¹ como la teoría de la utilidad de Walras, las funciones y curvas de indiferencia de Edgeworth que utiliza Pareto para definir el equilibrio económico que lleva su nombre y que se expresa diciendo *“que una colectividad se encuentra en un estado óptimo si ninguna persona de esa colectividad puede mejorar su situación sin que empeore la situación de alguna otra persona de la misma. Esta clase de optimalidad se denomina también eficiencia paretiana”*.

El MCDM aparece en la segunda parte del siglo XX, de la mano de distintos autores. Koopmans (1951) define el término de vector eficiente o no dominado. Kuhn y Tucker (1951) deducen las condiciones que garantizan la existencia de soluciones eficientes en un problema multiobjetivo. Hurwicks (1958) introduce el concepto de vector óptimo en un espacio topológico

En 1961 Charnes y Cooper desarrollan los aspectos esenciales de la programación por metas. Y en 1968 aparece el primer método de decisión multicriterio discreto, el método ELECTRE.

Los años 70 son especialmente fructíferos en el desarrollo de la programación por metas, con trabajos tan importantes como los de Ignizio (1976) y Lee (1972). En la misma época se pone a punto el primer método interactivo el STEM²⁴ y se desarrolla el método para solucionar el problema de la programación lineal con varios criterios²⁵. En 1980 se publica el primer libro sobre el Analytic Hierarchy Process (AHP)

La década de los 80 es altamente productiva y fructífera en investigaciones y publicaciones sobre análisis multicriterio apareciendo gran diversidad de libros y trabajos diversos²⁷.

La aparición y difusión de los ordenadores personales en esta década revoluciona y potencia el desarrollo de la metodología.

En 1984 se presenta el método VEGA²⁸ una extensión de los algoritmos genéticos a los problemas con objetivos múltiples.

Un indicador de la actividad que existe en esta área de conocimiento nos la da una publicación del año 1996²⁹, en la que se listan 1216 publicaciones, 208 libros, 31 revistas y 143 conferencias de MCDM entre 1987 y 1992.

En España son de resaltar las aportaciones de Romero C.(1993) y Barba - Romero y Pomerol (1997)

Dentro del área de conocimiento que conocemos como MCDM se han desarrollado un gran número de métodos.

Una de las clasificaciones más aceptadas es la que distingue entre métodos multicriterio continuo y discreto.

- El análisis multicriterio continuo afronta aquellos problemas multicriterio en el que el decisor se enfrenta a un conjunto de soluciones factibles formado por infinitos puntos. En este grupo nos encontramos con la Programación multiobjetivo, la Programación compromiso y la Programación por metas.
- El análisis multicriterio discreto comprende los casos donde el número de alternativas a considerar por el decisor 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, la Tasación simple, el de las Comparaciones Sucesivas y el mismo Proceso Analítico Jerárquico ya enumerado en el análisis multicriterio discreto.

El objetivo del presente trabajo es aplicar algunos de los múltiples métodos multicriterio existentes descritos en la teoría de la Decisión, al área de Valoración de todo tipo de activos, por lo que el número de métodos a utilizar va a ser limitado³⁰ y se concreta en los siguientes, clasificados en función de la información que utilizan o necesitan para su aplicación.

1 Métodos de valoración a partir de información cuantificada.

1.1 Métodos exclusivamente de ponderación:

1.1.1 Método de Diakoulaki

1.1.2 Método de la Entropía

1.1.3 Método de la Ordenación simple

1.2 Métodos de valoración propiamente dicha

1.2.1 Método de la Suma Ponderada (WSM)

1.2.2 Programación por metas (Goal programming, GP)

2 Métodos de valoración a partir de información cualitativa

2.1 Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)

2.2 Modelos de valoración multicriterio individual

2.3 Modelos de valoración multicriterio colectivo

En los capítulos siguientes se abordará cada uno de los métodos enunciados anteriormente, viéndose en cada caso el funcionamiento del método y su aplicación en valoración de forma teórica y con ejemplos.

2.3 – Variables Explicativas Inversas

En Valoración se dice que el valor de los activos depende de sus características.

Esta afirmación es lógica y no necesita mayor explicación. No es necesario ser un experto para conocer que el valor de un automóvil depende entre otras características de su cilindrada y su marca, y que el valor de un inmueble urbano depende también entre otras variables de su superficie y de la calidad de la edificación. A estas características de las cuales depende el pre-

cio de los activos las denominamos en Valoración, 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 automóvil y el inmueble rústico y también lo son el Rendimiento y la calidad de la tierra en inmuebles rústicos y en Valoración de futbolistas el número de goles por partido y los años que le quedan de vida activa al futbolista.

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. Aunque este tipo de variables son menos numerosas que las directas, existen claros ejemplos de ellas y hay que ser cuidadoso en su detección y en su tratamiento. Ejemplo de este tipo de variables son en inmuebles rústicos el Riesgo de helada de una parcela por su situación geográfica o la salinidad del suelo, en inmuebles urbanos la distancia al centro de la ciudad o a las zonas de servicio y el nivel de contaminación acústica y en valoración de futbolistas su edad a partir de la edad media ideal y el número de perdidas de balón.

Cuando nos encontramos en Valoración con variables inversas, para su utilización en algunos métodos (ratios y baricéntrico) es imprescindible transformarlas en directas. Y en algunos otros (AHP) como veremos es conveniente su transformación__. Existen dos formas de hacer esta transformación.

1. Transformación por la inversa.
2. Transformación por la diferencia a una constante.

La 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 proporcionalidad, lo cual es de gran importancia en valoración y solo tiene el inconveniente de no poder ser utilizada cuando la variable toma el valor 0 en alguno de los testigos.

La transformación por la diferencia a una constante consiste en sustituir la variable x_i por la diferencia con una constante k cuyo valor es superior que el mayor de la variable. Esta transformación comúnmente realizada en valoración 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.

2.3.1. Ejemplo.

Partimos de la información de la Tabla 3.1. con 6 parcelas agrícolas de las cuales conocemos tres variables explicativas, como son sus Ingresos Brutos en €/Ha, el Riesgo de que se produzca una helada expresado en porcentaje de años en que se ha producido una helada en los últimos 10 años y la población activa agraria del municipio donde se encuentra situada la parcela

	Ingresos brutos (€/Ha)	Riesgo de helada (%)	Población agrícola municipio
Parcela A	1100	10	5000
Parcela B	980	25	6000
Parcela C	1000	15	8500
Parcela D	755	15	15000
Parcela E	1200	5	2500
Parcela F	1050	10	3000

Tabla 2.1. Información de partida con la que cuenta el valorador

De las tres variables consideradas, dos de ellas son variables directas con respecto al precio, tanto los Ingresos brutos como la población activa agrícola están relacionadas positivamente con el precio de las parcelas, a mayor valor de la variable mayor valor de las parcelas. Sin embargo el riesgo de helada es una variable inversa ya que a mayor Riesgo de helada, menor precio. Por lo tanto hay que transformar la variable Riesgo de helada en directa. Las transformaciones que vamos a realizar con el fin de comprobar la proporcionalidad y la permanencia de los resultados, son las siguientes (Tabla 2.2).

1. Transformación por la inversa:
2. Transformación por la diferencia a una constante $k = 50$.
3. Transformación por la diferencia a una constante $k = 30$.

	Riesgo de helada %	Variable Transformada			Proporcionalidad			
		Inversa Rh	50 - Rh	30 - Rh	Riesgo de helada %	Inversa Rh	50 - Rh	30 - Rh
Parcela A	10	0.100	40	20	1.000	1.000	1.000	1.000
Parcela B	25	0.040	25	5	2.500	2.500	1.600	4.000
Parcela C	15	0.067	35	15	1.500	1.500	1.143	1.333
Parcela D	15	0.067	35	15	1.500	1.500	1.143	1.333
Parcela E	5	0.200	45	25	0.500	0.500	0.889	0.800
Parcela F	10	0.100	40	20	1.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 2.2. Transformación a directa de la variable Riesgo de helada.

En la tabla 2.2. se aprecia

- La transformación por la inversa mantiene la proporcionalidad de los valores de las variables.
- Cuando la transformación se realiza por la diferencia a una constante, no se mantiene la proporcionalidad.
- Los resultados obtenidos con distintas constantes son diferentes.

Por lo tanto, la transformación a realizar cuando nos encontremos con una variable inversa es sustituirla por su inversa. Esta transformación como ya se ha dicho solo tiene el inconveniente

de no poderse utilizar si la variable toma el valor cero en alguno de los testigo. Esta dificultad puede obviarse sin afectar de forma importante a la proporcionalidad de la variable transformada mediante el recurso de sumar a la variable una constante k lo mas pequeña posible en función del tipo de variable que estemos analizando y posteriormente transformar la variable en directa mediante el cálculo de la inversa.

2.4 – Variables Explicativas Cualitativas

En el apartado anterior hemos visto la clasificación de las variables en función de su relación con el valor (directas o inversas). Otra de las clasificaciones de las variables, de gran importancia en Valoración, es la de cuantitativas y cualitativas. Las primeras son aquellas que vienen o pueden venir, expresadas normalmente por cantidades, ejemplo de este tipo de variables son la Producción, los Ingresos, la Renta, la distancia a un punto determinado, el contenido en sales de un suelo, el número de habitaciones, la superficie, la altura, el número de goles marcados o encajados por minutos jugados, el tamaño del cuadro etc. Las segundas, las cualitativas, son aquellas que no son medibles directamente, aunque el experto pueda darles una determinada cuantificación utilizando una escala determinada previamente.

Son ejemplo de este tipo de variables cualitativas, la calidad del suelo, el aspecto vegetativo, la calidad del entorno urbanístico, la importancia de la imagen, la calidad artística. Las variables cualitativas tienen gran importancia en los procesos valorativos y deben ser tenidas en cuenta en la valoración. La dificultad que presentan es su cuantificación, normalmente la forma de abordar este problema es mediante una escala lineal de 0 a 10 o de 0 a 100 (no es indiferente el rango de la escala que se adopte), donde el experto sitúa cada uno de los testigos comparándolos todos entre sí. Miller (1956) en un estudio de gran repercusión en la teoría de la decisión establece que el cerebro humano tiene serias limitaciones para establecer comparaciones globales entre distintos sujetos o alternativas a partir de una escala determinada, que se incrementa de forma considerable cuando el número de elementos a comparar supera el número 7.

Sin embargo el cerebro humano se encuentra perfectamente adaptado a las comparaciones por pares, esto es, enfrentado a comparar dos elementos en función de una característica determinada el cerebro humano la realiza con relativa facilidad.

Cuando desarrollemos el Proceso Analítico Jerárquico veremos que esta cualidad es la base para cuantificar las variables explicativas cualitativas con el fin de poderlas utilizar en el proceso de valoración.

2.5 – Normalización de los Valores

Los métodos multicriterio cardinales exigen la previa normalización de la información. La razón de esta normalización está en la necesidad de unificar las unidades de medida necesarias para poder comparar. Si en un proceso de decisión (o en nuestro caso un proceso de valoración, como veremos) estamos utilizando criterios cuantitativos tan dispares como pueden ser los Ingresos Brutos medidos en u.m., junto con la producción medida en Kg., litros, o unidades físicas producidas (automóviles, jamones, plantones, etc), o junto con la distancia de ubicación medida en mts o Kms, es evidente que establecer comparaciones a partir de esas unidades tan distintas, por un lado no es deseable ya que entre otras causas pueden producirse distorsiones hacia las cantidades mayores. Aún en los casos en que los distintos criterios se miden con la misma unidad (u.m.,Kgs etc), si los valores utilizados en cada uno son distintos en cuanto tamaño o vienen expresados de distinta forma, esta diferencia puede afectar sensiblemente al resultado. En el ejemplo siguiente se pone en evidencia este tipo de anomalías (Tabla 2.3).

CULTIVO	INVERSIÓN (€/Ha)	GANANCIAS(€/Ha)	Suma
1	- 7200	1500	- 5700
2	- 8500	1200	- 7300
3	- 4500	450	- 4050
4	- 6000	1800	- 4200

Tabla 2.3. Inversiones y Ganancias de distintos cultivos

Si la decisión sobre cual es el cultivo mas interesante, se toma en función de la suma Inversión + Ganancias (expresaría que cultivo es el que mejor recupera la Inversión) el resultado sería. $3 > 4 > 1 > 2$

Sin embargo si esa misma información se presenta en € pero expresado en miles la Inversión (Tabla 2.4).

CULTIVO	INVERSIÓN (miles €/Ha)	GANANCIAS(€/Ha)	Suma
1	- 7,20	1500	1492,8
2	- 8,50	1200	1194,5
3	- 4,50	450	445,5
4	- 6,00	1800	1792,0

Tabla 2.4. Inversiones y Ganancias de distintos cultivos

El resultado cambia de forma radical, siendo ahora $4 > 1 > 2 > 3$.

La forma de solucionar este problema, es uniformizar la información de manera que la unidad utilizada no distorsione el resultado, a este proceso se le 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 mismos 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 2.3. y al final del apartado se presentara un ejemplo con la aplicación de todas las formas de normalización vistas.

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Alternativa A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
Alternativa B	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃
Alternativa C	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃
Alternativa D	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃
Alternativa E	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃
Alternativa F	X ₆₁	X ₆₂	X ₆₃

Tabla 2.5. Información de alternativas y criterios para normalizar

2.5.1. 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.

$$x_{11\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{11}}{x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51}} = \frac{x_{11}}{\sum_{i=1}^5 x_{i1}}$$

La forma general pues de normalización por la suma sería

$$x_{1j\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

El intervalo de los valores normalizados es $0 < x_{ij} < 1$

Conserva la proporcionalidad.

2.5.2. Normalización por el mayor elemento o normalización por el Ideal.

Consiste en dividir cada elemento de una columna por el mayor elemento de dicha columna. Se denomina también normalización por el ideal debido a que en una secuencia de valores de un criterio al mayor valor se la llama ideal y al menor antiideal.

Si en la Tabla 2.5. en la columna del criterio 1, los valores de las x_{ij} son

$$x_{11} < x_{31} = x_{41} < x_{51} < x_{21}$$

La normalización de todos los elementos de esa columna se realizarían dividiendo cada uno de ellos por x_{21} que es el mayor.

$$x_{11\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{11}}{x_{21}}$$

Por lo tanto la fórmula general de normalización en este caso, sería.

$$x_{1j\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{ij}}{\text{MAYOR } x_{ij}}$$

El intervalo de los valores normalizados es $0 < x_{ij} < 1$

Conserva la proporcionalidad.

2.5.3. Normalización por el rango

Es una variante del anterior. La normalización se realiza mediante el cociente de cada elemento menos el mínimo por el rango elemento máximo menos el mínimo.

$$x_{31\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{31} - x_{11}}{x_{21} - x_{11}}$$

Por lo tanto la fórmula general de normalización en este caso, sería.

$$x_{i1\text{NORMALIZADO}} = \frac{x_{i1} - \text{MÍN } x_{i1}}{\text{MÁX } x_{i1} - \text{MÍN } x_{i1}}$$

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 en Valoración.

Existen otros procedimientos, como el de normalización por la raíz cuadrada del sumatorio del cuadrado de los elementos, pero no vamos a considerarlo ya que los más utilizados son los tres vistos anteriormente.

2.5.4. Ejemplo

Partimos de la información de la Tabla 2.6., con 6 parcelas agrícolas de las cuales conocemos tres variables explicativas, como son sus Ingresos Brutos en €/Ha, el Riesgo de que se produzca una helada expresado en porcentaje de años en que se ha producido una helada en los últimos 10 años y la población activa agraria del municipio donde se encuentra situada la parcela

	Ingresos brutos (€/Ha)	Riesgo de helada (%)	Población agrícola
Parcela A	1.100	10	5.000
Parcela B	980	25	6.000
Parcela C	1.000	15	8.500
Parcela D	755	15	15.000
Parcela E	1.200	5	2.500
Parcela F	1.050	10	3.000

Tabla 2.6. Información de partida.

De las tres variables consideradas, dos de ellas son variables directas con respecto al precio, tanto los Ingresos brutos como la población activa agrícola están relacionadas positivamente con el precio de las parcelas, a mayor valor de la variable mayor valor de las parcelas. Sin embargo el riesgo de helada es una variable inversa ya que a mayor riesgo de helada, menor precio. Por lo tanto hay que transformar la variable Riesgo de helada en directa. Como hemos visto en el punto correspondiente la transformamos en directa mediante la inversa del valor.

Con la transformación por la inversa la tabla inicial de los datos quedaría de la forma de la Tabla 2.7.

	Ingresos brutos (€/Ha)	Riesgo de helada (%)	Población agrícola
Parcela A	1.100	0,10	5.000
Parcela B	980	0,04	6.000
Parcela C	1.000	0,07	8.500
Parcela D	755	0,07	15.000
Parcela E	1.200	0,20	2.500
Parcela F	1.050	0,10	3.000

Tabla 2.7. Información de partida con todas las variables directas

Con todas las variables transformadas en directas el siguiente paso es normalizarlas, para ello vamos a utilizar los tres procedimientos vistos anteriormente y analizaremos en cada caso los resultados.

Normalización de la variable Ingresos Brutos: Vemos en la tabla 2.8. los valores de la variable normalizada en cada caso. En la tabla 2.9 se observa el intervalo del valor de la variable normalizada, que también se evidencia en el gráfico 2.1. Intervalo que varía en función del método de normalización. Lo dicho para la variable Ingresos Brutos puede también observarse para las dos otras variable, Riesgo de Helada (tablas 2.10 y 2.11 y Grafico 2.2) y la variable Población activa agraria (tablas 2.12 y 2.13 y Grafico 2.3).

	Normalización por la suma	Normalización por el Ideal	Normalización por el intervalo
Parcela A	0,1807	0,9166	0,7752
Parcela B	0,1610	0,8166	0,5056
Parcela C	0,1643	0,8333	0,5505
Parcela D	0,1240	0,6291	0,0000
Parcela E	0,1972	1,0000	1,0000
Parcela F	0,1725	0,8750	0,6629

Tabla 2.8. Valores de la variable Ingresos Brutos normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

	Ingresos brutos (€/Ha)		
	Suma	Ideal	Intervalo
Máximo	0,1972	1	1
Mínimo	0,1240	0,6291	0
Recorrido	0,0731	0,3708	1

Tabla 2.9. Intervalo o recorrido de la variable Ingresos Brutos normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

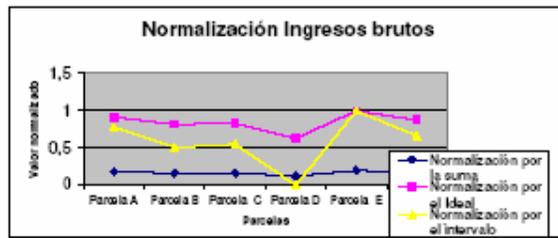


Gráfico 2.2. Intervalo o recorrido de la variable Ingresos Brutos normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

Normalización de la variable Riesgo de Helada:

	Normalización por la suma	Normalización por el Ideal	Normalización por el intervalo
Parcela A	0,1724	0,5000	0,3750
Parcela B	0,0689	0,2000	0,0000
Parcela C	0,1206	0,3500	0,1875
Parcela D	0,1206	0,3500	0,1875
Parcela E	0,3448	1,0000	1,0000
Parcela F	0,1724	0,5000	0,3750

Tabla 2.10. Valores de la variable Riesgo de Helada normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

	Suma	Ideal	Intervalo
Máximo	1,0000	2,9000	1,0000
Mínimo	0,3448	1,0000	0,0000
Recorrido	0,6551	1,9000	1,0000

Tabla 2.11. Intervalo o recorrido de la variable Riesgo de Helada normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

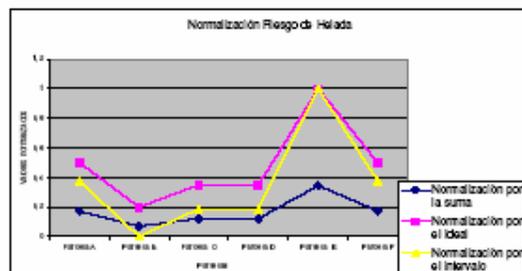


Gráfico 2.3. Intervalo o recorrido de la variable Riesgo de Helada normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

Normalización de la variable Población activa agraria:

	Normalización por la suma	Normalización por el Ideal	Normalización por el intervalo
Parcela A	0,1250	0,3333	0,2000
Parcela B	0,1500	0,4000	0,2800
Parcela C	0,2125	0,5666	0,4800
Parcela D	0,3750	1,0000	0,1000
Parcela E	0,0625	0,1665	0,0000
Parcela F	0,0750	0,2000	0,0400

Tabla 2.12. Valores de la variable Población activa agraria normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

Población Agraria				
	Suma	Ideal	Intervalo	
Máximo	0,3750	1,0000	1,0000	
Mínimo	0,0625	0,1666	0,0000	
Recorrido	0,3125	0,8333	1,0000	

Tabla 2.13. Intervalo o recorrido de la variable Población activa agraria normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

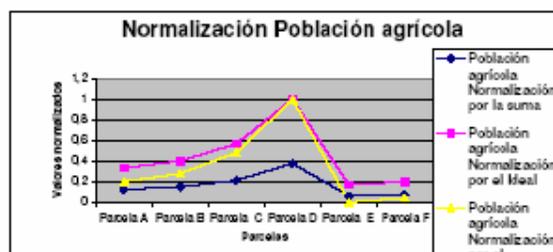


Gráfico 2.4.. Intervalo o recorrido de la variable Población activa agraria normalizada, para cada uno de los métodos de normalización

En todos los casos, se observa que el recorrido o intervalo de las variables varía en función del método de normalización utilizado, siendo el más concentrado la normalización por la suma y el menos el por el rango en el que siempre hay un valor 0 y otro 1.

El otro punto fundamental a comprobar es cual/es de los metodo/s mantiene/n la proporcionalidad. Para ello comprobamos para todas las variables y para los tres tipo de normalización el mantenimiento de la proporción de cada valor con respecto al valor de la parcela A (Tablas 2.14, 2.15 y 2.16)

	Ingresos Brutos		Normalización por la suma		Normalización por el Ideal		Normalización por el intervalo	
	Valor	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción
A	1100	1,0000	0,1807	1,0000	0,9166	1,0000	0,7752	1,0000
B	98	0,8909	0,1610	0,8909	0,8166	0,8909	0,5056	0,6521
C	1000	0,9090	0,1643	0,9090	0,8333	0,9090	0,5505	0,7101
D	755	0,6863	0,1240	0,6863	0,6291	0,6863	0,0000	0,0000
E	1200	1,0909	0,1972	1,0909	1,0000	1,0909	1,0000	1,2898
F	1050	0,9545	0,1725	0,9545	0,8750	0,9545	0,6629	0,8550

Tabla 2.14. Cálculo del mantenimiento de la proporcionalidad de los distintos métodos de normalización para la variable Ingresos brutos

	Riesgo de helada		Normalización por la suma		Normalización por el Ideal		Normalización por el intervalo	
	Valor	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción
A	0,1000	1,0000	0,1724	1,0000	0,5000	1,0000	0,3750	1,0000
B	0,0400	0,4000	0,0689	0,4000	0,2000	0,4000	0,0000	0,0000
C	0,0700	0,7000	0,1208	0,7000	0,3500	0,7000	0,1875	0,5000
D	0,0700	0,7000	0,1208	0,7000	0,3500	0,7000	0,1875	0,5000
E	0,2000	0,2000	0,3448	0,2000	1,0000	0,2000	1,0000	2,6666
F	0,1000	1,0000	0,1724	1,0000	0,5000	1,0000	0,3750	1,0000

Tabla 2.15. Cálculo del mantenimiento de la proporcionalidad de los distintos métodos de normalización para la variable Riesgo de helada

	Población agrícola		Normalización por la suma		Normalización por el Ideal		Normalización por el intervalo	
	Valor	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción	Valor normalizado	Proporción
A	5,000	1,0000	0,1250	1,0000	0,3333	1,0000	0,2000	1,0000
B	6,000	1,2000	0,1500	1,2000	0,4000	1,2000	0,2800	1,4000
C	8,500	1,7000	0,2125	1,7000	0,5666	1,7000	0,4800	2,4000
D	15,000	3,0000	0,3750	3,0000	1,0000	3,0000	1,0000	5,0000
E	2,500	0,5000	0,0625	0,5000	0,1666	0,5000	0,0000	0,0000
F	3,000	0,6000	0,0750	0,6000	0,2000	0,6000	0,0400	0,2000

Tabla 2.16. Cálculo del mantenimiento de la proporcionalidad de los distintos métodos de normalización para la variable Población agrícola

Como se pone en evidencia en las tablas anteriores, 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.

Estos dos procedimientos serán los utilizados en todos los procesos de normalización de los métodos multicriterio que desarrollaremos en los próximos capítulos.

2.6 – Funciones de Distancia. Distancia L₁ o Distancia MANHATTAN

En la práctica valorativa es conveniente la utilización de distintos métodos con el fin de determinar el valor buscado a partir de la información de los testigos de los que se disponga. Por lo

tanto al final del proceso posiblemente tengamos tantos valores del activo a valorar como métodos hayamos utilizado.

Para determinar que valor elegimos como definitivo vamos a adoptar un método basado en el concepto de distancia introducido por Minkowsky y en el axioma de Zeleny base de la metodología de la Programación compromiso “ 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” (Zeleny, 1973).

El concepto general de distancia se representa por (5)

$$L_p = \left[\sum_{j=1}^n |x_j^i - x_j^j|^p \right]^{1/p} \quad (5)$$

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

$P = 1$. Distancia Manhattan o Norma L_1

$P = 2$. Distancia Euclidiana o Norma L_2

$P = \infty$. Distancia Cheysev o Norma L_∞

En un eje de coordenadas bidimensional (Figura 2.5), la distancias entre dos puntos A y B serían.

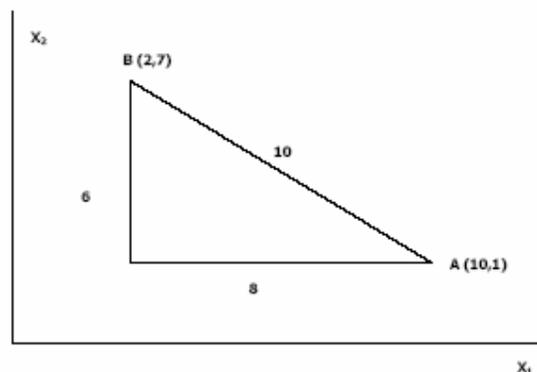


Figura 2.5. Distancia Euclidiana y Manhattan. (Figura tomada de Romero C., 1977 pag. 48)

Distancia Manhattan o $L_1 = 6 + 8 = 14$

Distancia Euclidiana o $L_2 = 10$

Distancia Cheysev o $L = 8$

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 distancia Manhattan. En términos geométricos, podemos decir que la distancia Manhattan representa la más larga entre dos puntos y la Cheysev la mas corta.

Para el problema que nos ocupa en este momento, determinar una metodología para elegir el resultado mas ajustado al Ideal, vamos a considerar la distancia Manhattan.

La base de esta elección está en el trabajo de Yoon (1987) en el que intenta medir la credibilidad de las diferentes métricas llegando a la conclusión que la métrica L_1 es la mas creíble. Las distancias Euclidiana y Cheysev las retomaremos al desarrollar la Programación por metas.

Vamos a ver ahora como utilizar los conceptos desarrollados anteriormente de las Distancias y la Programación compromiso para elegir el método y por lo tanto el valor definitivo.

Con cada uno de los métodos de valoración que se utilicen para calcular el valor del activo problema, se recalcula el valor de los testigos, con lo que tendremos tantos grupos de valores testigos como métodos utilizados (V_m).

Tenemos por otro lado los valores reales de cada uno de los testigos, valores de los que partimos (V_R) y al que consideramos como Ideal.

Calculamos la distancia L_1 entre cada V_m y V_R .

Aquel V_m cuya distancia al ideal sea menor será el método cuya solución adoptaremos como definitiva, ya que es el método con el que obtenemos V_m mas parecidos al Ideal que recordemos son los valores reales de los testigos.

2.6.1. Ejemplo

Veamos este proceso con un ejemplo. Para ello utilizaremos la información del ejemplo que seguiremos en capítulos posteriores, pero en estos momentos como aun no se han presentado los modelos multicriterio, aplicaremos solo un modelo clásico sintético como el baricéntrico y aplicaremos la distancia Manhattan para determinar cual de los distintos valores encontrados en función de la variable utilizada es el mas adecuado.

Parcela	Valor	Ingresos brutos	Edad	Población agraria
1	4.200	400	11	1.200
2	6.100	750	10	1.250
3	6.800	870	11	1.300
4	6.200	800	10	1.400
5	5.000	600	10	1.300
X		800	10	1.200

2.17. Información de partida

Normalizamos.

PARCELA	VALOR	INGRESOS BRUTOS	EDAD	POBLACION AGRARIA
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

2.17. Información de partida normalizada

Calculamos los respectivos ratios baricéntricos y los valores de la parcela X respectivos.

Variable Ingresos Brutos.

$$\text{Ratio}_{IB} = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,0948 + 0,1777 + 0,2062 + 0,1896 + 0,1422} = 34916,71$$

$$\text{Valor Parcela X} = 34916,71 * 0,1896 = 6620 \text{ euros / Ha}$$

Variable Edad

$$\text{Ratio}_E = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,1746 + 0,1587 + 0,1746 + 0,1587 + 0,1587} = 34290,56$$

$$\text{Valor Parcela X} = 34290,56 * 0,1746 = 5987 \text{ euros / Ha}$$

Variable Población agraria.

$$\text{Ratio}_{OPA} = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,1569 + 0,1634 + 0,1699 + 0,1830 + 0,1699} = 33554,65$$

$$\text{Valor Parcela X} = 33554,65 * 0,1569 = 5264 \text{ euros / Ha}$$

Tenemos por lo tanto tres valores distintos en función del ratio utilizado. Vamos a determinar que solución es la mas adecuada, que será aquella que de la menor Distancia Manhattan, de los valores recalculados de los testigos.

Calculamos, por lo tanto, la Distancia Manhattan o L_1 para cada ratio mediante (6).

$$L_1 = \left[\sum_{j=1}^5 |x_j^i - x_j^i| \right]^{1/1} \quad (6)$$

PARCELA	VALOR	Valor con Ratio IB	Distancia	Valor con Ratio E	Distancia	Valor con Ratio PA	Distancia
1	4.200,00	3.310	890	5.997	1.797	5.265	1.065
2	6.100,00	6.208	108	5.442	658	5.494	616
3	6.900,00	7.199	399	5.997	913	5.704	1.098
4	6.200,00	6.620	420	5.442	759	6.143	57
5	5.000,00	4.965	35	5.442	442	5.704	704
DISTANCIA MANHATTAN			1.850		4.458		3.538

2.18. Distancias Manhattan de los valores recalculados de los testigos al Ideal

Las distintas distancias aparecen resumidas en la Tabla 2.19.

Variable	Distancia Maniatan
I. Brutos	1.850
Edad	4.458
P. Agraria	3.538

2.19. Resumen de la distancias Manhattan

Si representamos en un grafico las distancias obtenidas. Gráfico 2.6.

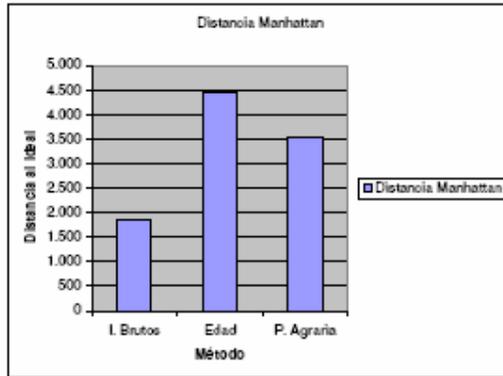


Gráfico 2.6. Distancias Manhattan

Es evidente en este caso que los valores que su distancia al Ideal es menor son los obtenidos con el ratio Ingresos brutos, por lo tanto adoptaremos el valor de la parcela problema deducido por este ratio.

VALOR DEFINITIVO DE X = 6.620 euros/Ha.

En sucesivos capítulos utilizaremos el cálculo de la distancia Manhattan para determinar en cada caso el método cuyo resultado es el más indicado.

2.7 – Índice de Adecuación

El Índice de adecuación presentado en este apartado es otra forma de enfocar el concepto de Distancia Manhattan visto en el apartado anterior. En este caso se comparan las distancias a el Ideal de los valores obtenidos con Programación por metas frente a un modelo *naive*

Cuando trabajemos con Programación por metas y a la hora de comparar la bondad de diferentes modelos cuya utilización es posible, puede hacerse uso de un ratio al que hemos denominado índice de adecuación (__). 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 valorador cuando la única variable conocida para la muestra de testigos fuera el precio, de manera que el valor estimado para cualquier activo problema sería el obtenido como promedio entre el conjunto de testigos de la muestra. El índice de adecuación se obtendrá a partir de la relación entre la suma de desviaciones de uno y otro modelo [7]:

$$I_a = \left(1 - \frac{z}{z'} \right) \times 100$$

donde “z” recoge la suma del conjunto de variables de desviación para el modelo de

valoración por metas (en cualquiera de sus variantes) $(z = \sum_{j=1}^n n_j + p_j = \sum_{j=1}^n |y_j - \bar{y}|)$, y z’ la suma

de errores absolutos en el modelo *naive* $(z' = \sum_{j=1}^n |y_j - \hat{y}_j|)$

De esta manera, el índice de adecuación puede fluctuar entre 0 y 100, con valores más próximos al límite superior cuanto más ajustado resulte el modelo.

2.8 - Nomenclatura

Para poder aplicar la metodología multicriterio a la valoración es imprescindible realizar algunos cambios en la terminología original de forma que se adapte el vocabulario multicriterio a la terminología valorativa.

1. Las denominadas Alternativas en el modelo general se corresponderán en valoración con el conjunto de activos (fincas o parcelas en el caso agrario, inmuebles urbanos en valoración urbana etc) cuyos valores de mercado y características se conocen, mas el activo a valorar.
2. Los denominados atributos en el modelo general equivalen con lo que denominamos en valoración variables explicativas o variables exógenas y de las cuales así como de los diferentes tipos existentes ya se ha hablado en este capítulo.

CAPITULO 3. Métodos de ponderación de variables_

3.1 - Introducción

Tanto en este capítulo como en los posteriores, en los que se van a exponer la utilización de diversos métodos de decisión multicriterio como técnicas de aplicación a la valoración, primero se mostrarán en su faceta original de metodología de toma de decisiones, para posteriormente desarrollar como pueden ser aplicados a la valoración de activos, terminando en todos los casos con un ejemplo de esta aplicación.

En este capítulo se presentan tres métodos multicriterio cuya función consiste en permitir la ponderación de los distintos criterios (variables explicativas) utilizados para ponderar las alternativas (activos testigo y a valorar). Los métodos en concreto son:

- Método de la Entropía.
- Método de Diakoulaki.
- Método de la Ordenación Simple.

Cuando estudiemos el Proceso Analítico Jerárquico en capítulos posteriores, así como la Programación por metas veremos como ambos procesos también pueden entrar en este mismo apartado de ponderación de criterios, pero por su interés y singularidad los estudiaremos aparte.

Para decidir entre un grupo de alternativas (1,2,...,n) cual es la mas interesante, se realiza en función de una serie de criterios. Los métodos de ponderación de criterios de Diakoulaki y Entropía pretenden a partir de la información del valor que las distintas alternativas tienen de cada criterio, determinar de una forma objetiva el peso de ellos. La información de partida sería como la de la tabla 3.1.

ALTERNATIVA	Criterio A	Criterio B	Criterio C
1	X _{1A}	X _{1B}	X _{1C}
2	X _{2A}	X _{2B}	X _{2C}
3	X _{3A}	X _{3B}	X _{3C}
4	X _{4A}	X _{4B}	X _{4C}
5	X _{5A}	X _{5B}	X _{5C}
6	X _{PA}	X _{PB}	X _{PC}

Tabla 3.1. Alternativas y valor de sus criterios

Por otro lado el método de la ordenación simple, a diferencia de los dos anteriores, permite obtener la ponderación de los criterios por ordenación de los mismos y su utilización se justifica cuando se parte de una situación tan escasa de información, que no es posible la aplicación de los métodos anteriores.

Vamos a ver a continuación con detalle cada uno de estos métodos.

3.2 – Método de Diakoulaki

Este método fue presentado por sus autores³⁴ en el año 1992 en las 36ª Journées du groupe européen Aide Multicritérie á la Decisión en Luxemburgo. El método pondera cada variable según la expresión (1), partiendo de los datos que para dicha variable explicativa, adquieren las distintas alternativas.

$$w_j = s_j * \sum (1 - r_{jk}) \quad (1)$$

Siendo

w_j = peso o ponderación de la variable j

s_j = desviación típica de la columna j

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 varianza (mayor desviación típica) 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, procedimiento que ya hemos visto en el capítulo anterior (2.4).

La desviación estándar de cada criterio se obtiene aplicando la fórmula conocida (2)

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{n}} \quad (2)$$

Así mismo utilizando la fórmula del Coeficiente de correlación de Pearson (3) se calculan los distintos coeficientes de correlación entre los criterios.

$$r_{jk} = \frac{\text{cov}(j, k)}{s_j * s_k} \quad (3)$$

Ambas expresiones proporcionan la información para calcular la ponderación de cada uno de los criterios de acuerdo con la expresión del cálculo de los pesos vista anteriormente (1).

3.3 – Método de la Entropía

Este método fue propuesto por Zeleny (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 Shannon³⁵ 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 (4)

$$E_j = - K \sum_i a_{ij} \log a_{ij} \quad (4)$$

Siendo $K = 1 / \log m$ y m el número de alternativas.

La entropía calculada es tanto mayor cuanto mas iguales son las a_{ij} consideradas. Como lo que se busca es la diversidad D (5)

$$D_j = 1 - E_j \quad (5)$$

Finalmente se normaliza por la suma y se obtiene la ponderación buscada (6)

$$w_j = D_j / \sum_j D_j \quad (6)$$

Los w_j expresan la ponderación o peso de cada uno de los criterios.

3.4 – Método de la Ordenación Simple

El método de la Ordenación simple es el método más sencillo de ponderación de criterios, ya que en él lo único que se demanda al decisor es que ordene los criterios de mayor a menor importancia, de forma que después se da el mayor valor al primero y el menor valor al último. En el supuesto de que dos criterios se definan como de la misma importancia a cada uno de ellos se le adjudica el promedio de ambas valoraciones. Puntuados los criterios se normalizan por la suma y el resultado es la ponderación final de los criterios (Tabla 3.2).

Criterios	Orden	Valor	Ponderación
A	2	2	0,3333
B	1	3	0,5000
C	3	1	0,1667
		6	1

Tabla 3.2. Ponderación de criterios por Ordenación simple.

Este método por su sencillez puede ser aplicado en situaciones de poca información sobre las variables por parte del decisor.

3.5 - Métodos de la Entropía y Diakoulaki aplicados a la Valoración

En este punto vamos a ver como aplicar los métodos vistos anteriormente al campo de la Valoración, y para ello recordar la adaptación de la terminología multicriterio de forma que lo que en los puntos anteriores eran criterios ahora son variables explicativas y lo que denominábamos alternativas ahora son activos (agrarios, urbanos, medioambientales etc).

Cuando en Valoración, se utilizan métodos comparativos se parte, como se vió en el Capítulo 1, de una cierta información de mercado como la que aparece en la Tabla 3.3 donde se tiene una serie de activos que recientemente han sufrido una transacción económica y de las cuales se conoce el precio (Vi) por el que se realizó y el valor de una serie de variables explicativas (Xij).

ACTIVOS	VALOR	Variable A	Variable B	Variable C
1	V ₁	X _{1A}	X _{1B}	X _{1C}
2	V ₂	X _{2A}	X _{2B}	X _{2C}
3	V ₃	X _{3A}	X _{3B}	X _{3C}
4	V ₄	X _{4A}	X _{4B}	X _{4C}
5	V ₅	X _{5A}	X _{5B}	X _{5C}
Activo Problema	(P)	X _{PA}	X _{PB}	X _{PC}

Tabla 3.3. Información de mercado (valores y variables explicativas).

Si se aplican los métodos sintéticos, por ejemplo el método baricéntrico³⁶, se obtienen tres ratios, uno por cada variable explicativa (1).

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad j = A..C \quad (1)$$

el valor del activo problema será para cada ratio (2).

$$V_{Pj} = R_j * X_{Pj} \quad j = A...B \quad (2)$$

Con lo cual al final se tendrán tres valores del activo problema

$$V_{P1}, V_{P2}, V_{P3}$$

Uno por cada variable explicativa, con lo que se plantea el dilema de cual de ellos o que combinación de ellos es la que se da como valor definitivo.

En algunos casos se decide por aquel valor calculado con la variable explicativa mas significativa (normalmente variables de tipo económico, como los Ingresos brutos, la Producción etc). En otros casos se opta por hallar una media de todos los valores conseguidos, o bien si hay alguno que se aparta de forma significativa de los otros no se tiene en cuenta y se promedian exclusivamente los restantes.

Como es evidente todas las soluciones anteriores son totalmente subjetivas. A eliminar esa subjetividad va dirigido la utilización de los métodos que se desarrollan en este capítulo como métodos de ponderación de variables.

Con la utilización del método de la entropía o el método de Diakoulaki se ponderan las variables explicativas en función de los datos de los que se parte para valorar. Los pesos obtenidos son los que posteriormente permiten ponderar los distintos valores calculados (3) y por lo tanto obtener un valor final en función de todas las variables explicativas y de su importancia o peso.

$$V_P = w_1 * V_{P1} + w_2 * V_{P2} + w_3 * V_{P3} \quad (3)$$

Siendo las w_i los pesos o ponderaciones obtenidas por cada variable, y los V_{pi} los distintos valores encontrados en función de la variable utilizada.

3.6 - Método de la Ordenación Simple aplicado a la Valoración

Este método de fácil cálculo, puede tener aplicación en Valoración en dos casos:

- Cuando se aplica el método Beta o de las funciones de distribución.
- Combinado con el Proceso Analítico Jerárquico.

Cuando se aplica el método Beta también se obtiene un valor por cada variable explicativa, pero en este caso no se tiene una información de mercado suficiente para aplicar uno de los métodos de ponderación de variables vistos en el apartado anterior (Diakoulaki o Entropía), por lo que se puede optar por deducir la ponderación de las variables mediante una simple ordenación. Esa ponderación como en el caso anterior será la que se utilizará para ponderar los distintos valores obtenidos.

También este método puede utilizarse para ponderar las variables explicativas en el caso de utilizar el Proceso Analítico Jerárquico (este método se verá con detalle en el próximo capítulo) ya que en AHP el primer paso es ponderar las variables explicativas, ponderación que se realiza planteando una matriz de comparaciones pareadas. Puede darse el caso de no conocer el entorno de forma suficiente como para plantear esta matriz, por lo que en esa situación puede adoptarse la solución de ponderar las variables explicativas utilizando la Ordenación Simple³⁷.

Conocido como utilizar los modelos de ponderación multicriterio en Valoración vamos a ver dos ejemplos de su aplicación.

3.7 - Ejemplo de aplicación a la Valoración Agraria de los Métodos de Diakoulaki y Entropía

Se pide valorar la hectárea de la parcela X de mandarina variedad Clementina de Nules situada en el municipio de XXXXX (Valencia) utilizando los datos tanto de la parcela problema como de los testigos que aparecen en la Tabla 3.4.

PARCELA	VALOR €/hg	INGRESOS BRUTOS €/hg	EDAD PLANTACIÓN	POBLACIÓN AGRARIA
1	4200	400	11	1.200
2	6100	750	10	1.250
3	6800	870	11	1.300
4	6200	800	10	1.400
5	5000	600	10	1.300
X		800	11	1.200

Tabla 3.4. Datos de las parcelas testigo y problema.

Las tres variables explicativas utilizadas son cuantitativas y están cuantificadas.

Normalizamos por la suma la información de la tabla anterior, transformándose en la de la Tabla 3.5.

PARCELA	VALOR €/hg	INGRESOS BRUTOS €/hg	EDAD PLANTACIÓN	POBLACIÓN AGRARIA
1	4200	0,0948	0,1746	0,1569
2	6100	0,1777	0,1598	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		0,1569
	SUMA	1,0000	1,0000	1,0000

Tabla 3.5. Información normalizada.

Pasamos ahora al cálculo de la ponderación de las variables por los dos métodos de la entropía y Diakoulaki.

3.7.1 Ponderación de las Variables por el Método de la Entropía.

Calculamos primero los Logaritmos en base 10, de los valores que toma cada variable en cada parcela. Tabla 3.6

PARCELA	VALOR €/hg	INGRESOS BRUTOS €/hg	EDAD	POBLACIÓN AGRARIA
1	4.200	- 1,0233	- 0,7579	- 0,8045
2	6.100	- 0,7503	- 0,7993	- 0,7868
3	6.800	- 0,6858	- 0,7579	- 0,7697
4	6.200	- 0,7222	- 0,7993	- 0,7375
5	5.000	- 0,8472	- 0,7993	- 0,7697
X		- 0,7222	- 0,7579	- 0,8045

Tabla 3.6. Logaritmos base 10 de los valores de las variables.

Calculamos también el valor de k, que en este caso es la inversa del logaritmo de 6, por ser este el número de parcelas consideradas.

$$K = 1 / 0,7782 = 1,2851$$

Con esta información ya pasamos a calcular la entropía de cada variable.

$$E_{IB} = -1,2851 * [(0,0948 * (-1,0233)) + (0,1777 * (-0,7503)) + (0,2062 * (-0,6858)) + (0,1896 * (-0,7222)) + (0,1422 * (-0,8472)) + (0,1896 * (-0,7222))] = 0,9844.$$

$$E_E = -1,2851 * [(0,1746 * (-0,7579)) + (0,1584 * (-0,7993)) + (0,1746 * (-0,7579)) + (0,1587 * (-0,7993)) + (0,1587 * (-0,7993)) + (0,1746 * (-0,7579))] = 0,9994.$$

$$E_{Rh} = -1,2851 * [(0,1569 * (-8045)) + (0,1634 * (-0,7868)) + (0,1699 * (-0,7697)) + (0,1830 * (-0,7375)) + (0,1699 * (-0,7697)) + (0,1569 * (-0,8045))] = 0,9992.$$

Finalmente conocida la entropía de cada variable, se calcula su Diversidad y se normaliza, obteniéndose la ponderación buscada. Tabla 3.7.

Variable	Entropía	Diversidad	Pesos normalizados
INGRESOS BRUTOS	0,9844	0,0156	0,9152
EDAD	0,9994	0,0006	0,0371
POBLACIÓN AGRARIA	0,9992	0,0008	0,0477
	SUMA	0,0171	1,0000

Tabla 3.7. Peso de las variables por el método de la entropía.

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

Ingresos Brutos: 91,52 %

Edad: 3,71 %

Población agraria: 4,77 %

Esto es, la variable más importante, con mucho, son los Ingresos Brutos, mientras que tanto la Edad como la Población agraria influyen muy poco.

3.7.2 Ponderación de las Variables por el Método de Diakoulaki

Calculamos primero la desviación típica de las variables. Tabla 3.8.

Variable	Desviación típica
INGRESOS BRUTOS	0,0412
EDAD	0,0087
POBLACIÓN AGRARIA	0,0099

Tabla 3.8. Desviación típica de las variables

Seguido del cálculo de la correlación entre ellas. Tabla 3.9.

Variable	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN AGRARIA
INGRESOS BRUTOS		- 0,0840	0,4245
EDAD			- 0,6019
POBLACIÓN AGRARIA			

Tabla 3.9. Coeficientes de correlación entre variables

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

$$W_{IB} = 0,0412 * [(1-(-0,0840)) + (1-0.4245)] = 0,0684$$

$$W_E = 0,0087 * [(1-(-0,0840)) + (1-(-6019))] = 0,0234$$

$$W_{Rh} = 0,0099 * [(1-0,4245) + (1-(-0,6019))] = 0,0216$$

Normalizamos los resultados obtenidos y obtenemos la ponderación de las variables. Tabla 3.10.

Variable	Pesos	Pesos normalizados
INGRESOS BRUTOS	0,0684	0,6036
EDAD	0,0234	0,2060
POBLACIÓN AGRARIA	0,0216	0,1904
	0,1133	1,0000

Tabla 3.10. Ponderación de las variables por Diakoulaki.

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

Ingresos Brutos : 60,36 %

Edad: 20,60 %

Riesgo de helada: 19,04 %

Esto es, la variable mas importante es los Ingresos brutos, mientras tanto la Edad como la Población agraria su importancia es similar y menor.

3,8 - Ejemplo de aplicación del Método de la Ordenación Simple

Podría darse el caso en un ejemplo como el anterior que el valorador no tuviese suficiente información para deducir por Diakoulaki o Entropía la ponderación de las variables que él considera como explicativas (Esta supuesto que en principio puede parecer irreal y que desde luego haría bajo la metodología actual inviable cualquier intento de valoración, se da en la práctica valorativa mayor número de veces de lo deseado. El valor de la metodología que se irá presentado en los próximos capítulos es que permite hacer frente a este tipo de situaciones, en ese sentido, el método de la Ordenación Simple es un primer ejemplo aunque muy elemental, comparado con el nivel de elaboración de metodologías que veremos posteriormente como el Proceso Analítico Jerárquico y la combinación de esta con la Programación por Metas). Este problema puede abordarse de una forma sencilla aunque elemental con el método de la Ordenación simple como se observa en la tabla 3. 11.

Variabes	Orden	Valor	Ponderación
Ingresos Brutos	1	3	0,5000
Edad	2	2	0,3333
Población agraria	3	1	0,1666
	Suma	6	1,0000

Tabla 3.11. Ponderación de las variables por Ordenación simple.

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

Ingresos Brutos : 50,00 %

Edad: 33,33 %

Población agraria : 16,66 %

Esto es, la variable mas importante es los Ingresos brutos, seguida de la Edad y finalmente la Población agraria.

Podría darse el caso de que el experto considerase que dos variables tienen la misma importancia, en el ejemplo la Edad y la Población agraria, en ese caso como en la Tabla 3.12, el peso de ambas se distribuye entre las dos variables.

Variables	Orden	Valor	Ponderación
Ingresos Brutos	1	3,0	0,5000
Edad	2	1,5	0,2500
Población agraria	3	1,5	0,2500
	Suma	6	1,0000

Tabla 3.12. Ponderación de las variables por Ordenación simple

Este último supuesto es el que vamos a utilizar para seguir con el ejemplo que hemos planteado.

En los puntos siguientes veremos como esta información de los pesos o ponderaciones de las variables explicativas, nos permite mejorar algunos de los métodos comparativos clásicos y en el próximo capítulo veremos su aplicación como complemento a la Suma ponderada.

3.9 - Utilización de las Ponderaciones Obtenidas como complemento de los Métodos Sintéticos

Con los métodos vistos anteriormente se consiguen ponderar las distintas variables explicativas del precio, en este caso, de una serie de parcelas agrícolas.

Vamos a ver a continuación, siguiendo con el ejemplo planteado, como utilizar dicha información para obtener el valor definitivo de una parcela agrícola.

Se pide, por lo tanto, valorar la hectárea de la parcela X de mandarina variedad Clementina de Nules situada en el municipio de XXXXX (Valencia) utilizando los datos tanto de la parcela problema como de los testigos que aparecen en la Tabla 3.13

PARCELA	VALOR €/hg	INGRESOS BRUTOS €/hg	EDAD	Población agraria
1	4.200	400	11	1.200
2	6.100	750	10	1.250
3	6.800	870	11	1.300
4	6.200	800	10	1.400
5	5.000	600	10	1.300
X		800	11	1.200

Tabla 3.13. Datos de las parcelas testigo y problema.

Normalizada por la suma la información de la tabla anterior, se transforma en la de la Tabla 3.14.

PARCELA	VALOR €/hg	INGRESOS BRUTOS €/hg	EDAD	POBLACIÓN
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830
5	5.000	0,1422	0,1587	0,1699
X		0,1896	0,1746	0,1569
	SUMA	1,0000	1,0000	1,0000

Tabla 3.14. Información normalizada.

Si aplicamos el método sintético baricéntrico para el cálculo del valor de la parcela X, obtenemos uno por cada variable explicativa.

Variable Ingresos Brutos.

$$\text{Ratio}_{IB} = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,0948 + 0,1777 + 0,2062 + 0,1896 + 0,1422} = 34916,71$$

Valor Parcela X = 34916,71 * 0,1896 = 6620 euros / Ha

Variable Edad

$$\text{Ratio}_E = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,1746 + 0,1587 + 0,1746 + 0,1587 + 0,1587} = 34290,56$$

Valor Parcela X = 34290,56 * 0,1746 = 5987 euros / Ha

Variable Población agraria.

$$\text{Ratio}_{PA} = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,1569 + 0,1634 + 0,1699 + 0,1830 + 0,1699} = 33554,65$$

Valor Parcela X = 33554,65 * 0,1569 = 5264 euros / Ha

Como vemos se obtienen tres valores de la Parcela X distintos en función de la variable explicativa utilizada (Tabla 3.15)

Variable utilizada	Valor de la Ha	Comparación
Ingresos Brutos	6.620	100,00
Edad	5.987	90,43
Población agraria.	5.246	79,24

Tabla 3.15. valores de la parcela X en función de la variable utilizada para su cálculo.

Los valores obtenidos según la variable utilizada, difieren de forma importante ya que si damos el valor 100 al obtenido con los Ingresos brutos, el obtenido con la Edad tiene valor 90,43 y con la Población agraria 79,24. Ante esta diversidad el experto valorador se encuentra en la dificultad de decidir que valor o combinación de valores debería adoptar como definitivo y para ello hay distintas soluciones en la práctica, como pueden ser.

1. El tasador opta por utilizar el promedio de todos los valores, en este caso este valor promedio sería de 5.951 € con lo cual utiliza todas las variables en el calculo del precio, pero considera que todas las variables influyen de la misma forma, lo cual no parece correcto, ya que es lógico suponer que algunas de las variables consideradas (por Ej. Ingresos brutos) tienen mayor influencia que las otras en el precio de la parcela. Todo ello agravado en este caso por la gran diferencia de valores encontrada según qué variable explicativa se utilice.
2. Otra solución adoptada en la práctica de la tasación sería no considerar el precio obtenido con la variable Población agraria de helada por la gran diferencia existente y sacar la media de las otras dos, con lo cual el precio promedio obtenido sería 6.303 €. De esta forma se obtiene un precio bastante distinto al anterior y además se elimina una variable que bajo el supuesto de partida tiene influencia en el precio, además de seguir ponderando las variables utilizadas con el mismo porcentaje.
3. Por último otra solución sería adoptar como válido el precio obtenido con aquella variable que ha juicio del valorador sea mas explicativa del precio. Por ejemplo los Ingresos brutos y en este caso el valor final sería de 6.620 €.

Cualquiera de las soluciones adoptadas son muy subjetivas ya que no existe ninguna razón que avale cualquiera de las tres. Este hecho es el que justifica la utilización de las ponderaciones obtenidas con alguno de los métodos vistos en este capítulo en la obtención del valor final buscado. En efecto las ponderaciones nos indican la importancia relativa de cada una de las variables en la explicación del precio, si ponderamos los valores obtenidos por la ponderación de las variables obtendremos un valor final en función de todas las variables y su importancia.

Valor final mediante la ponderación por Entropía.

$$V_F = 6.620 * 0,9152 + 5.987 * 0,0371 + 5.246 * 0,0477 = 6.531$$

Valor final mediante la ponderación por Diakoulaki.

$$V_F = 6.620 * 0,6036 + 5.987 * 0,2060 + 5.246 * 0,1904 = 6.227$$

Valor final mediante la ponderación por Ordenación simple.

$$V_F = 6.620 * 0,5000 + 5.987 * 0,3333 + 5.246 * 0,1660 = 6.176$$

Con la aplicación de las ponderaciones de las variables obtenemos tres nuevos valores, con lo que puede parecer que hemos trasladado el problema anterior de tener tres valores en función de las variables a tener ocho valores en función del ratio, combinación o método de ponderación utilizado (Tabla 3.16).

Método utilizada	Valor de la Ha	Comparación
Ratio Ingresos Brutos	6.620	100,00
Ratio Edad	5.987	90,43
Ratio Población agraria.	5.246	79,24
Promedio tres Ratios	5.951	89,89
Promedio Ratio Ingresos brutos y Edad	6.303	95,21
Ponderación por Entropía	6.531	98,65
Ponderación por Diakoulaki	6.227	94,06
Ponderación por Ordenación Simple	6.176	93,29

Tabla 3.16. Valores de la parcela X en función del método utilizado para su cálculo.

Para resolver definitivamente el problema utilizamos el cálculo de la Distancia Manhattan como vimos en el capítulo 2 (2.5).

3.10 – Cálculo de la Distancia MANHATTAN

Consideramos como Ideal los valores de los testigos. Utilizando los distintos métodos recalculamos los precios de los testigos, medimos la Distancia L1 o Manhattan de cada uno de los conjuntos de valores recalculados al Ideal. El que esté mas próximo o sea aquel cuya Distancia será menor será el método, en este caso, que mejor nos calcula el valor de la Parcela X a valorar. Tabla 5.16 y Gráfico 3.1.

Método	Distancia Manhattan
Ratio Ingresos brutos	1.850
Ratio Edad	4.458
Ratio Población agraria	3.538
Media tres ratios	2.048
Media dos ratios	1.304
Ponderación por Diakoulaki	648
Ponderación por Entropía	1.395
Ponderación por Ordenación simple	1.068

Tabla 3.16. Distancia Manhattan al Ideal

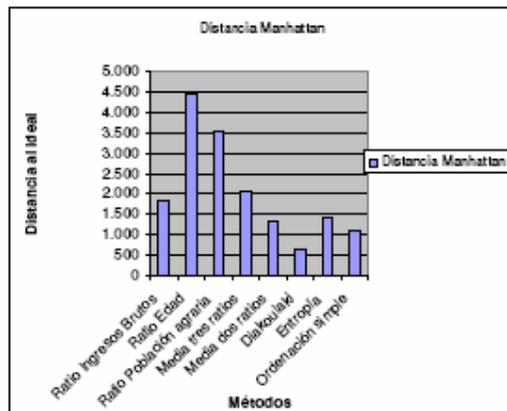


Gráfico 3.1 – Distancia MANHATTAN

En este caso se observa que el mejor resultado, la menor distancia al Ideal, se obtiene con la ponderación por Diakoulaki, por lo tanto adoptaremos como valor final de la parcela X el obtenido mediante este método.

Valor Parcela X = 6.227 euros /hg.

CAPITULO 4. Métodos de Valoración multicriterio con información cuantitativa (I). Modelo de la Suma ponderada

4.1 - Introducción

Tanto en el capítulo 1 como en el 3 hemos visto la existencia y los problemas de un grupo importante de los denominados métodos comparativos de valoración, llamados así por determinar el valor del activo problema a partir de la información existente de activos testigo parecidos al activo problema a valorar y de los cuales conocemos su precio y una serie de características o variables explicativas cuantificadas. Comparando el activo problema con la información de los activos testigo se obtiene el valor buscado. En este capítulo y en el siguiente vamos a ver dos métodos multicriterio que se pueden integrar dentro de ese gran grupo de métodos comparativos ya que ellos también parten de la información de activos testigo. Los métodos a considerar son:

- Método de la Suma Ponderada.
- Programación por metas con sus distintas variantes.

El primero necesita ser complementado con la previa ponderación de las variables mediante alguno de los métodos vistos en el Capítulo anterior, mientras que la Programación por metas con sus distintas variantes puede utilizarse como método autónomo y completo de valoración.

Como en todos los casos veremos primero la aplicación como métodos multicriterio para posteriormente desarrollar su aplicación a la valoración.

4.2 - Método de la Suma Ponderada

El método de la Suma ponderada calcula la ponderación de las alternativas como resultado del sumatorio 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

El proceso parte de información como la de la Tabla 4.1. donde se tiene el valor normalizado de las variables para cada alternativa y el peso o ponderación de cada variable, previamente calculado por alguno de los métodos conocidos.

ALTERNATIVA	Variable A	Variable B	Variable C
1	X _{1A}	X _{1B}	X _{1C}
2	X _{2A}	X _{2B}	X _{2C}
3	X _{3A}	X _{3B}	X _{3C}
4	X _{4A}	X _{4B}	X _{4C}
5	X _{5A}	X _{5B}	X _{5C}
6	X _{PA}	X _{PB}	X _{PC}
PESOS	W _A	W _B	W _C

Tabla 4.1. Variables y sus pesos o ponderaciones

La ponderación de cada alternativa se obtiene mediante la fórmula (1)

$$W_i = \sum_{j=1}^n (w_j * x_{ij}) \quad (1)$$

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

4.3 - Método de la Suma Ponderada aplicado a la Valoración

Como se ha dicho anteriormente, se parte de una información como la de la Tabla 4.2, donde se tiene de un conjunto de activos testigo, tanto el valor como una serie de variables explicativas cuantificadas. También del activo a valorar tenemos las variables explicativas con su cuantificación.

Partiendo de la información anterior, se ponderan las variables utilizando uno de los métodos vistos Entropía o Diakoulaki, obteniéndose los pesos correspondientes de ellas.

$$W_1, W_2, W_3$$

Determinados los pesos de las variables se pasa a la ponderación de cada activo mediante el cálculo del sumatorio del valor de cada variable para ese activo por la ponderación de la variable (2), Tabla 4.2.

$$W_i = \sum x_{ij} * w_j \quad (2)$$

ACTIVO	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
Activo Problema (P)		X_{PA}	X_{PB}	X_{PC}	W_P
Pesos Variables		W_A	W_B	W_C	
SUMA DE LOS PESOS					1

Tabla 4.2. Cálculo de los pesos de las parcelas

Los pesos normalizados representan la ponderación de todos los activos incluido el Problema en función de todas las variables explicativas y de su importancia o peso.

Hasta este punto estaríamos en la aplicación del método de la Suma Ponderada exclusivamente como método multicriterio. El resultado nos indica una ordenación de los activos en función de su peso o ponderación.

A continuación se desarrolla como utilizar los datos obtenidos para encontrar el valor del activo problema que es el objetivo que se plantea en valoración.

Este procedimiento, como se verá mas adelante, es el mismo a seguir con el Proceso Analítico Jerárquico.

Como se conoce el valor V_i de los activos testigo, y conocemos la ponderación de ellos, se calcula el Ratio (3)

$$\text{Ratio} = \frac{\sum \text{Valor activos testigos}}{\sum \text{Ponderación activos testigos}} \quad (3)$$

Este ratio expresa el valor de la unidad de ponderación.

Como conocemos también la ponderación del activo a valorar, el producto del ratio por su ponderación (4) dará el valor buscado del activo problema.

$$\text{Valor activo Problema} = \text{Ratio} * \text{Ponderación activo problema. (4)}$$

Es importante señalar que el valor obtenido de esta forma estará en función de todas las variables explicativas y de su ponderación.

4.4 -Ejemplo de aplicación del Método de la Suma Ponderada

Vamos a utilizar, para aplicar el método de la Suma ponderada, el mismo ejemplo del capítulo anterior, lo cual, nos permitirá posteriormente poder calcular y comparar la eficiencia de los distintos métodos utilizados. Por lo tanto partimos de la información de la Tabla 4.3.

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	Población agraria
1	4.200	400	11	1.200
2	6.100	750	10	1.250
3	6.800	870	11	1.300
4	6.200	800	10	1.400
5	5.000	600	10	1.300
X		800	11	1.200

Tabla 4.3. Datos de las parcelas testigo y problema

Información que normalizamos. Tabla 4.4.

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830
5	5.000	0,1422	0,1587	0,1699
X		0,1896	0,1746	0,1569
	SUMA	1,0000	1,0000	1,0000

Tabla 4.4. Información normalizada

A partir de la información normalizada de la tabla 4.4 se calculan como se ha visto en el capítulo 3 los distintos pesos de las variables explicativas, tanto con el método de Diakoulaki como por el de Entropía, Tabla 4.5.

VARIABLE	ENTROPÍA	PONDERACIONES	
		Métodos	
		DIAKOULAKI	ORDENACIÓN SIMPLE
Ingresos Brutos	0,9152	0,6036	0,5000
Edad	0,0371	0,2060	0,2500
Población agraria	0,0477	0,1904	0,2500
SUMA	1,0000	1,0000	1,0000

Tabla 4.5. Ponderaciones de las variables

Aplicamos a los valores normalizados las ponderaciones de las variables, obteniendo la ponderación de cada parcela, para cada método. En primer lugar se realiza el cálculo utilizando la ponderación por Entropía. Tabla 4.6.

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN	PONDERACIÓN PARCELAS
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569	0,101
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634	0,176
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699	0,203
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830	0,188
5	5.000	0,1422	0,1587	0,1699	0,144
X		0,1896	0,1746	0,1569	0,187
Pesos variables por Entropía		0,9152	0,0371	0,0477	

Tabla 4.6. Ponderación de las parcelas aplicando la Suma ponderada más Entropía

El cálculo de la ponderación de las parcelas se realiza de la forma ya conocida.

- Ponderación parc. 1 = 0,9152 * 0,0948 + 0,0371 * 0,1746 + 0,0477 * 0,1569 = **0,101**
- Ponderación parc. 2 = 0,9152 * 0,1777 + 0,0371 * 0,1587 + 0,0477 * 0,1634 = **0,176**
- Ponderación parc. 3 = 0,9152 * 0,2062 + 0,0371 * 0,1746 + 0,0477 * 0,1699 = **0,203**
- Ponderación parc. 4 = 0,9152 * 0,1896 + 0,0371 * 0,1587 + 0,0477 * 0,1830 = **0,188**
- Ponderación parc. 5 = 0,9152 * 0,1422 + 0,0371 * 0,1587 + 0,0477 * 0,1699 = **0,144**
- Ponderación parc. X = 0,9152 * 0,1896 + 0,0371 * 0,1746 + 0,0477 * 0,1569 = **0,187**

Conocidas las ponderaciones de las parcelas se calcula el Ratio Valor/Ponderación mediante la fórmula conocida (3)

$$R = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,101 + 0,176 + 0,203 + 0,188 + 0,144} = 34828,9$$

Conocidos el ratio R y la ponderación de la parcela X, el valor de esta es inmediato, aplicando la fórmula ya conocida (4)

Valor X = 34.828,9 * 0,187 = 6.528 €

Vamos seguidamente a realizar el cálculo del valor de X mediante la ponderación de las variables obtenida por el método de IDiakoulaki (Tabla 4.7).

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN	PONDERACIÓN PARCELAS
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569	0,123
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634	0,171
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699	0,193
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830	0,182
5	5.000	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	

Tabla 4.7. Ponderación de las parcelas aplicando la Suma ponderada mas Diakoulaki

La forma de cálculo de la ponderación de las distintas parcelas de la Tabla 4.7 es mediante la aplicación de la forma ya conocida (2), como se desarrolla a continuación.

Ponderación parc. 1 = $0,6036 * 0,0948 + 0,2060 * 0,1746 + 0,1904 * 0,1569 = \mathbf{0,123}$

Ponderación parc. 2 = $0,6036 * 0,1777 + 0,2060 * 0,1587 + 0,1904 * 0,1634 = \mathbf{0,171}$

Ponderación parc. 3 = $0,6036 * 0,2062 + 0,2060 * 0,1746 + 0,1904 * 0,1699 = \mathbf{0,193}$

Ponderación parc. 4 = $0,6036 * 0,1896 + 0,2060 * 0,1587 + 0,1904 * 0,1830 = \mathbf{0,182}$

Ponderación parc. 5 = $0,6036 * 0,1422 + 0,2060 * 0,1587 + 0,1904 * 0,1699 = \mathbf{0,151}$

Ponderación parc. X = $0,6036 * 0,1896 + 0,2060 * 0,1746 + 0,1904 * 0,1569 = \mathbf{0,180}$

Conocidas las ponderaciones de las parcelas se calcula el RatioValor/Ponderación mediante la fórmula conocida (3)

$$R = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,123 + 0,171 + 0,193 + 0,182 + 0,151} = 34523,2$$

Conocidos el ratio R y la ponderación de la parcela X, el valor de esta es inmediato, aplicando la fórmula ya conocida (4)

$$\mathbf{Valor X = 34.523,2 * 0,180 = 6.223 €}$$

Finalmente se calcula el valor de X mediante la ponderación de las variables obtenida por el método de Ordenación simple (Tabla 4.8).

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN	PONDERACIÓN PARCELAS
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569	0,130
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634	0,169
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699	0,189
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830	0,180
5	5.000	0,1422	0,1587	0,1699	0,153
X		0,1896	0,1746	0,1569	0,178
Pesos variables por Ordenación Simple		0,5000	0,2500	0,2500	

Tabla 4.8. Ponderación de las parcelas aplicando la Suma ponderada mas Ordenación

La forma de cálculo de la ponderación de las distintas parcelas de la Tabla 4.8 es mediante la aplicación de la forma ya conocida (2), como se desarrolla a continuación.

$$\text{Ponderación parc. 1} = 0,5000 * 0,0948 + 0,2500 * 0,1746 + 0,2500 * 0,1569 = \mathbf{0,130}$$

$$\text{Ponderación parc. 2} = 0,5000 * 0,1777 + 0,2500 * 0,1587 + 0,2500 * 0,1634 = \mathbf{0,169}$$

$$\text{Ponderación parc. 3} = 0,5000 * 0,2062 + 0,2500 * 0,1746 + 0,2500 * 0,1699 = \mathbf{0,189}$$

$$\text{Ponderación parc. 4} = 0,5000 * 0,1896 + 0,2500 * 0,1587 + 0,2500 * 0,1830 = \mathbf{0,180}$$

$$\text{Ponderación parc. 5} = 0,5000 * 0,1422 + 0,2500 * 0,1587 + 0,2500 * 0,1699 = \mathbf{0,153}$$

$$\text{Ponderación parc. X} = 0,5000 * 0,1896 + 0,2500 * 0,1746 + 0,2500 * 0,1569 = \mathbf{0,178}$$

Conocidas las ponderaciones de las parcelas se calcula el Ratio Valor/Ponderación mediante la fórmula conocida (3)

$$R = \frac{4200 + 6100 + 6800 + 6200 + 5000}{0,130 + 0,169 + 0,189 + 0,180 + 0,153} = 34413,71$$

Conocidos el ratio R y la ponderación de la parcela X, el valor de esta es inmediato, aplicando la fórmula ya conocida (4)

$$\mathbf{\text{Valor X} = 34.413,71 * 0,178 = 6.114 \text{ €}}$$

En la tabla 4.9. aparece el resumen de los valores de la Parcela X según el método de ponderación utilizado.

Método	Valor Parcela X
Suma ponderada + Entropía	6.528 €
Suma ponderada + Diakoulaki	6.223 €
Suma ponderada + Ordenación simple	6.114 €

Tabla 4.9. Precios de la parcela X en función del método utilizado

Vemos como en función del método de ponderación elegido el resultado obtenido es distinto. Con el fin de determinar cual de los resultados obtenidos es el que adoptamos como definitivo utilizaremos el cálculo de la Distancia Manhattan.

Como en el próximo capítulo vamos a utilizar el mismo ejemplo para aplicar la Programación por metas, posponemos el cálculo de la distancia a dicho capítulo con el fin de comparar todos los resultados obtenidos.

CAPITULO 5. Métodos de Valoración multicriterio con información cuantitativa (II). Programación por metas.

5.1. - Introducción

En el capítulo anterior hemos visto el modelo de valoración Suma ponderada combinado con algunos de los métodos de ponderación vistos en el Capítulo 3. Dicho modelo se sitúa dentro de los métodos comparativos pues necesita para su aplicación partir de una información con distintos testigos de los cuales se conoce el valor así como el de una serie de variables explicativas. Dentro del mismo grupo situamos los modelos que vamos a desarrollar en este capítulo, la Programación por metas con sus distintas variantes.

Programación por Metas (Goal Programming GP)

5.2 – Programación por Metas Goal Programming GP)

El origen de la Programación por metas (en adelante GP) está en una publicación de Charnes, Cooper y Ferguson (1955) sobre la retribución de los ejecutivos. Posteriormente Charnes y Cooper (1961) usan por primera vez la denominación Goal Programming en su publicación "Management Models and Industrial Applications of Linear Programming". A partir de este momento se produce una explosión de aplicaciones de GP en los más diversos campos, tanto en diversas publicaciones^{2%}, como con motivo de las seis conferencias que se han convocado hasta el momento sobre GP. La primera en la Universidad de Portsmouth, Reino Unido, en Junio de 1994, convocada por M. Tamiz. La segunda por la Universidad de Málaga, en Torremolinos, en 1996, convocada por R. Caballero. La tercera por la Universidad Laval en la ciudad de Québec (Canadá) en 1998, organizada por J-M Martel y B. Aouni. La cuarta tuvo lugar en el año 2000 en la ciudad de Mstrow (Polonia), la quinta en Kobe (Japón) en 2002 y la sexta en Túnez en el año 2004.

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 decisor opta por acercarse la máximo posible a unas metas prefijadas, minimizando unas variables de desviación máximas y mínimas que se introducen en el modelo.

Actualmente la GP comprende un número de variantes, de las cuales las más importantes son las siguientes:

5.2.1 - PROGRAMACIÓN POR METAS PONDERADAS (WEIGHTED GOAL PROGRAMMING, WGP)

La Programación por metas ponderadas 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.

Su formulación algebraica es

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= \sum_{i=1}^Q \frac{1}{k_i} (u_i n_i + v_i p_i) \\ \text{s.a.} \\ f_i(x) + n_i - p_i &= b_i \quad i = 1 \dots Q \\ n_i \geq 0; p_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo

$f_i(x)$ una función lineal de x

b_i la meta o goal.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas respecto a la meta

u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones.

K_i es la constante normalizadora.

5.2.2 - PROGRAMACIÓN POR METAS MINMAX O PROGRAMACIÓN POR METAS CHE-BYSHEV (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.

La estructura del modelo es la siguiente.

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= D \\ \text{s.a.} \\ \frac{1}{k_i}(u_i n_i + v_i p_i) &\leq D \quad i=1 \dots Q \\ f_i(x) + n_i - p_i &= b_i \quad i=1 \dots Q \\ n_i \geq 0; p_i &\geq 0 \end{aligned}$$

El significado de las variables es el mismo que en WGP.

La distancia D es la máxima entre el precio de cualquier testigo y el precio resultante de la función estimada. Esta distancia D es la que se intenta minimizar.

5.2.3 PROGRAMACIÓN 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.

El modelo GP extendido tiene la formulación siguiente

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= (1-\lambda)D + \lambda \sum_{i=1}^Q \frac{1}{k_i}(u_i n_i + v_i p_i) \\ \text{s.a.} \\ f_i(x) + n_i - p_i &= b_i \quad i=1 \dots Q \\ (1-\lambda)(n_i + p_i) &\leq D \quad i=1 \dots Q \\ n_i \geq 0; p_i &\geq 0 \end{aligned}$$

donde λ puede fluctuar entre 0 y 1, según el valorador priorice el modelo MINMAX o el modelo ponderado (WGP).

Sobre estos modelos básicos existen un gran grupo de extensiones o variantes GP no lineal (Non-linear GP), GP cuadrático (Quadratic GP), Fraccional GP (Fractional GP), GP entera (Integer GP models), binaria GP (Zero-one GP models), GP estocástica (Stochastic GP), GP borrosa (Fuzzy GP models) y GP interactiva (Interactive GP models). De todas ellas existen múltiples

aplicaciones en distintas áreas, sin embargo en Valoración aún no se ha comprobado su utilidad por lo que no las vamos a considerar.

La GP también se ha integrado con otras técnicas, especialmente importante para este trabajo es la integración con el Proceso Analítico Jerárquico para la determinación de los pesos o ponderaciones de los criterios mediante la Programación por metas ponderadas. El pionero en esta integración fue Gass (1986). Posteriormente diferentes autores han utilizado esta integración para trabajos en distintos campos. Tecnología de la información: Schniederjans et al (1991) Planificación y Producción de la energía: Bose et al (1996), Ramanathan et al (1995), Management medioambiental: Alidi (1996), Yin et al (1994). Planificación sanitaria: Lee et al (1999) Planificación de la producción: Badri (2000); Zhou et al (2000)

Así como otros artículos de desarrollo teórico. Bryson (1995), Despotis (1996), Islam et al (1997), Ramanathan (1997).

5.3 – Programación por Metas Ponderadas (Weighted Goal Programming. WGP) en su aplicación a la Valoración

En los puntos anteriores se ha visto las distintas modalidades de GP, vamos a ver ahora la utilización de WGP como método independiente de valoración.

Se parte de la información conocida y utilizada para cualquier método comparativo Tabla 4.9. en la cual aparecen cinco activos de los cuales conocemos su valor (V_i) y la cuantificación de tres variables explicativas. También conocemos la cuantía de estas variables explicativas en el activo problema P.

ALTERNATIVA	Variable A	Variable B	Variable C
1	X_{1A}	X_{1B}	X_{1C}
2	X_{2A}	X_{2B}	X_{2C}
3	X_{3A}	X_{3B}	X_{3C}
4	X_{4A}	X_{4B}	X_{4C}
5	X_{5A}	X_{5B}	X_{5C}
Activo Problema (P)	X_{PA}	X_{PB}	X_{PC}

Tabla 5.1. Información de los activos testigo y problema

Utilizando exclusivamente la información de los activos testigo (Valor y variables explicativas) se plantea el modelo conocido de programación por metas ponderadas (8)

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^Q \frac{1}{k_i} (u_i n_i + v_i p_i)$$

s.t.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad i = 1 \dots Q$$

$$n_i \geq 0; p_i \geq 0$$

Siendo ahora el significado de cada término el siguiente.

$f_i(x)$ una función lineal de x

x_i son las variables explicativas

b_i Los valores de los activos testigo.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas respecto a los valores de los testigos.

u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones que en principio se considerarán con valor la unidad.

K_i es la constante normalizadora, que para cada pareja de desviaciones (n_i y p_i) es el valor del activo correspondiente.

Resuelto el modelo se obtiene una función que expresa el valor de los activos en función de las variables explicativas.

$$V = \alpha_1 * X_1 + \alpha_2 * X_2 + \alpha_3 * X_3$$

Esta ecuación 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 activos es mínima.

Sustituyendo en la ecuación los valores de x por los del activo a valorar, se obtiene el valor del activo problema P buscado.

5.4 - Programación por Metas MINMAX o Programación por Metas Chebyshev (GP MIN-MAX) aplicado a la Valoración

También este modelo de programación por metas puede ser utilizado en valoración.

Con la información de la Tabla 4.9 se puede obtener otra función aplicando la variante MÍN-MAX del GP. En este caso se obtiene una función en la que la distancia máxima de los testigos a su precio estimado se minimiza, dicho de otra forma la función encontrada minimiza la distancia al testigo mas alejado. Para ello se aplica el modelo ya conocido (11).

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= D \\ \text{s.t.} \\ \frac{1}{K_i}(u_i n_i + v_i p_i) &\leq D \quad i=1 \dots Q \\ f_i(x) + n_i - p_i &= b_i \quad i=1 \dots Q \\ n_i &\geq 0; p_i \geq 0 \end{aligned}$$

En la cual

D es la desviación máxima a minimizar

$f_i(x)$ una función objetivo lineal de x

x son las variables explicativas

b_i los valores de los activos testigo.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas respecto a los valores de los activos.

u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones que en principio se considerarán con valor la unidad.

K_i es la constante normalizadora, que para cada pareja de desviaciones (n_i y p_i) es el valor del activo correspondiente.

Resuelto el modelo se obtiene una función que expresa el valor en función de las variables explicativas, pero que en este caso cumple la condición de haber minimizado la distancia máxima (12).

$$V = \alpha_1 * X_1 + \alpha_2 * X_2 + \alpha_3 * X_3 \quad (12)$$

El modelo se puede utilizar cuando se pretende acercar la ecuación final a un testigo determinado por ser el que más se parece al activo problema y además ser el que más se aleja de la muestra.

Este modelo en combinación con el ponderado compone el GP extendido de gran interés sobre todo en valoraciones medioambientales, como se verá a continuación.

5.5 - Programación por Metas Extendidos

Este modelo de Programación por metas tiene un gran interés en valoración, fundamentalmente en dos casos.

Cuando la valoración en vez de realizarse por un solo valorador se hace utilizando distintos expertos con distintos criterios y/o objetivos (Este caso se desarrollará extensamente en capítulos posteriores).

Cuando siendo realizada la valoración por un solo experto interesa conocer como varía el valor en función de primar la minimización global (WGP) o la minimización de la distancia máxima a uno de los testigos.

El modelo es el ya conocido.

$$\begin{aligned} \text{Min } z &= (1-\lambda)D + \lambda \sum_{i=1}^Q \frac{1}{k_i} (u_i n_i + v_i p_i) \\ \text{s.a.} \\ f_i(x) + n_i - p_i &= b_i \quad i=1 \dots Q \\ (1-\lambda)(n_i + p_i) &\leq D \quad i=1 \dots Q \\ n_i \geq 0; p_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo ahora el significado de los distintos términos el siguiente.

λ es el factor de fluctuación ($0 < \lambda < 1$)

D es la desviación máxima a minimizar

$f_i(x)$ una función objetivo lineal de x

x son las variables explicativas

b_i Los valores de los activos testigo.

n_i y p_i representan las desviaciones negativas y positivas respecto a los valores de los testigos.

u_i y v_i son los pesos o ponderaciones de las desviaciones que en principio se considerarán con valor la unidad.

K_i es la constante normalizadora, que para cada pareja de desviaciones (n_i y p_i) es el valor del activo correspondiente.

Aplicado este modelo a la misma información de los modelos anteriores se obtiene una función cuyo valor cambia según varíe λ , con lo que el valorador puede comprobar como evoluciona el valor del activo problema según varía el factor de fluctuación y elegir la mejor combinación.

5.6 -Ejemplos de aplicación de GP a la Valoración

Vamos a plantear la solución al mismo ejemplo utilizado en los métodos anteriores, utilizando los modelos de Programación por metas ponderada y la GPMINMAX. En el capítulo 7 se verá la aplicación del modelo extendido.

5.6.1 - GP ponderada

Partimos, pues, de los datos de la Tabla 5.2.

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	Población agraria
1	4.200	400	11	1.200
2	6.100	750	10	1.250
3	6.800	870	11	1.300
4	6.200	800	10	1.400
5	5.000	600	10	1.300
X		800	11	1.200

Tabla 5.2. Datos de las parcelas testigo y problema

Normalizamos la información Tabla 5.3.

PARCELA	VALOR €	INGRESOS BRUTOS €	EDAD	POBLACIÓN
1	4.200	0,0948	0,1746	0,1569
2	6.100	0,1777	0,1587	0,1634
3	6.800	0,2062	0,1746	0,1699
4	6.200	0,1896	0,1587	0,1830
5	5.000	0,1422	0,1587	0,1699
X		0,1896	0,1746	0,1569
	SUMA	1,0000	1,0000	1,0000

Planteamos el modelo de GP a los datos de los testigos.

$$\text{Min} = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 + n_3 + p_3 + n_4 + p_4 + n_5 + p_5$$

s.a. (sujeto a)

$$\begin{aligned}
 x_1 * 0.0984 + x_2 * 0.1746 + x_3 * 0.1569 + n_1 - p_1 - 4.000 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.1777 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1634 + n_2 - p_2 - 6.100 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.2062 + x_2 * 0.1746 + x_3 * 0.1699 + n_3 - p_3 - 6.800 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.1896 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1830 + n_4 - p_4 - 6.200 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.4422 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1699 + n_5 - p_5 - 5.000 &= 0 ;
 \end{aligned}$$

Resolviendo obtenemos la siguiente función.

$$V_x = 24.118,74 * x_1 + 10.462,22 * x_2$$

En la función resultado se observa que la variable x_3 no aparece o sea que no es una variable explicativa del valor.

Sustituyendo en la función los valores de las variables explicativas del activo problema se obtiene el valor buscado.

$$V_x = 24.118,74 * 0,1896 + 10.462,22 * 0,1746 = 6399 \text{ euros}$$

5.6.2 - GP MINMAX

Planteamos el modelo.

Min D

$$\frac{n_1}{4200} + \frac{p_1}{4200} \leq D$$

$$\frac{n_2}{6100} + \frac{p_2}{6100} \leq D$$

$$\frac{n_3}{6800} + \frac{p_3}{6800} \leq D$$

$$\frac{n_4}{6200} + \frac{p_4}{6200} \leq D$$

$$\frac{n_5}{5500} + \frac{p_5}{5500} \leq D$$

$$\begin{aligned}
 x_1 * 0.0984 + x_2 * 0.1746 + x_3 * 0.1569 + n_1 - p_1 - 4.000 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.1777 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1634 + n_2 - p_2 - 6.100 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.2062 + x_2 * 0.1746 + x_3 * 0.1699 + n_3 - p_3 - 6.800 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.1896 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1830 + n_4 - p_4 - 6.200 &= 0 ; \\
 x_1 * 0.4422 + x_2 * 0.1587 + x_3 * 0.1699 + n_5 - p_5 - 5.000 &= 0 ;
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{cccccccccc}
 n_1 & p_1 & n_2 & p_2 & n_3 & p_3 & n_4 & p_4 & n_5 & \\
 \hline
 4200 & 4200 & 6100 & 6100 & 6800 & 6800 & 6200 & 6200 & 5500 & \\
 \hline
 \end{array}$$

$$+ \frac{p_5}{5500} - z = 0$$

Resolvemos y se obtiene una función en la cual sigue sin intervenir la variable X3.

$$V_x = 25.398,43 * x_1 + 9.311,22 * x_2$$

Sustituyendo en la función los valores de las variables explicativas del activo problema se obtiene el valor buscado.

$$V_x = 25.398,43 * 0,1896 + 9.311,22 * 0,1746 = 6440 \text{ euros}$$

5.7 - Resumen de los Valores Obtenidos

En el capítulo anterior llegamos a tres valores distintos de la Parcela X utilizando los modelos de Suma ponderada combinada con las ponderaciones con entropía, Diakoulaki y la Ordenación simple. En este capítulo para el mismo ejemplo hemos llegado a dos nuevos valores mediante la WGP y la GP Minmax. En la Tabla 5.4. se resumen los valores obtenidos con los distintos métodos.

Método	Valor Parcela X
Suma ponderada + Entropia	6.528
Suma ponderada + Diakoulaki	6.223
Suma ponderada + Ordenación simple	6.114
Programación por metas ponderada	6.399
Programación por metas MINMAX	6.440

Tabla 5.4. Resumen de los valores obtenidos con los distintos métodos

Llegados a este punto nos encontramos con que tenemos cinco valores distintos de la parcela a valorar, uno por cada modelo utilizado. Para determinar que valor elegimos como definitivo utilizamos, como ya conocemos, la Distancia Manhattan.

Parcela	Valor	Valor SP+Entr	Distancia	Valor SP+DiaK	Distancia	Valor SP+OS	Distancia	Valor WGP	Distancia	Valor GPMInmax	Distancia
1	4.200	3.507	692	4.248	48	4.482	282	4.112	87	4.033	166
2	6.100	6.141	41	5.906	193	5.829	270	5.947	152	5.992	107
3	6.800	7.079	279	6.654	145	6.511	288	6.799	0,90	6.862	62
4	6.200	6.551	351	6.282	82	6.202	2	6.232	32	6.293	93
5	5.000	5.019	19	5.208	208	5.274	274	5.089	89	5.089	89
Distancia MANHATAN			1.384		677		1.117		363		518

Tabla 5.6. Distancias Manhattan de cada modelo de valoración utilizado

Las distintas distancias aparecen resumidas en la Tabla 5.7.

Distancia Manhattan

Suma ponderada +Entropía	1.384
Suma ponderada + Diakoulaki	677
Suma ponderada + Ordenación simpler	1.117
Programación por metas	363
Programación por metas MINMAX	518

Tabla 5.7. Resumen de las Distancias Manhattan.

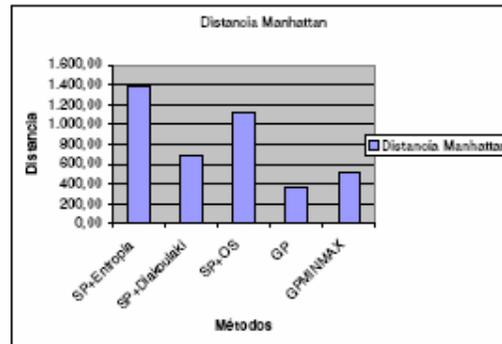


Grafico 5.1. Representación gráfica de las Distancias Manhattan

Es evidente en este caso que la Distancia Manhattan menor es la de la Programación por metas, por lo tanto elegiremos como valor definitivo de la parcela el obtenido con este método.

VALOR DEFINITIVO DE X = 6.399 euros.

CAPITULO 6. Métodos de valoración con información cualitativa (I). Proceso Analítico Jerárquico.

6.1 - Introducción

En los capítulos anteriores hemos visto métodos multicriterio cuya aplicación es posible cuando el experto cuenta con una información cuantitativa suficiente. Sin embargo en la práctica valorativa son bastante frecuentes las situaciones en que el valorador parte de una información mínima, representada normalmente en que solo conoce el precio al que se han realizado recientemente algunas transacciones de activos parecidos o similares al que pretende valorar. En este capítulo y en el siguiente vamos a plantear una metodología que permita abordar este tipo de situaciones.

6.2 - Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process – AHP)

El AHP fue propuesto por el Profesor Thomas L. Saaty (1980), como respuesta a problemas concretos de toma de decisiones en el Departamento de Defensa de los EEUU, siendo actualmente un clásico en el mundo de la empresa donde se aplica en casi todos los ámbitos donde es necesario tomar una decisión de cierta complejidad.

Según indica Moreno-Jiménez (2002) si se revisan las Actas de los distintos Simposium Internacionales sobre AHP realizados hasta ahora se observan trabajos de aplicación del método en áreas tan diversas como Sociedad, Ciencia y Educación, Economía y Transporte, Localización y Asignación de Recursos, Marketing, Producción, Aplicaciones ambientales, Planificación urbana, Sector Público, Sanidad, Evaluación de sistemas, Decisión en grupo, Resolución de conflictos internacionales, Nuevas Tecnologías, Pensamiento y Ética. Y como aplicaciones interesantes aparecidas recientemente:

- Administración de operaciones (Partovi *et al.*, 1989).
- Decisión de grupo (Van der Horst y Lootsma, 1997).
- Defensa (Cheng *et al.*, 1999).
- Benchmarking (Frei y Harker, 1999).
- Desarrollo de software (Lee *et al.*, 1999).
- Priorización ambiental (Moreno *et al.*, 1999).
- Evaluación de software (Ossadnik y Lange, 1999).
- Toma de decisiones descentralizadas (Bollju, 2001).
- Selección de personal en sistemas de telecomunicación (Tamm y Tummala, 2001).

El potencial del método, como distintos autores han evidenciado, se debe a que se adecua a distintas situaciones, su cálculo es sencillo por el software existente y puede utilizarse tanto individualmente como en grupo. En esencia, puede afirmarse que 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. Para ello pondera tanto los criterios como las distintas alternativas utilizando las matrices de comparación pareadas y la Escala Fundamental para comparaciones por pares.

El desarrollo del método es el siguiente:

- a) Se parte del interés que puede tener un decisor en seleccionar la más interesante, entre un conjunto de alternativas (estrategias, inversiones, activos, etc.).
- b) Se define qué criterios se van a utilizar para determinar la selección, esto es, cuáles son las características que pueden hacer más deseable una alternativa sobre otra.

- c) Conocidas las alternativas y definidos los criterios, debe primero procederse a ordenar y ponderar el diferente interés de cada uno de los criterios en la selección de las alternativas.
- d) Conocida la ponderación de los criterios se pasa a ponderar las distintas alternativas en función de cada criterio.
- e) 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).
- f) 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 del peso o importancia de estos.

Conocidos los distintos pasos del método vamos a ver en detalle como se realizan, especialmente cuál es el procedimiento de obtención de las ponderaciones y cómo se llega a las distintas matrices indicadas en el método.

La distinta importancia o ponderación tanto de los criterios como de las alternativas dentro de cada criterio podría llevarse a cabo mediante una cuantificación directa de todos ellos. Esto es, el centro decisor, 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 a un mismo tiempo todos estos elementos (criterios, alternativas) , lo que representa una enorme 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 pareadas entre los distintos elementos, ya que el cerebro humano está perfectamente adaptado a las comparaciones de dos elementos entre sí y para ello plantea la siguiente escala ("El origen de la escala propuesta por Saaty está en los trabajos de Weber y Fechner. La ley de Weber (1846) dice que el cerebro humano percibe una modificación o cambio en un estímulo a partir de que este estímulo supere el estado inicial en un porcentaje determinado. En 1860, Fechner basándose en las teorías de Weber establece que mientras los estímulos crecen geoméricamente, las sensaciones lo hacen aritméricamente y plantea una escala fundamental del 1 al 9. Esta escala además al no considerar el cero y el infinito eliminan los dos puntos de mayor complejidad para el ser humano en procesos comparativos, así como se adapta a la forma más elemental de contar que son los dedos. Por otra parte la validez de esta escala ha sido comprobada empíricamente aplicándola a situaciones muy diversas en situaciones reales" Traducción de Moreno-Jiménez, 2002). (Tabla 1).

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
2	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
4	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
6	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el criterio B
8	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones sería las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Tabla 5.1. Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980)

Teniendo en cuenta la escala de la Tabla 1 se construye una matriz cuadrada $A_{n \times n}$ [1]

$$A = [a_{ij}] \quad [1]$$

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

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 (Saaty, 1986):

- Reciprocidad: Si $a_{ij} = x$, entonces $a_{ji} = 1/x$, con $1/9 \leq x \leq 9$
- 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 $a_{jk} * a_{kj} = a_{ij}$ para todo $1 \leq i, j, k \leq n$

Por la propiedad de Reciprocidad solo se necesitan $n(n-1)/2$ comparaciones para construir una matriz de dimensión $n \times n$.

El supuesto o axioma de consistencia se da en un caso ideal, y pocas veces en la realidad debido a la subjetividad innata al decisor. Esta subjetividad es la que se intenta objetivizar al

máximo con el procedimiento de la matriz de comparaciones pareadas, ya que el centro decisor 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 puede medirse mediante el cálculo del Ratio de Consistencia (CR) de la matriz A. El procedimiento para este cálculo es el siguiente:

En primer lugar se normalizan los elementos de la matriz A por la suma de su columna correspondiente [2]:

$$A_{\text{normalizado}} = \left[\frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \right] \quad [2]$$

Se suman sus filas [3]:

$$\begin{aligned} \frac{a_{11}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{k=1}^n a_{k2}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} &= b_1 \\ \frac{a_{21}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \frac{a_{22}}{\sum_{k=1}^n a_{k2}} + \dots + \frac{a_{2n}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} &= b_2 \\ \vdots & \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \frac{a_{n2}}{\sum_{k=1}^n a_{k2}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} &= b_n \end{aligned} \quad [3]$$

El conjunto de b_i promediados forma un vector columna que se denomina vector media de sumas o vector de prioridades globales B [4]

$$B = \left[\frac{b_1}{n}, \frac{b_2}{n}, \dots, \frac{b_n}{n} \right]^T \quad [4]$$

El producto de la matriz original A por el vector de prioridades globales B proporcionará una matriz columna denominada vector fila total C [5]:

$$A \cdot B = C = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T \quad [5]$$

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 [6]:

$$C / B = D \quad [6]$$

que al sumar y promediar sus elementos dará la λ_{\max} [7]:

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad [7]$$

Conocida la λ_{\max} se calcula el Índice de consistencia (CI) [8]:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad [8]$$

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,....., 1/2, 1, 2,.....7, 8, 9. Los valores son los que aparecen en la Tabla 5.2.

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

Tabla 5.2. 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 [9]:

$$RC = CI / \text{Consistencia Aleatoria} \quad [9]$$

Se considera que existe consistencia cuando no se superan los porcentajes que aparecen en la Tabla 5.3.

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

Tabla 3. Porcentajes máximos del ratio de consistencia

Si en una matriz se supera el ratio de consistencia máximo, hay que revisar las ponderaciones (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 y desarrollar, teniendo en cuenta el conocimiento de la categorización previa, una segunda matriz de comparación por pares. En general la consistencia debe ser mejor.) , o bien proceder a incrementar su consistencia mediante la programación por metas (González-Pachón y Romero, 2003).

Construida la matriz de comparaciones pareadas se calcula su eigenvector.

Dado A , un vector v distinto de cero es un eigenvector de A si para cierto escalar λ se cumple [10]:

$$A * v = \lambda * v \quad [10]$$

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 [11]:

$$\det (A - \lambda * I) = 0 \quad [11]$$

Un vector v es un eigenvector de A correspondiente a un eigenvalor λ si y solo si v es una solución no trivial del sistema [12]:

$$(A - \lambda * I) * v = 0 \quad [12]$$

Una aproximación suficiente del eigenvector puede obtenerse utilizando la hoja de cálculo Excel y la función matemática MMULT del asistente de funciones. El cálculo 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 si 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_.

Existen otras formas de cálculo del eigenvector como la media geométrica por filas y otros métodos más elementales pero menos precisos .

En la práctica del método AHP existe un programa informático (Expert Choice) y que con solo definir los elementos de la matriz que están por encima de la diagonal principal (los que están por debajo recordemos que la matriz es recíproca) nos da el eigenvector buscado, su consistencia y un conjunto de análisis de sensibilidad etc.

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 valoración 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 sobre el paso f del método, se multiplica la matriz de eigenvectores de las alternativas por la matriz columna del ranking de los criterios [13]:

$$v_a \times v_c = w \quad [13]$$

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.

6.3 - Utilización de AHP en Valoración

Hemos visto en el punto anterior que al final de la aplicación de AHP obtenemos un vector que nos indica la ponderación o peso de cada una de las alternativas en función de todos los criterios y su importancia. Esta particularidad es la que nos va a permitir su aplicación en Valoración y para ello seguiremos un procedimiento similar al visto con el método de la Suma ponderada.

Recordemos la necesidad previa de adaptar la terminología utilizada en AHP al campo de la valoración: Lo que hemos denominado alternativas serán ahora activos tanto los testigo como el a valorar. Lo denominado criterios serán ahora variables explicativas.

Hecha la anterior adaptación vamos a ver como se plantearía la valoración de un activo mediante AHP y para ello planteamos una situación bastante normal en la práctica valorativa, aquella en la que hay que valorar en situaciones de muy escasa información, y que es la que justifica la utilización de AHP.

Este es el caso cuando lo único que se conoce de los testigos a utilizar en los métodos comparativos son sus precios. En esta situación puede abordarse la valoración por AHP pero siempre que se den una serie de circunstancias básicas.

La primera es que se pueda tener acceso al conocimiento (visual, información financiera, descripción etc) de los distintos testigos.

La segunda es que se tengan suficientes conocimientos técnicos como para emitir juicios sobre variables explicativas del precio de los testigos y del bien a valorar.

Bajo estas hipótesis podemos representar el problema mediante el gráfico clásico de AHP. Figura 5.1.



Figura 6.1. Representación gráfica del modelo AHP

El primer paso a determinar son las variables explicativas a utilizar. Para ello es fundamental como ya se ha dicho un conocimiento técnico profundo del activo a valorar.

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 pareadas utilizando la escala de la Tabla 6.1. 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 activos tanto los testigo 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 cuantificada. Por ejemplo puede que se este utilizando la variable Distancia al centro urbano^{2E} y se conocen las diferentes distancias. En este ca-

so la ponderación se realiza simplemente normalizando la variable por el método de la suma.

2. Si la variable no está cuantificada o es cualitativa, se cuantifica planteando la matriz de comparaciones pareadas de las fincas 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 activos para cada variable explicativa. Será una matriz ($m \times n$) siendo m el número de activos 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 $(m \times n) \times (n \times 1) = (m \times 1)$ (5)

resulta una matriz ($m \times 1$) que indica la ponderación de los activos 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 valoración es el mismo que el visto en el método de la Suma Ponderada.**

Se calcula el ratio (6)

Ratio = Σ Valor activos testigo / Σ Ponderación activos testigo. (6)

A partir de este ratio, su producto por la ponderación del activo a valorar, dará el valor que se estaba buscando (7).

Valor activo Problema = Ratio * ponderación activo problema. (7)

El valor obtenido está en función de todas las variables explicativas y de su ponderación.

A continuación vamos a aplicar el proceso visto anteriormente a tres ejemplos.

6.4 - Ejemplo 1. Valoración de un Inmueble Agrario

En este ejemplo se plantea la valoración de una parcela destinada al cultivo agrícola y la única información cuantitativa que se tiene es el precio de cuatro transacciones recientes de 4 parcelas parecidas, como aparece en la Tabla 6.4.

El experto visita las parcelas testigo y problema y basándose en sus conocimientos agronómicos y de la zona, decide elegir como variables explicativas:

- El estado vegetativo. Representa el desarrollo de la plantación, su situación sanitaria y de cultivo y en definitiva es un indicador de su capacidad productiva.
- El microclima. Variable que representa la bondad del entorno del cultivo, factor fundamental para medir el riesgo de la producción y la propia supervivencia del cultivo.

Ambas variables son de tipo cualitativo y por lo tanto no están cuantificadas. Por lo tanto el valorador tiene que ponderar dichas variables entre si y además cuantificar cada parcela para cada una de ellas. Vamos a ver como abordar dicho problema utilizando AHP.

Se parte pues de la información de la Tabla 6.4.

PARCELAS	VALOR	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
1	4.000		
2	1.600		
3	5.550		
4	9.800		
X			

Tabla 6.4. Información inicial

Se plantea la matriz de comparación pareada de las variables explicativas, se calcula su consistencia y su vector propio que nos indica la ponderación de las variables. (Se reúne todo en la tabla 6.5. con el fin de hacer más compacta la presentación).

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA	VECTOR PROPIO
ESTADO VEGETATIVO	1/1	5/1	0,8333
MICROCLIMA	1/5	1/1	0,1667
CR		0,00%	

Tabla 6.5. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas

Este resultado nos indica que la variable mas importante es el Estado vegetativo y en una proporción del 83,33%, mientras que la importancia de la segunda el Microclima es solo del 16,67%.

El siguiente paso es establecer la Matriz de comparaciones pareadas y sus vectores propios, de las parcelas en función de cada una de las variables explicativas. Estado vegetativo (Tablas 6.6), y microclima (Tablas 6.7).

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela X	Vector propio
Parcela 1	1/1	3/1	1/1	1/3	1/1	0,1610
Parcela 2		1/1	1/3	1/7	1/3	0,0566
Parcela 3			1/1	1/3	1/1	0,1610
Parcela 4				1/1	3/1	0,4604
Parcela X					1/1	0,1610
CR			0,00%			

Tabla 6.6. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio en función del estado vegetativo

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela X	Vector propio
Parcela 1	1/1	1/1	1/5	1/1	1/3	0,0876
Parcela 2		1/1	1/5	1/1	1/3	0,0876
Parcela 3			1/1	5/1	3/1	0,5007
Parcela 4				1/1	1/3	0,0876
Parcela X					1/1	0,2364
CR			0,90%			

Tabla 6.7. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio en función del microclima

Con las ponderaciones obtenidas tanto de las variables como de las parcelas se calcula la ponderación final de las parcelas en función de las dos variables utilizadas (Tabla 6.8).

Vectores propios parcelas	Ponderación variables	Ponderación Parcelas
0,1610	0,0876	0,8333
0,0566	0,0876	0,1667
0,1610	0,5007	0,1488
0,4604	0,0876	0,0618
0,1610	0,2364	0,2176
		0,3983
		0,1736

Tabla 6.8. Calculo de las Ponderaciones de las parcelas

Con la ponderación y los valores de las parcelas testigo se calculan los ratios y el ratio medio (Tabla 6.9).

VALOR PARCELAS	PONDERACIÓN PARCELAS	RATIOS
4.000	0,1488	26.888
1.600	0,0618	25.904
5.550	0,2176	25.504
9.800	0,3983	24.607
	RATIO MEDIO	25.725

Tabla 6.9. Cálculo de los ratios y del ratio medio

Conocido el ratio medio, el producto de él por la ponderación de la parcela a valorar dará el valor buscado.

$$\text{Valor X} = \text{Ratio medio} * \text{Peso parcela X} = 25.725 * 0,1736 = 4.465 \text{ €}$$

El valor de la parcela problema X es de 4.465 €, valor que ha sido determinado teniendo en cuenta todas las variables explicativas elegidas estado vegetativo y microclima, así como su peso 0,8333 y 0,1667 respectivamente.

6.5 - Ejemplo2. Valoración de un inmueble Urbano

En la valoración urbana, normalmente se cuenta con una información suficiente, ya que al ser un mercado con un mayor número de transacciones y la mayoría de ellas realizarse a través de Agentes de la Propiedad Inmobiliaria (API), permite la creación de bases de datos importantes que pueden ser la base de la aplicación del método econométrico en cualquier supuesto de valoración.

Sin embargo y a pesar de lo dicho existen supuestos en que la información es escasa o inadecuada.

El primero es en aquellos casos en que el valorador o bien por no tener acceso a esas bases de datos o bien por no existir ellas se encuentra que debe enfrentarse a una valoración con muy poca información.

La segunda es aquella en que aun existiendo las bases de datos y teniendo acceso a ellas, existen una serie de variables de tipo cualitativo que hay que cuantificar.

Ambas situaciones pueden ser resueltas mediante la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico.

En este ejemplo el experto se enfrenta a la determinación de un precio por m² de un inmueble urbano partiendo de una información puramente cualitativa, ya que solo cuenta con el conocimiento de 5 transacciones recientes en la misma ciudad de inmuebles parecidos y de los cuales conoce el precio por m² de la transacción como aparece en la Tabla 5.10, pero no tiene ninguna otra información cuantificada de los mismos.

El experto conocedor de la zona en la que trabaja y basándose en su experiencia como valorador decide utilizar como variables explicativas:

La calidad del entorno (una de las propiedades importantes del modelo es que nos permitiría llegar a una ponderación de estas metavARIABLES mediante la comparación pareada de sus componentes, estableciéndose conglomerados variables. Este supuesto no se contempla en este ejemplo, pero será desarrollado en el ejemplo n° 3 de este mismo capítulo) donde se ubican los edificios, valorándose como calidad los servicios de todo tipo existentes, la existencia de zonas verdes, la falta de contaminación etc.

La calidad del edificio, entendiéndose como tal la calidad de los materiales, la existencia de servicios como ascensor, aire acondicionado etc.

Estado de conservación del edificio, tanto en su fachada como en el interior.

El experto parte entonces de la información de la Tabla 6.10.

EDIFICIO	VALOR/m ²	CALIDAD ENTORNO	CALIDAD EDIFICIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
1	1.650			
2	1.200			
3	1.575			
4	2.040			
5	3.100			
X				

Tabla 6.10. Información de partida con la que cuenta el experto

El primer paso a realizar es la ponderación de las variables explicativas. Para ello se plantea la correspondiente matriz de comparaciones pareadas, comprueba su consistencia y calcula su vector propio. Tabla 6.11

	Calidad entorno	Calidad edificio	Estado de conservación	Vector propio
Calidad entorno	1/1	1/3	1/4	0,1220
Calidad edificio		1/1	1/2	0,2970
Estado de conservación			1/1	0,5584
CR			1,76%	

Tabla 6.11. Matriz de comparación pareada y vector propio de las variables explicativas

Seguidamente se plantean las matrices de comparación pareadas y el cálculo de su consistencia y sus vectores propios de los inmuebles urbanos en función de cada una de las variables explicativas. Calidad del entorno (Tabla 6.12), Calidad del edificio (Tabla 6.13) y Estado de conservación (Tabla 6.14).

	Edificio 1	Edificio 2	Edificio 3	Edificio 4	Edificio 5	Edificio X	Vector propio
Edificio 1	1/1	3/1	3/1	1/3	1/5	1/3	0,0825
Edificio 2		1/1	1/1	1/7	1/9	1/7	0,0328
Edificio 3			1/1	1/7	1/9	1/7	0,0328
Edificio 4				1/1	1/3	1/1	0,2069
Edificio 5					1/1	3/1	0,4381
Edificio X						1/1	0,2069
CR				2,55%			

Tabla 6.12. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio en función de la

	Edificio 1	Edificio 2	Edificio 3	Edificio 4	Edificio 5	Edificio X	Vector propio
Edificio 1	1/1	3/1	1/3	1/1	1/5	1/1	0,0891
Edificio 2		1/1	1/7	1/3	1/9	1/3	0,0343
Edificio 3			1/1	3/1	1/3	3/1	0,2355
Edificio 4				1/1	1/5	1/1	0,0891
Edificio 5					1/1	5/1	0,4630
Edificio X						1/1	0,0891
CR				5,98%			

Tabla 6.13. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio en función de la

	Edificio 1	Edificio 2	Edificio 3	Edificio 4	Edificio 5	Edificio X	Vector propio
Edificio 1	1/1	5/1	3/1	1/1	1/1	3/1	0,2194
Edificio 2		1/1	1/3	1/5	1/5	1/3	0,0374
Edificio 3			1/1	1/3	1/3	1/1	0,0820
Edificio 4				1/1	1/1	3/1	0,2194
Edificio 5					1/1	3/1	0,2194
Edificio X						1/1	0,2194
CR				2,07%			

Tabla 6.14. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio en función del Estado de conservación

Con las ponderaciones obtenidas tanto de las variables como de los inmuebles urbanos se calcula la ponderación final de estos en función de las tres variables utilizadas (Tabla 6.15).

Ponderaciones parcelas para cada Variable	Ponderación variables	Ponderación parcelas en función de todas las variables
0,0825 0,0891 0,2194	0,1220	0,1610
0,0328 0,0343 0,0403	0,3196	0,0374
0,0328 0,2355 0,0820	0,5584	0,1250
0,2069 0,0891 0,2194		0,1762
0,4381 0,4630 0,2194		0,3239
0,2069 0,0891 0,2194		0,1762

Tabla 6.15. Ponderación parcelas en función de todas las variables

Con la ponderación obtenida y los valores de los inmuebles testigo se calcula el ratio baricéntrico (Tabla 6.16).

INMUEBLES TESTIGO	VALOR INMUEBLES	PONDERACIÓN INMUEBLES
1	1.650	0,1610
2	1.200	0,0374
3	1.575	0,1250
4	2.040	0,1762
5	3.100	0,3239
SUMA	9.565	0,8237
RATIO BARICÉNTRICO		11.611,60

Tabla 6.16. Cálculo del ratio

Conocido el ratio, el producto de él por la ponderación del inmueble a valorar dará el valor buscado.

$$\text{Valor X} = \text{Ratio} * \text{Ponderación inmueble X} = 11.611 * 0,1762 = \mathbf{2.046 \text{ €m}^2}$$

El valor del m² del inmueble problema X es de 2.046 € valor que ha sido determinado teniendo en cuenta todas las variables explicativas elegidas y su peso o importancia.

6.6 - Ejemplo3. Valoración de un inmueble Urbano

En el ejemplo anterior hemos hablado de la existencia de metavARIABLES, que son variables explicativas compuestas por otras variables.

Se pueden proponer como metavARIABLES en inmuebles urbanos las siguientes.

- Entorno urbanístico.
- Características del edificio donde se ubica la vivienda
- Características de la propia vivienda
- Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones

Estas metavARIABLES a su vez pueden dividirse en subvariables o variables explicativas secundarias que ayudan a mejorar el análisis y que sintonizan con el concepto de conglomerados en AHP, de forma que las variables explicativas serían ahora.

Entorno urbanístico

- Categoría de la zona
- Contaminación general
- Servicios
- Calidad de los comercios
- Anchura de calle
- Zonas verdes

Características del edificio donde se ubica la vivienda

- Fachada
- Portal
- Ascensor
- Portería
- Estado de conservación

Características de la propia vivienda

- Calidad de materiales y acabados
- Baños
- Diseño
- Superficie
- Altura de planta en caso de que exista ascensor
- Altura de planta en caso de que no exista ascensor
- Luminosidad y ventilación
- Calefacción-aire acondicionado
- Aislamiento térmico-acústico
- Terrazas
- Ratio superficie útil/superficie construida

Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones

- Distancia a centro urbano
- Distancia a boca de metro
- Distancia a parada de autobús

En este ejemplo vamos a ver como enfocar la valoración de una vivienda urbana utilizando las metavARIABLES.

Planteado el problema mediante AHP, existen ahora cuatro niveles.

El nivel 1 es el objetivo o meta: Calcular el valor de la vivienda A.

El nivel 2 recoge las metavARIABLES, variables explicativas generales o primarias.

El nivel 3 está compuesto por las variables explicativas secundarias o subvariables.

El nivel 4 recoge las viviendas testigo y la problema A.

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

1. Determinar la ponderación de las distintas variables, tanto las metavARIABLES como las secundarias en el precio de la vivienda, planteando en cada nivel la matriz de comparaciones pareadas, utilizando la escala fundamental de comparación por pares y calculando finalmente su autovector o vector propio. De las variables explicativas de ambos niveles consideradas hay tanto variables cuantitativas (anchura de calle, superficie, ratio superficie útil/superficie construida, distancias a centro urbano, metro, autobús, colegios, ambulatorio) 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 pareadas, 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 metavariante 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 sí para cada variable secundaria. El conjunto de vectores propio forma la matriz ($m \times n$), siendo m el número de viviendas (testigo más la a valorar) 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 sí en función de todas las variables explicativas.
5. Como en el ejemplo visto en valoración agraria, conocidos los precios de los inmuebles testigo se calculan el ratio precio / ponderación, ratio que multiplicado por la ponderación del inmueble a valorar da el valor buscado.

A continuación se desarrollan estos puntos en un ejemplo concreto.

En el cual y para no hacerlo excesivamente laborioso de cálculo se va a considerar las cuatro metavariante y solo algunas de las variables explicativas secundarias. Se parte pues de la siguiente información (Tabla 6.17) y Figura 6.2.

Variable explicativa	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A
PRECIO €/ m ²	3.000	2.750	1.900	1.100	
Entorno urbanístico					
Categoría de la zona					
Anchura de calle	5	7	4	10	8
Características del edificio					
Donde se ubica la vivienda					
Fachada					
Ascensor	si	si	no	no	si
Estado de conservación					
Características de la propia Vivienda					
Calidad de materiales y acabados					
Superficie	95	87	110	100	90
Luminosidad y ventilación					
Calefacción - aire acondicionado					

Terrazas

Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones

Distancia a centro urbano (Km)	0,500	0,750	1,500	2,000	0,600
Distancia a parada de autobús (Km)	0,200	0,150	0,300	0,250	0,200

Tabla 6.17. Información de mercado de partida

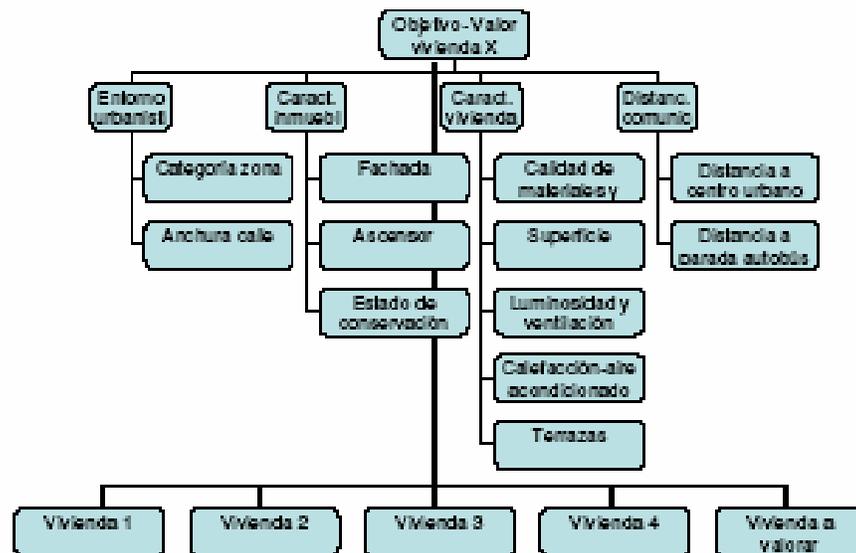


Figura 6.2. Representación grafica de la valoración

Lo primero es determinar el peso o ponderación de las variables explicativas primarias (entorno urbanístico, características del edificio, características de la vivienda y distancias a centros de interés) . Para ello se plantea la correspondiente matriz de comparaciones pareadas, se calcula su consistencia y su vector propio (Tabla 6.18).

	Entorno Urbanístico	Características del edificio donde se ubica la vivienda	Características de la propia vivienda	Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones	Vector propio
Entorno Urbanístico	1/1	1/3	1/7	1/5	0,0553
Características del edificio donde se ubica la vivienda		1/1	1/5	1/3	0,1175

Características de la propia vivienda	1/1	3/1	0,5650
Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones		1/1	0,2622
CR 4,43%			

Tabla 6.18. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las variables primarias

La ponderación obtenida nos indica la importancia de las metavARIABLES en la explicación del precio.

Entorno urbanístico: 5,53%

Características del edificio donde se ubica la vivienda: 11,75%

Características de la propia vivienda: 56,50%

Distancias a centros de interés y calidad y cantidad de las comunicaciones: 26,22%

Definida la ponderación de las metavARIABLES, se pasa a ponderar dentro de cada una la importancia de las variables secundarias.

MetavARIABLE : Entorno urbanístico

Variables secundarias:

- Categoría de la zona.
- Anchura de calle

Se plantea la matriz de comparaciones pareadas. Tabla 6.19.

	Categoría de la zona	Anchura de calle	Vector propio
Categoría de la zona	1/1	5/1	0,8333
Anchura de calle	1/5	1/1	0,1667
CR		0,00%	

Tabla 6.19. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria entorno

MetavARIABLE: Características del edificio donde se ubica la vivienda

Variables secundarias:

- Fachada
- Ascensor
- Estado de conservación

Se plantea la matriz de comparaciones pareadas. Tabla 6.20.

	Fachada	Ascensor	Estado de conservación	Vector propio
Fachada	1/1	1/5	1/7	0,0719
Ascensor		1/1	1/3	0,2790
Estado de conservación			1/1	0,6491
CR			4,29%	

Tabla 6.20. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria características del edificio

Metavariante: Características de la propia vivienda

Variables secundarias:

- Calidad de materiales y acabados
- Superficie
- Luminosidad y ventilación
- Calefacción-aire acondicionado
- Terrazas

Se plantea la matriz de comparaciones pareadas. Tabla 6.21.

	Calidad de materiales y acabados	Superficie	Luminosidad y ventilación	Calefacción – aire acondicionado	Terrazas	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
Calefacciónaire Acondicionado				1/1	5/1	0,5007
Terrazas					1/1	
CR				0,94%		

Tabla 6.21. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las variables secundarias comprendidas dentro de la variable primaria características de la propia vivienda.

Metavariante: 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 pareadas. Tabla 6.22.

	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%		

Tabla 6.22. Matriz de comparaciones pareadas 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 metavariante por las ponderaciones de las variables secundarias que comprende (Tabla 6.23) 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 precio de las viviendas. Estas ponderaciones forman el vector propio del peso de las variables explicativas secundarias.

	Metavariante	Variables secundaria	Ponderación final
Categoría zona	5,53 %	83,33 %	4,61 %
Anchura calle	5,53 %	16,67 %	0,92%
Fachada	11,75 %	7,19 %	0,84 %
Ascensor	11,75 %	27,90 %	3,28 %
E. Conservación	11,75 %	64,91 %	7,63 %
Calidad m. y acabado	56,50 %	8,76 %	4,95 %
Superficie	56,50 %	23,64 %	13,36 %
Luminosidad y ventilación	56,50 %	8,76 %	4,95 %
Calefacción- aire acond.	56,50 %	50,07 %	28,29 %
Terrazas	56,50 %	8,76 %	4,95 %
D. Centro urbano	26,22 %	75,00 %	19,67 %
D. Parada autobus	26,22 %	25,00 %	6,55 %
			100,00 %

Tabla 6.23. Ponderación final de las variables secundarias

El siguiente paso consiste en ponderar cada una de las viviendas, las testigo mas la a valorar, en función de cada una de las variables secundarias, construyendo en cada caso la matriz de comparaciones pareadas, midiendo su consistencia y calculando los vectores propios respectivos. Tabla 6.24.

Variable secundaria: Categoría de la zona.

Matriz de comparaciones pareadas

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/1	3/1	5/1	1/1	0,2808
Vivienda 2		1/1	3/1	5/1	1/1	0,2808
Vivienda 3			1/1	3/1	1/3	0,1070
Vivienda 4				1/1	1/5	0,0505
Vivienda A					1/1	0,2808
CR						0,95 %

Tabla 6.24. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable categoría de la zona.

Variable secundaria: Anchura de calle.

En este caso al ser una variable cuantificada, la ponderación se calcula directamente por normalización por la suma sin necesidad de plantear la matriz de comparaciones pareadas. Tabla 6.25.

	Valor de la variable	Ponderación
Vivienda 1	5	0,1470
Vivienda 2	7	0,2058
Vivienda 3	4	0,1176
Vivienda 4	10	0,2941
Vivienda A	8	0,2352
SUMA	34	1,0000

Tabla 6.25. Calculo de los pesos o proporción relativa de las viviendas en función de la variable anchura de calle

Variable secundaria: Fachada

Matriz de comparaciones pareadas

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

Tabla 6.26. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable fachada.

Variable secundaria: Ascensor**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/1	3/1	9/1	1/1	0,2854
Vivienda 2		1/1	3/1	9/1	1/1	0,2854
Vivienda 3			1/1	7/1	1/3	0,1160
Vivienda 4				1/1	1/9	0,0273
Vivienda A					1/1	0,2854
CR				2,02 %		

Tabla 6.27. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable ascensor.

Variable secundaria: Estado de conservación**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/5	3/1	3/1	1/5	0,1535
Vivienda 2		1/1	3/1	3/1	1/1	0,3595
Vivienda 3			1/1	1/1	1/3	0,0638
Vivienda 4				1/1	1/3	0,0638
Vivienda A					1/1	0,3595
CR						

Tabla 6.28. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable estado de conservación.

Variable secundaria: Calidad de los materiales y acabado**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/1	5/1	7/1	3/1	0,3459
Vivienda 2		1/1	5/1	7/1	3/1	0,3459
Vivienda 3			1/1	3/1	1/7	0,0606
Vivienda 4				1/1	1/9	0,0325
Vivienda A					1/1	0,2152
CR				9,36 %		

Tabla 6.29. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable calidad de los materiales y acabado.

Variable secundaria: Superficie

Al ser una variable cuantificada, como ya se vió en el caso de la anchura de calle, la ponderación se calcula directamente por normalización por la suma sin necesidad de plantear la matriz de comparaciones pareadas.

	Valor de la variable	Ponderación
Vivienda 1	95	0,1970
Vivienda 2	87	0,1804
Vivienda 3	110	0,2282
Vivienda 4	100	0,2074
Vivienda A	90	0,1867
SUMA	482	1,0000

Tabla 6.30. Calculo de los pesos o proporción relativa de las viviendas en función de la variable superficie.

Variable secundaria: Luminosidad y ventilación**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/5	1/1	3/1	1/3	0,0999
Vivienda 2		1/1	5/1	7/1	3/1	0,5005
Vivienda 3			1/1	3/1	1/3	0,0999
Vivienda 4				1/1	1/7	0,0423
Vivienda A					1/1	0,2573
CR				2,94 %		

Tabla 6.31. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable luminosidad y ventilación.

Variable secundaria: Calefacción-aire acondicionado**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	1/1	1/1	9/1	1/1	0,2432
Vivienda 2		1/1	1/1	9/1	1/1	0,2432
Vivienda 3			1/1	9/1	1/1	0,2432
Vivienda 4				1/1	1/9	0,0270
Vivienda A					1/1	0,2432
CR				0,00 %		

Tabla 6.32. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable calefacción-aire acondicionado.

Variable secundaria: Terrazas**Matriz de comparaciones pareadas**

	Vivienda 1	Vivienda 2	Vivienda 3	Vivienda 4	Vivienda A	Vector propio
Vivienda 1	1/1	3/1	3/1	1/1	1/1	0,2727
Vivienda 2		1/1	1/1	1/3	1/3	0,0909
Vivienda 3			1/1	1/3	1/3	0,0909
Vivienda 4				1/1	1/1	0,2727
Vivienda A					1/1	0,2727
CR						0,00 %

Tabla 6.33. Matriz de comparaciones pareadas y vector propio de las viviendas en función de la variable terrazas.

Variable secundaria: Distancia a centro urbano

Tanto esta variable como la siguiente Distancia a parada de autobús son variables cuantificadas 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 (kms)	Variable transformada	Vector propio
Vivienda 1	0,50	2,00	0,3252
Vivienda 2	0,75	1,33	0,2162
Vivienda 3	1,50	0,66	0,1073
Vivienda 4	2,00	0,50	0,0813
Vivienda A	0,60	1,66	0,2699
SUMA		6,15	1,0000

Tabla 6.34. Cálculo del vector propio de las viviendas en función de la variable calidad distancia a centro urbano.

Variable secundaria : Distancia a parada del autobús

	Valor de la variable (kms)	Variable transformada	Vector propio
Vivienda 1	0,20	5,00	0,2084
Vivienda 2	0,15	6,66	0,2776
Vivienda 3	0,30	3,33	0,1388
Vivienda 4	0,25	4,00	0,1667
Vivienda A	0,20	5,00	0,2084
SUMA		23,99	1,0000

Tabla 6.35. Cálculo del vector propio de las viviendas en función de la variable distancia a parada autobús.

Con los vectores propios obtenidos a través de las matrices de comparación pareadas de las distintas viviendas 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 . Tabla 6.36

PRODUCTO MATRICES

Matriz parcelas en función de cada variable secundaria	Matriz Variables secundarias	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	

Tabla 6.36. Producto de la matriz de vectores propios de las viviendas 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 las viviendas en función de todas las variables explicativas utilizadas (tanto primarias como secundarias) y en función de su peso

La matriz producto obtenida indica la ponderación de las distintas viviendas (incluida la a valorar) en función de todas las variables explicativas del precio.

Como se conoce el precio de las viviendas testigo, se calcula el ratio precio / ponderación

	Precio €/m ²	Ponderación	Precio / Ponderación
Parcela 1	3000	0,2456	12.214,90
Parcela 2	2750	0,2536	11.652,50
Parcela 3	1900	0,1586	10.215,05
Parcela 4	1100	0,0909	12.101,21
Ratio medio Precio / ponderación			11.545,91

Tabla 6.37. Cálculo del ratio valor vivienda / Ponderación.

Conocido el ratio precio / ponderación, el producto de dicho ratio por la ponderación de la vivienda a valorar dará el precio de esta.

$$\text{VALOR m2 vivienda A} = 11.545,91 * 0,2512 = 2.900,33 \text{ €/ m2}$$

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

ANEXO I**Ejemplo 1. Valoración de un Activo Agrario**

En este anexo se desarrolla con detalle el cálculo del Ejemplo 1. Valoración de un inmueble agrario visto en este capítulo, pero en este caso se presentan todos los pasos con detalle incluidas las pantallas de Excel para todos los cálculos.

Como se recordará, en este ejemplo se plantea la valoración de una parcela destinada al cultivo agrícola y la única información cuantitativa que se tiene es el precio de cuatro transacciones recientes de 4 parcelas parecidas, como aparece en la Tabla A.1.

El experto visita las parcelas testigo y problema y basándose en sus conocimientos agronómicos y de la zona, decide elegir como variables explicativas:

El estado vegetativo. Representa el desarrollo de la plantación, su situación sanitaria y de cultivo y en definitiva es un indicador de su capacidad productiva.

El microclima. Variable que representa la bondad del entorno del cultivo, factor fundamental para medir el riesgo de la producción y la propia supervivencia del cultivo.

Ambas variables son de tipo cualitativo y por lo tanto no están cuantificadas. Por lo tanto el valorador tiene que ponderar dichas variables entre si y además cuantificar cada parcela para cada una de ellas, utilizando para ello AHP.

Se parte pues de la información de la Tabla A.1.

PARCELAS	VALOR	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
1	4.000		
2	1.600		
3	5.550		
4	9.800		
X			

Tabla A.1. Información inicial.

Utilizando la Tabla fundamental de comparación por pares ya conocida. Tabla A.2.

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
2	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
4	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
6	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el criterio B
8	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones sería las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Tabla A.2. Escala fundamental de comparación por pares (Saaty, 1980)

Se plantea la matriz de comparación pareada de las variables explicativas. Tabla A.3.

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
ESTADO VEGETATIVO	1/1	5/1
MICROCLIMA	1/5	1/1

Tabla A.3. Matriz de comparación pareada de las variables explicativas

El primer paso es comprobar su consistencia. Para ello se suman las columnas (Tabla A.4) y se normalizan por la suma cada uno de los elementos de la matriz (Tabla A.5).

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
ESTADO VEGETATIVO	1	5
MICROCLIMA	0,2	1
SUMA	1,2	6

Tabla A.4. Suma de columnas de la matriz

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
ESTADO VEGETATIVO	0,8333	0,8333
MICROCLIMA	0,1666	0,1666

Tabla A.5. Matriz normalizada por la suma

Se suman las filas de la matriz normalizada. Tabla A.6.

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA	SUMA
ESTADO VEGETATIVO	0,8333	0,8333	1,6666
MICROCLIMA	0,1666	0,1666	0,3332

Tabla A.6. Suma de las filas de la matriz normalizada

La suma de los elementos de la matriz normalizada constituye el vector media de sumas o vector de prioridades globales o vector B.

$$B = [1.6666/2 ; 0.3332/2]^T = [0.8333 ; 0.1666]$$

Utilizando la hoja de calculo Excel. Asistente de funciones. Funciones matemáticas y trigonométricas. MMULT. .

Realizamos el producto de la matriz original por el vector B (que es otra matriz en este caso columna).

La forma de realizar este producto es la siguiente. Seleccionamos en el asistente de funciones f_x dentro de la categoría Matemáticas y trigonométricas la función MMULT. Introducimos en las celdas Matriz 1 y Matriz 2 las matrices que queremos multiplicar. Previamente se seleccionan las celdas donde debe aparecer el producto buscado. Aceptamos al mismo tiempo que pulsamos las teclas Ctrl. + Shift, y en las celdas seleccionadas aparecerá el producto buscado.

El producto de las dos matrices aparece en las celdas F4:F5 seleccionadas previamente y es el vector fila total o vector C.

1,6663

0,3333

El vector fila total hallado C, se divide por el vector de prioridades globales B.

El vector D obtenido, se suman sus elementos y se promedia, obteniéndose la λ_{max} .

$$\lambda_{max} = \frac{1.996 + 2.004}{2} = 2$$

Conocido la λ_{max} . Se calcula el Índice de consistencia CI.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{2 - 2}{1} = 0$$

Y a partir de CI y del valor de la consistencia aleatoria (Tabla A.7) se calcula el Ratio de Consistencia

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

Fuente: Saaty (1994)

Tabla A.7. Valores de la consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz

En este caso el RC es 0 ya que la consistencia de una matriz de rango 2 solo puede ser cero (Aunque el cálculo de la consistencia con la matriz 2 x 2 que se había planteado no era necesario, ya que siempre debe ser cero, no se ha querido obviarlo para no confundir al lector, además que la sencillez de su cálculo sirve de introducción al método. Dentro de este mismo ejemplo se verá el mismo proceso y con el mismo detalle para una matriz de rango 5)

Comprobada la consistencia se pasa a calcular el vector propio de la matriz, también mediante la función MMULT. El proceso consiste en multiplicar la matriz original por ella misma, la matriz resultante se suman las filas y cada elemento de ella se normaliza por la suma. El vector obtenido es una aproximación al vector propio buscado. Se repite el proceso hasta que los cuatro primeros decimales del vector propio sean iguales al del anterior. En ese momento la aproximación encontrada es suficiente.

En nuestro ejemplo la matriz de comparaciones pareadas de las variables la multiplicamos por ella misma.

La matriz resultante se suman sus filas y se normaliza por la suma, obteniéndose una aproximación al vector propio buscado.

Se repite el proceso, esto es la matriz resultante del producto anterior se multiplica por ella misma, se suman sus filas y se normaliza por la suma, obteniéndose la segunda aproximación al vector propio.

El segundo cálculo del vector propio coincide en los cuatro primeros decimales con el anterior con lo que la aproximación encontrada ya es suficiente.

El resumen de la consistencia y vector propio calculado se encuentra en la tabla A.8.

	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA	VECTOR PROPIO
ESTADO VEGETATIVO	1/1	5/1	0,8333
MICROCLIMA	1/5	1/1	0,1667
CR		0,00%	

Tabla A.8 . Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas, consistencia y vector propio

Este resultado nos indica que la variable mas importante es el Estado vegetativo y en una proporción del 83,33%, mientras que la importancia de la segunda el Microclima es solo del 16,67%.

El siguiente paso es establecer la Matriz de comparaciones pareadas y sus vectores propios, de las parcelas en función de cada una de las variables explicativas. Estado vegetativo y microclima.

Planteamos primero la matriz con respecto al estado vegetativo. Tabla A.9.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X
PARCELA 1	1/1	3/1	1/1	1/3	1/1
PARCELA 2		1/1	1/3	1/7	1/3
PARCELA 3			1/1	1/3	1/1
PARCELA 4				1/1	3/1
PARCELA X					1/1

Tabla A.9. Matriz de comparaciones pareadas de las parcelas en función del estado vegetativo

Calculamos su consistencia siguiendo el mismo proceso visto anteriormente..

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X
PARCELA 1	1,0000	3,0000	1,0000	0,3333	1,0000
PARCELA 2	0,3333	1,0000	0,3333	0,1429	0,3333
PARCELA 3	1,0000	3,0000	1,0000	0,3333	1,0000
PARCELA 4	3,0000	7,0000	3,0000	1,0000	3,0000
PARCELA X	1,0000	3,0000	1,0000	0,3333	1,0000
	6,3333	17,0000	6,3333	2,1429	6,3333

Tabla A.9. Matriz de comparaciones pareadas de las parcelas en función del estado vegetativo sumadas las columnas

Normalizamos la matriz, sumamos las filas y promediamos, obteniendo el vector media de sumas o de prioridades globales B. Tabla A.10.

					SUMA	PROMEDIO
0,1579	0,1765	0,1579	0,1556	0,1579	0,8057	0,1611
0,0526	0,0588	0,0526	0,0667	0,0526	0,2834	0,0567
0,1579	0,1765	0,1579	0,1556	0,1579	0,8057	0,1611
0,4737	0,4118	0,4737	0,4667	0,4737	2,2995	0,4599
0,1579	0,1765	0,1579	0,1556	0,1579	0,8057	0,1611
1	1	1	1	1		

Tabla A.10. Cálculo del vector media de sumas o de prioridades globales B

Multiplicamos la matriz original por el vector B.

El producto de ambas matrices nos da el vector C.

Se divide C/B. Tabla A.11.

Matriz C	Matriz B	Cociente
0,8068	0,1611	5,0065
0,2835	0,0567	5,0024
0,8068	0,1611	5,0065
2,3069	0,4599	5,0162
0,8068	0,1611	5,0065

Tabla A.11. Cociente de C/B

Se calcula λ_{\max} , CI y CR.

$$\lambda_{\max} = \frac{5,00654 + 5,0024 + 5,0065 + 5,0162 + 5,0065}{5} = 5,0076$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{5,0076 - 5}{4} = 0,0018$$

$$CR = 0,0018 / 1,11 = 0,00171 \quad CR = 0,17 \% < 10 \%$$

Comprobada la consistencia de la matriz pasamos a calcular su vector propio, como ya sabemos mediante MMULT multiplicando la matriz por si misma hasta encontrar un vector propio que no difiera del anterior en las cuatro primeras cifras decimales.

Normalmente con tres o cuatro aproximaciones se llega al resultado buscado

En la Tabla A. 12. aparece el resumen de la consistencia y vector propio de la matriz de comparación pareada de las parcelas en función de a la variable explicativa estado vegetativo.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X	VECTOR PROPIO
PARCELA 1	1/1	3/1	1/1	1/3	1/1	0,1610
PARCELA 2		1/1	1/3	1/7	1/3	0,0566
PARCELA 3			1/1	1/3	1/1	0,1610
PARCELA 4				1/1	3/1	0,4604
PARCELA X					1/1	0,1610
CR			0,17 %			

Tabla A.12. Matriz de comparaciones pareadas de las parcelas en función del estado vegetativo, consistencia y vector propio

El mismo proceso se sigue con la matriz de comparación pareada de las parcelas en función de la variable explicativa microclima. El resumen de la matriz junto con su ratio de consistencia y su vector propio aparece en la Tabla A.13.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X	VECTOR PROPIO
PARCELA 1	1/1	1/1	1/5	1/1	1/3	0,0876
PARCELA 2		1/1	1/5	1/1	1/3	0,0876
PARCELA 3			1/1	5/1	3/1	0,5007
PARCELA 4				1/1	1/3	0,0876
PARCELA X					1/1	0,2364
CR			0,90 %			

Tabla A.13. Matriz de comparaciones pareadas en función del microclima, consistencia y vector propio

Con las ponderaciones obtenidas tanto de las variables como de las parcelas se calcula la ponderación final de las parcelas en función de las dos variables utilizadas, mediante el producto de las dos matrices obtenidas como aparece en la Tabla A.14.

Vectores propios parcelas	Ponderación variables	Ponderación Parcelas
0,1610	0,0876	0,8333
0,0566	0,0876	0,1667
0,1610	0,5007	
0,4604	0,0876	
0,1610	0,2364	
		0,1488
		0,0618
		0,2176
		0,3983
		0,1736

Tabla A.14. Calculo de las Ponderaciones de las parcelas

Con la ponderación obtenida y los valores de las parcelas testigo se calculan los ratios y el ratio medio (Tabla A.15).

VALOR PARCELAS	PONDERACIÓN PARCELAS	RATIOS
4.000	0,1488	26.888
1.600	0,0618	25.904
5.550	0,2176	25.504
9.800	0,3983	24.607
	RATIO MEDIO	25.725

Tabla A.15. Cálculo de los ratios y del ratio medio

Conocido el ratio medio, el producto de él por la ponderación de la parcela a valorar dará el valor buscado.

$$\text{Valor X} = \text{Ratio medio} * \text{Peso parcela X} = 25.725 * 0,1736 = 4.465 \text{ €}$$

El valor de la parcela problema X es de 4.465 €, valor que ha sido determinado teniendo en cuenta todas las variables explicativas elegidas estado vegetativo y microclima, así como su peso 0,8333 y 0,1667 respectivamente.

CAPITULO 7. Métodos de valoración con información cualitativa (II). El Proceso Analítico Jerárquico agregado

7.1 - Introducción

Una de las características interesantes de AHP es que puede ser aplicado de forma individual o de forma colectiva, en este caso, mediante la utilización de grupos de expertos, grupos que pueden a su vez ser homogéneos (por ejemplo en una valoración agraria de cierta importancia intervienen varios Ingenieros Agrónomos) o bien estar formados por subgrupos no homogéneos (por ejemplo en una valoración de deportistas intervienen distintos grupos, un grupo formado por entrenadores, otro grupo de ejecutivos y otro de aficionados).

La aplicación por parte de un solo experto ha sido vista en el capítulo anterior.

En este capítulo vamos a desarrollar la utilización de AHP cuando intervienen varios expertos, para ello, en todos los casos, habrá que hacer una agregación de las distintas preferencias manifestadas, agregación que es distinta en función de la composición del grupo, si es homogéneo o no.

En el supuesto de tener que agregar preferencias de un grupo homogéneo de expertos utilizaremos la programación por metas ponderada.

En el caso de varios grupos de expertos, homogéneos dentro de cada grupo, pero no homogéneos entre grupos utilizaremos la Programación por metas ponderada y la Programación por metas extendida.

En los puntos siguientes vamos a ver como utilizar cada una de las variantes de GP dichas anteriormente y después veremos su aplicación en dos ejemplos.

7.2 - Agregación de Preferencias

Hemos dicho en el punto anterior que una de las características importantes de AHP es que permite la intervención en un mismo proceso de valoración de varios expertos, caso frecuente en valoraciones de cierta importancia y en valoraciones con repercusiones de tipo político.

Los distintos expertos que pueden intervenir en una valoración pueden ser de dos tipos.

- Expertos homogéneos: Son expertos integrantes de un grupo y que tienen entre ellos una serie de coincidencias como pueden ser la formación, el área de trabajo profesional, la finalidad de su trabajo etc.
- Ejemplos de este tipo de expertos serían: Grupo de economistas valorando una empresa. Grupo de técnicos agrícolas valorando una explotación agrícola-
- Expertos no homogéneos: Son aquellos expertos integrantes de un grupo cuya visión del valor de los activos es distinto, por su formación, por su estilo de vida etc. Ejemplos de este tipo de expertos serían: Grupo formado por ingenieros y ecologistas para valorar un espacio medioambiental. Grupo de economistas y sindicalistas valorando una empresa pública.

En los puntos siguientes vamos a desarrollar como llegar a una solución única en una valoración cuando interviene un grupo de expertos tanto en el caso de grupo homogéneo como no homogéneo. Tenemos que llegar a un valor final resultado de la agregación de las preferencias de los distintos expertos.

7.2.1. Agregación de las preferencias de un grupo homogéneo de expertos.

La agregación se puede realizar utilizando la Programación por metas ponderadas⁵², aunque también algunos autores _la realizan mediante la Media geométrica.

En ambos métodos se parte de las preferencias de cada experto puestas de manifiesto a través de la correspondiente matriz de comparación pareada y su vector propio. Los distintos vectores propios de los distintos expertos es lo que utilizando uno de los instrumentos dichos anteriormente vamos a agregar de forma que al final se tenga un único vector propio o vector de ponderación fruto del consenso de todos los expertos.

Mediante la Programación por metas ponderadas metodología que vamos a utilizar en nuestro caso, a partir de las preferencias individualizadas se modeliza dicha WGP que como se sabe minimiza la suma de las desviaciones a cada uno de los respectivos pesos, sujeto a las restricciones de que los pesos finales obtenidos se desvíen lo mínimo de cada uno de los pesos determinados por cada individuo. El resultado obtenido normalizado dará los pesos agregados buscados. El modelo es el siguiente.

$$Adón \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^m (n_{ij} + p_{ij})$$

s.a.

$$w_i' + n_{ij} + p_{ij} = w_i' \quad i=1, \dots, g, j=1, \dots, m \quad (7.1)$$

siendo:

w_{is} = Ponderación de cada experto para cada variable.

n_{ij} = Desviaciones negativas a la ponderación agregada.

p_{ij} = Desviaciones positivas a la ponderación agregada.

W_{ij} = Ponderación agregada para cada variable.

Para poder realizar el procedimiento de agregación, como hemos dicho anteriormente, es necesario contar previamente con las preferencias de los distintos expertos que intervienen en la valoración. Esta determinación de las preferencias individuales se puede realizar utilizando una encuesta, cuyo contenido se desarrolla en el punto 6.3 y en el Anexo de este capítulo.

Con la información de las distintas encuestas se plantearán las correspondientes matrices de comparación pareadas, se comprobará su consistencia (en el supuesto de que no sea suficientemente consistente se mejora siguiendo el procedimiento que se verá en el punto 6.4. de este capítulo) y si su consistencia no es suficiente a pesar de su mejora se elimina. Finalmente, se calculan sus vectores propios, que indican las ponderaciones de los distintos expertos.

7.2.2 - Agregación de las preferencias de un grupo no homogéneo de expertos.

En algún tipo de valoraciones, puede darse el caso de intervenir en el proceso de valoración grupos distintos de valoradores con intereses no coincidentes. Un ejemplo evidente de este supuesto es la valoración medioambiental donde cualquier espacio natural tiene valores distintos para los distintos actores sociales (Administración, técnicos, empresarios, ecologistas etc). Este caso ha sido estudiado Linares y Romero (2002) y por Cardells y Reyna (1999), y también puede abordarse a través de una encuesta a los distintos individuos de cada colectivo. Con dicha encuesta se determina la ponderación de cada individuo y en este caso la agregación se realiza en dos fases, una primera por grupos homogéneos mediante la Programación por metas ponderadas y posteriormente una segunda de agregación de los distintos grupos mediante Programación por metas extendido, llegándose también al final a una ponderación social agregada que permite el cálculo del valor.

- a) Para la agregación de preferencias de los grupos homogéneos, se plantea el modelo WGP como hemos visto en 6.2.1.
- b) Cuando hay que agregar ponderaciones de expertos no homogéneos, con opiniones muy dispares el modelo a utilizar es el de GP extendido. El modelo para obtener la ponderación agregada es el siguiente.

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } (\lambda - \lambda) * D + \lambda \sum_{i=1}^n (n_i + p_i) \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{i=1}^n (n_i + p_i) - D \leq 0 \\
 & \vdots \\
 & \sum_{i=1}^n (n_{i1} + p_{i1}) - D \leq 0 \\
 & w_i' + n_{ij} - p_{ij} = w_i' \quad i = \{1, \dots, n\}, j = \{1, \dots, m\} \quad (7.2) \\
 & \sum_{i=1}^n (n_i + p_i) - D_1 = 0 \\
 & \vdots \\
 & \sum_{i=1}^n (n_{im} + p_{im}) - D_m = 0 \\
 & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (n_{ij} + p_{ij}) - Z = 0
 \end{aligned}$$

Siendo:

D = Distancia máxima.

w_{is} = Ponderación de cada experto para cada variable.

n_{ij} = Desviaciones negativas a la ponderación agregada.

p_{ij} = Desviaciones positivas a la ponderación agregada.

w_{ij} = Ponderación agregada para cada variable.

Z = Suma de las desviaciones.

λ = constante. Según el valor de esta constante el modelo se transforma

Si $\lambda = 0$ es el modelo GPMINMAX.

Si $\lambda = 1$ es el GP ponderado.

Dando valores intermedios a λ se obtienen distintas agregaciones. De esta forma se puede elegir aquella agregación que mejor se adapte a las circunstancias de la valoración.

7.3 - Encuesta

El diseño de la encuesta debe de ser muy cuidadosa, tanto en el contenido como en la presentación, ya que es importante que cada uno de los expertos que intervenga tenga muy claro el procedimiento a seguir.

La encuesta que se propone (Anexo) debe de tener el siguiente contenido.

- Objetivo de la encuesta
- Justificación de la encuesta
- Metodología propuesta
- Encuesta propiamente dicha.

7.4 - Mejora de la Consistencia de las Matrices

En todos los casos de utilización de matrices de comparación (incluido el visto en el capítulo anterior de un solo valorador) puede darse la circunstancia que alguna de las matrices planteadas no sea consistente, cuando esto sucede se puede mejorar la consistencia de dos formas.

La primera, como ya se dijo en el capítulo 5, siguiendo a Saaty consiste en clasificar las actividades mediante un orden simple basado en las ponderaciones obtenidas con la matriz planteada, y desarrollar, teniendo en cuenta el conocimiento de la categorización previa, una segunda matriz de comparación por pares. En general la consistencia debe ser mejor.

La segunda forma de mejorar la consistencia es mediante la aplicación de la programación por metas, planteándose el siguiente modelo de Programación por metas ponderadas en el cual se exige a cada valor de la variable que cumpla las restricciones de semejanza, reciprocidad y consistencia.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sum_i (a_i^{(0)} + p_i^{(0)}) + \sum_i (a_i^{(1)} + p_i^{(1)}) + \sum_i (a_i^{(2)} + p_i^{(2)}) \\ & \text{s.a.} \\ & w_i - m_j + a_i^{(1)} - p_i^{(1)} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n(n-1) \quad \text{Semejanza} \\ & w_i + w_j + a_i^{(2)} - p_i^{(2)} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n(n-1)/2 \quad \text{Reciprocidad} \quad (7.3) \\ & w_i + w_j - w_k + a_i^{(1)} - p_i^{(1)} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n(n-1)(n-2) \quad \text{Consistencia} \\ & L \leq w_{ij} \leq U \quad \forall i, j \end{aligned}$$

Siendo:

- w_{ij} = Nueva ponderación.
- m_{ij} = Ponderación original.
- $N_{i(1)}$ = Desviaciones negativas
- $P_{i(1)}$ = Desviaciones positivas

El modelo plantea la minimización de las distancias sujeto a tres restricciones:

- La primera es que los elementos de la matriz consistente sean semejantes a los de la matriz original.
- La segunda es que se cumpla la restricción de reciprocidad, o sea que la matriz sea recíproca.
- La tercera es que se cumpla la condición de consistencia, que es el objetivo de la transformación.

Con el fin de aclarar los conceptos de agregación y consistencia vistos en este capítulo vamos a ver dos ejemplos.

En el primero Valoración de deportistas se parte de un grupo homogéneo de expertos y se plantea el supuesto de que una de las matrices no es consistente.

En el segundo Valoración de un espacio medioambiental, el grupo de expertos no es homogéneo.

7.5 - Ejemplo 1. Valoración de Deportistas

En este apartado se describe la metodología para calcular el valor de traspaso de un deportista (futbolista, baloncestista, etc.) en función de la información del mercado de traspasos de dichos deportistas. En el ejemplo se utilizará el Proceso Analítico Jerárquico, así como la mejora de la consistencia de una matriz y la agregación de preferencias.

Dicha valoración parte de la opinión de distintos expertos en la materia, que definen sus opiniones a través de un cuestionario⁽²⁾. En este cuestionario los expertos primero ponderan la importancia de las variables, dentro de un panel de características o variables explicativas previamente seleccionadas por el decisor. En la segunda parte del cuestionario los expertos ponderan los deportistas testigo y el a valorar en función de las variables fijadas.

Finalmente y a partir de la información volcada por los expertos y de la información del mercado de traspasos pertinente el comité valorador determina el valor buscado del deportista a valorar, utilizando como se ha dicho anteriormente el Proceso Analítico Jerárquico.

El problema planteado es calcular el valor de traspaso de un jugador de fútbol X que ocupa la posición de delantero centro.

La información de la que se parte es la de la Tabla 7.1 en la que se recoge el valor del traspaso reciente de 4 jugadores que ocupan la misma posición en el campo (delantero centro) que el que se pretende valorar.

JUGADOR	VALOR DE TRASPASO (millones €)
1	45
2	12
3	15
4	9
X	

Tabla 7.1. Valor de traspaso de 4 delanteros centro

Se eligen 6 expertos conocedores del mercado de futbolistas a los que se plantea en un primer contacto la elección de las variables o características de los jugadores que en su opinión mas influyen en su precio o valor.

A la vista de las respuestas anteriores el centro decisor elige como variables explicativas del precio para este tipo de jugador las tres siguientes.

- Variable A. Goles por partido.
- Variable B. Nº de años que le quedan en pleno rendimiento (33-edad)
- Variable C. Imagen comercial (capacidad de generar recursos extradeportivos para el club).

Se presentan estas características a los expertos y se les somete a una primera encuesta, cuyo objetivo es determinar la ponderación de las variables explicativas elegidas, mediante la notación de las comparaciones pareadas que aparecen en la Tabla 7.2. Para comparar se utiliza la escala fundamental para comparación por pares.

COMPARACIÓN PAREADA

NOTACIÓN

Goles por partido frente a N° de años que le quedan en pleno rendimiento

Goles por partido frente a Imagen comercial

N° de años que le quedan en pleno rendimiento frente a Imagen comercial.

Tabla 7.2. Encuesta ponderación de variables explicativas

Con las contestaciones a esta encuesta se construye la matriz correspondiente y tras comprobar su consistencia se calcula su vector propio.

Definidas las ponderaciones de las distintas variables explicativas, se pasa a analizar estas.

De las tres variables seleccionadas, dos son cuantitativas y se puede conocer su cuantificación, (Goles por partido y N° de años que le quedan en pleno rendimiento) y la tercera es cualitativa. De las dos primeras la ponderación se deduce rápidamente mediante la normalización por la suma, para la tercera variable se necesitará las matrices de comparación pareada de los expertos, para ello se les pasara la encuesta de la Tabla 7.3.

VARIABLE EXPLICATIVA: Imagen comercial

COMPARACIÓN

NOTACIÓN

- JUGADOR 1 frente a JUGADOR 2
- JUGADOR 1 frente a JUGADOR 3
- JUGADOR 1 frente a JUGADOR 4
- JUGADOR 1 frente a JUGADOR X
- JUGADOR 2 frente a JUGADOR 3
- JUGADOR 2 frente a JUGADOR 4
- JUGADOR 2 frente a JUGADOR X
- JUGADOR 3 frente a JUGADOR 4
- JUGADOR 3 frente a JUGADOR X
- JUGADOR 4 frente a JUGADOR X

Tabla 7.3. Encuesta variable explicativa Imagen comercial

Visto el procedimiento se pasa a presentar las distintas matrices elaboradas a partir de las opiniones de los 6 expertos.

Primero las matrices para ponderar las tres variables explicativas seleccionadas. Tablas 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 y 7.9.

Variables explicativas	EXPERTO N° 1			VECTOR PROPIO
	A	B	C	
A	1/1	9/1	7/1	0,7928
B		1/1	1/2	0,0760
C			1/1	0,1312
		CR = 2,1 %		

Tabla 7.4. Experto nº 1. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas.

EXPERTO N° 2				
Variables explicativas	A	B	C	VECTOR PROPIO
A	1/1	5/1	7/1	0,7396
B		1/1	2/1	0,1666
C			1/1	0,0938
CR = 1,3 %				

Tabla 7.5. Experto n° 2. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas

EXPERTO N° 3				
Variables explicativas	A	B	C	VECTOR PROPIO
A	1/1	9/1	7/1	0,7854
B		1/1	1/2	0,0658
C			1/1	0,1458
CR = 2,1 %				

Tabla 7.6. Experto n° 3. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas

EXPERTO N° 4				
Variables explicativas	A	B	C	VECTOR PROPIO
A	1/1	5/1	3/1	0,6370
B		1/1	1/3	0,1047
C			1/1	0,2583
CR = 3,7 %				

Tabla 7.7. Experto n° 4. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas.

EXPERTO N° 5				
Variables explicativas	A	B	C	VECTOR PROPIO
A	1/1	5/1	3/1	0,6370
B		1/1	3/1	0,1047
C			1/1	0,2583
CR = 3,7 %				

Tabla 7.8. Experto n° 5. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas

Variables explicativas	EXPERTO N° 6			VECTOR PROPIO
	A	B	C	
A	1/1	9/1	7/1	0,7928
B		1/1	1/2	0,0760
C			1/1	0,1320
		CR = 2,1 %		

Tabla 7.9. Experto n° 6. Matriz de comparaciones pareadas de las variables explicativas

Las seis matrices son consistentes, en todas ellas su CR está por debajo del 5% exigido para las matrices de rango 3.

Pero las comparaciones pareadas no coinciden en todos los casos (salvo la 1 y la 6 y la 4 y la 5) (Tabla 7.10), por lo que hay que calcular un vector propio resultante de la agregación de todos los vectores propios. Se plantea pues el modelo de Programación por metas ponderadas para agregación de preferencias.

	Variables explicativas		
	A	B	C
Experto 1	0,7928	0,0760	0,1312
Experto 2	0,7396	0,1666	0,0938
Experto 3	0,7854	0,0658	0,1488
Experto 4	0,6370	0,1047	0,2583
Experto 5	0,6370	0,1047	0,2583
Experto 6	0,7928	0,0760	0,1312

Tabla 7.10. Tabla resumen de los vectores propios de las matrices de comparaciones pareadas de las variables explicativas

Se plantea el modelo de agregación de preferencias.(7.1)

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_{ij} + p_{ij})$$

s.a.

$$w_i' + a_{ij} + p_{ij} = w_j' \quad \forall i \in \{1, \dots, n\}, j \in \{1, \dots, m\}$$

que en este caso, sería:

$$\text{Min } w_1 + p_{11} + w_2 + p_{12} + w_3 + p_{13} + w_4 + p_{14} + w_5 + p_{15} + w_6 + p_{16} + w_7 + p_{17} + w_8 + p_{18} + w_9 + p_{19} + w_{10} + p_{20} + w_{11} + p_{21} + w_{12} + p_{22} + w_{13} + p_{23} + w_{14} + p_{24} + w_{15} + p_{25} + w_{16} + p_{26} + w_{17} + p_{27} + w_{18} + p_{28} + w_{19} + p_{29} + w_{20} + p_{30} + w_{21} + p_{31} + w_{22} + p_{32} + w_{23} + p_{33} + w_{24} + p_{34} + w_{25} + p_{35} + w_{26} + p_{36} + w_{27} + p_{37} + w_{28} + p_{38} + w_{29} + p_{39} + w_{30} + p_{40}$$

s.a.

$$w_1 + w_{11} - p_{11} = 0,7926$$

$$w_1 + w_{12} - p_{12} = 0,7396$$

$$w_1 + w_{13} - p_{13} = 0,7854$$

$$w_1 + w_{14} - p_{14} = 0,8370$$

$$w_1 + w_{15} - p_{15} = 0,6370$$

$$w_1 + w_{16} - p_{16} = 0,7429$$

$$w_2 + w_{21} - p_{21} = 0,2360$$

$$w_2 + w_{22} - p_{22} = 0,1660$$

$$w_2 + w_{23} - p_{23} = 0,2658$$

$$w_2 + w_{24} - p_{24} = 0,1047$$

$$w_2 + w_{25} - p_{25} = 0,1647$$

$$w_2 + w_{26} - p_{26} = 0,0760$$

$$w_3 + w_{31} - p_{31} = 0,1312$$

$$w_3 + w_{32} - p_{32} = 0,0438$$

$$w_3 + w_{33} - p_{33} = 0,1460$$

$$w_3 + w_{34} - p_{34} = 0,2583$$

$$w_3 + w_{35} - p_{35} = 0,2583$$

$$w_3 + w_{36} - p_{36} = 0,1312$$

Resolviendo el modelo con LINGO el vector propio final es el de la tabla 7.11.

VARIABLES EXPLICATIVAS	PESO
A	0,7396
B	0,0760
C	0,1312

Tabla 7.11. Vector propio agregado de las variables explicativas

Definida ya la ponderación de las variables explicativas, se pasa a la segunda fase que es calcular los vectores propios de los distintos futbolistas para cada variable explicativa.

En este caso de las tres variables explicativas dos son cuantitativas (Goles por partido y el nº de años que le quedan en pleno rendimiento (33-edad)) y pueden cuantificarse y ponderarse con la información que existe en los distintos medios de información deportivos (Tabla 7.12).

JUGADOR	Goles por Partido	Ponderación goles por partido	Años de rendimiento	Ponderación años de rendimiento
1	0,81	0,2988	5	0,2000
2	0,28	0,1032	4	0,1600
3	0,42	0,1540	10	0,4000
4	0,57	0,2103	2	0,0800
X	0,63	0,1600	4	0,1600

Tabla 7.12. Cuantificación y ponderación de las variables goles por partido y años que le quedan al jugador de pleno rendimiento

La tercera variable Imagen comercial su ponderación se calcula mediante las respectivas matrices de comparación pareada deducidas de la segunda encuesta planteada a los expertos. Tablas 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17 y 7.18.

Experto nº 1

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9/1	9/1	7/1	3/1
2		1/1	1/3	1/5	1/7
3			1/1	1/2	1/6
4				1/1	1/4
X					1/1

CR = 6,52 %

Tabla 7.13. Experto nº 1 Matriz de comparación pareada de los futbolistas en función de la imagen comercial

Experto nº 2

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9/1	7/1	5/1	5/1
2		1/1	1/5	1/7	1/7
3			1/1	1/3	1/3
4				1/1	1/14
X					1/1

CR = 7,60 %

Tabla 7.14. Experto nº 2 Matriz de comparación pareada de los futbolistas en función de la imagen comercial

Experto nº 3

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9/1	8/1	9/1	5/1
2		1/1	1/3	1/1	1/7
3			1/1	2/1	1/6
4				1/1	1/6
X					1/1

CR = 7,50 %

Tabla 7.15. Experto nº 3 Matriz de comparación pareada de los futbolistas en función de la imagen comercial

Experto nº 4

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9/1	9/1	8/1	7/1
2		1/1	1/1	1/3	1/5
3			1/1	1/3	1/5
4				1/1	1/3
X					1/1

CR = 6,80 %

Tabla 7.16. Experto nº 4. Matriz de comparación pareada de los futbolistas en función de la imagen comercial

Experto nº 5

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9/1	9/1	5/1	5/1
2		1/1	1/1	1/7	1/5
3			1/1	1/7	1/5
4				1/1	1/5
X					1/1

CR = 7,60 %

Tabla 7.17. Experto nº 5 Matriz de comparación pareada de los futbolistas en función de la imagen comercial

o.d.

Condición de simetría

$$w_{11} - \theta + a_{11} - p_{11} = 0;$$

$$w_{12} - \gamma + a_{12} - p_{12} = 0;$$

⋮

$$w_{20} - \beta + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$w_{21} - \delta + a_{21} - p_{21} = 0;$$

Condición de constancia

$$w_{11} + w_{21} + a_{11} - p_{11} = 1;$$

$$w_{12} + w_{22} + a_{12} - p_{12} = 1;$$

⋮

$$w_{20} + w_{30} + a_{20} - p_{20} = 1;$$

$$w_{21} + w_{31} + a_{21} - p_{21} = 1;$$

Condición de reciprocidad

$$w_{11} + w_{20} - w_{21} + a_{11} - p_{11} = 0;$$

$$w_{12} + w_{21} - w_{22} + a_{12} - p_{12} = 0;$$

$$w_{13} + w_{22} - w_{23} + a_{13} - p_{13} = 0;$$

$$w_{14} + w_{23} - w_{24} + a_{14} - p_{14} = 0;$$

⋮

$$w_{20} + w_{31} - w_{32} + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$w_{21} + w_{32} - w_{33} + a_{21} - p_{21} = 0;$$

⋮

$$w_{20} + w_{31} - w_{32} + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$w_{21} + w_{32} - w_{33} + a_{21} - p_{21} = 0;$$

⋮

$$w_{20} + w_{31} - w_{32} + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$w_{21} + w_{32} - w_{33} + a_{21} - p_{21} = 0;$$

⋮

$$w_{20} + w_{31} - w_{32} + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$w_{21} + w_{32} - w_{33} + a_{21} - p_{21} = 0;$$

⋮

$$w_{20} + w_{31} - w_{32} + a_{20} - p_{20} = 0;$$

$$\begin{matrix} \frac{1}{9} \leq w_{11} \leq 9, \\ \frac{1}{9} \leq w_{12} \leq 9, \\ \vdots \\ \frac{1}{9} \leq w_{21} \leq 9, \\ \frac{1}{9} \leq w_{22} \leq 9, \\ \vdots \\ \frac{1}{9} \leq w_{31} \leq 9, \\ \frac{1}{9} \leq w_{32} \leq 9, \\ \vdots \\ \frac{1}{9} \leq w_{41} \leq 9, \\ \frac{1}{9} \leq w_{42} \leq 9, \\ \vdots \\ \frac{1}{9} \leq w_{51} \leq 9, \\ \frac{1}{9} \leq w_{52} \leq 9, \\ \vdots \\ \frac{1}{9} \leq w_{61} \leq 9, \end{matrix}$$

Resolviendo este modelo con LINGO obtenemos los valores de los distintos w_{ij} que permiten construir una matriz consistente Tabla 7.20.

Experto nº 1

VARIABLE EXPLICATIVA: IMAGEN COMERCIAL

JUGADORES	1	2	3	4	X
1	1/1	9	7	2,330	2,330
2		1/1	0,777	0,259	0,259
3			1/1	1/3	1/3
4				1/1	1/1
X					1/1

CR = 0,00 %

Tabla 7.20. Matriz de comparaciones pareadas del experto nº 6 con consistencia corregida

Con todas las matrices ya consistentes se calculan los vectores propios correspondientes, que son los que aparecen en la Tabla 7.21

VECTORES PROPIOS EN FUNCION DE LA IMAGEN COMERCIAL

Jugadores	Expertos					
	1	2	3	4	5	6
1	0,5411	0,5649	0,5944	0,6424	0,5667	0,4734
2	0,0322	0,0289	0,0390	0,0419	0,0365	0,0526
3	0,0586	0,0773	0,0734	0,0419	0,0365	0,0677
4	0,0988	0,1644	0,0424	0,0913	0,2324	0,2032
5	0,2692	0,1644	0,2509	0,1825	0,1280	0,2032

Tabla 7.21. Vectores propios de las matrices de comparación pareada para la variable explicativa Imagen comercial

Como las ponderaciones de los distintos expertos varía se realiza la agregación de las mismas utilizando la programación por metas como en el caso de las matrices de las variables explicativas.

Se plantea el modelo ya conocido (7.1).

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^6 (a_{ij} + p_{ij}) \\
 & \text{s.t.} \\
 & a_{1j} - a_{2j} + a_{3j} - p_{1j} = 0 \quad \forall j \in \{1, \dots, 6\} \\
 & \dots
 \end{aligned}$$

que en este caso, sería.

$$\begin{aligned}
 \text{Min} = & a_{11} + p_{11} + a_{12} + p_{12} + a_{13} + p_{13} + a_{14} + p_{14} + a_{15} + p_{15} + a_{16} + p_{16} + \\
 & a_{21} + p_{21} + a_{22} + p_{22} + a_{23} + p_{23} + a_{24} + p_{24} + a_{25} + p_{25} + a_{26} + p_{26} + \\
 & a_{31} + p_{31} + a_{32} + p_{32} + a_{33} + p_{33} + a_{34} + p_{34} + a_{35} + p_{35} + a_{36} + p_{36} + \\
 & a_{41} + p_{41} + a_{42} + p_{42} + a_{43} + p_{43} + a_{44} + p_{44} + a_{45} + p_{45} + a_{46} + p_{46} + \\
 & a_{51} + p_{51} + a_{52} + p_{52} + a_{53} + p_{53} + a_{54} + p_{54} + a_{55} + p_{55} + a_{56} + p_{56} + \\
 & p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{21} + p_{22} + p_{23} + p_{24} + p_{25} + p_{26} + \\
 & p_{31} + p_{32} + p_{33} + p_{34} + p_{35} + p_{36} + p_{41} + p_{42} + p_{43} + p_{44} + p_{45} + p_{46} + \\
 & p_{51} + p_{52} + p_{53} + p_{54} + p_{55} + p_{56}
 \end{aligned}$$

2.24.

- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,5411;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,5048;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,5544;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,6424;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,5667;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,4734;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0022;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0289;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0390;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0419;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0365;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0530;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0586;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0777;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0734;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0419;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0060;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0677;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0988;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,1644;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0424;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,0913;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,2034;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,2032;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,2492;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,1644;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,2509;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,1825;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,1280;$
- $w_1 + w_2 - p_{12} = 0,2032;$

Resolviendo con LINGO los pesos agregados son

- 0,5649
- 0,0365
- 0,0586
- 0,0988
- 0,1825

Después de este proceso se tiene el vector propio agregado de todos los jugadores en función de la variable cualitativa Imagen comercial y con ello se completa el cálculo de todos los vectores propios de los jugadores con respecto a las tres variables explicativas (Tabla 7.22).

JUGADOR	Ponderación goles partido	Ponderación años rendimiento	Ponderación Imagen comercial
A	0.2988	0,2000	0,5649
B	0.1032	0,1600	0,0365
C	0.1540	0,4000	0,0586
D	0.2103	0,0800	0,0988
X	0.2324	0,1600	0,1825

Tabla 7.22. Vectores propios de los jugadores en función de las tres variables explicativas

El producto de la matriz formada por los vectores propios de los jugadores con respecto a cada variable explicativa por el vector propio de las variables explicativas, dará la ponderación de los jugadores en función de todas las variables y su peso o ponderación. Tabla 7.23

Vectores propios jugadores			Ponderación Variables	Ponderación jugadores
0,2988	0,2000	0,5649	0,7396	0,3103
0,1032	0,1600	0,0365	0,0760	0,0933
0,1540	0,4000	0,0586	0,1312	0,1520
0,2103	0,0800	0,0988		0,1746
0,2324	0,1600	0,1825		0,2080

Tabla 7.23. Producto de matrices para obtener la ponderación de los jugadores en función de todas las variables explicativas y de su peso o ponderación

Conocidas las ponderaciones de los jugadores testigo y el valor de su traspaso, se obtiene el ratio valor traspaso / ponderación. Tabla 7.24.

JUGADOR	PONDERACION	VALOR (millones €)	
1	0,3103	45	
2	0,0933	12	
3	0,1520	15	
4	0,1746	9	RATIO
SUMA	0,7302	81	110,9361

Tabla 7.24. Ratio valor traspaso / Ponderación

El producto del ratio obtenido por la ponderación del jugador X nos dará el valor buscado.

$$\text{VALOR X} = 110,9 * 0,2080 = 23,71 \text{ €}$$

7.5 - Ejemplo 2. Valoración de un Espacio Medioambiental

Para desarrollar esta valoración y con el objetivo de utilizar la Programación por metas extendida para la agregación de preferencias de grupos no homogéneos se va a utilizar un caso inspirado en el planteamiento presentado por Cardells y Salvador en su libro Manual de Valoración de árboles y arbustos, pero en el que se han tenido que cambiar los datos de partida para adaptarlos a las necesidades del ejemplo que no son otras como ya se ha dicho al principio que el tener que obtener una preferencia agregada cuando se parte de preferencias de expertos con formación e intereses muy encontrados. En este caso se pretende valorar una serie de espacios medioambientales muy diversos en su hábitat como son Espartizales, Romerales, Zonas de matorral, Pinar y Encinar. Para esta valoración se van a utilizar los precios medios de Cereal y Marjal tomados de las estadísticas del MAPA así como un panel de expertos estructurado como aparece en la tabla 7.25.

EXPERTO	TITULACIÓN
1	Ingeniero de Montes
2	Ingeniero de Montes
3	Ingeniero de Montes
4	Ingeniero de Montes
5	Ingeniero Agrónomo
6	Ingeniero Agrónomo
7	Ingeniero Agrónomo
8	Ingeniero Agrónomo
9	Ldo. C. Biológicas
10	Ldo. C. Biológicas
11	Ldo. C. Biológicas
12	Ldo. C. Biológicas

Tabla 7.25. Formación académica de los expertos

Se elige esta composición de expertos con el fin de obtener ponderaciones distintas por grupos, que estarán definidas por su formación y su experiencia profesional.

Planteadas las respectivas matrices de comparación pareadas a cada experto se llega a las ponderaciones de la Tabla 7.26

Expertos	Cereal	Espartizal	Romerál	Matorral	Pinar	Encinar	Marjal
1	5,2	8,3	9,1	9,4	22,1	38,1	7,8
2	3,1	6,5	12,0	7,1	19,4	45,0	6,9
3	3,5	9,0	8,6	13,0	28,2	28,2	9,5
4	4,8	9,0	10,0	10,2	18,7	35,0	12,3
5	21,3	2,7	2,7	8,1	13,2	18,0	34,0
6	19,4	3,8	4,7	8,2	8,2	22,7	33,0
7	23,7	5,1	8,2	6,0	15,2	16,4	25,4
8	22,0	6,0	5,1	3,3	12,2	14,4	37,0
9	3,8	12,8	13,3	15,1	17,5	19,2	18,3
10	3,7	13,0	9,2	21,1	10,8	21,1	21,1
11	4,6	9,0	12,0	16,6	15,6	26,5	15,7
12	8,8	7,7	8,8	10,3	20,6	17,4	26,4

Tabla 7.26. Ponderación de los distintos expertos

La observación de las ponderaciones pone en evidencia que hay tres grupos diferenciados de preferencias en función de la titulación. Para la obtención de una sola ponderación se va a utilizar el siguiente procedimiento.

Dentro de cada grupo se obtendrá la preferencia agregada utilizando la Programación por metas ponderada.

Con las tres ponderaciones agregadas por grupos se obtendrá finalmente una última agregación mediante la Programación por metas extendida.

Agregación de preferencias dentro de cada grupo homogéneo.

Grupo Ingenieros de montes

Expertos	Cereal	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar	Marjal
1	5,2	8,3	9,1	9,4	22,1	38,1	7,8
2	3,1	6,5	12,0	7,1	19,4	45,0	6,9
3	3,5	9,0	8,6	13,0	28,2	28,2	9,5
4	4,8	9,0	10,0	10,2	18,7	35,0	12,3

Tabla 7.27. Ponderación de los Ingenieros de montes

Se plantea el modelo ya conocido (7.1).

$$\min \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^8 (w_j + p_j)$$

s.a.

$$w_1 - a_{1j} + w_2 - a_{2j} + w_3 - a_{3j} - p_j = 0, \quad j = \{1, \dots, 7\}, j \neq \{1, \dots, 4\}$$

$$\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^8 (w_j + p_j) - z = 0$$

Se resuelve con LINGO, dando los siguientes resultados

$$\begin{aligned} w_1 &= 3,5 \\ w_2 &= 8,3 \\ w_3 &= 10,0 \\ w_4 &= 10,2 \\ w_5 &= 22,1 \\ w_6 &= 38,1 \\ w_7 &= 7,8 \end{aligned}$$

Grupo Ingenieros Agrónomos

Expertos	Cereal	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar	Marjal
5	21,3	2,7	2,7	8,1	13,2	18,0	34,0
6	19,4	3,8	4,7	8,2	8,2	22,7	33,0
7	23,7	5,1	8,2	6,0	15,2	16,4	25,4
8	22,0	6,0	5,1	3,3	12,2	14,4	37,0

Tabla 7.28. Ponderación de los Ingenieros Agrónomos

Se plantea el modelo ya conocido (7.1).

Se resuelve con LINGO, dando los siguientes resultados

- w1 = 22,0
- w2 = 5,1
- w3 = 5,1
- w4 = 8,1
- w5 = 13,2
- w6 = 16,4
- w7 = 34,0

Grupo de Licenciados en Ciencias Biológicas

Expertos	Cereal	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar	Marjal
9	3,8	12,8	13,3	15,1	17,5	19,2	18,3
10	3,7	13,0	9,2	21,1	10,8	21,1	21,1
11	4,6	9,0	12,0	16,6	15,6	26,5	15,7
12	8,8	7,7	8,8	10,3	20,6	17,4	26,4

Tabla 7.29. Ponderación de los Licenciados en Ciencias Biológicas

Se plantea el modelo ya conocido (7.1).

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (a_{ij} + p_{ij})$$

s.a.

$$w_j - a_{1j} + a_{2j} - p_{2j} = 0 \quad \forall j = 1, \dots, m$$

Se resuelve con LINGO, dando los siguientes resultados

- w1 = 4,6
- w2 = 9,0
- w3 = 12,0
- w4 = 15,1
- w5 = 15,6
- w6 = 19,2
- w7 = 18,3

Al final de este proceso de agregación por grupos homogéneos se tienen tres ponderaciones una por cada grupo. Tabla 5.54

Grupo de Expertos	Cereal	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar	Marjal
Ing. Montes	3,5	8,3	10,0	10,2	22,1	38,1	7,8
Ing. Agrón.	22,0	5,1	5,1	8,1	13,2	16,4	34,0
Ldo Biólogo	4,6	9,0	12,0	15,1	15,6	19,2	18,3

Tabla 7.30. Ponderación agregada por grupos

Realizada la agregación por grupos homogéneos resulta aún más evidente que cada grupo pondera de forma distinta los diferentes espacios ambientales ponderación que es el resultado de sus diferentes concepciones del espacio en función de sus distintas formaciones académicas.

Para obtener una última agregación se va a utilizar la programación por metas extendidas.

Se plantea el siguiente modelo.

$$\lambda \text{Min}(K) - \lambda) * D + \lambda * \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (n_{ij} + p_{ij})$$

s.a.

$$n_{ij} + p_{ij} - D = 0;$$

$$n_{11} - n_{12} + n_{21} - p_{11} = 0;$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (n_{ij} + p_{ij}) - z = 0;$$

$$n_{ij} + p_{ij} - D_j = 0;$$

Desarrollado el modelo en este caso sería.

$$\text{Min} = (1 - K) * D + K * (n_{11} + p_{11} + n_{12} + p_{12} + n_{13} + p_{13} + n_{21} + p_{21} + n_{22} + p_{22} + n_{23} + p_{23} + n_{31} + p_{31} + n_{32} + p_{32} + n_{33} + p_{33} + n_{41} + p_{41} + n_{42} + p_{42} + n_{43} + p_{43} + n_{51} + p_{51} + n_{52} + p_{52} + n_{53} + p_{53} + n_{61} + p_{61} + n_{62} + p_{62} + n_{63} + p_{63} + n_{71} + p_{71} + n_{72} + p_{72} + n_{73} + p_{73});$$

$$\begin{array}{ll}
 (x_{11} + p_{11}) - D_1 = 0; & (x_{10} + p_{10}) - D_1 = 0; \\
 (x_{12} + p_{12}) - D_2 = 0; & (x_{20} + p_{20}) - D_2 = 0; \\
 (x_{13} + p_{13}) - D_3 = 0; & (x_{30} + p_{30}) - D_3 = 0; \\
 (x_{23} + p_{23}) - D_1 = 0; & (x_{40} + p_{40}) - D_1 = 0; \\
 (x_{20} + p_{21}) - D_2 = 0; & (x_{50} + p_{50}) - D_2 = 0; \\
 (x_{20} + p_{22}) - D_1 = 0; & (x_{60} + p_{60}) - D_2 = 0; \\
 (x_{20} + p_{23}) - D_1 = 0; & (x_{70} + p_{70}) - D_1 = 0; \\
 (x_{20} + p_{24}) - D_1 = 0; & (x_{80} + p_{80}) - D_1 = 0; \\
 (x_{20} + p_{25}) - D_2 = 0; & (x_{90} + p_{90}) - D_2 = 0; \\
 (x_{20} + p_{26}) - D_2 = 0; & (x_{100} + p_{100}) - D_2 = 0; \\
 (x_{20} + p_{27}) - D_1 = 0; & \\
 (x_{20} + p_{28}) - D_2 = 0; & \\
 (x_{20} + p_{29}) - D_1 = 0; &
 \end{array}$$

Se resuelve con LINGO dando valores a λ . El resultado aparece en las Tablas 7.31, 7.32 y 7.33.

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	Z	D	D_1	D_2	D_3
0,0	14,90	18,20	18,20	21,20	25,90	29,50	20,90	255,50	13,10	13,10	13,10	13,10
0,1	10,40	3,20	17,80	9,30	21,40	25,00	20,90	224,00	13,10	13,10	13,10	5,80
0,2	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,3	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,4	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,5	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,6	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,7	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,8	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
0,9	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05
1,0	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,75	13,85	13,85	12,35	5,05

Tabla 7.31. Ponderación obtenida por Programación por metas extendida en función de λ

λ	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	Z	D	D_1	D_2	D_3
0,0	14,90	18,20	18,20	21,20	25,90	29,50	20,90	255,50	13,10	13,10	13,10	13,10
0,1	10,40	3,20	17,80	9,30	21,40	25,00	20,90	224,00	13,10	13,10	13,10	5,80
(0,2-1]	9,65	3,95	6,95	10,05	20,65	24,25	21,65	218,70	13,85	13,85	12,35	5,05

Tabla 7.32. Ponderación por intervalos obtenida por Programación por metas extendida en función de λ

Normalizando los valores

λ	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	Z	D	D_1	D_2	D_3
0,0	0,100	0,122	0,122	0,142	0,174	0,198	0,140	255,50	13,10	13,10	13,10	13,10
0,1	0,096	0,029	0,164	0,086	0,197	0,231	0,193	224,00	13,10	13,10	13,10	5,80
(0,2-1]	0,099	0,040	0,071	0,103	0,212	0,249	0,222	218,70	13,85	13,85	12,35	5,05

Tabla 7.33. Pesos normalizados por intervalos en función del valor de λ

En este caso se obtienen tres posibles soluciones en función del valor de λ que se utilice. Este hecho hace muy interesante esta metodología sobre todo en valoraciones del tipo que estamos tratando o sea valoraciones con implicaciones de tipo político o social. El centro decisor dispone de distintos valores en función de que colectivo quiere primar en la valoración.

En el ejemplo propuesto si el decisor opta por la mejor solución técnica optaría por los valores del intervalo (0,2 1] ya que es en él donde se obtiene la Z mínima (218,75). Esta solución contiene la Programación por metas ponderada ($\lambda = 1$).

Si el decisor quisiera favorecer la opinión de los Ingenieros de Montes optaría por la solución $\lambda = 0,1$ en la cual la distancia a la opinión de los Ingenieros de Montes es menor que en la anterior (13,1 frente a 13,85), aunque aumenta Z y también la D_2 y D_3 .

La solución $\lambda = 0$ (GP Minmax) no es interesante porque empeora en todo sin favorecer a ningún grupo.

De las estadísticas del MAPA se obtienen los precios de cereal y marjal en el año 2002. Con estos precios y en función de la λ escogida por el decisor se obtienen en cada caso los ratios Precio / Ponderación y el ratio medio correspondiente (Tabla 7.34).

	Precios MAPA año 2002 (€/Ha)	Ponderación	RATIOS
Cereal	8.211	0.096	85.531
Marjal	18.484	0,193	95.772
		RATIO MEDIO	90.651

Tabla 7.34. Cálculo del Ratio medio

Multiplicando las ponderaciones de cada uno de los espacios medioambientales por el ratio medio se obtiene el valor buscado.

Para $\lambda = (0,1]$ Tabla 7.35.

	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar
Pesos normalizados	0,029	0,164	0,086	0,197	0,231
VALOR €/Ha	2.628	14.866	7.795	17.858	20.940

Tabla 7.35. Valores de los distintos espacios medioambientales para $\lambda = 0,1$

Para $\lambda = (0,2 1]$ Tablas 7.36 y 7.37.

	Precios MAPA año 2002 (€/Ha)	Ponderación	RATIOS
Cereal	8.211	0.099	82.939
Marjal	18.484	0,222	83.261
		RATIO MEDIO	83.100

Tabla 7.36. Cálculo del Ratio medio

	Espartizal	Romeral	Matorral	Pinar	Encinar
Pesos					
normalizados	0,040	0,071	0,103	0,212	0,249
VALOR €/Ha	3.324	5.900	8.559	17.617	20.691

Tabla 7.37. Valores de los distintos espacios medioambientales para $\alpha=0,2$

ANEXO: Encuesta para determinar la preferencia de los Expertos

OBJETIVO DE LA ENCUESTA

El objetivo de esta encuesta es llegar a determinar el valor de una finca agrícola.

Para ello se va a utilizar los conocimientos y la experiencia de un grupo de valoradores entre los que se encuentra usted.

A través de esta encuesta se le va a pedir su opinión sobre distintos aspectos de dicha finca, comparándola con otras fincas testigo y utilizando una metodología que se explica en el punto 3.

Mediante la agregación de los resultados obtenidos por las distintos valoradores consultados se llegará finalmente a un valor final.

JUSTIFICACIÓN DE LA ENCUESTA

Esta metodología se justifica en aquellos casos como el que nos ocupa en que no existe una suficiente información cuantificada que nos permita aplicar otros métodos. La metodología utilizada con la información deducida de la encuesta permite cuantificar las variables y llegar al cálculo de un valor final.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología propuesta se basa en el método denominado Proceso Analítico Jerárquico y consiste en obtener unas matrices de comparaciones pareadas utilizando las comparaciones obtenidas entre distintos elementos.

Para esas comparaciones se utiliza la siguiente escala fundamental de comparaciones pareadas.

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
2	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
4	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
6	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el criterio B
8	<i>Importancia intermedia</i>	Valor intermedio para cuando es necesario matizar
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones sería las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

En la encuesta se le va a pedir que compare utilizando la tabla anterior Primero las variables explicativas seleccionadas y posteriormente las distintas parcelas o fincas agrícolas (tanto las testigo como la a valorar o problema) entre si y para cada variable explicativa.

PROCEDIMIENTO

El procedimiento a seguir será el siguiente.

Primero se le indicaran las variables explicativas seleccionadas para realizar la valoración. Estas variables habrán sido determinadas por un estudio previo en el que se determinaran cuales son las variables mas importantes que influyen en el precio.

Conocidas esas variables se le pide que compare dos a dos utilizando la escala fundamental vista anteriormente. Supongamos que se trabaje con cuatro variables A, B, C y D las comparaciones pedidas serían las siguientes

COMPARACION

NOTACION

- Variable A frente a B
- Variable A frente a C
- Variable A frente a D
- Variable B frente a C
- Variable B frente a D
- Variable C frente a D

Tenga en cuenta al hacer las comparaciones que las primeras comparaciones van definiendo las posteriores.

Posteriormente y previa identificación de la fincas agrícolas testigo y la a valorar o problema, se le pedirá que utilizando el mismo mecanismo compare las fincas o parcelas agrícolas entre si en función de cada una de las variables explicativas.

Supongamos que se utilizan las fincas M, N, O y P como testigos para obtener el valor de la finca problema X, se le pedirá que para cada variable compare las fincas entre si utilizando también la Escala fundamental.

VARIABLE A COMPARACIONES

NOTACION

La Finca M es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la N
 La Finca M es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la O
 La Finca M es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la P
 La Finca M es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la X
 La Finca N es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la O
 La Finca N es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la P
 La Finca N es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la X
 La Finca O es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la P
 La Finca O es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la X
 La Finca O es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la X

Las comparaciones entre parcelas se plantean para todas las variables explicativas utilizadas.

ENCUESTA

Las variables explicativas seleccionadas son

Variable 1:
 Variable 2:
 Variable 3:
 Variable 4:
 Variable 5:

Las parcelas testigo son

Parcela testigo 1:
 Parcela testigo 2:
 Parcela testigo 3:
 Parcela testigo 4:
 Parcela testigo 5:
 Parcela testigo 6:

La parcela a valorar

Compare las variables explicativas entre ellas utilizando la Tabla fundamental

COMPARACIÓN

NOTACION

Variable _ frente a _

Compare las parcelas entre si en función de cada variable utilizando la tabla fundamental

VARIABLE :

COMPARACIONES

NOTACION

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

VARIABLE :

COMPARACIONES

NOTACION

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

VARIABLE :

COMPARACIONES

NOTACION

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

VARIABLE :

COMPARACIONES

NOTACION

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

VARIABLE :

COMPARACIONES

NOTACION

La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _
 La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _
 La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _
 La Finca _ es teniendo en cuenta esta variable con respecto a la _

_____ a _____ de _____ del 20__

Fdo. _____

CAPITULO 8. Modelos de valoración compuestos**8.1 - Introducción**

En capítulos anteriores hemos visto como aplicar en valoración la Programación por metas y el AHP, el primero en situaciones en las que se cuenta con información cuantitativa y el segundo cuando la información es tan escasa que el experto solo parte del conocimiento de los precios de los testigos.

En el caso de la aplicación de AHP uno de los inconvenientes que se le achaca es la subjetividad del método, en el sentido de que toda la información que se utiliza, salvo los precios de los testigos, es creada por el propio valorador, en este sentido hay que decir.

1. El método se aplica en situaciones en que el experto no puede conseguir información cuantificada, por lo tanto son valoraciones que no pueden ser abordadas por ninguna otra metodología.
2. La información es creada o elaborada por el valorador, pero es evidente que este como experto es capaz de aportar una información objetiva al método.
3. AHP aporta al experto una metodología que le ayuda a reflexionar de una forma sistemática y ordenada con lo que consigue objetivizar al máximo sus evaluaciones.
4. Hemos visto también en el capítulo anterior que el método puede ser utilizado por un grupo de expertos con lo cual el resultado final no ya depende de un solo valorador sino de la opinión y conocimientos de varios.

Existe otra posibilidad en el camino de utilizando la filosofía y la metodología de AHP ir reduciendo al máximo la dependencia de los conocimientos del experto En esa línea en este capítulo se presentan dos modelos de valoración multicriterio que son el resultado de la utilización conjunta de la GP y AHP, dichos modelos los hemos denominado modelo bietápico y modelo trietápico.

8.2 - Modelo Multicriterio Bietápico

El modelo bietápico resulta de una combinación de los métodos AHP y GP, si bien el primero de ellos no se emplea en su totalidad. En la primera etapa del modelo, basándose en la filosofía de AHP, se plantea para cada variable explicativa la correspondiente matriz de comparación pareada entre los testigos, e incluyendo al activo a valorar. A partir de cada una de estas matrices se obtiene un vector propio que ordena y pondera cada uno de los testigos en función de la variable explicativa correspondiente. La información obtenida en cuanto a la ponderación de estos testigos es la que posteriormente, en la segunda etapa del modelo, es utilizada en la programación por metas para conseguir la función de determinación del valor. El programa lineal de GP es el encargado de definir los coeficientes asociados a cada una de las variables explicativas, así como el término independiente si resultara distinto de cero.

El valor del activo problema se consigue sustituyendo, en la función obtenida anteriormente, las ponderaciones de las variables explicativas correspondientes al activo a valorar.

La utilización de GP queda justificada porque nos permite obtener los pesos o ponderaciones de cada variable explicativa sin tener que realizar las comparaciones pareadas entre ellas, con lo cual se disminuye la posible subjetividad que se introduciría en el modelo a través de las opiniones del experto para establecer estas comparaciones pareadas. Otra posibilidad propia de GP y no contemplada por AHP, es la de modelizar relaciones no lineales entre variables explicativas y la variable a explicar. En efecto, cuando en AHP se comparan los criterios, el valor asignado a la relación entre dos cualesquiera de ellos es fija (lineal), e independiente de los valores concretos que puedan tomar los testigos en esos criterios. Sin embargo, puede que ese coeficiente dependa de los valores concretos de los testigos, por lo que no parece que la relación lineal entre los criterios asumida por AHP tenga por qué ser la única concebible.

En las secciones siguientes se desarrollan dos ejemplos de aplicación del modelo en una valoración de un activo agrario y de un inmueble urbano.

8.3 - Ejemplo 1: Aplicación del Modelo Bietápico a la Valoración de un Activo Agrario

El experto se enfrenta a la valoración de una parcela y la única información cuantitativa que tiene es el precio por unidad de superficie de cuatro transacciones recientes de 4 parcelas comparables, como aparece en la Tabla 7.1.

El experto visita las parcelas testigo y problema y basándose en sus conocimientos agronómicos y de la zona, decide elegir como variables explicativas:

- El estado vegetativo: Variable que representa el desarrollo, estado sanitario y capacidad productiva del mismo.
- El microclima. Variable que representa la bondad del entorno del cultivo y que condiciona su desarrollo favorable.

PARCELAS	VALOR (u.m.)	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
1	4.000		
2	1.600		
3	5.550		
4	9.800		
X			

Tabla 8.1. Información de partida con la que cuenta el experto

ETAPA 1. El primer paso es teniendo en cuenta la Escala fundamental de comparación por pares vista en el capítulo 5 plantear las matrices de comparación pareadas, el cálculo de su consistencia y sus vectores propios de las parcelas en función de cada una de las variables explicativas, Estado vegetativo (Tablas 8.2 y 8.3), y microclima (Tablas 8.4 y 8.5).

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X
PARCELA 1	1/1	3/1	1/1	1/3	1/1
PARCELA 2		1/1	1/3	1/7	1/3
PARCELA 3			1/1	1/3	1/1
PARCELA 4				1/1	3/1
PARCELA X					1/1

$$RC = 0,20\%$$

Tabla 8.2. Matriz de comparaciones pareadas en función del estado vegetativo

0,1610
0,0566
0,1610
0,4604
0,1610

Tabla 8.3. Ponderación de las parcelas en función del estado vegetativo.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	PARCELA X
PARCELA 1	1/1	1/1	1/5	1/1	1/3
PARCELA 2		1/1	1/5	1/1	1/3
PARCELA 3			1/1	5/1	3/1
PARCELA 4				1/1	1/3
PARCELA X					1/1

$$RC = 0,9\%$$

Tabla 8.4. Matriz de comparaciones pareadas en función del microclima.

0,0876
0,0876
0,5007
0,0876
0,2364

Tabla 8.5. Ponderación de las parcelas en función del microclima.

ETAPA 2. Calculadas las ponderaciones de las parcelas en función de cada variable explicativa se pasa a la segunda etapa del modelo que es la aplicación de GP a la información obtenida.

PARCELAS	VALOR (u.m.)	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
1	4.000	0,1610	0,0876
2	1.600	0,0566	0,0876
3	5.550	0,1610	0,5007
4	9.800	0,4604	0,0876
X		0,1610	0,2364

Tabla 8.6. Ponderación de las parcelas para cada variable explicativa

A partir de la información de la Tabla 8.6, que recoge las ponderaciones de todas las parcelas para cada variable explicativa y el valor de las parcelas testigo, se plantea el siguiente modelo.

$$\text{Min} = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 + n_3 + p_3 + n_4 + p_4$$

s.a. (sujeto a)

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.1610 + a_2 * 0.0876 + n_1 - p_1 = 4.000 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.0566 + a_2 * 0.0876 + n_2 - p_2 = 1.600 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.1610 + a_2 * 0.5007 + n_3 - p_3 = 5.550 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.4604 + a_2 * 0.0876 + n_4 - p_4 = 9.800 ;$$

Se resuelve con LINGO y se obtiene la función.

$$\text{Valor} = 73,17 + 20.307,08 * x_1 + 4.308,74 * x_2$$

Sustituyendo los valores de la parcela X en la función anterior, se obtiene el valor de esta por unidad de superficie.

$$\text{Valor X} = 73,17 + 20.307,08 * 0,1610 + 4.308,74 * 0,2364 = \mathbf{4.361 \text{ u.m.}}$$

$$z = 279,94$$

Mediante el modelo bietápico de valoración se ha obtenido el valor de la unidadde superficie una parcela X partiendo de variables cualitativas que han sidocuantificadas en el propio modelo y de forma que el valor obtenido es una función detodas las variables explicativas utilizadas y de la importancia o ponderación de ellas.

Además la ponderación o peso de las variables explicativas se ha deducido directamente de la información de mercado sin intervención del experto.

8.4 -Adecuación del Modelo

Si aplicamos el Índice de adecuación conocido a los datos obtenidos:

$$z = 279,94$$

$$z' = 9.750 \text{ (Tabla 8.7)}$$

Parcelas	Valor	Diferencias absolutas con solución <i>naive</i>
1	4.000	1.238
2	1.600	3.638
3	5.550	313
4	9.800	4.563
SUMA		9.750

Tabla 8.7. Diferencias absolutas con el modelo *naive*

Se obtiene un Índice del 96,12%

$$I_a = [1 - (279.94 / 9750)] * 100 = 97,13 \%$$

Se observa como el alto valor del Índice nos indica una alta adecuación de la función obtenida.

8.5 - Ejemplo 2: Aplicación del Modelo Bietápico a la Valoración de un Inmueble Urbano

En este ejemplo vamos a plantear el problema de determinar un precio por m² de un inmueble urbano partiendo de una información puramente cualitativa. El experto se enfrenta a la necesidad de determinar dicho precio y solo cuenta con el conocimiento de 5 transacciones recientes en la misma ciudad de inmuebles parecidos y de los cuales conoce el precio por m² de la transacción ocurrida recientemente.

El experto, conocedor de la zona en la que trabaja y basándose en su experiencia como valorador, decide utilizar como variables explicativas:

- La calidad del entorno donde se ubican los edificios, valorándose como calidad los servicios de todo tipo existentes, la existencia de zonas verdes, la falta de contaminación, etc.
- La calidad del edificio, entendiéndose como tal la calidad de los materiales, la existencia de servicios como ascensor, aire acondicionado, etc.
- Estado de conservación del edificio, tanto en su fachada como en el interior.

Veamos cómo se plantea el modelo bietápico para abordar este problema a partir de la información de la Tabla 8.8.

EDIFICIOS	VALOR/m ²	CALIDAD ENTORNO	CALIDAD EDIFICIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
1	1.650			
2	700			
3	1.425			
4	1.600			
5	3.100			
X				

Tabla 8.8. Información de partida con la que cuenta el experto

ETAPA 1. El primer paso es teniendo en cuenta la Escala fundamental de comparación por pares plantear las matrices de comparación pareadas, el cálculo de su consistencia y sus vectores propios de los inmuebles urbanos en función de cada una de las variables explicativas. Calidad del entorno (Tablas 8.9 y 8.10), Calidad del edificio (Tablas 8.11 y 8.12) y Estado de conservación (Tablas 8.13 y 8.14).

	EDIFICIO 1	EDIFICIO 2	EDIFICIO 3	EDIFICIO 4	EDIFICIO 5	EDIFICIO X
EDIFICIO 1	1/1	3/1	3/1	1/3	1/5	1/3
EDIFICIO 2		1/1	1/1	1/7	1/9	1/7
EDIFICIO 3			1/1	1/7	1/9	1/7
EDIFICIO 4				1/1	1/3	1/1
EDIFICIO 5					1/1	3/1
EDIFICIO X						1/1

RC = 2,55%

Tabla 8.9. Matriz de comparaciones pareadas en función de la Calidad del entorno

0,0825
0,0328
0,0328
0,2069
0,4381
0,2069

Tabla 8.10. Ponderación de las parcelas en función de la Calidad del entorno

	EDIFICIO 1	EDIFICIO 2	EDIFICIO 3	EDIFICIO 4	EDIFICIO 5	EDIFICIO X
EDIFICIO 1	1/1	3/1	1/3	1/1	1/5	1/1
EDIFICIO 2		1/1	1/7	1/3	1/9	1/3
EDIFICIO 3			1/1	3/1	1/3	3/1
EDIFICIO 4				1/1	1/5	1/1
EDIFICIO 5					1/1	5/1
EDIFICIO X						1/1

RC = 5,98%

Tabla 8.11. Matriz de comparaciones pareadas en función de la Calidad del edificio

0,0891
0,0343
0,2355
0,0891
0,4630
0,0891

Tabla 8.12. Ponderación de las parcelas en función de la Calidad del edificio

	EDIFICIO 1	EDIFICIO 2	EDIFICIO 3	EDIFICIO 4	EDIFICIO 5	EDIFICIO X
EDIFICIO 1	1/1	5/1	3/1	1/1	1/1	3/1
EDIFICIO 2		1/1	1/3	1/5	1/5	1/3
EDIFICIO 3			1/1	1/3	1/3	1/1
EDIFICIO 4				1/1	1/1	3/1
EDIFICIO X					1/1	3/1
EDIFICIO X						1/1

RC = 2,07%

Tabla 8.13. Matriz de comparaciones pareadas en función de la Calidad del Estado de conservación

0,2194
0,0403
0,0820
0,2194
0,2194
0,2194

Tabla 8.14. Ponderación de las parcelas en función de la Calidad del Estado de conservación

ETAPA 2. Calculadas las ponderaciones de los inmuebles en función de cada variable explicativa se pasa a la segunda etapa del modelo que es la aplicación de GP a la información obtenida.

EDIFICIOS	VALOR	CALIDAD ENTORNO	CALIDAD EDIFICIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
1	1.650	0,0825	0,0891	0,2194
2	700	0,0328	0,0343	0,0403
3	1.425	0,0328	0,2355	0,0820
4	1.600	0,2069	0,0891	0,2194
5	3.100	0,4381	0,4630	0,2194
X		0,2069	0,0891	0,2194

Tabla 8.15. Precio y ponderación de los edificios para cada variable explicativa

A partir de la información de la Tabla 8.15, que recoge las ponderaciones para todas las variables explicativas y los precios de los inmuebles, se plantea el siguiente modelo.

$$\text{Min} = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 + n_3 + p_3 + n_4 + p_4 + n_5 + p_5 ;$$

s.a. (sujeto a)

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.0825 + a_2 * 0.0891 + a_3 * 0.2194 + n_1 - p_1 = 1.650 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.0328 + a_2 * 0.0343 + a_3 * 0.2194 + n_2 - p_2 = 700 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.0328 + a_2 * 0.2355 + a_3 * 0.0820 + n_3 - p_3 = 1.425 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.2069 + a_2 * 0.0891 + a_3 * 0.2194 + n_4 - p_4 = 1.600 ;$$

$$a_{0n} + a_{0p} + a_1 * 0.4381 + a_2 * 0.4630 + a_3 * 0.2194 + n_5 - p_5 = 3.100 ;$$

$$n_1 + p_1 + n_2 + p_2 + n_3 + p_3 + n_4 + p_4 + n_5 + p_5 = Z$$

Se resuelve con LINGO y se obtiene la función.

$$\text{Valor} = 400,17 + 1.189,64 * x_1 + 2.746,62 * x_2 + 4.133,78 * x_3$$

$$z = 197,99$$

Sustituyendo los valores del inmueble X en la función anterior, se obtiene el valor buscado.

$$\text{Valor X} = 400,17 + 1.189,64 * 0,2069 + 2.746,62 * 0,0891 + 4.133,78 * 0,2194 = \mathbf{1.797 \text{ u.m.}}$$

Mediante el modelo bietápico de valoración se ha obtenido el valor de un inmueble urbano X partiendo de variables cualitativas que han sido cuantificadas en el propio modelo y de forma que el valor obtenido es una función de todas las variables explicativas significativas utilizadas y de la importancia o ponderación de ellas.

8.6 - Adecuación del Modelo

Si aplicamos el Índice de adecuación visto en la sección 2 a la función obtenida.

$$z = 197,99$$

$$z' = 2.730 \text{ (Tabla 8.16)}$$

Parcelas	Valor	Diferencias absolutas con solución naive
1	1.650	85
2	700	835
3	1.425	310
4	1.600	135
5	3.100	1.365
SUMA		2.730

Tabla 8.16. Diferencias absolutas con el modelo *naive*

Siendo el Índice de adecuación del 92,74%.

$$I_a = [1 - (279.94/9750)] * 100 = 97,13 \%$$

6.7 - Criterio Trietápico Multicriterio de Valoración

Una de las ampliaciones que permite el modelo propuesto es la intervención de distintos expertos en la determinación del valor. Esta característica es interesante sobre todo para valoraciones de cierta importancia, bien por su importe o por sus repercusiones sociales, ya que permite llegar a un valor final, resultado no solo de la apreciación de un único valorador sino del consenso de un grupo de ellos.

El procedimiento a seguir en este caso estaría compuesto por tres etapas.

ETAPA 1. Coincide con la del modelo bietápico, pero en lugar de ser un único experto el que plantea las matrices de comparación pareada, son varios expertos los que elaboran por separado el conjunto de matrices, con lo cual al final se tendrán tantos grupos de vectores propios (en función de las distintas variables) como expertos hayan intervenido. Es lógico pensar que aun-

que los vectores propios tengan una estructura de ponderación similar (Este supuesto se da cuando los expertos que intervienen son de formación, conocimientos e intereses parecidos; en este caso el método propuesto es el adecuado. Puede darse el caso de que los expertos no coincidan en los supuestos mencionados, esto suele suceder con frecuencia en valoraciones que van a influir en decisiones de tipo político o con repercusión social y por lo tanto las ponderaciones son bastante o muy distintas unas de otras. En dicho supuesto la agregación debe realizarse utilizando el modelo extendido de GP) no serán exactamente iguales, por lo tanto hay que llegar a una ponderación única agregada de todas las ponderaciones.

Este supuesto se da cuando los expertos que intervienen son de formación, conocimientos e intereses parecidos; en este caso el método propuesto es el adecuado. Puede darse el caso de que los expertos no coincidan en los supuestos mencionados, esto suele suceder con frecuencia en valoraciones que van a influir en decisiones de tipo político o con repercusión social y por lo tanto las ponderaciones son bastante o muy distintas unas de otras. En dicho supuesto la agregación debe realizarse utilizando el modelo extendido de GP)

ETAPA 2. La agregación de las distintas ponderaciones se realizan utilizando la Programación por metas, planteando el siguiente modelo (Linares y Romero, 2002):

$$\text{Min} = \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^m (n_{ij} + p_{ij}) ;$$

$$\text{s.t} \quad [17]$$

$$w_i^s + n_{ij} - p_{ij} = w_i^j :$$

$$i \in \{1, \dots, q\} ; j \in \{1, \dots, N_j\}$$

donde w_i^j representa el peso otorgado por el experto j al testigo i ; n_{ij} y p_{ij} son las variables desviación negativa y positiva, respectivamente, ligadas al testigo i y experto j ; w_i^s representa el peso consensuado buscado para el testigo i , donde el supraíndice s hace referencia al criterio. Se resolverán tantos modelos GP como criterios analizados.

ETAPA 3. Situados en este punto se sigue el proceso idéntico a la segunda etapa del modelo bietápico. Esto es, a partir de las preferencias agregadas se plantea el modelo de GP. Su resolución proporciona el valor buscado, que en este caso no es producto de la opinión de un solo experto, sino que es consecuencia del conocimiento de varios expertos.

8.8 - Ejemplo de Aplicación del Modelo Trietápico

Vamos a utilizar, para mayor comprensión del proceso, el mismo ejemplo del modelo bietápico, pero en este caso son varios los valoradores que intervienen en busca de un valor de consenso en función de la opinión de todos ellos.

ETAPA 1. Partimos de la misma información que en el modelo bietápico, tabla 1, pero ahora son tres los expertos que van a determinar el valor de la parcela problema. Se eligen también como variables explicativas el Estado vegetativo y el Microclima.

Cada experto plantea sus matrices de comparación pareadas de las parcelas en función de cada variable explicativa, de las cuales después de medir su consistencia se calculan los vectores propios.

Tendremos tres ponderaciones (una por cada experto) de las parcelas para cada variable explicativa. Tablas 8.17 y 8.17

Parcelas	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3
1	0,1610	0,1322	0,1234
2	0,0566	0,0784	0,0440
3	0,1610	0,1322	0,1234
4	0,4604	0,3647	0,3592
x	0,1610	0,2952	0,3501

Tabla 8.17. Ponderaciones de los tres expertos en función del Estado vegetativo

Tenemos que llegar en cada caso a una ponderación agregada. Planteamos el modelo de GP.

$$\text{Min} = n_{11} + p_{11} + n_{12} + p_{12} + n_{32} + p_{13} + n_{21} + p_{21} + n_{22} + p_{22} + n_{23} + p_{23} + n_{31} + p_{31} + n_{32} + p_{32} + n_{33} + p_{33} + n_{41} + p_{41} + n_{42} + p_{42} + n_{43} + p_{43} + n_{51} + p_{51} + n_{52} + p_{52} + n_{53} + p_{53}$$

s.a.

$$w_1 + n_{11} - p_{11} = 0,1610 ;$$

.

.

.

$$w_5 + n_{53} - p_{53} = 0,3501 ;$$

Resolviendo con LINGO obtenemos el vector de ponderación agregado.

$$W = (0,1322; 0,0566; 0,1322; 0,3647; 0,3952) \cdot T$$

La tabla 8.18 expresa las ponderaciones de los tres expertos para la variable explicativa microclima.

Parcelas	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3
1	0,0876	0,0698	0,0890
2	0,0876	0,1362	0,1715
3	0,5007	0,2788	0,4790
4	0,0876	0,0698	0,0890
x	0,2364	0,4454	0,1715

Tabla 8.18. Ponderaciones de los tres expertos en función del microclima

Planteamos el modelo de GP.

$$\text{Min} = n_{11} + p_{11} + n_{12} + p_{12} + n_{32} + p_{13} + n_{21} + p_{21} + n_{22} + p_{22} + n_{23} + p_{23} + n_{31} + p_{31} + n_{32} + p_{32} + n_{33} + p_{33} + n_{41} + p_{41} + n_{42} + p_{42} + n_{43} + p_{43} + n_{51} + p_{51} + n_{52} + p_{52} + n_{53} + p_{53}$$

s.a.

$$w_1 + n_{11} - p_{11} = 0,0876 ;$$

.

.

.

$$w_5 + n_{53} - p_{53} = 0,1715 ;$$

Resolviendo con LINGO obtenemos el vector de ponderación agregado.

$$W = (0,0876; 0,1362; 0,4790; 0,0876; 0,2364)_T$$

Con los vectores de ponderación agregados (Tabla 8.19) finaliza la Etapa 2 del modelo.

PARCELAS	VALOR	ESTADO VEGETATIVO	MICROCLIMA
1	4.000	0,1610	0,0876
2	1.600	0,0566	0,0876
3	5.550	0,1610	0,5007
4	9.800	0,4604	0,0876
X		0,1610	0,2364

Tabla 8.19. Precio y ponderación de las parcelas para cada variable explicativa

ETAPA 3. Esta etapa es similar a la dos del modelo bietápico, partiendo de las ponderaciones agregadas planteamos el modelo de GP con la ponderación de los testigos con el fin de obtener la función que explica el valor de ellos con las variables explicativas utilizadas.

$$\text{Min} = n_1 + p_1 + n_2 + p_2 + n_3 + p_3 + n_4 + p_4$$

s.a. (sujeto a)

$$a_1 * 0.1322 + a_2 * 0.0876 + n_1 - p_1 = 4.000 ;$$

$$a_1 * 0.0566 + a_2 * 0.1362 + n_2 - p_2 = 1.600 ;$$

$$a_1 * 0.1322 + a_2 * 0.4790 + n_3 - p_3 = 5.550 ;$$

$$a_1 * 0.3647 + a_2 * 0.0876 + n_4 - p_4 = 9.800 ;$$

Resolvemos con LINGO y nos da la función.

$$V = 25.825,42 * a_1 + 4.354,65 * a_2$$

Si sustituimos los valores de la parcela X en dicha función

$$V_x = 25.825,42 * 0,1610 + 4.354,65 * 0,2364 = \mathbf{5.187,27 \text{ €}}$$

Valor de la parcela teniendo en cuenta el criterio de tres valoradores.

CAPITULO SIETE

Métodos Estadísticos para la Valuación Inmobiliaria - Finalidad y Conceptos

3.1. METODO DE LAS DISTRIBUCION BETA (o de las DOS BETAS) ¹

En muchos problemas que se presentan en la realidad, la característica poblacional responde a una Distribución Normal, aunque también es verdad que los fenómenos estadísticos no siempre pueden ser descriptos con fidelidad mediante esta distribución a causa de las siguientes circunstancias:

- 1º - En Distribución Normal, la característica poblacional toma valores entre $(-\infty)$ y $(+\infty)$. En cambio, en muchos fenómenos estadísticos reales la característica poblacional no puede tomar valores negativos, sino solo positivos. Por ejemplo, éste es el caso de la superficie de una población de parcelas. La superficie de una parcela nunca puede venir medida por un número negativo.
- 2º - Además, ocurre a veces que la característica poblacional está acotada entre un extremo inferior y un extremo superior. Por lo menos, puede considerarse acotada, teniendo en cuenta la información que posee. Por ejemplo, la cosecha de uva no supera nunca los 50.000 kgs / ha. Este puede considerarse como el extremo superior. Por otra parte, se sabe también que dicha cosecha rara vez es inferior a 10.000 kgs / ha. Este sería el extremo inferior.
- 3º - En la Distribución Normal coinciden siempre la media y la moda. Sin embargo, en algunos fenómenos reales no ocurre siempre así.

Este método también se llama Método de las Dos Betas y Método de las Dos Funciones de Distribución, lo cuál se justifica, porque intervienen siempre en él dos funciones estadísticas de densidad (una para los precios de mercado y otra para el signo exterior) las cuales sirven como herramienta comparativa. Su ventaja principal es que necesita poca información empírica (escaso número de datos y fáciles de investigar).

Otra ventaja es la rapidez de cálculo.

El método, brevemente, se basa en lo siguiente: La variable "Valor de mercado de un inmueble", obedecerá estadísticamente a una función de distribución F. Por su parte, el índice, parámetro o variable explica ti va obedecerá estadísticamente a otra función de distribución G. Se supone que las distribuciones F y G tienen forma de campana o similar (las mejores para nuestro propósito son la distribución Beta y la triangular). Entonces, el método establece una relación entre ambas variables, que permite estimar el valor de mercado conociendo el correspondiente valor del parámetro.

La Distribución Beta es de forma campaniforme al igual que la distribución normal pero con la ventaja de estar acotada superior e inferiormente por dos valores positivos (límite inferior y límite superior). Para nuestros propósitos, ello supone las siguientes ventajas: 1) como los límites superior e inferior están sobre el eje OX positivo, todos los valores de la distribución Beta son positivos; por tanto, podemos atribuirles un significado económico; 2) como se trata de una distribución campaniforme, semejante por su aspecto a la Normal, describe adecuadamente los comportamientos normales o típicos de las variables económicas; 3) si se conocen los límites inferior y superior y también la moda, estos tres valores son suficientes para ajustar una distribución Beta. Esta última propiedad es muy importante para el método de las Dos Betas, ya que el ajuste puede hacerse en cada caso concreto conociendo solamente tres datos estadísticos.

Además la media no tiene porqué coincidir con la moda y la mediana.

Como se ha dicho, se comienzan ajustando a distribuciones Beta:

- a) La variable "Valor de Mercado" para un inmueble de una misma clase "C". Se le llama "V".

¹ Extraído y Adaptado de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

- b) La variable explicativa que se utiliza para estimar “V”, por ejemplo, emplazamiento del inmueble se le llama “L”.

La expresión “un inmueble de una misma clase C”, se refiere a las características urbanísticas y económicas del inmueble que se quiere valorar. El conjunto de inmuebles de una misma clase está compuesto por elementos de calidad aproximadamente homogénea, aunque dicha calidad no sea exactamente igual en unos inmuebles que en otros, por lo cuál habrá diferencias de precio para inmuebles incluidos dentro de la misma clase. Por ejemplo, todos los terrenos donde se permite edificar en altura y que se encuentren situados en una misma área urbana forman un conjunto de terrenos de clase “C”, pero dentro de este conjunto pueden distinguirse, a su vez, ciertas diferencias a causa de la longitud de la fachada, proximidad a centro comercial, etc., que implican diferencias en el valor de mercado.

En la práctica, aunque se disponga de pocos datos, pueden conseguirse a menudo los datos siguientes:

- El valor de mercado más bajo entre los inmuebles de la clase “C”. Este límite inferior para la variable “V” corresponde, naturalmente, a los inmuebles de peor calidad dentro de “C”
- El valor de mercado más alto entre los inmuebles de la clase “C”. Este límite superior para la variable “V” corresponde, naturalmente, a los inmuebles de mejor calidad dentro de “C”
- El valor de mercado más frecuente en la clase “C”. Este valor para la variable “V” corresponde a la calidad más común dentro de “C” (moda de la distribución).

Análogamente, suele conocerse a menudo el máximo, el mínimo y la moda de la variable explicativa.

Estos tres datos son suficientes para ajustar L a una distribución Beta.

En efecto, supongamos que se quiere estimar el valor de mercado para una finca agrícola F_i de clase C. La clase C incluye las fincas llanas y fértiles, situadas en una zona de contornos perfectamente definidos.

Como variable explicativa, se elige el importe de producción bruta P.

Si el valor de mercado de una finca F_i es mayor que el de otra finca F_j , el índice L_i correspondiente a la primera es también mayor que el índice L_j correspondiente a la segunda. Si dos fincas tienen igual valor de mercado, tienen también el mismo índice.

Sean:

- LA** = el más bajo índice L entre los inmuebles de clase “C”
- LB** = el más alto índice L entre los inmuebles de clase “C”
- LM** = la moda de los índices entre los inmuebles de clase “C”

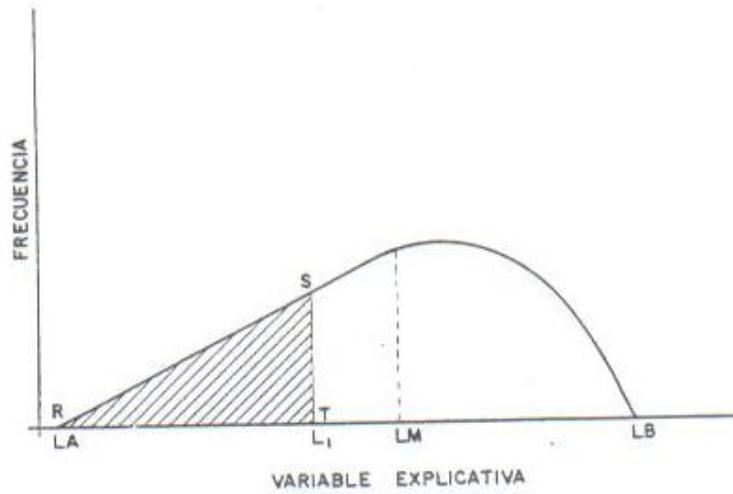
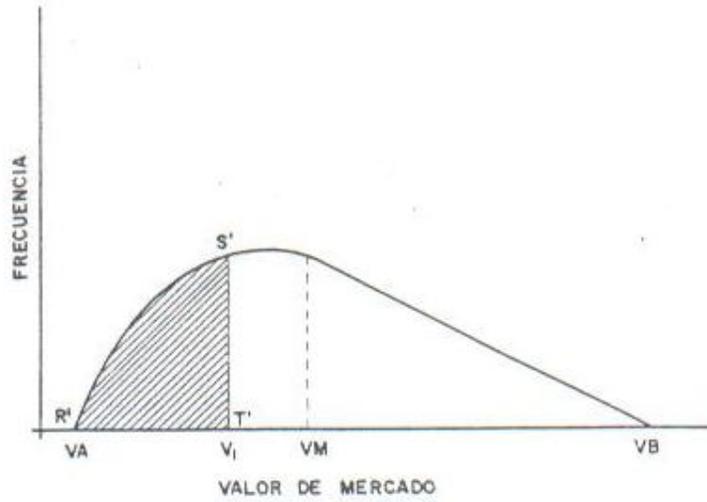
Los números **LA**, **LB** y **LM** determinan una distribución Beta. Su función de densidad se grafica en la página siguiente.

Análogamente sean:

- VA** = el más bajo valor de mercado entre los inmuebles de clase “C”
- VB** = el más alto valor de mercado entre los inmuebles de clase “C”
- VM** = la moda de los valores de mercado entre los inmuebles de clase “C”

Los números **VA**, **VB** y **VM** determinan una distribución Beta. Su función de densidad se grafica en la página siguiente.

EL METODO BETA O DE LAS DOS DISTRIBUCIONES BETA



De acuerdo con lo anterior, se tienen las siguientes correspondencias

Al más bajo índice **LA** corresponde el más bajo valor de mercado.

Al más alto índice **LB** corresponde el más alto valor de mercado

Sean por último:

L1 = el índice de producción bruta del inmueble que se desea valorar. Naturalmente conocido

V1 = valor de mercado (desconocido) del inmueble a tasar Fj

En la gráfica nº 1, el área rayada RST representa el porcentaje “h” de fincas de clase C cuyo índice es menor o igual que L. Se toma ahora, en la figura nº 2, un área R’S’T’ (también rayada) igual al área RST

Se sabe que todas las fincas de clase C cuyo índice sea menor o igual que L1 tienen un valor de mercado menor o igual que V1. Luego en la figura nº 2, el área rayada R’S’T’ representa el porcentaje “h” de fincas de clase C cuyo valor de mercado es menor o igual que V1.

Por tanto, el valor V1 corresponde al punto T’ en la figura nº 2. Se puede encontrar fácilmente usando unas tablas de la distribución Beta que permiten calcular el área RST = R’S’T’. De este modo queda resuelto el problema.

Como se vé, el método exige conocer estos datos: los valores de mercado **VA**, **VB** y **VM**, los correspondientes índices **LA**, **LB** y **LM** y el índice L1 para la finca que se quiere valorar. En la práctica, esta información puede encontrarse mediante una pequeña encuesta, en el caso de que no existan estadísticas de precios.

Tabulación y Tipificación

Como es habitual, se parte de la hipótesis que los parámetros de la distribución tienen la forma:

$$p = h + (2)^{1/2}$$

$$q = h - (2)^{1/2}$$

siendo “h” un número real positivo o negativo.

Sean:

a = extremo inferior de la distribución

b = extremo superior de la distribución

M = moda de la distribución

En los manuales de estadística se demuestra que la moda de la distribución Beta depende de p y q, según la siguiente ecuación:

$$M = \frac{aq + bp}{p + q}$$

Sustituyendo los valores p y q dados, resulta

$$M = \frac{a [h - (2)^{1/2}] + b [h + (2)^{1/2}]}{2h}$$

Despejando “h”, se obtiene

$$h = \frac{(2)^{\frac{1}{2}} * (b - a)}{2 M - (a + b)}$$

Según se ha explicado anteriormente se parte del conocimiento de los extremos a y b, así como de la moda M. Sustituyendo estos datos en la fórmula se calcula inmediatamente el parámetro "h". Conocido "h", la distribución queda perfectamente determinada, ya que sus parámetros p, q se expresan en función de "h".

Por otra parte, la función de densidad f (x,p,q), donde x es la variables aleatoria Beta, puede tipificarse mediante el cambio de variable:

$$y = \frac{x - a}{b - a}$$

Sea f (y) la función de densidad tipificada. Los valores extremos de la variables y se obtienen de la fórmula anterior como sigue:

Para x = a, resulta como extremo inferior:

$$y = \frac{a - a}{b - a} = 0$$

Para x = b, resulta como extremo superior:

$$y = \frac{b - a}{b - a} = 1$$

Las tablas de la distribución Beta están referidas a la distribución tipificada.

Criterio de Evaluación Dos Betas

Si se supone que se quiere estimar el valor de mercado para un inmueble F1 de clase C. La clase C incluye los departamentos de una cierta zona céntrica. Como variable explicativa, el tasador elabora un índice de calidad urbanística que engloba diversos signos externos. Estos signos externos se clasifican en cuatro grandes apartados:

- A) Entorno Urbanístico
- B) Características generales del edificio donde se encuentra la vivienda
- C) Características específicas de la vivienda
- D) Distancias y comunicaciones

Dentro de cada uno de estos apartados, el tasador contempla unos signos externos de detalle como pueden ser los siguientes:

- Respecto al entorno urbanístico: estatus socioeconómico de la población, densidad y lujo de los comercios, polución, calidad de urbanización en calles y accesos, etc.

- Respecto a las características generales del edificio: fachada, portal, ascensores, escaleras, instalaciones comunes, etc.
- Respecto a las características de la vivienda: superficie, distribución de habitaciones, número de cuartos de baño, calidades constructivas, etc.
- Respecto a distancias y comunicaciones: distancias ponderadas a centros urbanos importantes (negocios, oficinas, etc.), distancias ponderadas a paradas de micros, etc.

Estos signos externos se ponderan utilizando unas escalas de longitud variable. Así, cuando uno de los signos externos tiene mucha importancia a juicio del tasador, se puede emplear una escala larga (entre 0 y 100). Si el tasador atribuye menos importancia al signo externo, se acorta la respectiva escala (reduciendo por ejemplo el intervalo entre 0 y 20). Sin duda la experiencia del tasador es determinante al elegir estas escalas. Como consecuencia de las ponderaciones que se acaban de señalar, el tasador óptima el valor de la calidad urbanística para cada inmueble. Esta calidad urbanística así cuantificada, será el índice o signo externo global que se manejará en el método beta.

El modelo se apoya en el siguiente criterio básico: “si el índice L_1 de un inmueble F_1 es mayor que el L_j de otro inmueble F_j , el valor de mercado V_1 correspondiente al primer inmueble será también mayor que el valor de mercado V_j correspondiente al segundo. Si dos inmuebles tienen igual índice, tendrán también el mismo valor de mercado”.

Este criterio es aceptable siempre que el índice “L” se haya elegido de modo satisfactorio. Su realismo depende de que “V” y “L” se encuentren estrechamente correlacionados, de tal forma que un aumento (disminución) de “L” implique un aumento (disminución) de “V”, aunque no necesariamente proporcional.

Ejemplo 3.1. Aplicación de la distribución Beta mediante tablas ²

Se va a calcular la valoración de una finca en una zona donde los valores son los siguientes:

- VA** = el más bajo valor de mercado entre los inmuebles = \$/ha 35.000
- VB** = el más alto valor de mercado entre los inmuebles = \$/ha 80.000
- VM** = la moda de los valores de mercado entre los inmuebles = \$/ha 61.000
- V1** = Valor de mercado de la finca a tasar

Por otra parte los importes de la producción bruta (que se toma como índice de comparación – Variable Explicativa)

- LA** = el más bajo índice L entre los inmuebles = \$ 4.000
- LB** = el más alto índice L entre los inmuebles = \$ 10.000
- LM** = la moda de los índices entre los inmuebles = \$ 8.400
- L1** = producción bruta de la finca a tasar = \$ 7.000

Se puede atribuir a la población estadística de valores de mercado una distribución Beta, cuyo parámetro “h1” es:

² Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

$$h_1 = \frac{(2)^{1/2} * (b - a)}{2M - (a + b)} = \frac{(2)^{1/2} * (80.000 - 35.000)}{(2 * 61.000) - (80.000 + 35.000)} = 9$$

Así pues:

$$p = h + (2)^{1/2} = 9 + (2)^{1/2}$$

$$q = h - (2)^{1/2} = 9 - (2)^{1/2}$$

A la población estadística de producciones brutas se le atribuye una distribución Beta cuyo parámetro "h2" es:

$$h_2 = \frac{(2)^{1/2} * (b - a)}{2M - (a + b)} = \frac{(2)^{1/2} * (10.000 - 4.000)}{(2 * 8.400) - (10.000 + 4.000)} = 3$$

Así pues:

$$p = h + (2)^{1/2} = 3 + (2)^{1/2}$$

$$q = h - (2)^{1/2} = 3 - (2)^{1/2}$$

Tipificando la variable producción bruta, el valor de y para x = 7.000, se deduce

$$y = \frac{x - a}{b - a} = \frac{7.000 - 4.000}{10.000 - 4.000} = 0.5$$

Buscando en las tablas de la distribución Beta correspondiente a h = 3 (Tabla Beta I.2), resulta:

$$y = 0.5 \text{ ----- } F(y) = 0.101 \text{ (fila 50)}$$

En las mismas tablas de la distribución Beta para h = 9 (Tabla Beta 1.8), se tiene:

$$\text{Para } F(y') = 0.101 \text{ ----- } y' = 0.43 \text{ (fila 43 de la Tabla 1.8)}$$

Deshaciendo la tipificación, se obtiene:

$$0.43 = \frac{X' - 35.000}{80.000 - 35.000}$$

De donde resulta como estimación del valor de mercado de la finca a valorar: **X' = 54.350 \$/ha**

3.2. DISTRIBUCION TRIANGULAR: ³

Tiene la ventaja de quedar totalmente definida por sus valores extremos (V_1 y V_2), la moda (V_m) y la frecuencia modal (ordenada de V_m), cosa que facilita enormemente el manejo con respecto a la distribución Beta que presenta más dificultades en cálculo.

Se pueden distinguir dos tipos de distribución triangular, según que la moda se sitúe a la derecha del centro de la base del triángulo o a la izquierda.

Los valores obtenidos son muy parecidos a los obtenidos con la distribución Beta, por lo que es perfectamente preferible a esta.

Las curvas campaniformes se sustituyen por triángulos:

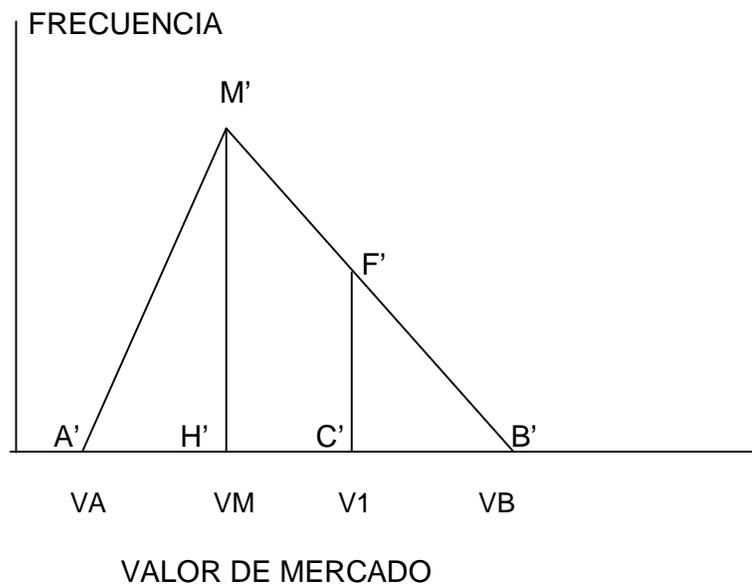
Cuando se utilizan las fórmulas geométricas e la aplicación de la variante triangular conviene distinguir varios casos, según el valor que tome la variable explicativa y la variable Valor de Mercado en el inmueble objeto de la tasación respecto a los valores modales de ambas variables.

Sean:

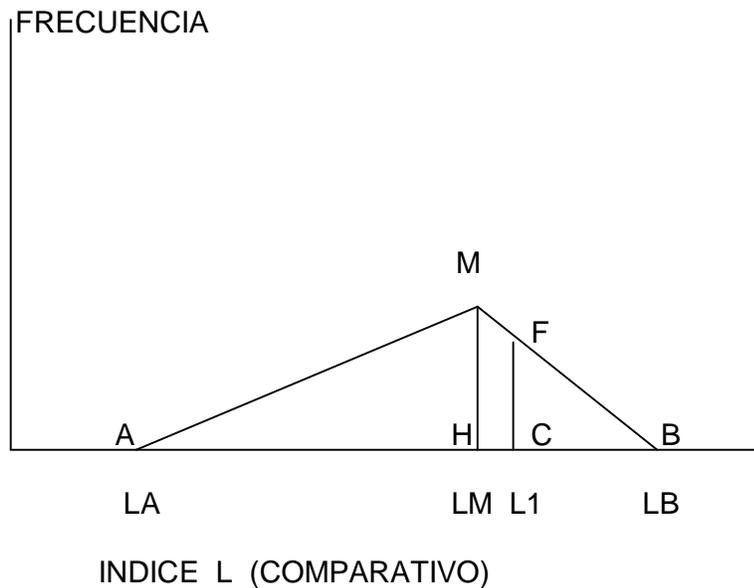
- LA** = el más bajo índice L entre los inmuebles de clase "C"
- LB** = el más alto índice L entre los inmuebles de clase "C"
- LM** = la moda de los índices entre los inmuebles de clase "C"

Análogamente:

- VA** = el más bajo valor de mercado entre los inmuebles de clase "C"
- VB** = el más alto valor de mercado entre los inmuebles de clase "C"
- VM** = la moda de los valores de mercado entre los inmuebles de clase "C"



³ Extraído y Adaptado de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER



Y, por último:

L_1 = el índice fiscal del inmueble que se desea valorar. Naturalmente conocido
 V_1 = valor de mercado (desconocido) del inmueble a tasar

Por lo tanto:

1º - La variable explicativa del inmueble " L_1 " toma un valor inferior al valor modal " LM " y el valor de mercado " V_1 ", toma un valor inferior al valor modal " VM ", es decir:

$$L_1 < LM$$

$$V_1 < VM$$

El valor de mercado V_1 del inmueble objeto de valoración se obtiene mediante la expresión:

$$V_1 = V_A + \frac{(L_1 - L_A) * [(V_M - V_A) * (V_B - V_A)]^{1/2}}{(L_M - L_A) * (L_B - L_A)}$$

2º - La variable explicativa del inmueble " L_1 " toma un valor superior al valor modal " LM " y el valor de mercado " V_1 ", toma también un valor superior al valor modal " VM ", es decir:

$$L_1 > LM$$

$$V_1 > VM$$

El valor de mercado V_1 del inmueble objeto de valoración se obtiene mediante la expresión:

$$V_1 = V_B - \frac{(L_B - L_1) * [(V_B - V_M) * (V_B - V_A)]^{1/2}}{(L_B - L_M) * (L_B - L_A)}$$

3º - La variable explicativa del inmueble "L1" toma un valor superior al valor modal "LM" , mientras que el valor de mercado "V1" , toma un valor inferior al valor modal "VM" , es decir:

$$L_1 > L_M$$

$$V_1 < V_M$$

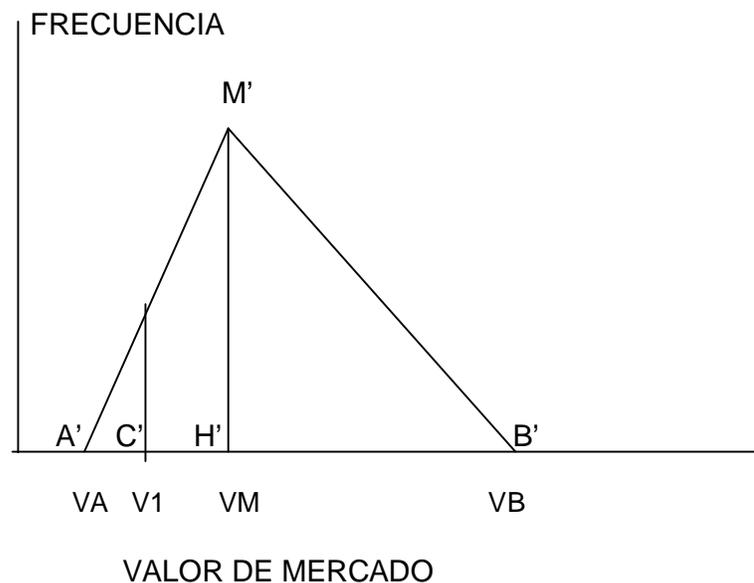
El valor de mercado V1 del inmueble objeto de valoración se obtiene mediante la expresión:

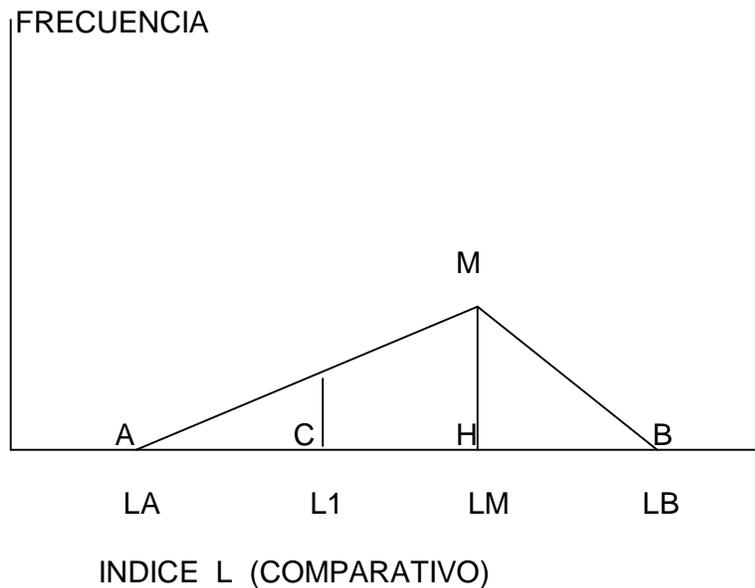
$$V_1 = V_A + \left[1 - \frac{(L_B - L_1)^2}{(L_B - L_M) * (L_B - L_A)} \right] (V_M - V_A) * (V_B - V_A)^{1/2}$$

4º - La variable explicativa del inmueble "L1" toma un valor inferior al valor modal "LM" , mientras que el valor de mercado "V1" , toma un valor superior al valor modal "VM" , es decir:

$$L_1 < L_M$$

$$V_1 > V_M$$





El valor de Mercado V_1 del inmueble objeto de valoración se obtiene mediante la expresión:

$$V_1 = V_B - \left[1 - \frac{(L_1 - L_A)^2}{(L_M - L_A) * (L_B - L_A)} \right] (V_B - V_M) * (V_B - V_A)^{1/2}$$

Aplicación del método en la actividad inmobiliaria : Múltiples signos externos.

Cuando el Método Beta, ya sea, en su variante triangular o cualquier otra variante, se lleva a la práctica, rara vez ocurre que el tasador pueda encontrar un único índice con validez explicativa global. En otras palabras, en una tasación determinada es difícil encontrar un índice que refleje por sí solo la calidad global de cada uno de los inmuebles. Sólo en ciertos casos particulares el tasador trabajará con un índice único sin perder fiabilidad evaluatoria. Desde luego estos casos particulares son pocos frecuentes. Por ejemplo se puede trabajar con un solo índice cuando se quiere tasar un inmueble cuyo precio de mercado depende sólo de sus distancias a centros urbanos importantes. Entonces, el índice único será la media ponderada de dichas distancias.

Ahora bien, cuando el inmueble problema es un edificio, un apartamento, un local de negocios, etc., el tasador debe contemplar múltiples signos externos, cada uno de los cuales contribuye en una pequeña medida a explicar el precio de mercado. Así, por ejemplo, para un edificio de oficinas se tendría, en primer lugar, unos signos externos de entorno urbanístico, como son el carácter más o menos comercial del barrio, el ancho de las calles, la facilidad de estacionamiento para vehículos, etc. En segundo lugar, el tasador tendría que considerar unos signos externos de calidad arquitectónica como son la suntuosidad de la construcción, su modernidad, etc. Por último, habría que considerar unos signos externos de distancias a centros neurálgicos de la ciudad, las estaciones de subterráneos próximas, etc.

Todos los signos externos, cuyo número puede alcanzar una cifra alta, se deben condensar en un índice único para aplicar el método Beta. La condensación se realiza asignando a cada signo externo un coeficiente de ponderación. El índice, será entonces la suma de niveles de los signos externos, ponderando cada nivel con el peso respectivo. Los niveles se llaman también puntuaciones. Los pesos o coeficientes de ponderación se determinan por el tasador con arreglo a su experiencia. Se podría objetar que el uso de múltiples signos externos disminuye la fiabilidad de los resultados, ya que los coeficientes de ponderación se fijan por el tasador sin recurrir a una metodología sofisticada para estimarlos. Sin embargo, no existe una técnica evaluatoria alternativa que se libre de este inconveniente y que al mismo tiempo sea capaz de barajar todo el paquete de signos externos que influyen significativamente sobre el precio de mercado.

Aplicación del método en la actividad inmobiliaria : Múltiples signos externos. Ejemplo

Se explicará mediante un ejemplo, el modo de estructurar los signos externos, asignando a cada uno de ellos un coeficiente de ponderación. Se utilizará el ejemplo de las oficinas, pensando en un edificio aislado (tipo torre) y construido en fecha reciente en un barrio céntrico de cierta ciudad.

En la tabla que se adjunta, los pesos se han introducido explícitamente, es decir, consignando el valor numérico de cada peso para cada signo externo. Por ello esta tabla se llama "Estructura de signos externos con pesos explícitos".

Así pues, como resultado de las ponderaciones señaladas, el tasador obtiene los siguientes índices:

- | | |
|---|------------|
| ➤ Para los inmuebles similares de peor calidad | LA = 39,65 |
| ➤ Para los inmuebles similares de mejor calidad | LB = 86,50 |
| ➤ Para los inmuebles similares más frecuentes | LM = 65,05 |
| ➤ Para el inmueble problema | L1 = 69,50 |

Estructura de Signos Externos sin Pesos Implícitos

Signo Externo	Intervalo Puntuación	Puntuación			
		L1	LA	LM	LB
Entorno Urbanístico		125	55	105	200
Categoría económico-geográfica del municipio	0 - 20	20	20	20	20
Densidad de oficinas en el área	0 - 50	40	5	10	50
Ancho de calle	0 - 50	30	10	25	50
Tráfico peatonal	0 - 50	25	10	25	45
Posibilidad de estacionamiento	0 - 40	10	10	25	35
Características del Inmueble		250	85	235	295
Fachada	0 - 60	60	20	40	60
Vestíbulo	0 - 40	10	5	10	35
Ascensor	0 - 100	100	0	100	100
Estado de conservación	0 - 100	80	60	85	100
Características de la oficina		248	225	258	290
Calidad de materiales y terminación	0 - 40	25	15	30	35
Baños	0 - 10	5	3	7	7
Superficie (Pequeña, mediana, grande)	0 - 100	20	40	30	30
Altura de planta en caso que exista ascensor	0 - 30	30	0	25	25
Altura de planta en caso que no exista ascensor	0 - 30	0	25	0	0
Luminosidad y ventilación	0 - 20	15	10	20	15
Calefacción - Aire acondicionado	0 - 30	30	20	20	30
Aislamiento térmico y acústico	0 - 30	20	15	20	30
Flexibilidad	0 - 40	83	10	25	40
Ratio (superficie útil / sup construida) x 100	0 - 100	80	87	81	78
Distancias y comunicaciones		75	35	50	60
Distancia a centros neurálgicos	0 - 50	45	15	25	50
Distancia media a paradas de omnibus	0 - 20	15	10	15	10
Distancia a boca de subterráneo	0 - 20	15	10	10	0

Estructura de Signos Externos con Pesos Explícitos

Signo Externo	Peso	Puntuación			
		L1	LA	LM	LB
Entorno Urbanístico					
Categoría económico-geográfica del municipio	0,02	100	100	100	100
Densidad de oficinas en el área	0,05	80	10	20	100
Ancho de calle	0,05	60	20	20	100
Tráfico peatonal	0,05	50	20	50	80
Posibilidad de estacionamiento	0,04	25	25	60	70
Características del Inmueble					
Fachada	0,06	100	30	65	90
Vestíbulo	0,04	25	10	25	80
Ascensor	0,10	100	0	100	100
Estado de conservación	0,10	80	60	85	100
Características de la oficina					
Calidad de materiales y terminación	0,04	60	40	90	75
Baños	0,01	50	30	70	65
Superficie (Pequeña, mediana, grande)	0,10	20	40	30	70
Altura de planta en caso que exista ascensor	0,03	100	0	85	80
Altura de planta en caso que no exista ascensor	0,03	0	80	0	0
Luminosidad y ventilación	0,02	75	50	100	80
Calefacción - Aire acondicionado	0,03	100	65	65	85
Aislamiento térmico y acústico	0,03	70	50	65	90
Flexibilidad	0,04	50	25	60	75
Ratio (superficie útil / sup construida) x 100	0,10	80	87	81	78
Distancias y comunicaciones					
Distancia a centros neurálgicos	0,05	90	30	50	100
Distancia media a paradas de omnibus	0,02	75	50	75	80
Distancia a boca de subterráneo	0,02	75	50	50	90

Estos índices que se llaman “Valores de la calidad urbanística”, se llevarán al triángulo de calidades urbanísticas como ya se conoce

El tasador puede trabajar también con una tabla que se llama “Estructura de signos externos con pesos implícitos”. En esta variante, el tasador no fija directamente los pesos, sino que estos pesos o coeficientes de ponderación se asignan indirectamente, en proporción al denominado intervalo de puntuación.

Considerando un signo externo tal como el “carácter comercial del barrio”, hay que asignar a cada inmueble una puntuación que refleje el nivel del barrio en que se encuentra ubicado. De acuerdo con la experiencia del tasador y con la información externa que dispone, esta información debe estar comprendida en el intervalo (0 – 50), es decir entre 0 y 50 puntos. Este es el llamado “intervalo de puntuación”.

Cuanto más amplio es dicho intervalo, mayor es el peso implícito que se concede al signo externo para el inmueble considerado. En una definición más rigurosa, el peso implícito es una variable proporcional a la longitud del correspondiente intervalo de puntuación. Por ejemplo, sean los signos externos “ancho de calles” y “carácter comercial del barrio”. Si se supone que el intervalo de puntuación para el signo “ancho de calles” es (0 – 30) y para el signo “carácter comercial del barrio” es (0 – 50). Por consiguiente las longitudes de los intervalos de puntuaciones son: 50 para el signo “carácter comercial del barrio” y 30 para el signo “ancho de calles”. Esto significa que los pesos implícitos son respectivamente proporcionales a los números 5 y 3.

Se adjunta tabla que ilustra el modo de operar con pesos implícitos. El procedimiento de pesos implícitos ofrece una ligera ventaja sobre el de pesos explícitos. En efecto, para calcular con pesos implícitos las medias ponderadas en las cuatro columnas LA , LB , LM y L! , sólo es preciso sumar las puntuaciones de cada columna.

En la práctica es preferible conexionar directamente VA con LA (y VB con LB) en el momento de investigar estos datos, en vez de buscarlos con independencia el uno del otro en fuentes estadísticas no relacionadas. La razón principal es que las fuentes que consulta el tasador son frecuentemente incompletas. No puede esperarse que proporcionen siempre el más alto (el más bajo) valor de mercado y, al mismo tiempo, el más alto (el más bajo) índice de calidad con un paralelismo perfecto.

Por lo tanto, conviene aplicar el método de tal modo que se asegure la correspondencia entre VA y LA (y lo mismo entre VB y LB). En cambio no tiene tanta importancia que VA represente exactamente el mínimo valor de mercado y VB el máximo. Basta con que se aproximen a esos valores más alto y más bajo, sin necesidad de concretar el grado de aproximación.

En resumen, la práctica del método Beta exige:

- 1) Delimitar un dominio relativamente homogéneo, como entorno comparativo del inmueble objeto de la tasación.
- 2) Considerar, dentro de ese dominio, un tipo de inmuebles de baja calidad (aunque no sean necesariamente los de más baja calidad) calculando su índice L y anotando el correspondiente precio. Análogamente, para un tipo de inmuebles de alta calidad.
- 3) Considerar el tipo de inmuebles de calidad más frecuente, tomando los mismos datos (índice y precio)
- 4) Aplicar las fórmulas del profesor Romero, como procedimiento preferible por su sencillez al de la distribución Beta, ya que evita el uso de tablas y proporciona resultados equivalentes.

Ejemplo 3.2: aplicación de la distribución Triangular (mediante tablas)⁴

Para algunos tasadores puede resultar más cómodo utilizar tablas tipificadas que fórmulas matemáticas, aunque éstas sean muy sencillas.

El uso de tablas requiere, en primer lugar, la tipificación de las variables de modo análogo a como se hizo con la distribución Beta.

Para mayor comodidad, se utiliza la variable tipificada multiplicada por cien:

$$y' = \frac{x - a}{b - a} * 100$$

Las tablas están calculadas para valores de la variable tipificada desde 0 a 99

El modo de operar es el siguiente:

- 1) Se tipifica la moda de la variable explicativa LM, que tomará valores de 0 a 99 y nos indicará la columna de la tabla que se debe tomar. Hay por lo tanto 100 columnas (XM)

⁴ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

- 2) Se tipifica la variable explicativa L_1 , para la finca objeto de la valoración que también tomará valores de 0 a 99 y nos indicará la columna de la tabla que se debe tomar. (X_1)
- 3) La intersección de la columna correspondiente a la columna LM, tipificada, y la fila L_1 , tipificada dará en la tabla el valor de la superficie limitada por L_1 , en un triángulo cuya moda es LM. Se llama S a esa superficie.
- 4) Se tipifica la moda del valor de mercado V_M . El valor tipificado indicará una columna en la cual se buscará el valor S.
- 5) La fila donde se encuentra S dará el valor de mercado V_1 de la finca objeto de valoración, pero este valor vendrá, naturalmente tipificado.
- 6) Se deshace la tipificación de V_1 con lo cual se obtiene el valor de mercado que se busca

Si volvemos al ejemplo anterior:

- 1) La moda de la variable explicativa se tipifica por la expresión:

$$\bar{L}_M = \frac{L_M - L_A}{L_B - L_A} \times 100 = \frac{8.000 - 4.000}{10.000 - 4.000} \times 100 = 73.3$$

Como aproximación se toma $\bar{L}_M = 73$, es decir que habrá que buscar la columna 73 (tablas II.15 y II.16)

- 2) La tipificación para la variable explicativa es:

$$\bar{L}_1 = \frac{L_1 - L_A}{L_B - L_A} \times 100 = \frac{7.000 - 4.000}{10.000 - 4.000} \times 100 = 50$$

Habrà que buscar en la fila 50

- 3) Buscando en la fila 50 y columna 73 (tabla II.16, primera fila) se obtiene el valor de S:

$$S = 34.25$$

- 4) La tipificación de la moda para la variable valor de mercado V_M , es:

$$\bar{V}_M = \frac{V_1 - V_A}{V_B - V_A} \times 100 = \frac{61.000 - 35.000}{80.000 - 35.000} \times 100 = 57.7$$

Así pues se toma la columna 58 (tablas II.11 y II.12)

- 5) El valor $X = 34.25$ se encuentra en la tabla II.11, entre las filas 44 y 45. Por consiguiente se toma como valor de mercado tipificado $V_1 = 44.5$

- 6) Deshaciendo la tipificación se obtiene el valor de mercado de la finca:

$$V_1 = V_A + V_1' \frac{(V_B - V_A)}{100} = 35.000 + 19.025 = \mathbf{54.025 \$/ha}$$

Obsérvese el grado de aproximación con el método de la distribución Beta.

3.3. DISTRIBUCION RECTANGULAR⁵

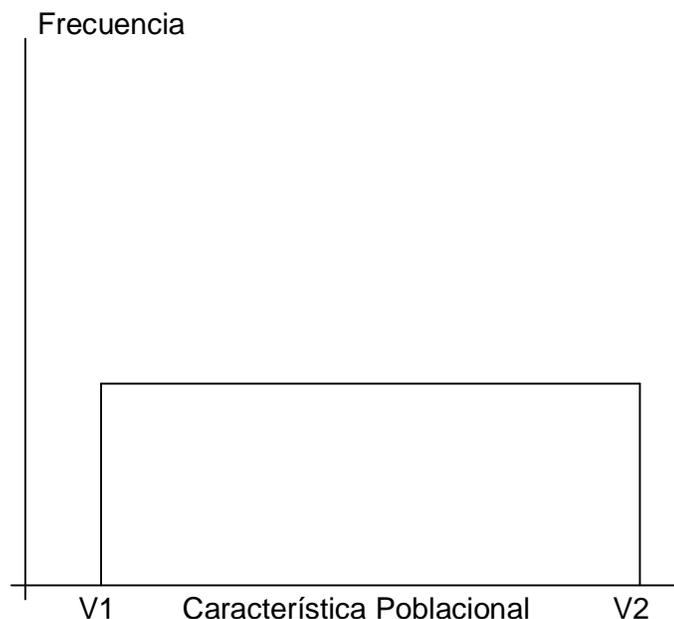
Cuando sólo se posee información sobre los valores extremos de la distribución y no se conoce el valor modal ni su frecuencia, puede resultar operativo utilizar la función de distribución rectangular, definida perfectamente por los dos extremos (V1 y V2).

En esta distribución se admite el supuesto de que todos los valores de la variable en el intervalo. (V1 V2) son equiprobables; por eso, la gráfica tiene forma de rectángulo. Además, como ocurre en la Beta y en la triangular, todos los valores de la variable fuera del intervalo (V1 V2) tienen probabilidad nula. Frente a este supuesto de difícil verosimilitud, la distribución rectangular tiene las siguientes ventajas respecto a la triangular:

- 1) Definición perfecta a partir de solo dos valores (se sabe que se necesitan cuatro para definir la triangular) aunque ello lleva normalmente mayor error.
- 2) Fórmulas de cálculo más sencilla.

$$V1 = VA + \frac{(L1 - LA) (VB - VA)}{(LB - LA)}$$

Sin embargo con la distribución rectangular se pierde información, ya que no intervienen los valores modales. El método resulta entonces más imperfecto, alejándose de las estimaciones obtenidas por las variantes anteriores. Sólo en el caso de que no exista ninguna información previa sobre el tipo de función de distribución ni sobre la moda, puede ser aconsejable recurrir a la rectangular como un criterio de comparación análogo a los utilizados en los métodos sintéticos clásicos.



⁵ Extarido de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

Ejemplo 3.3: aplicación de la distribución Rectangular ⁶

Con el mismo ejemplo, tenemos:

$$V_1 = V_A + \frac{(L_1 - L_A)(V_B - V_A)}{(L_B - L_A)}$$

$$V_1 = 35.000 + \frac{(7.000 - 4.000)(80.000 - 35.000)}{(10.000 - 4.000)} = 57.500 \text{ \$/ha}$$

3.4. Implementación del método**3.4.1. Tasación de un departamento) ⁷**

Para la implementación del método el tasador comienza clasificando la superficie urbana en unidades de espacio homogéneas respecto al estatus socio – cultural y económico de la población que habita la zona, y también al prestigio socio – urbanístico de la misma. Las zonas así clasificadas pueden coincidir o no con barrios de la ciudad. Con frecuencia su contorno estará limitado por calles de tal modo que se consiga una estandarización adecuada de las variables socioeconómicas anteriores. A veces una zona puede quedar constreñida a una sola calle e incluso a un tramo de ella.

Una vez concluida esta clasificación zonal, el analista contempla los siguientes signos externos que jugarán el rol de variables explicativas o exógenas:

1) Entorno Urbanístico. Este entorno se define ateniéndose a la clasificación zonal anterior. Por consiguiente, se asignará a cada inmueble ubicado en la misma zona urbana el mismo índice representativo del estatus socio cultural y económico. Sin embargo, esta cifra inicial podrá ser modificada en su caso teniendo en cuenta el prestigio urbanístico del área. Para determinar en cada caso el nivel de este índice, el tasador puede partir de la cifra de ingreso medio por habitante, la cuál podrá ser corregida mediante coeficientes tales como la calidad de los vehículos estacionados en el área, las características de los comercios existentes, la proximidad a parques y jardines, la disponibilidad de servicios y el prestigio socio . urbanístico tal como se había indicado anteriormente.

2) Aspecto arquitectónico del inmueble. Esta variable se estimará observando las características generales del edificio donde se encuentra el apartamento problema (es decir, el apartamento objeto de la tasación). Se atenderá especialmente al aspecto que ofrece el portal y la fachada, así como a los servicios de ascensor y montacargas, escalera, vertedero de basuras, servicio de portería y otros equipamientos del condominio (video-teléfono, sistemas de seguridad, etc.). El estado de conservación del edificio influirá también en la puntuación dada al índice conjunto.

3) Características del apartamento. Se incluye aquí la dimensión del apartamento, la distribución de las habitaciones, el número de cuartos de baño (característica esta de especial relieve), la calidad de los elementos constructivos y decorativos (instalaciones electrodomésticas, calefacción y aire acondicionado, materiales en pavimentos, puertas y ventanas, pintura, calidad de los acabados constructivos, aislamientos térmicos y acústicos, azule-

⁶ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

⁷ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

jos en cocina y baños, mobiliario existente en su caso, etc.) La superficie de terrazas se considerará como signo externo importante. Así como, la luminosidad y ventilación de las habitaciones. La altura del apartamento se evaluará de modo distinto según el edificio disponga o no de ascensores. En el primer caso, los pisos altos alcanzarán mayor puntuación que los bajos. En el segundo caso ocurrirá lo contrario.

4) Distancia y comunicaciones. Se trata aquí también de un índice compuesto en función de: a) distancias medias ponderadas desde el inmueble a centros urbanos neurálgicos; b) distancias medias ponderadas a bocas de metro, paradas de ómnibus, tranvía y taxi:

Como se ve, el análisis de regresión no elimina totalmente cierta subjetividad en el cómputo de los índices, que deben elaborarse mediante baremos con arreglo a la experiencia del tasador. En algunos ítems, se puede aplicar un criterio claro como por ejemplo, al computar los cuartos de baño incompletos (o cuartos de aseo), dando una puntuación proporcional al equipamiento del cuarto de baño. Sin embargo, las puntuaciones asignadas a los elementos constructivos y decorativos, al aspecto del portal, etc., siguen estando fundamentadas en conocimientos periciales que no se derivan del análisis estadístico.

A continuación, el tasador debe recopilar datos estadísticos sobre las variables exógenas anteriores a la vez que sobre los correspondientes precios por metro cuadrado en una muestra aleatoria. Cuando el análisis se aplica en la realidad con cuatro variables explicativas, es recomendable aumentar lo más posible el número de apartamentos testigos

En el caso de la tasación de locales de negocio, la primera tarea del tasador consiste en clasificar el área urbana en parcelas o zonas homogéneas. El criterio de clasificación será la densidad de estos locales (tiendas y oficinas) en cada zona. Esta densidad se mide calculando el número de locales por km² y aplicando después a la densidad obtenida un coeficiente corrector en función de la categoría comercial de los locales en términos de promedio.

El tasador trabaja aquí con sólo tres variables explicativas que se definen como sigue:

- 1) Distancia media ponderada desde cada inmueble a centros importantes de negocios en la ciudad.
- 2) Densidad de locales en cada zona, estimada como se ha indicado anteriormente.
- 3) Tráfico peatonal en la misma calle donde se encuentra el inmueble. Para cuantificarlo se observa el número de peatones que circulan por delante del local en horas punta, calculando luego una media ponderada.

Vamos a ver ejemplos de tasación de un apartamento y de un local de negocio, en los que se aplican los métodos triangular y de regresión lineal, extraídos del Libro “El Precio de los Inmuebles Urbanos” de Enrique Ballester y José Angel Rodríguez.

A - TASACION DE UN DEPARTAMENTO

1 – Objetivo del informe:

Proporcionar al solicitante una estimación fiable sobre el precio de mercado correspondiente al inmueble problema, con objeto de programar adecuadamente la concesión de un crédito hipotecario.

2 – Visitas realizadas y gestión de documentos

Se ha inspeccionado el inmueble problema el día 8 de enero de 1988. El tasador fue recibido por el propietario del inmueble. En esta visita se han realizado las oportunas mediciones a fin de determinar la superficie del inmueble. En la misma visita se ha recogido la información correspondiente al entorno urbanístico, calidad arquitectónica del edificio y las características constructivas del inmueble. También se ha tramitado la vigente cédula de habitabilidad para el apartamento, así como una copia simple de la escritura de propiedad e inscripción registral.

3 – Descripción del inmueble y ubicación

Se trata de un apartamento en régimen de propiedad horizontal.

El edificio donde se ubica el apartamento fue construido en 1925 y su fisonomía responde al diseño arquitectónico de la época (véase fotografía nº 1). Tiene 5 alturas. Hay dos apartamentos por planta. El inmueble carece de ascensor contando sólo con una escalera. La fachada ha sido restaurada en 1990. No existe servicio de portería.

El apartamento ha sido rehabilitado en 1996 con el propósito de modernizar la distribución de habitaciones. Estas habitaciones son las siguientes: vestíbulo, salón – comedor, cocina, dos baños completos y dos dormitorios (véase plano nº 2). El aspecto general es de gran confort con materiales de excelente calidad. La pintura es reciente. La carpintería exterior es de PVC en color blanco; la carpintería interior de mobla originales. El pavimento es uniforme y compuesto de piezas de gres. La cocina y los baños están alicatados. Las instalaciones de agua y electricidad se han renovado en la fecha de reforma dentro del apartamento (aunque no en el edificio). Se han instalado tomas de teléfono y antena parabólica. No hay terrazas sino pequeños balcones.

El entorno urbanístico corresponde a la calificación de barrio residencial con pequeños comercios lujosos del tipo “tienda de modas” . El trazado de las calles es regular correspondiendo a un ensanche de principios de siglo. Las calles están arboladas. La anchura de la calle del Conde de Altea es de unos 12 metros, al igual que las calles circundantes. Hay zonas verdes próximas (véase plano nº 1). El barrio tiene una suficiente dotación de colegios e instalaciones deportivas, pudiendo ser considerado céntrico y bien comunicado por autobuses. La distancia desde el inmueble al tramo central de la calle Colón (considerada comercialmente importante en Valencia) es de unos 200 metros.

Una descripción detallada figura en el Anexo nº 1. La descripción registral se incluye en el Anexo nº 2.

4 – Superficie del inmueble

Se han verificado por medición directa las siguientes superficies:

Construida	100 m ²
Util	86 m ²
Habitable	60 m ²
Sup. s/inscripción registral	100 m ²

5 – Situación jurídica, cargas y datos fiscales

La vivienda es de libre disposición por el propietario

El inmueble cumple la normativa urbanística vigente, véase copia de la cédula de habitabilidad, anexo nº 3.

En 1997 el valor catastral del apartamento se estimó en 5.561.425 pesetas.

6 – Metodología

Se utiliza el método Beta (variante triangular) como el más apropiado para el objetivo propuesto teniendo en cuenta la disponibilidad de datos. El precio se calcula por metro cuadrado de superficie construida.

7 – Escalas semánticas

Mediante las escalas semánticas que figuran a continuación, las características del entorno urbanístico, así como las del edificio y del apartamento problema, se han traducido a un baremo de puntuaciones ponderadas. Las distancias y comunicaciones relativas al inmueble se incluyen, asimismo, en estos baremos. La ponderación se efectúa de modo indirecto a través de los distintos rangos de cada variable (intervalos de puntuación), es decir, se pondera con pesos implícitos.

8 – Puntuaciones asignadas a los extremos y a la moda de la distribución triangular de signos externos

Inmuebles mejor calificados a efectos comparativos del análisis	906 Puntos
Inmuebles moda a efectos comparativos del análisis	685 Puntos
Inmuebles peor calificados a efectos comparativos del análisis	345 Puntos

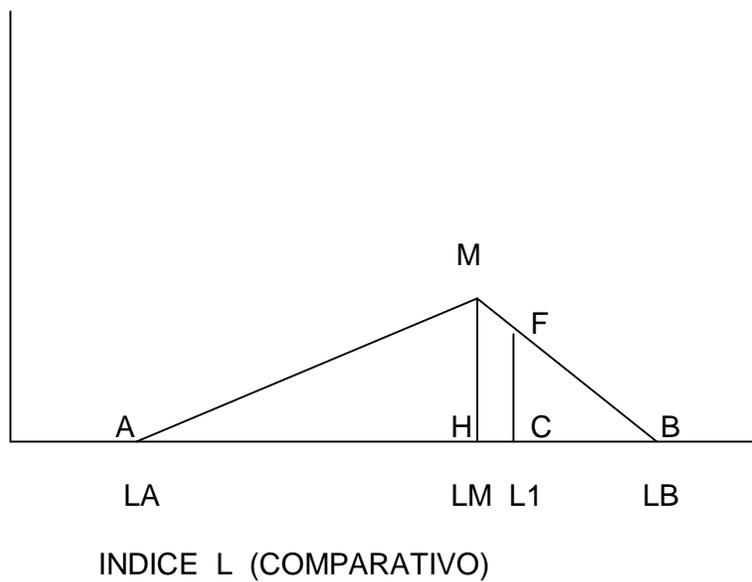
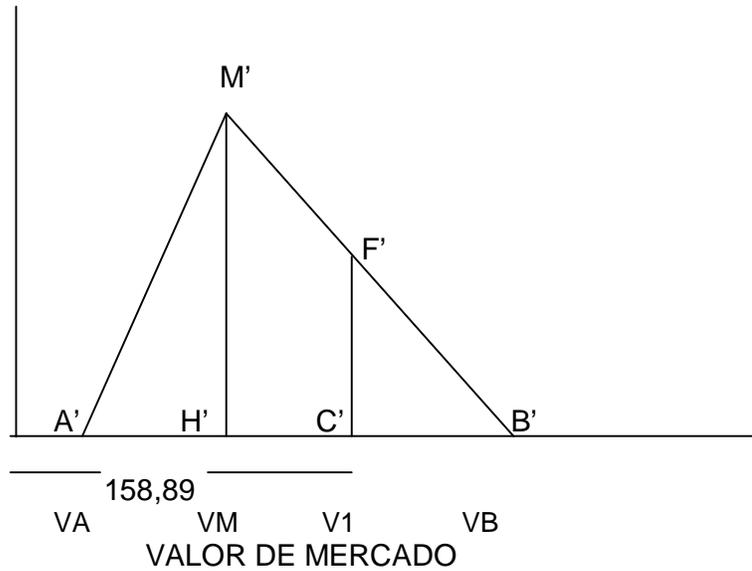
9 – Precios de mercado para los extremos y la moda de la distribución triangular de valores de mercado

Inmuebles mejor calificados a efectos comparativos del análisis	225.000 Pesetas/m ²
Inmuebles moda a efectos comparativos del análisis	130.000 Pesetas/m ²
Inmuebles peor calificados a efectos comparativos del análisis	75.000 Pesetas/m ²

10 – Puntuación de signos externos para el inmueble problema

De acuerdo con la Sección 7, la puntuación de signos externos para el apartamento resulta de sumar las puntuaciones parciales a, b, c y d, lo cuál se eleva a 711 Puntos.

11 – Precio por m² construido estimado para el inmueble problema comparando las distribuciones triangulares



De la comparación estadística anterior, se deduce pues, un precio de 158.890 Pesetas/m² construido para el apartamento objeto de la tasación.

Con la aplicación de las fórmulas geométricas se llega al mismo valor.

La variable explicativa del inmueble “L1” toma un valor superior al valor modal “LM” y el valor de mercado “V1”, toma también un valor superior al valor modal “VM”, es decir:

$$L1 > LM$$

$$V1 > VM$$

El valor de mercado V1 del inmueble objeto de valoración se obtiene mediante la expresión:

$$V1 = VB - \frac{(LB - L1) * [(VB - VM) * (VB - VA)]^{1/2}}{(LB - LM) * (LB - LA)}$$

Reemplazando:

$$V1 = 225000 - \frac{(906 - 711) * [(225000 - 130000) * (225000 - 75000)]^{1/2}}{(906 - 685) * (906 - 345)} = 158.890 \text{ Pesetas/m}^2$$

TIIFICANDO:

A – Se tipifica la moda de la variable explicativa LM que tomará valores de 0 a 99 y nos indicará la columna de la tabla que debemos tomar (Hay por tanto 100 columnas) (XM)

$$\bar{LM} = \frac{LM - LA}{LB - LA} \times 100$$

$$\bar{LM} = \frac{685 - 345}{906 - 345} \times 100 = 60,6$$

Como aproximación se toma LM = 61, es decir, habrá que buscar la columna 61 (tablas II.13 y II.14)

B – Se tipifica la variable explicativa para la finca objeto de valoración L1, que también tomará valores de 0 a 99, y nos indicará la fila que debemos tomar (X1)

$$\bar{LM} = \frac{L1 - LA}{LB - LA} \times 100$$

$$\bar{LM} = \frac{711 - 345}{906 - 345} \times 100 = 65,24$$

Se busca, aproximando, en la fila 65

C – Buscando en la fila 65 y columna 61 de la tabla II.14, se obtiene el valor de $X = 68,59$

D – La tipificación de la moda de la moda para la variables Valor de Mercado VM es:

$$\bar{VM} = \frac{VM - VA}{VB - VA} \times 100$$

$$\bar{VM} = \frac{61000 - 35000}{80000 - 35000} \times 100 = 36,66$$

Así pues se toma, por aproximación, la columna 37 (tablas II.7 y II.8)

E – El valor $X = 68,59$ se encuentra en la tabla II.8 entre la fila 55 y 56. Por consiguiente se toma como valor de mercado tipificado $V'1 = 55,5$

F – Deshaciendo la tipificación, se obtiene el valor de mercado del inmueble problema:

$$V1 = VA + V'1 \frac{(VB - VA)}{100} = 75000 + 83250 = \mathbf{158250 \text{ Pesetas/m}^2}$$

12 – Cálculos finales

De acuerdo con las secciones 4 y 11, el valor total del apartamento se estima como sigue:

Valor total del apartamento = Superficie Construida x Precio/m² construido

$Vta = 100 \text{ m}^2 \times 158.890 \text{ Pesetas/ m}^2 = 15.889.000 \text{ Pesetas.}$

3.4.2. TASACION DE UN LOCAL DE NEGOCIO

1 – Objetivo del informe

El solicitante desea conseguir estimaciones fiables sobre el precio de mercado para el inmueble con objeto de llevar a cabo una división equitativa del patrimonio hereditario.

2 – Visitas realizadas y gestión de documentos

El tasador visitó el inmueble problema el día 19 de setiembre de 1997. La visita se realizó en compañía del letrado de la familia, y en ella, el tasador efectuó las oportunas mediciones y comprobaciones a fin de determinar la superficie del inmueble y sus características. En la misma visita se ha recogido la información correspondiente al entorno urbanístico y calidad arquitectónica del edificio.

El tasador gestionó una copia de la inscripción registral, así como, una copia de los Estatutos de la Comunidad de Propietarios

3 – Descripción del inmueble y del entorno urbanístico

Se trata de un local en planta baja y a mitad de manzana. Hasta hace un año se destinó a tienda de modas. En la actualidad se encuentra cerrado y desocupado.

El edificio donde se ubica la tienda fue construido en 1920 y su fisonomía responde al diseño arquitectónico de la época. Tiene tres alturas con un total de seis apartamentos y dos tiendas. La fachada ha sido restaurada en 1985. Existe servicio de portería.

Las instalaciones y decoración del local fueron renovadas en 1991 para adaptarlas a su nuevo uso, ya que con anterioridad el local albergaba una agencia de seguro. El interior es un espacio diáfano aunque se conserva todavía uno de los antiguos mostradores. Se cuenta con un pequeño servicio de aseo (superficie de 4 m²), cuya puerta es de madera de pino. Este servicio está dotado de inodoro y lavabo, con tabiques alicatados en azulejo estándar de color blanco y sin deterioros apreciables. La tienda cuenta con tres grandes aberturas, una de ellas para la puerta principal acristalada, y las dos restantes para escaparate con luna de 10 mm. Las tres aberturas disponen de sus correspondientes cierres metálicos en chapa ondulada de 2 mm.

El entorno urbanístico corresponde a la calificación de casco antiguo, con pequeños comercios, bares, y restaurantes. El trazado de las calles es más bien irregular con moderna pendiente. Las calles son peatonales y están empedradas. La anchura de la calle Mayor es de 8 metros con aceras estrechas de 1,5 metros, al igual que las calles circundantes. El edificio dista unos 150 metros del puerto pesquero, unos 250 metros de la playa Noroeste, unos 600 metros de un gran supermercado y unos 100 metros de la plaza del ayuntamiento (véase Plano nº 1)

El barrio está muy transitado aunque ello se debe principalmente a la densidad de bares y restaurantes. Existen también una diversidad de locales para oficinas y agencias de servicios.

La reputación moral del barrio es buena, sin que se hayan albergado en él negocios considerados como públicamente indeseables. Una descripción detallada figura en el anexo nº 1. La descripción registral se incluye en el anexo nº 2.

4- Superficie del inmueble

Se han verificado por medición directa las siguientes superficies:

Construida	265 m ²
Util	261 m ²
Superficie en la inscripción registral	265 m ²

5 – Situación jurídica, cargas y datos fiscales

En los estatutos de la Comunidad de Propietarios, no aparece ninguna cláusula de limitación sobre el destino que puede darse a los locales de la planta baja.

No pesan hipotecas sobre el inmueble.

En 1997, el valor catastral del local se estimó en 15.356.720 Pesetas.

6 - Metodología

Se utilizará el análisis de regresión (metodología econométrica de tasación urbana) como el más apropiado para el objetivo propuesto teniendo en cuenta la disponibilidad de datos (número suficiente de inmuebles testigos). La variable endógena (X) es el precio por m² de superficie construida. Se consideran las siguientes variables exógenas:

V₁ = Índice de entorno Urbanístico

V₂ = Índice de otros signos externos del entorno

V₃ = Índice de características generales del local

V₄ = Índice de características de la fachada

V₅ = Superficie del local

V₆ = Volumen del local

Además se ha agregado otra variable exógena que es igual al cuadrado de la variable V₅. Esta nueva variable exógena se designa como V₅²

7 – Escalas semánticas

PRIMERO: Mediante las escalas semánticas que figuran a continuación, las características del entorno urbanístico, así como las del edificio y las del local problema, se han traducido en un baremo de puntuaciones ponderadas. Las distancias y comunicaciones relativas al inmueble se incluyen, asimismo, en estos baremos. La ponderación se efectúa de modo indirecto a través de los distintos rangos de cada variable (intervalos de puntuación), es decir, se pondera con pesos implícitos.

SEGUNDO: Aplicando el mismo tipo de escala semántica a cada uno de los inmuebles testigos se obtiene la tabla de variables exógenas para el análisis de regresión.

8 – Ecuación de regresión

Los datos de la Tabla 1 se analizan con un paquete estadístico Statgraphics Plus v.2.1. o con Excel. Como resultado se ha obtenido la siguiente ecuación de regresión en la cuál no aparecen las variables V₃ y V₆, por no ser significativas:

$$X = 155.376 + 3.243,56 V1 - 164,156 V2 + 1.564,59 V4 - 608,743 V5 + 1,04554 V5^2$$

Los parámetros correspondientes a esta regresión son los siguientes:

Coefficiente de determinación (sin ajustar) = 99.87

Coefficiente de determinación ajustado = 99.83

Error estándar = 3.998,93 Pesetas

9 – Cálculos finales

Los datos correspondientes a las variables exógenas significativas V1, V2, V4 y V5 (sección 7) para el local problema, se han introducido en la ecuación de regresión ajustada. Una vez hechas las correspondientes operaciones de cálculo, el precio por metro cuadrado construido para el local problema es el siguiente:

$$X = 228.000 \text{ Pesetas/m}^2 \text{ construido}$$

El valor de mercado del local problema resulta multiplicando el precio unitario de 228.000 Pesetas/m² por la superficie construida (265 m²), obteniéndose así un valor total de:

$$VT = 60.420.000 \text{ Pesetas}$$

10 – Conclusiones

El tasador que suscribe concluye a fecha de hoy, estimando el valor de mercado del inmueble en la cantidad de sesenta millones cuatrocientas veinte mil pesetas..

	Precios/m ²	v1	v2	v4	v5	v5 ²
1	120150	80	70	45	75	5625
2	122916	85	60	65	240	57600
3	140000	95	55	50	200	40000
4	178500	105	90	55	200	40000
5	306250	125	95	90	160	25600
6	164285	90	70	35	14	196
7	100000	65	40	40	25	625
8	57000	60	25	40	70	4900
9	251500	105	105	80	505	255025
10	208300	110	90	70	240	57600
11	150000	95	80	60	330	108900
12	116600	75	60	80	300	90000
13	139000	75	60	90	180	32400
14	83300	70	50	45	108	11664
15	75000	60	50	45	60	3600
16	62000	60	45	40	65	4225
17	75000	70	40	55	175	30625
18	71500	70	40	60	280	78400
19	444444	160	90	75	43	1849

v5 ²	v5	v4	v2	v1	v0
1,0455387	-608,74253	1564,59	-164,156	3243,561	-155375,786
0,0506956	25,4095384	82,2132	89,31936	73,2739	3969,721088
0,9987737	3998,92567				
2117,6763	13				
1,693E+11	207888284				

3.5. OTROS CRITERIOS DE COMPARACION**3.5.1. CRITERIO DE COMPARACION POR RAZONES (RATIOS):⁸**

El método de comparación por ratios, bien conocido en contabilidad, consiste, en nuestro caso, en lo siguiente:

- Calcular los cocientes VM / Variable exógena, que serían los ratios
- Calcular un ratio promedio que se llama a1

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{VM_i}{X_i}}{n}$$

- El valor de mercado estimado resultará, suponiendo la proporcionalidad respecto al "a1" calculado, del siguiente producto:

$$VM_o = a_1 * X_o$$

Desde el punto de vista geométrico a1 corresponde a la media de las pendientes de los vectores (0, 0) (Vmi, Xi)

3.5.2 CRITERIO BARICENTRICO:

Si en lugar de utilizar a1, se calcula un coeficiente a2 por directa proporcionalidad el valor de mercado estimado será diferente.

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n VM_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \quad VM_o = a_2 * X_o$$

La interpretación geométrica del a2 corresponde a la pendiente de una recta que va desde el (0, 0) al baricentro del polígono que forman la nube de puntos.

El cálculo de las coordenadas del baricentro se realiza mediante las siguientes fórmulas:

$$VM = \frac{\sum_{i=1}^n VM_i}{n} \quad y \quad X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

⁸ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

N°	Precio (V) \$/Ha [1]	Valor Prod.Bruta (P) \$/Ha [2]	Riesgo de Helada % R [3]	Ind. Seg. S = 100 - R [4]	Criterio Ratios [5] = [1] / [2]	Criterio Ratios [6] = [1] / [4]
1	85000	32000	0	100	2,66	850,00
2	85000	40000	5	95	2,13	894,74
3	75000	24000	10	90	3,13	833,33
4	70000	28000	20	80	2,50	875,00
5	70000	28000	25	75	2,50	933,33
6	65000	20700	25	75	3,14	866,67
7	65000	29500	25	75	2,20	866,67
8	65000	25000	25	75	2,60	866,67
9	50000	22000	40	60	2,27	833,33
10	45000	24000	50	50	1,88	900,00
Σ	675000	273200		775	2,50 Ratio Medio	871,97 Ratio Medio

A - 1°) Criterio de los Ratios : $V = 2,50 * P$

2°) Criterio Baricéntrico : $675000/273200 = 2,47$ - $V = 2,47 * P$

3°) Criterio de los Extremos: No se puede aplicar por falta de coincidencia de los extremos

4°) Criterio del Origen: No se puede aplicar por falta de coincidencia de los extremos

B - 1°) Criterio de los Ratios : $V = 871,97 * S$

2°) Criterio Baricéntrico : $675000/775 = 870$ - $V = 870 * S$

3°) Criterio de los Extremos: $45000 + [(85000 - 45000) * (S - 50)] / 50$

4°) Criterio del Origen: $(85000 + 45000) / (100 - 50) = 867 * S$

3.5.3 CRITERIO DE LOS DOS EXTREMOS⁹

En numerosos casos reales el tasador no posee una tabla relativamente amplia de datos sobre compra-ventas de inmuebles de características semejantes a la que se trata de tasar, tal como se ha supuesto en los casos anteriores. Por el contrario, suele ocurrir que los datos existentes se reducen sólo a los valores extremos de intervalo, tanto para la variable Valor de Mercado como para el parámetro que se toma como índice de comparación.

En estos casos se puede adoptar un criterio simplificado, distinto a los criterios de los ratios y baricéntrico, aunque por su mayor simplificación, resulta menos eficiente que ellos, al generar mayor variancia sistemáticamente.

Dicho criterio implica la aceptación del supuesto de que los valores extremos (máximo y mínimo) les corresponde los valores extremos (máximo y mínimo o mínimo o máximo) del índice de comparación.

Asimismo se supone que el valor de Mercado está relacionado con el índice según una ecuación lineal cuya recta representativa pasa por los puntos extremos. Es decir se admite las correspondencias:

$$\begin{array}{ll} V_M \text{ máx} & (X_{\text{máx}} \text{ o } X_{\text{mín}}) \\ V_M \text{ mín} & (X_{\text{mín}} \text{ o } X_{\text{máx}}) \end{array}$$

Teniéndose los puntos:

$$(V_{MM}, X_M) \text{ ó } (V_{MM}, X_m) \quad \text{y} \quad (V_{Mm}, X_M) \text{ ó } (V_{MM}, X_M)$$

Donde:

V_{MM} = Valor de Mercado Máximo

V_{Mm} = Valor de Mercado Mínimo

X_M = Índice Máximo

X_m = Índice Mínimo

Se hace además la siguiente hipótesis:

“Los valores de mercado están relacionados con sus respectivos índices según una ley algebraica lineal cuya representación gráfica es la recta que pasa por los puntos extremos”

Para el caso de (V_{MM}, X_M) y (V_{Mm}, X_m) el valor de mercado V_1 de la finca que se pretende valorar se puede calcular a partir de la figura de la página siguiente:

Se puede escribir:

$$V_1 = V_{Mm} + (V_1 - V_{Mm})$$

Por semejanza de triángulos se cumple:

⁹ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

$$\frac{(V_1 - VM_m)}{(X_1 - X_m)} = \frac{(V_{MM} - VM_m)}{(X_M - X_m)}$$

:
Resolviendo, se llega a:

$$V_1 = VM_m + \frac{(V_{MM} - VM_m) * (X_1 - X_m)}{(X_M - X_m)}$$

Expresión general del criterio simplificado.

La ventaja de este método respecto a los dos anteriores es que puede aplicarse directamente si la relación entre VM y X es directa o inversa sin necesidad de realizar cambios de variable.

3.5.4. CRITERIO DEL ORIGEN: ¹⁰

Se basa en la suposición de que la relación entre VM y X es lineal y que la recta que representa esa relación pasa por el origen y por el punto medio del segmento de los valores extremos.

Es en realidad una simplificación del criterio baricéntrico (se aplica éste solo para los valores extremos)

Como la Recta pasa por los puntos (0,0) y (Vo y Xo), su ecuación es:

$$V_1 = \frac{V_o - 0}{X_o - 0}$$

Por otra parte:

$$V_o = \frac{V_{MM} + VM_m}{2}$$

y

$$X_o = \frac{X_M + X_m}{2}$$

El valor de mercado resulta ser :

$$V_1 = X_1 * \frac{V_{MM} + VM_m}{X_M + X_m}$$

¹⁰ Extraído de Enrique BALLESTERO y José Angel RODRIGUEZ y de Vicente CABALLER

Ejemplo de aplicación:

Finca nº	Precio de Compraventa VM	Producción Anual Bruta Xi	Ratio VM / Xi
1	125.000	10.000	12,500
2	132.000	13.000	10,153
3	202.000	12.350	16,356
4	365.000	41.000	8,902
5	612.000	53.000	11,547
6	728.000	60.000	12,133

Se pretende estimar el valor de mercado (VM) de una finca (nº 7), de la cual se conoce su producción anual bruta (47.000 \$)

Como es obvio, y se observa en el cuadro anterior, la relación entre el precio de compraventa y producción anual bruta no es la misma para todas las fincas, sino que oscila entre 8.902 y 16.356. Una cifra representativa del conjunto de ratios sería la media aritmética:

$$a_1 = \frac{12,500 + 10,153 + 16,356 + 8,902 + 11,547 + 12,133}{6} = 11,932$$

El valor de mercado de la finca objeto de valoración (nº 7), suponiendo la proporcionalidad respecto de la media anterior sera, según el método delos ratios:

$$VM_o = a_1 * X_o = 11,932 * 47.000 = \$ 560.804$$

Este resultado obtenido difiere del que resulta de aplicar el criterio convencional de estricta proporcionalidad o **criterio baricéntrico**. En efecto, según este criterio el coeficiente de proporcionalidad se calcula de la siguiente manera:

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n VM}{\sum_{i=1}^n X_i} \quad y \quad VM_o = a_2 * X_o$$

que aplicada a este caso dá :

$$a_2 = \frac{2.164.000}{189.350} = 11,429$$

El valor de mercado será:

$$V_{Mo} = a_2 * X_o = 11,429 * 47.000 = \$ 537.163$$

Con el **criterio de los dos extremos** tenemos:

$$V_1 = V_{Mm} + \frac{(V_{MM} - V_{Mm}) * (X_1 - X_m)}{(X_M - X_m)}$$

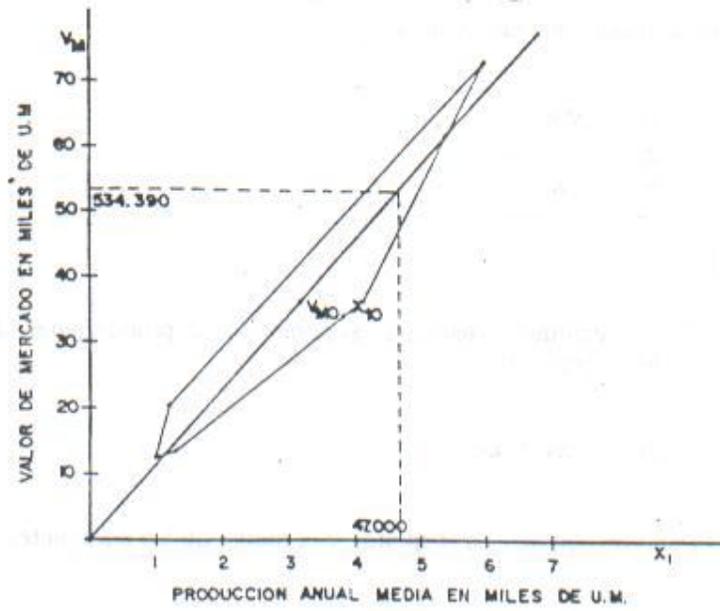
$$V_1 = 125.000 + \frac{(47.000 - 10.000) * (728.000 - 125.000)}{(60.000 - 10.000)} = \$ 571.220$$

Con el **criterio del origen** tenemos:

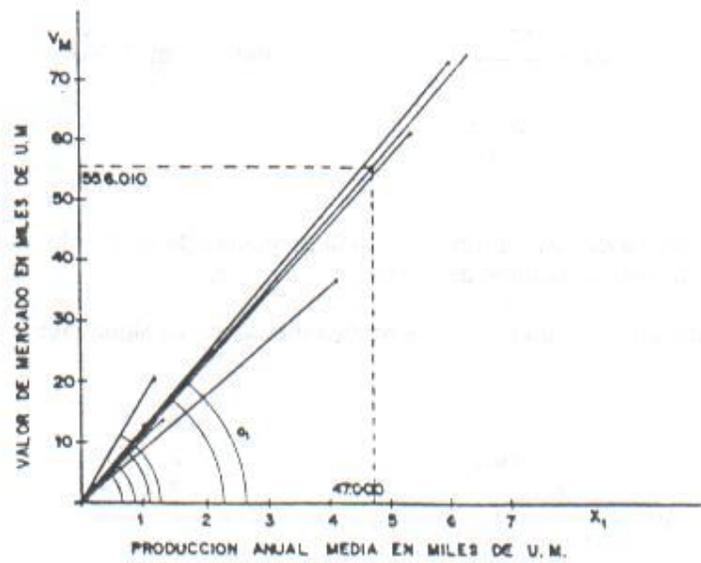
$$V_1 = X_1 * \frac{V_{MM} + V_{Mm}}{X_M + X_m}$$

$$V_1 = 47.000 * \frac{728.000 + 125.000}{60.000 + 10.000} = \$ 572.728$$

Criterio Baricéntrico



Criterio de los Ratios



3.6. El Método de Valoración de las Dos Funciones de Distribución Polietápico

El presente es copia del trabajo presentado por los Señores José Manuel Herrerías Velasco, del Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa de la Universidad de Granada y Javier Cubero Sánchez de la Universidad de las Islas Baleares, Departamento de Economía Aplicada.

En el presente trabajo se ordenan las distribuciones triangulares y trapezoidales CPR, de acuerdo con la situación del valor más probable respecto al centro del intervalo de recorrido de las variables: índice de calidad del bien y valor de mercado del mismo, tomando las respectivas funciones de distribución de dichas variables e igualándolas, tal como preconiza el método de las dos betas desarrollado por los profesores Ballester y Caballer. Posteriormente se presenta un caso práctico, tópico de la literatura de Tasación y Valoración, referente al valor de una determinada vivienda de Valencia, que se resuelve aplicando el método de las dos funciones de distribución en varias etapas.

3.6.1. Introducción

Partiendo del principio básico que rige el Método de las Dos Funciones de Distribución, introducido por Ballester, E. (1973) y estudiado con más detalle por Ballester, E. y Caballer, V. (1982), que establece que si el índice de calidad de un activo i , l_i , no supera al de otro activo j , l_j , el valor de mercado correspondiente al primer activo i , V_i , no superará al valor de mercado del activo j , V_j . A partir de este principio y supuesto conocida la función de distribución de probabilidad del valor de mercado del activo, G , y la función de distribución de probabilidad del índice de calidad, F ; el valor de mercado V_k correspondiente a un índice de calidad de un activo k , l_k , se obtiene igualando las dos funciones de distribución de probabilidad:)

$$G(V_k) = F(l_k) \longrightarrow V_k = \Phi(l_k) \quad (1.1)$$

La dificultad del método radica en conocer la forma de la función $\Phi = G^{-1} \times F$. Por ello, la forma que adopten F y G va a determinar la mayor o menor dificultad que supone especificar Φ , ya sea mediante tablas específicas de una distribución beta triparamétrica realizadas por Caballer, V. (1998), analíticamente, si se suponen otras distribuciones de tipo geométrico. Este último caso, con distribuciones triangulares y trapezoidales CPR, es el que se considera a continuación. Con las diferentes distribuciones beta se obtienen otro tipo de relaciones véase Herrerías, R., Palacios, F. Y Herrerías, J.M. (2002) Este tipo de distribuciones ha sido ampliamente utilizado en la práctica tasatoria, en lo que respecta a las distribuciones triangulares, Romero, C. (1977) realiza una introducción teórica, Ballester, E. y Rodríguez, J. A. (1999), las aplican a la valoración de bienes e inmuebles y en el texto de la profesora Guadalajara, N. (1996), se aplican a la valoración agraria. Respecto a las trapezoidales puede consultarse la tesis de Lozano, J. J. (1996), relativa a la valoración de inmuebles. Basándose en el Método de las Dos Funciones de Distribución y suponiendo distribuciones triangulares y trapezoidales CPR, Callejón, J.; Pérez, E. y Ramos, A. (1996), tanto para el índice de calidad del bien como para el valor de mercado del bien que se pretende valorar, el presente trabajo zanja una cuestión abierta en Herrerías, J. M. (2002) consistente en analizar el ordenamiento de las valoraciones del bien según estas distribuciones.

Las posibles relaciones de las dos distribuciones tomadas de dos en dos son cuatro, considerando, como es natural, que el orden índice-valor es diferente al de valor-índice. A saber:

- i) Triangular – Triangular
- ii) Trapezoidal – Trapezoidal
- iii) Triangular - Trapezoidal
- iv) Trapezoidal – Triangular

En los dos primeros casos se usa el mismo tipo de distribución para el índice de calidad del bien y para su valoración, los dos casos restantes mezclan las diferentes distribuciones de manera que no se use el mismo tipo de distribución para el índice de calidad del bien y para su valoración. En estos dos últimos casos se asigna la primera distribución al índice de calidad y la segunda al valor de mercado del bien, es decir, Triangular - Trapezoidal asigna una distribución de probabilidad de tipo triangular para el índice de calidad y de tipo trapezoidal para el valor de mercado.

3.6.2. Las distribuciones triangular y trapezoidal

3.6.2.1. Distribución triangular

Sea X una variable aleatoria valuada en (b,a) C V, se dice que se distribuye según una distribución triangular si su función de densidad responde a la siguiente expresión:

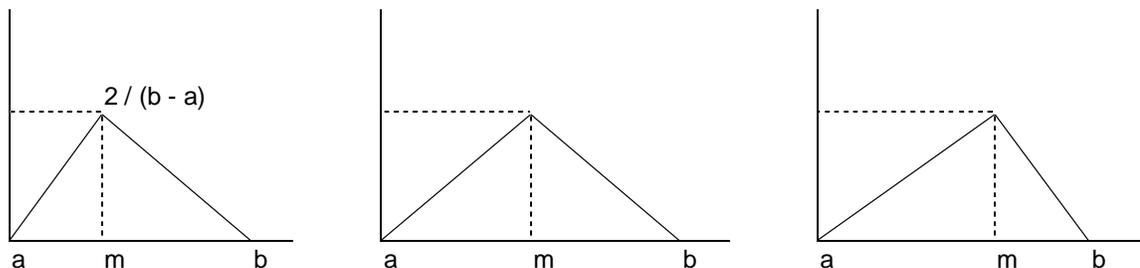
$$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(m-a)} \quad \text{si } a < x \leq m$$

$$f(x) = \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-m)} \quad \text{si } m \leq x < b \quad (2.1)$$

$$f(x) = 0 \quad \text{en otro caso}$$

La representación gráfica de tal función de densidad es:

Fig . 1



Dependiendo de que $(a+b)/2 > m$, $(a+b)/2 = m$, $(a+b) < m$. Por tanto, tal distribución puede ser simétrica o tener una asimetría a la derecha o a la izquierda.

Su función de distribución viene dada por:

$$F(x) = 0 \quad \text{si } x \leq a$$

$$F(x) = \frac{(x-a)^2}{(b-a)(m-a)} \quad \text{si } a < x \leq m \quad (2.2)$$

$$F(x) = 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-m)} \quad \text{si } m \leq x < b$$

$$F(x) = 1 \quad \text{si } x \geq b$$

Nótese que tal función de distribución es muy fácilmente invertible al ser cuadrática, esta propiedad es muy interesante para la aplicación del Método de las Dos Funciones de Distribución.

$$x_\alpha = a + [\alpha (b-a)(m-a)]^{1/2} \quad \text{si } 0 < \alpha \leq \frac{m-a}{b-a} \tag{2.3}$$

$$x_\alpha = b + [(1-\alpha)(b-a)(b-m)]^{1/2} \quad \text{si } \frac{m-a}{b-a} < \alpha < 1$$

Siendo x_α un cuantil de $F(x)$ tal que $F(x_\alpha) = \alpha$

Véase Palacios, F.; Pérez, E.; Herrerías, R. y Callejón, J. (1999)

2.2.- Distribución trapezoidal. Sea X una variable aleatoria valuada en $(a,b) \subset V$, se dice que se distribuye según una distribución trapezoidal si su función de densidad responde a la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a+m_2-m_1)(m_1-a)} \quad \text{si } a < x \leq m_1$$

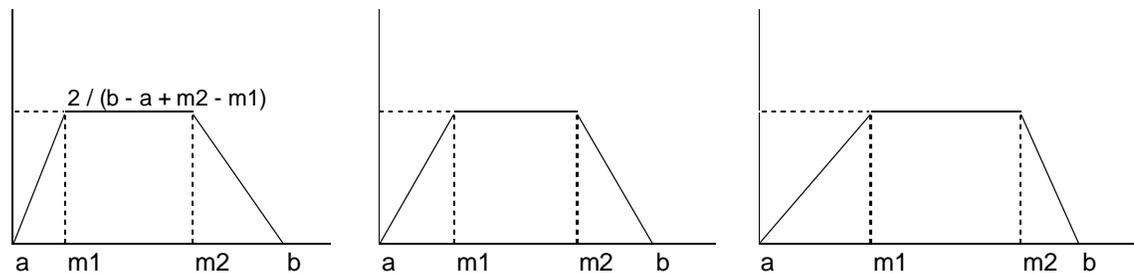
$$f(x) = \frac{2}{(b-a+m_2-m_1)} \quad \text{si } m_1 \leq x \leq m_2 \tag{2.4}$$

$$f(x) = \frac{2(b-x)}{(b-a+m_2-m_1)(b-m_2)} \quad \text{si } m_2 \leq x < b$$

$$f(x) = 0 \quad \text{en otro caso}$$

La representación gráfica de tal función de densidad es:

Fig . 2



Dependiendo de que $(b - m_2) > (m_1 - a)$, $(b - m_2) = (m_1 - a)$ ó $(b - m_2) < (m_1 - a)$. Por tanto, tal distribución puede ser simétrica o tener una asimetría a la derecha o a la izquierda.

Su función de distribución, véase Herrerías, R. y Calvete, H. (1987) y Herrerías, R. y Miguel, S. (1988), viene dada por:

$$F(x) = 0 \quad \text{si } x \leq a$$

$$F(x) = \frac{1 - (x - a)^2}{(b - a + m_2 - m_1) (m_1 - a)} \quad \text{si } a < x \leq m_1$$

$$F(x) = \frac{1}{(b - a + m_2 - m_1)} (2x - m_1 - a) \quad \text{si } a < x \leq m_1 \quad (2.5)$$

$$F(x) = 1 - \frac{(b - x)^2}{(b - a + m_2 - m_1) (b - m_2)} \quad \text{si } m_2 \leq x < b$$

$$F(x) = 1 \quad \text{si } x \geq b$$

Nótese que tal función de distribución es fácilmente invertible al ser cuadrática y lineal. En efecto, si se denota por $L = (b - a) + (m_2 - m_1)$ a la suma de las amplitud es de los dos intervalos, se tiene:

$$x\alpha = a + [L (m_1 - a) \alpha]^{1/2} \quad \text{si } 0 < \alpha < \frac{m_1 - a}{L}$$

$$\begin{aligned}
 x\alpha &= (a + L + a + m_1) / 2 & \text{si } \frac{m_1 - a}{L} \leq \alpha \leq 1 - \frac{b - m_2}{L} & \quad (2.6) \\
 x\alpha &= b - [L(b - m_2)(1 - \alpha)]^{1/2} & \text{si } 1 - \frac{b - m_2}{L} < \alpha < 1
 \end{aligned}$$

Siendo x_α un cuantil de $F(x)$ tal que $F(x_\alpha) = \alpha$

Véase Palacios, F.; Pérez, E.; Herrerías, R. y Callejón, J. (1999)

3.6.3. Ordenamiento de las distribuciones triangular y trapezoidal CPR.

Para facilitar la comprensión de las expresiones siguientes se usa la siguiente notación: la función de distribución del valor de mercado, V , es G y viene determinada, según la distribución elegida, por varios parámetros: A, B, M (triangular) y A, B, M_1, M_2 (trapezoidal). La función de distribución del índice, I , es F y viene determinada según la distribución elegida por varios parámetros: a, b, m (triangular) y a, b, m_1, m_2 (trapezoidal).

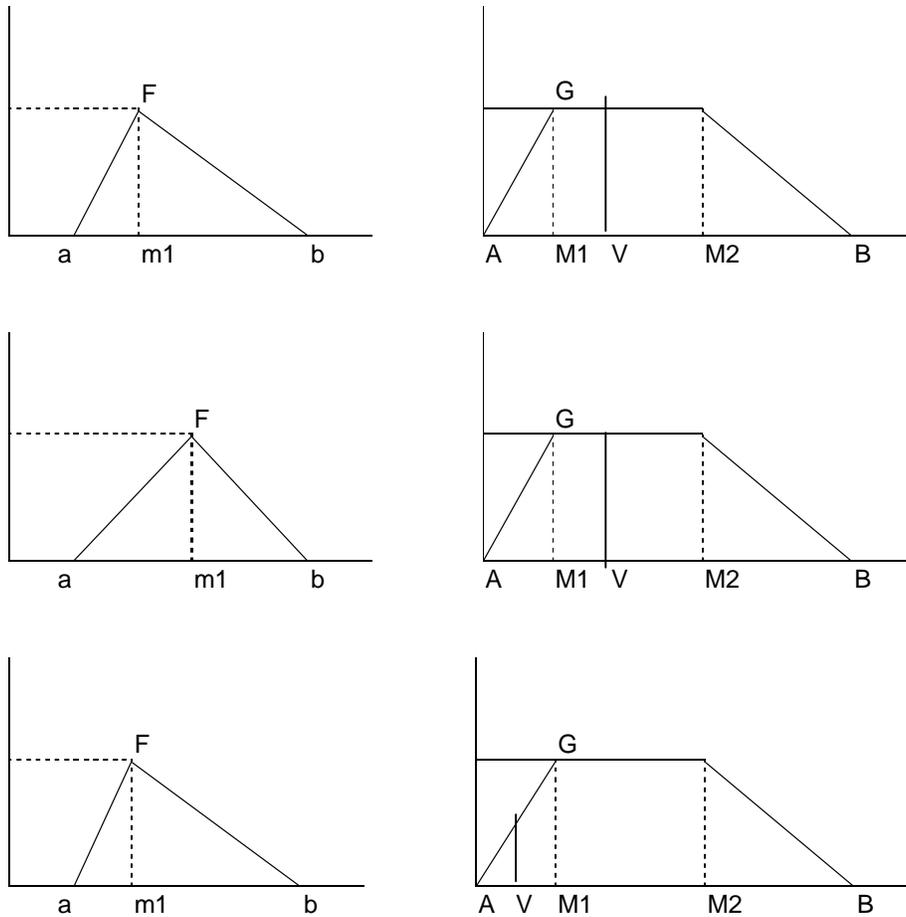
En la gran mayoría de los casos prácticos de la literatura especializada sólo se disponen de tres datos, mínimo, a , máximo, b , y más probable, m , tanto para los signos externos como para el valor de mercado; los tres valores son necesarios para ajustar una distribución triangular; para disponer de una distribución trapezoidal se recurre a la construcción de una distribución trapezoidal CPR, introducida por Callejón, J.; Pérez, E. y Ramos, A. (1996), que consiste en operar como sigue:

- i. Se calcula el punto medio del intervalo, $(a + b) / 2$
- ii. Si $(a + b) / 2 > m$ entonces se nota por $m_1 = m$ y $m_2 = (a + b) / 2$
- iii. Si $(a + b) < m$ entonces se nota por $m_1 = (a + b) / 2$ y $m_2 = m$.

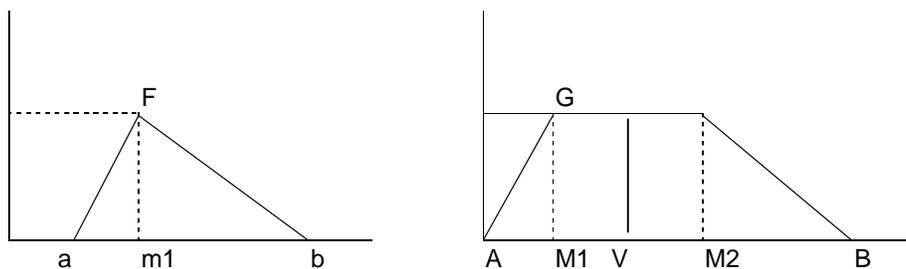
El ordenamiento de las distribuciones se ha hecho atendiendo a tres criterios diferentes:

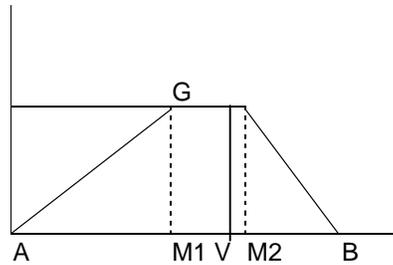
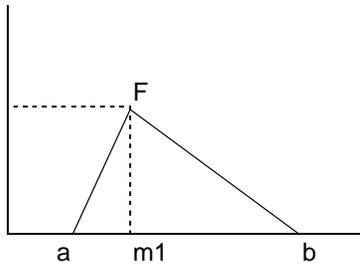
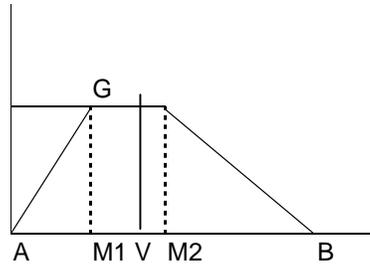
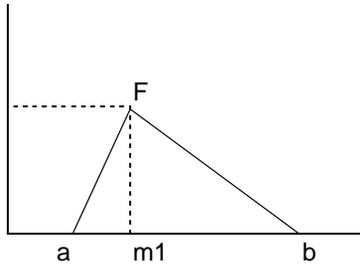
1. Fijando la distribución del valor mercado del bien, observar para que valor de la moda de la distribución del índice de calidad del bien se consigue una mayor valoración del mismo.
2. Fijando la distribución del índice de calidad, observar para que valor de la moda de la distribución del valor de mercado del bien se obtiene una mayor valoración del mismo.
3. Atendiendo a los valores modales de las cuatro variantes mencionadas anteriormente se ha establecido el orden de las valoraciones obtenidas a partir de las mismas.

En el primer punto, independientemente de la distribución que se asigne al valor de mercado del bien, G , y una vez determinada la distribución del índice de calidad del mismo, F , siempre se obtendrá una mayor valoración del bien para aquella distribución F cuya moda sea la más pequeña. Véase figura 3, supuesto que se fija una distribución trapezoidal CPR para el valor de mercado del bien, G , y una distribución triangular para el índice de calidad, F , la valoración del bien será tanto mayor cuanto más pequeño sea el valor modal, m , de la distribución del índice de calidad del bien, F .



En el segundo punto, independientemente de la distribución que se asigne al índice de calidad del bien, F, y una vez determinada la distribución del valor de mercado del mismo, G, siempre se obtendrá una mayor valoración del bien para aquella distribución G cuya moda sea la más grande. Véase figura 4, supuesto que se fija una distribución triangular para el índice de calidad, F, y una distribución trapezoidal CPR para el valor de mercado del bien, G, la valoración del bien será tanto mayor cuanto más grande sea el valor modal de la distribución del valor de mercado del bien, G.





En el tercer punto el ordenamiento no sigue, como si pasaba en los dos criterios anteriores, una regla general. Para generalizar el problema del ordenamiento de las distribuciones se han usado variables reducidas, es decir, se ha estandarizado su recorrido al intervalo [0,1] y se han ido asignando valores a las modas de cada una de las cuatro variantes con una diferencia de una décima, este trabajo se puede afinar todo lo que se quiera.

Denotando las distintas variantes como sigue:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| R: Triangular - Triangular | B: Triangular - Trapezoidal |
| V: Trapezoidal - Triangular | A: Trapezoidal - Trapezoidal. |

En la tabla 1 se ha seguido la siguiente notación:

Lm: representa el valor de la moda de la distribución del índice de calidad del bien.

Vm: representa el valor de la moda del valor de mercado del bien.

Ordenamiento: una vez fijados los valores modales, Lm y Vm, se ha situado más a la izquierda la distribución que arroja una mayor valoración del bien y a medida que se desplaza hacia la derecha las distribuciones con menor valoración. La simbología que se ha utilizado ha sido la siguiente:

> : la valoración de la variante situada a la izquierda de este símbolo es siempre mayor que la valoración de la situada a la derecha.

= las valoraciones de las dos variantes coinciden.

x : la valoración de la variante situada a la izquierda de este símbolo y la valoración de la situada a la derecha se cruzan.

Tabla 1

Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento
0	0	B > R = A > V	0,1	0	B > A > R > V	0,2	0	B > A > R > V
	0,1	B > R > A > V		0,1	B > R = A > V		0,1	B > A > R > V
	0,2	B > R > A > V		0,2	B > R > A > V		0,2	B > A = R > V
	0,3	B > R > A > V		0,3	B > R > A > V		0,3	B > R > A > V
	0,4	B > R > A > V		0,4	B > R > A > V		0,4	B > R > A > V
	0,5	B = R > A = V		0,5	B = R > A = V		0,5	B = R > A = V
	0,6	R > B > V > A		0,6	R > B > V > A		0,6	R > B > V > A
	0,7	R > B > V > A		0,7	R > B > V > A		0,7	R > B > V > A
	0,8	R > B > V > A		0,8	R > B x V > A		0,8	R > B x V > A
	0,9	R > B x V > A		0,9	R > B x V > A		0,9	R > B x V > A
	1	R > B x V > A		1	R > B x V > A		1	R > V > B > A
Im	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento
0,3	0	B > A > R > V	0,4	0	B > A > R > V	0,5	0	B = A > R = V
	0,1	B > A > R > V		0,1	B > A > R > V		0,1	B = A > R = V
	0,2	B > A > R > V		0,2	B > A > R > V		0,2	B = A > R = V
	0,3	B > A = R > V		0,3	B > A > R > V		0,3	B = A > R = V
	0,4	B > R > A > V		0,4	B > A = R > V		0,4	B = A > R = V
	0,5	B = R > A = V		0,5	B = R > A = V		0,5	B = A = R = V
	0,6	R > B > V > A		0,6	R > B x V > A		0,6	V = R > A = B
	0,7	R > B x V > A		0,7	R > V > B > A		0,7	V = R > A = B
	0,8	R > V > B > A		0,8	R > V > B > A		0,8	V = R > A = B
	0,9	R > V > B > A		0,9	R > V > B > A		0,9	V = R > A = B
	1	R > V > B > A		1	R > V > B > A		1	V = R > A = B
Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento
0,6	0	A > B > V > R	0,7	0	A > B > V > R	0,80	0	A > B > V > R
	0,1	A > B > V > R		0,1	A > B > V > R		0,1	A > B x V > R
	0,2	A > B > V > R		0,2	A > B > V > R		0,2	A > B x V > R
	0,3	A > B > V > R		0,3	A > B x V > R		0,3	A > V > B > R
	0,4	A > B x V > R		0,4	A > V > B > R		0,4	A > V > B > R
	0,5	A = V > B = R		0,5	A = V > B = R		0,5	A = V > B = R
	0,6	V > A = R > B		0,6	V > A > R > B		0,6	V > A > R > B
	0,7	V > R > A > B		0,7	V > A = R > B		0,7	V > A > R > B
	0,8	V > R > A > B		0,8	V > R > A > B		0,8	V > A = R > B
	0,9	V > R > A > B		0,9	V > R > A > B		0,9	V > R > A > B
	1	V > R > A > B		1	V > R > A > B		1	V > R > A > B
Lm	Vm	Ordenamiento	Lm	Vm	Ordenamiento			
0,9	0	A > B x V > R	1	0	A > B x V > R			
	0,1	A > B x V > R		0,1	A > B x V > R			
	0,2	A > B x V > R		0,2	A > V > B > R			
	0,3	A > V > B > R		0,3	A > V > B > R			
	0,4	A > V > B > R		0,4	A > V > B > R			
	0,5	A = V > B = R		0,5	A = V > B = R			
	0,6	V > A > R > B		0,6	V > A > R > B			
	0,7	V > A > R > B		0,7	V > A > R > B			
	0,8	V > A > R > B		0,8	V > A > R > B			

$$\begin{array}{l} 0,9 \quad V > A = R > B \\ 1 \quad V > R > A > B \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0,9 \quad V > A > R > B \\ 1 \quad V > A = R > B \end{array}$$

Obsérvese que si $L_m = 0$ y $V_m = 0$, la variante Triangular - Trapezoidal es la que proporciona una mayor valoración del bien seguida de la variante Triangular - Triangular que en este caso concreto arroja la misma valoración que la obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal, y por último la menor valoración a partir de una variante Trapezoidal - Triangular.

Si $L_m = 0$ y V_m toma valores dentro del intervalo abierto $(0, 0,5)$, la variante Triangular - Trapezoidal es la que proporciona una mayor valoración del bien, seguida por la valoración suministrada por la variante Triangular - Triangular, que a su vez es mayor que la valoración obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal, y por último la menor valoración a partir de una variante Trapezoidal - Triangular.

Si $L_m = 0$ y $V_m = 0,5$, la mayor valoración es proporcionada por la variante Triangular - Trapezoidal que en este caso coincide con la valoración obtenida a partir de la variante Triangular - Triangular, que a su vez es mayor que la valoración obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal, que en este caso coincide con la valoración obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Triangular.

Si $L_m = 0$ y V_m toma valores dentro del intervalo abierto $(0,5, 0,83333)$, la variante Triangular - Triangular es la que proporciona una mayor valoración del bien, seguida de la valoración suministrada por la variante Triangular - Trapezoidal, que a su vez es mayor que la valoración obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Triangular, y por último la menor valoración a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal.

Si $L_m = 0$ y V_m toma valores dentro del intervalo $(0,83333, 1]$, la variante Triangular - Triangular es la que proporciona una mayor valoración del bien, la menor valoración se obtiene a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal y las valoraciones suministradas por las variantes Triangular - Trapezoidal y Trapezoidal - Triangular se cortan en puntos diferentes dependiendo del valor de V_m . Comienza siendo mayor la valoración obtenida a partir de la variante Triangular - Trapezoidal y termina siendo mayor la variante Trapezoidal - Triangular.

En el resto de combinaciones se establece el ordenamiento de las valoraciones, atendiendo a la Tabla 1, del mismo modo como se ha visto en los párrafos anteriores. Por ello, para no ser repetitivo en los sucesivos, solamente se va a exponer el caso en que se crucen las valoraciones de dos variantes.

Al igual que en el caso anterior cuando se cruzaban las valoraciones de dos variantes, siempre que L_m sea menor que $0,5$, la variante Triangular - Triangular es la que proporciona una mayor valoración del bien, la menor valoración se obtiene a partir de la variante Trapezoidal - Trapezoidal y las valoraciones suministradas por las variantes Triangular - Trapezoidal y Trapezoidal - Triangular se cortan en puntos diferentes dependiendo del valor de V_m . Como también ocurrió a en el caso visto anteriormente, comienza siendo mayor la valoración obtenida a partir de la variante Triangular - Trapezoidal y termina siendo mayor la variante Trapezoidal - Triangular. En esta situación el cruce de las dos valoraciones ocurre siempre que:

$L_m = 0,1$ y V_m toma valores dentro del intervalo $(0,78571, 1]$

$L_m = 0,2$ y V_m toma valores dentro del intervalo $(0,73076, 0,92857)$

$L_m = 0,3$ y V_m toma valores dentro del intervalo $(0,66666, 0,75)$

$L_m = 0,4$ y V_m toma valores dentro del intervalo $(0,590909, 0,611111)$ Si

$L_m = 0,5$ las valoraciones de las distintas variantes no se cruzan, son siempre iguales dos a dos. Si V_m está comprendida en el intervalo $[0, 0,5)$ las valoraciones de las variantes Triangular - Trapezoidal y Trapezoidal - Trapezoidal coinciden y es mayor que las valoraciones de las variantes Trapezoidal - Triangular y Triangular - Triangular que también coinciden en ese intervalo. Si $V_m = 0,5$ todas las variantes ofrecen una misma valoración para el bien. Si V_m está

comprendida en el intervalo (0,5, 1] las valoraciones de las variantes Trapezoidal - Triangular y Triangular - Triangular coinciden y es mayor que las valoraciones de las variantes Triangular - Trapezoidal y Trapezoidal - Trapezoidal que también coinciden en ese intervalo.

Siempre que se crucen las valoraciones de dos variantes y L_m sea mayor que 0,5, la variante Trapezoidal - Trapezoidal es la que proporciona una mayor valoración del bien, la menor valoración se obtiene a partir de la variante Triangular - Triangular y las valoraciones suministradas por las variantes Triangular - Trapezoidal y Trapezoidal - Triangular se cortan en puntos diferentes dependiendo del valor de V_m . En este caso también comienza siendo mayor la valoración obtenida a partir de la variante Triangular - Trapezoidal y termina siendo mayor la variante Trapezoidal -e Triangular. En esta situación el cruce de las dos valoraciones ocurre siempre que:

$L_m = 0,6$ y V_m toma valores dentro del intervalo (0,388888, 0,40909)

$L_m = 0,7$ y V_m toma valores dentro del intervalo (0,25, 0,3333)

$L_m = 0,8$ y V_m toma valores dentro del intervalo (0,07142, 0,26923)

$L_m = 0,9$ y V_m toma valores dentro del intervalo [0, 0,21428)

$L_m = 1$ y V_m toma valores dentro del intervalo [0, 0,16666)

3.6.4. Aplicación del Método de las Dos Funciones de Distribución Polietápico

Se van a utilizar los datos del informe nº 1 de Ballester, E. y Rodríguez, J. A. (1999), consistente en la tasación de un apartamento en la ciudad de Valencia, destinado a vivienda y de 100 m² de superficie construida, para la concesión de un crédito hipotecario. En el mencionado informe se obtiene el precio por metro cuadrado de superficie construida atendiendo a diferentes escalas semánticas: Entorno urbanístico, Características generales del inmueble, Características de la vivienda y Distancias y comunicaciones; las cuales tienen un valor numérico que se ha obtenido por agregación de las puntuaciones de determinadas características. Debido a la escasez de datos generales, utiliza el Método de las Dos Funciones de Distribución, variante Triangular - Triangular, para la tasación del apartamento.

En el informe se establecen los siguientes parámetros:

“Puntuaciones asignadas a los extremos y a la moda de la distribución triangular de signos externos” :

Inmuebles mejor calificados a efectos comparativos del análisis	906 puntos
Inmuebles moda a efectos comparativos del análisis	685 puntos
Inmuebles peor calificados a efectos comparativos del análisis	345 puntos

“Precios de mercado para los extremos y la moda de la distribución triangular de valores de mercado”:

Inmuebles mejor calificados a efectos comparativos del análisis	225.000 Ptas./m ²
Inmuebles moda a efectos comparativos del análisis	130.000 Ptas./m ²
Inmuebles peor calificados a efectos comparativos del análisis	75.000 Ptas./m ²

En este caso práctico se va a aplicar el Método de las Dos Funciones de Distribución Polietápico: En una primera etapa se va a calcular el precio por metro² de superficie construida aplicando el mismo Método de las Dos Funciones de Distribución pero con distintas variantes de la empleada por Ballester, E. y Rodríguez, J. A. (1999), a saber:

- Variante Triangular - Trapezoidal
- Variante Trapezoidal - Triangular
- Variante Trapezoidal - Trapezoidal

Los precios del mencionado informe están dados en Ptas., en este trabajo se continúa con esa misma notación para una mejor comparación entre los resultados de ambos.

La puntuación de los signos externos del apartamento en cuestión resultan de sumar las puntuaciones parciales de las diferentes escalas semánticas: Entorno urbanístico (125 puntos), Características generales del inmueble (76 puntos), Características de la vivienda (305 puntos) y Distancias y comunicaciones (205 puntos). Por lo que se obtiene, como puntuación de los signos externos, un total de 711 puntos.

Como sólo se tienen tres datos, mínimo, a, máximo, b, y más probable, m, tanto para los signos externos como para el valor de mercado, se recurre a la trapezoidal CPR, introducida por Callejón, J.; Pérez, E. y Ramos, A. (1996) para lo cual se opera como se ha señalado al comienzo del punto 3 de este trabajo.

A continuación se obtienen las distribuciones trapezoidales CPR tanto para el valor de mercado como para los signos externos:

$$a) \text{ Valor de mercado: } (A + B) / 2 = (75000 + 225000) / 2 = 150.000$$

que es mayor que 130.000, por tanto: $M_1 = 130.000$ y $M_2 = 150.000$

$$b) \text{ Signos externos: } (a + b) / 2 = (3452 + 906) / 2 = 625,5$$

que es menor que 685, por tanto: $m_1 = 625,5$ y $m_2 = 685$.

Se procede a calcular el precio estimado por m_2 construido para el apartamento en estudio, comparando las variantes siguientes:

- Triangular - Trapezoidal.

Se supone que la distribución de la variable valor de mercado, G, es trapezoidal y se utiliza la distribución triangular para determinar la distribución de los signos externos, F.

Primero se calculan, a partir de (2.5):

$$G(M_1) = \frac{M_1 - A}{B - A + M_2 - M_1} = \frac{11}{34} = 0,3235294$$

$$G(M_2) = \frac{2 M_2 - M_1 - A}{B - A + M_2 - M_1} = \frac{19}{34} = 0,5588235$$

Se calcula F(l), teniendo en cuenta que $711 = l > m = 685$, de (2.2) se tiene:

$$F(l) = \frac{(b - l)^2}{(b - a)(b - m)} = 0,6932997$$

Como $G(M_2) < F(I)$ e $I > m$, aplicando Herrerías, J. M. (2002):

$$V = B - (b - I) \{[(B - A + M_2 - M_1) (B - M_2)] / [(b - a) (b - m)]\}^{1/2} = 162467 \text{ Ptas /m}^2 \text{ construido}$$

El valor total del apartamento = superficie construida x precio/ m² construido

$$V_{\text{total}} = 100 \text{ m}^2 \times 162.467 \text{ Ptas./m}^2 \text{ construido} = 16.246.700 \text{ Ptas.}$$

- Trapezoidal - Triangular.

Se supone que la distribución de la variable valor de mercado, G, es triangular y se utiliza la distribución trapezoidal para determinar la distribución de los signos externos, F.

Primero, de (2.2) se calcula:

$$G(M) = \frac{M - A}{B - A} = \frac{11}{34} = 0,3666667$$

Se calcula $F(I)$, teniendo en cuenta que $711 = I > m_2 = 685$, de (2.5) se tiene:

$$F(I) = \frac{(b - I)^2}{(b - a + m_2 - m_1) (b - m_2)} = 0,7227093$$

Como $G(M) < F(I)$ y $I > m^2$, aplicando Herrerías, J. M. (2002):

$$V = B - (b - I) \{[(B - A) (B - M)] / [(b - a + m_2 - m_1) (b - m_2)]\}^{1/2} = 162140 \text{ Ptas /m}^2 \text{ construido}$$

El valor total del apartamento:

$$V_{\text{total}} = 100 \text{ m}^2 \times 162.140 \text{ Ptas./m}^2 \text{ construido} = 16.214.000 \text{ Ptas.}$$

- Trapezoidal - Trapezoidal

Se supone que la distribución de la variable valor de mercado, G, es trapezoidal y se utiliza la distribución trapezoidal para determinar la distribución de los signos externos, F.

Al igual que en la variante Triangular - Trapezoidal, de (2.5) se calculan:

$$G(M_1) = \frac{M_1 - A}{B - A + M_2 - M_1} = \frac{11}{34} = 0,3235294$$

$$G(M_2) = \frac{2 M_2 - M_1 - A}{B - A + M_2 - M_1} = \frac{19}{34} = 0,5588235$$

Al igual que en la variante Trapezoidal - Triangular, de (2.5) se calcula:

$$F(I) = \frac{(b - I)^2}{(b - a + m_2 - m_1) (b - m_2)} = 0,7227093$$

Como $G(M_2) < F(I)$ y $I > m$, aplicando Herrerías, R. ; García, J. ; Cruz, S. Y Herrerías, J. M. (2001):

$$V = B - (b - I) \{[(B - A + M_2 - M_1) (B - M_2)] / [(b - a + m_2 - m_1) (b - m_2)]\}^{1/2} =$$

$$V = 162467 \text{ Ptas /m}^2 \text{ construido}$$

El valor total del apartamento:

$$V_{total} = 100 \text{ m}^2 \times 165.540 \text{ Ptas./m}^2 \text{ construido} = 16.554.000 \text{ Ptas.}$$

En su informe, los profesores Ballesterero, E. y Rodríguez, J. A., estiman el valor de mercado del apartamento en 15.889.000 Ptas.

No se puede establecer si la estimación realizada en el informe es mejor o peor que las obtenidas por las diferentes variantes que se han desarrollado en este trabajo. Depende, entre otras cosas, de la situación de vendedor o comprador que se adopte y si se culminó la operación de compraventa o no en la realidad, pero lo que si está claro es que hay mayor homogeneidad con las valoraciones obtenidas: 16.246.700, 16.214.000 y 16.554.000 por estas variantes.

En este caso en concreto, se observa que la valoración sube cuando el valor de mercado se modeliza por una trapezoidal, y la valoración baja cuando se modeliza por una triangular, según el esquema siguiente:

Tabla 2

Índice Calidad	Valor de Mercado	
	Triangular	Trapezoidal
Triangular	Más bajo (15.889.000 Ptas.)	Medio alto (16.246.700 Ptas.)
Trapezoidal	Medio bajo (16.214.000 Ptas.)	Más alto (16.554.000 Ptas.)

Puede comprobarse que, efectivamente, el orden de las valoraciones obtenido con las distintas variantes cumple lo establecido en el tercer punto de este trabajo:

Estandarizando los recorridos de las variables, se tiene:

$$\text{Signos externos: } a = 0 ; b = 1 ; M = \frac{685 - 345}{906 - 345} = 0,60606$$

$$\text{Valores de mercado: } A = 0 ; B = 1 ; M = \frac{130000 - 75000}{225000 - 75000} = 0,36666$$

A partir de la tabla 1, tomando $L_m = 0,6$ y $V_m = 0,36$; la mayor valoración es la proporcionada por la variante Trapezoidal - Trapezoidal seguida de la variante Triangular - Trapezoidal que a su vez es mayor que la valoración obtenida a partir de la variante Trapezoidal - Triangular y por último la valoración obtenida a partir de la variante Triangular - Triangular. Orden que coincide con lo expuesto en la tabla 2.

En una segunda etapa, estas cuatro valoraciones se toman como punto de partida para ajustar una distribución trapezoidal para el valor del bien y utilizando una distribución triangular ó una distribución trapezoidal para el índice de calidad puede repetirse el Método de las Dos Distribuciones; con lo que se obtiene dos nuevas valoraciones:

Tabla 3

índice calidad	Valor de Mercado Trapezoidal
Triangular	16.297.576 Ptas.
Trapezoidal	16.310.182 Ptas.

Esta valoración se ha obtenido en dos etapas, en la primera se determinan los cuatro valores de mercado que son necesarios para ajustar una trapezoidal tetraparamétrica, y en una segunda se determina la valoración final.

Procediendo en una tercera etapa, como es práctica habitual en la literatura especializada, a la realización de la media entre las dos valoraciones obtenidas en la segunda etapa:

$$(162297576 + 16310182) / 2 = 16303879 \text{ Ptas.}$$

Este será el valor de mercado del apartamento. Como se ha comentado anteriormente, no se puede establecer si la estimación realizada en el informe es mejor o peor que la obtenida por el nuevo método que se ha desarrollado en este trabajo. Pero lo que sí está claro es que hay mayor homogeneidad en la valoración final dada con este método polietápico para el apartamento.

3.7. UNA VARIANTE PRACTICA DEL METODO DE VALORACIÓN DE LAS DOS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN (MVDFD)

El presente es copia del trabajo presentado por los Señores Rafael Herrerías Pleguezuelo, Federico Palacios González y José Manuel Herrerías Velasco del Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa de la Universidad de Granada.

3.7.1. INTRODUCCION

En los apartados siguientes presente trabajo se aplica el Método de Valoración de las Dos Funciones de Distribución (MVDFD) utilizando una nueva metodología tanto para obtener los tres típicos valores (mínimo, máximo y más probable) del índice de calidad del bien, cuando se disponen de pocos datos y estos son heterogéneos, a partir de los valores de los escasos bienes testigos, como para obtener el valor del índice de calidad del bien, utilizando la función de distribución empírica de dicho índice de calidad, obteniéndose finalmente el valor del índice de calidad del bien mediante una simple interpolación. Se utiliza para la variable de mercado del bien las distribuciones clásicas: uniforme, triangular, trapezoidal CPR y beta triparamétrica. Posteriormente se aplica a un caso práctico típico de la literatura de Tasación y Valoración, consistente en la valoración de un bien inmueble de la ciudad de Madrid.

Es de destacar que el método de valoración de las Dos funciones de Distribución (DFD), hasta ahora se han utilizado distribuciones de variables continuas, por ello resulta como novedad el uso de una distribución discreta, tal como la función de distribución empírica, que surge de la consideración de igualar el nivel de actualidad al inverso de la antigüedad, esto es:

$$\text{Nivel de actualidad} = (\text{Antigüedad del bien urbano})^{-1} \quad (1.1)$$

Evidentemente la función de distribución que hay que invertir en el método de valoración DFD, es la de la variable valor de mercado del bien, por ello se mantienen para tal variable aleatoria las distribuciones clásicas (uniforme, triangular, trapezoidal CPR y beta paramétrica), que pueden especificarse a partir de los tres valores mínimo, “a”, máximo, “b” o más probable, “m”.

3.7.2. LA FUNCION DE DISTRIBUCIÓN EMPÍRICA DEL INDICE DE CALIDAD DEL BIEN

En la práctica, en un gran número de casos, el índice de calidad de un bien viene expresado mediante una distribución discreta de frecuencias y muy posiblemente el valor del índice correspondiente al bien a valorar no está recogido en dicha distribución discreta, son esos casos en los que puede aplicarse la siguiente interpolación lineal para obtener el valor de la función de distribución en un punto que no está contemplado en la distribución discreta inicial.

Es evidente que, bajo la hipótesis de linealidad de la función de distribución en el intervalo (x_i, x_{i+1}) se verifica la siguiente relación:

$$\frac{F(x) - F(x_i)}{x - x_i} = \frac{F(x_{i+1}) - F(x_i)}{x_{i+1} - x_i}, \quad \forall x \in (x_i, x_{i+1}) \quad (2.1)$$

de donde:

$$F(x) = F(x_i) + \frac{F(x_{i+1}) - F(x_i)}{x_{i+1} - x_i} (x - x_i), \quad \forall x \in (x_i, x_{i+1}) \quad (2.2)$$

Obsérvese que el segundo sumando de (2.2) es siempre no negativo, ya que $x_i < x < x_{i+1}$ y $F(x_{i+1}) \geq F(x_i)$.

3.7.3. LA FUNCION DE DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DE MERCADO DEL BIEN A PARTIR DE LOS VALORES DE LOS BIENES TESTIGOS

Cuando sólo se dispone de unos pocos datos y además estos son heterogéneos, por ejemplo de los valores que en el mercado han alcanzado unos pocos bienes testigos de la misma naturaleza que el bien que se desea valorar, puede modelizarse su función de distribución a partir de la obtención de los tres valores típicos (mínimo, máximo y más probable) y con ellos se ajusta la distribución que mejor se amolde a los datos originales (valores de los bienes testigos). En este trabajo se realizará el ajuste de distintos tipos de distribuciones: rectangular, triangular, trapezoidal CPR y beta triparamétrica, a los datos de la aplicación práctica que se presenta a continuación.

3.7.4. APLICACIÓN PRACTICA

Se pretende valorar un bien inmueble de 90 m² de superficie y 25 años de antigüedad, en una zona determinada de Madrid de la que se disponen de 15 bienes testigos diferentes y heterogéneos en superficie, antigüedad y equipamientos centrales y sanitarios.

Los datos proceden del trabajo de Lozano, J.J. (1996) y están reproducidos en la tabla siguiente:

t	Precio en Pesetas	Superficie en m ²	Antigüedad en años	Nº de cuartos de baño	Calefacción Central
1	16000000	64	10	1	1
2	40000000	165	10	2	1
3	45000000	170	2	2	1
4	44000000	193	2	2	0
5	8000000	45	40	1	0
6	18000000	65	15	1	1
7	12000000	70	40	1	0
8	18000000	100	18	1	0
9	25000000	70	20	1	0
10	14000000	62	10	1	0
11	19000000	72	10	1	1
12	45000000	160	4	2	1
13	21000000	72	10	1	1
14	14000000	130	56	1	0
15	38000000	137	2	2	1

El valor que Lozano obtuvo para el bien reseñado utilizando un análisis de regresión lineal fue de 17.362.610 Pesetas \cong 104.351,39 Euros. Por otra parte el valor que se obtiene para el mismo bien y utilizando los mismos bienes testigos y el método de valoración econométrico – comparativo, Herrerías, J.M. (2002) es de 16.232.446 Pesetas \cong 97.558,97 Euros.

En primer lugar se va a determinar en euros la distribución del valor de mercado del m² de superficie en la zona que se disponen los 15 bienes testigos y que es donde se ubica el inmueble que se quiere valorar (tabla siguiente)

t	Precio	Superficie	Precio m ² en Pesetas	Precio m ² en Euros
1	16000000	64	250000	1502,53
2	40000000	165	242424	1457,00
3	45000000	170	264706	1590,91
4	44000000	193	231579	1391,82
5	8000000	45	177778	1068,47
6	18000000	65	276923	1664,34
7	12000000	70	171429	1030,31
8	18000000	100	180000	1081,82
9	25000000	70	357143	2146,47
10	14000000	62	225806	1357,12
11	19000000	72	263889	1586,00
12	45000000	160	281250	1690,35
13	21000000	72	291667	1752,95
14	14000000	130	107692	647,24
15	38000000	137	277372	1667,04

Del análisis de esta tabla se obtiene que:

$$a = 647,24 \text{ Euros} \qquad b = 2.146,47 \text{ Euros} \qquad (4.1)$$

luego:

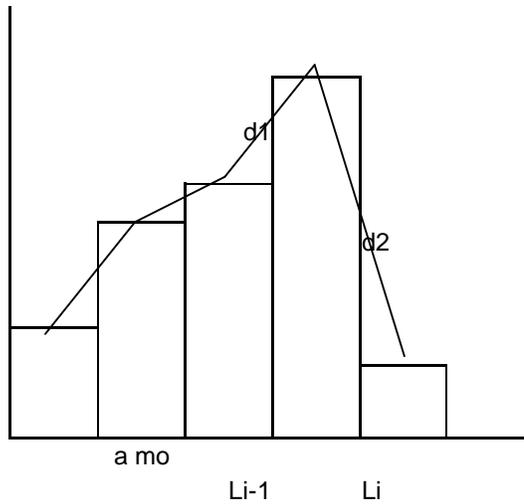
$$b - a = 1.499,23 \text{ Euros} \text{ , se adopta } b - a = 1.500 \text{ Euros}$$

$$\frac{b + a}{2} = 1.396,85 \text{ Euros} \qquad (4.2)$$

2

Si se divide el recorrido en 5 intervalos de igual amplitud, serán de 300 Euros aproximadamente cada uno y la distribución de frecuencia es la siguiente:

$L_{i-1} - L_i$	x_i	n_i
647 - 947	797	1
947 - 1247	1097	3
1247 - 1547	1397	4
1547 - 1847	1697	6
1847 - 2147	1997	1



Luego la moda será:

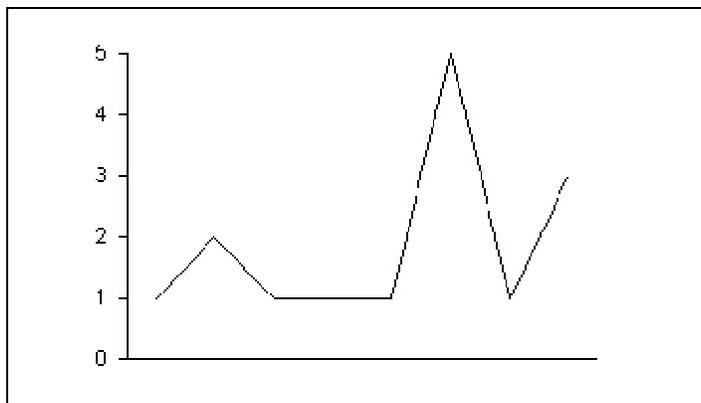
$$m = L_{i-1} + \frac{m_o}{d_1 + d_2} \cdot d_1 = 1547 + \frac{300}{2 + 5} \times 2 = 1547 + 85,8 = 1632,8 \text{ Euros}$$

Se observa que $m = 1632,8 > 1396,85 = (a + b) / 2$, por tanto si se desea modelizar por una distribución trapezoidal CPR se utilizarán los siguientes valores:

$$b = 647,24 \quad b = 2.146,47 \quad m_1 = 1.396,85 \quad m_2 = 1.632,8 \quad (4.4)$$

En Segundo lugar se va a determinar la distribución del índice de calidad del bien que en este es el nivel de actualidad definido en (1.1) y que será:

x_i	1/56	1/40	1/20	1/18	1/15	1/10	1 / 4	1 / 2	Total
n_i	1	2	1	1	1	5	1	3	15
$F(x_i)$	1/15	3/15	4/15	5/15	6/15	11/15	12/15	1	



En tercer lugar, se encuadra el bien a valorar en la función de distribución empírica del índice de calidad. Ello se logra aplicando (2.2) a la tabla anterior y tomando $x = 1/25$, se obtiene:

$$F(1/25) = F(1/40) + \frac{F(1/20) - F(1/40)}{(1/20) - (1/40)} [(1/25) - (1/40)] = 0,24$$

En cuarto lugar, se igualan las funciones de distribución del valor de mercado del m² (se van a considerar las distribuciones rectangular, triangular, trapezoidal CPR y beta triparamétrica) con la del nivel de calidad que es 0,24 en cualquier caso.

3.7.4.1. Distribución rectangular para el valor de mercado

Supuesto una distribución rectangular para el valor de mercado del m² de superficie y distribución empírica para el índice de calidad del bien. A partir de (4.1) se tiene que la variable valor de mercado, $V \rightarrow U(647,24 ; 2146,47)$.

Luego:

$$G(x) = \frac{x - 647,24}{1499,23}$$

Siguiendo la filosofía básica del método DFD, se iguala la función de distribución del valor de mercado con la función de distribución del índice de calidad:

$$G(V_k) = F(I_k) \Leftrightarrow V_k = G^{-1} \times F(I_k)$$

Luego:

$$\frac{V - 647,24}{1499,23} = 0,24 \rightarrow V = 647,24 + 0,24 \times 1499,23 = 1007,07 \text{ Euros}$$

Como el inmueble es de 90 m², el valor del mismo será de: 90636,48 Euros.

3.7.4.2. Distribución triangular para el valor de mercado

Supuesto una distribución triangular para el valor de mercado del m² de superficie y distribución empírica para el índice de calidad del bien. A partir de (4.1) y (4.3) se tiene que la variable valor de mercado, $V \rightarrow T(647,24 ; 1632,8 ; 2146,47)$.

Luego.

$$G(x) = \frac{m - a}{b - a} = \frac{1632,8 - 647,24}{1499,23} = 0,6574 > 0,24$$

Para aplicar (4.5) hay que utilizar la primera rama de la función de distribución triangular: (Herrerias, J.M. – 2002)

$$V = a + [(\alpha (b - a) (m - a))]^{1/2} = 647,24 + [0,24 \times 1499,23 \times 985,56]^{1/2} = 1242,74 \text{ Euros}$$

Como el inmueble es de 90 m², el valor del mismo será de 111846,53 Euros

3.7.4.3 Distribución trapezoidal CPR para el valor de mercado

Supuesto una distribución trapezoidal CPR para el valor de mercado del m² de superficie y distribución empírica para el índice de calidad del bien. A partir de (4.4) se tiene que la variable valor de mercado, $V \sim Tp(647,24 ; 1396,85 ; 1632,8 ; 2146,47)$.

Luego:

$$G(x) = \frac{m_1 - a}{(b - a) + (m_2 + m_1)} = \frac{749,61}{1499,23 + 235,95} = 0,432 > 0,24$$

Para aplicar (4.5) hay que utilizar la primera rama de la función de distribución trapezoidal: (Herrerias, J.M. – 2002)

$$V = a + \{[(\alpha (b - a) + (m_1 - m_2)) (m_1 - a)]\}^{1/2}$$

$$V = 647,24 + [0,24 \times 1735,18 \times 749,61]^{1/2} = 1205,96 \text{ Euros}$$

Como el inmueble es de 90 m², el valor del mismo será de 108536,55 Euros

3.7.4.4. Distribución beta triparamétrica o tipo Caballer para el valor de mercado

Supuesto una distribución beta triparamétrica para el valor de mercado del m² de superficie y distribución empírica para el índice de calidad del bien. A partir de (4.1) y de (4.3) se obtiene la h de la beta (Caballer, V. – 1998).

$$h = \frac{2^{1/2} (b - a)}{2 m (a - b)} = \frac{2^{1/2} \times 1499,23}{2 \times 1632,8 - 2793,71} = 4,4930625$$

y por tanto:

$$p = h + 2^{1/2} = 5.907275 \quad \text{y} \quad q = h - 2^{1/2} = 3,078849$$

Interpolando en las tablas 1.3 y 1.4 de la distribución beta triparamétrica (Caballer, V. – 1998) para $h = 4$ y $h = 5$ resulta como valor estandarizado para la distribución beta el 0,555 ya que a 0,24 le corresponde 0,57 para $h = 4$ y 0,54 para $h = 5$, luego a $h = 4,5$ le corresponde el punto medio.

Luego el correspondiente valor es:

$$\frac{V - 647,24}{1499,23} = 0,555 \rightarrow V = 647,24 + 0,555 \times 1499,23 = 1479,31 \text{ Euros}$$

Como el inmueble es de 90 m², el valor del mismo será de 133138,13 Euros

Siguiendo la filosofía del método polietápico, Herrerías, J.M. y Cubero, J. – 2003, con estos cuatro valores se ajusta una distribución trapezoidal de forma que:

$$V \sim Tp(90636,48 ; 108536,55 ; 11184,53 ; 133138,13)$$

Y como:

$$G(x) = \frac{m_1 - a}{(b - a) + (m_2 + m_1)} = \frac{17900,07}{42501,65 + 3309,98} = 0,3907 > 0,24$$

Para aplicar (4.5) hay que utilizar la primera rama de la función de distribución trapezoidal: (Herrerías, J.M. – 2002)

$$V = a + \{[(\alpha (b - a) + (m_1 - m_2)) (m_1 - a)]^{1/2}\}$$

$$V = 90636,48 + [0,24 \times 45811,63 \times 17900,07]^{1/2} = 104665,28 \text{ Euros}$$

El valor del inmueble será de 104665,28 Euros

Si se opta por el valor de las cuatro valoraciones obtenidas, técnica muy habitual en esta metodología, se tiene que la valoración sería de 111039,42 Euros.

3.7.5. CONCLUSIONES Y PROBLEMAS PENDIENTES

De todas las valoraciones obtenidas para el inmueble, tanto las obtenidas en este trabajo como las establecidas en los dos trabajos mencionados anteriormente, no se puede determinar cual de ellas es la mejor o la peor. Esta cuestión, aunque importante, no es objeto de este artículo y dependerá, entre otras cosas, de la situación del vendedor o comprador que se adopte y si se culminó la operación de compraventa o no en el precio señalado.

En este aspecto cabe reseñar dos cuestiones:

1) La valoración del inmueble obtenida en este trabajo a partir de la media de las cuatro valoraciones (111039,42 Euros) es muy similar a la valoración obtenida a partir de la distribución triangular (111846,53 Euros) esto puede ser debido a que la distribución de frecuencia de la variable valor de mercado puede corresponder perfectamente a una distribución triangular; véase gráfica.

2) La valoración del inmueble establecida por Lozano, J.J. (1996) utilizando un análisis de regresión lineal (104351,39 Euros) es muy similar a la establecida en este trabajo a partir del método polietápico (104665,28 Euros)

En cuanto a problemas pendientes surgen naturalmente de dos tipos, los relativos a la consideración de otros niveles de actualidad diferentes al (1.1) por ejemplo:

$$\text{Nivel de Actualidad} = 100 - \text{antigüedad del bien urbano} \quad (5.1)$$

Que en la interpolación (2,.2) daría un valor diferente, con lo que al igualarla con la función de distribución del valor de mercado dará otro valor y lo correspondiente a la obtención del valor modal de la distribución de los bienes testigos en la que influye el número de intervalos que se consideran así como la interpolación (4.3) que se realiza.

CAPITULO OCHO

Tasación de Árboles Ornamentales

TASACIÓN DE ARBOLES ORNAMENTALES ¹

Introducción:

El tema referente a la valuación de árboles plantados con fines ornamentales presenta en nuestro país una ausencia casi total de métodos tipificados o criterios normalizados que permitan al tasador hacer un análisis fundado para determinar el valor de los mismos.

En cambio, para el caso de plantaciones con fines comerciales, si existen metodologías de tasación basadas en el precio de la madera, costos de producción, crecimiento anual, etc. Para ese caso ha sido posible el desarrollo de criterios de valuación objetivos dado que la madera es un bien de consumo de gran importancia económica, con precios definidos en el mercado, siendo sus costos de producción relativamente fáciles de determinar. Asimismo, hay suficiente datos respecto del crecimiento de masas forestales, que han permitido confeccionar métodos incorporando esa variable.

Hasta el presente el criterio empleado por los profesionales para la tasación de especies forestales ornamentales ha respondido a una apreciación de tipo subjetivo. Es así como en algunos casos se considera la edad de la planta como factor primordial, sin tener en cuenta su tamaño, estado sanitario y otros aspectos de relevancia. Otras veces se tiene el diámetro del tronco y los costos de mantenimiento, sin considerar la especie.

Resultan así valores sumamente disímiles en cada caso, según la importancia relativa otorgada a una u otra variable.

La producción de árboles ornamentales tiene un costo en el que participan la semilla o estaca, recipiente, mano de obra, amortización de instalaciones, beneficio del productor, etc., que se resumen en el precio que tiene la planta al ser vendida en el vivero. A esto se agrega el costo de plantación, constituido por el valor de los materiales necesarios para la misma más la mano de obra correspondiente.

Pero hay otros factores que influyen sobre el valor de un árbol ornamental, los cuales no se pueden ponderar en base a precios o costos verificable sen el mercado, entre los que se destacan: el tamaño del ejemplar, su conformación, estado sanitario, ubicación y rapidez de crecimiento.

En consecuencia, la tasación de árboles ornamentales deberá tomar en cuenta múltiples variables que han de ser motivo de una apreciación lo más objetiva posible. Cuanto más acertada sea ésta, más justo será el resultado de la valuación.

1 - Objetivo

Es el de proporcionar una metodología sencilla para la tasación de árboles ornamentales, basada en la ponderación de los factores que hacen a su valor y que permiten obtener resultados razonables, aún en los casos más dispares.

2 – Area Geográfica de aplicación

¹ Ingenieros Agrónomos Ricardo C. Celasco y Claudio E. Winceler

El área geográfica para la cuál se propone esta metodología abarca nuestra región pampeana, fundamentado esto en la velocidad de crecimiento de las especies a las que se hará referencia más adelante

Adaptando este factor a otras regiones ecológicas, puede emplearse el método para la tasación de árboles ornamentales en otras zonas.

3 - Desarrollo

El método se instrumenta tomando el costo de implantación como valor básico, el cual es afectado por coeficientes correctivos por

Clase diamétrica

Zonificación

Valor funcional

Conformación

Estado sanitario

Rapidez de crecimiento

Para mayor practicidad se ha desarrollado una planilla de cálculo en la cual se califica a cada árbol por medio de los coeficientes correctivos enunciados, que afectan el costo inicial o de implantación, considerado como valor base.

3.1 – Costo de Implantación

Para el cálculo del mismo se incluyen los siguientes rubros:

Precio de venta de la planta en vivero

Costo de tierra vegetal correspondiente

Costo de mano de obra necesaria para la plantación

Costo de tutor y atadura

Costo de flete

El precio de la planta en vivero nos permite la diferenciación inicial para cada una de las especies, dado que en general resume las distintas dificultades que presenta la crianza de cada una de éstas, siendo además fácilmente cuantificable a nivel de mercado.

3.2 – Clases Diamétricas

Se ha considerado importante la medición del diámetro de los ejemplares a evaluar, el cual se tomará como un reflejo de la evolución de los individuos, factor éste íntimamente ligado al valor ornamental de los mismos.

Se prioriza la medición del diámetro en vez de la altura debido a dos causas:

a) El diámetro es una magnitud “no modificable”, a diferencia de la altura que puede ser modelada por podas, vientos que tronchan toda o parte de la copa, etc., aspectos éstos que serán evaluados en el punto 3.5 referido a conformación.

b) La medición de diámetros de árboles es más sencilla y más exacta que la medición de alturas.

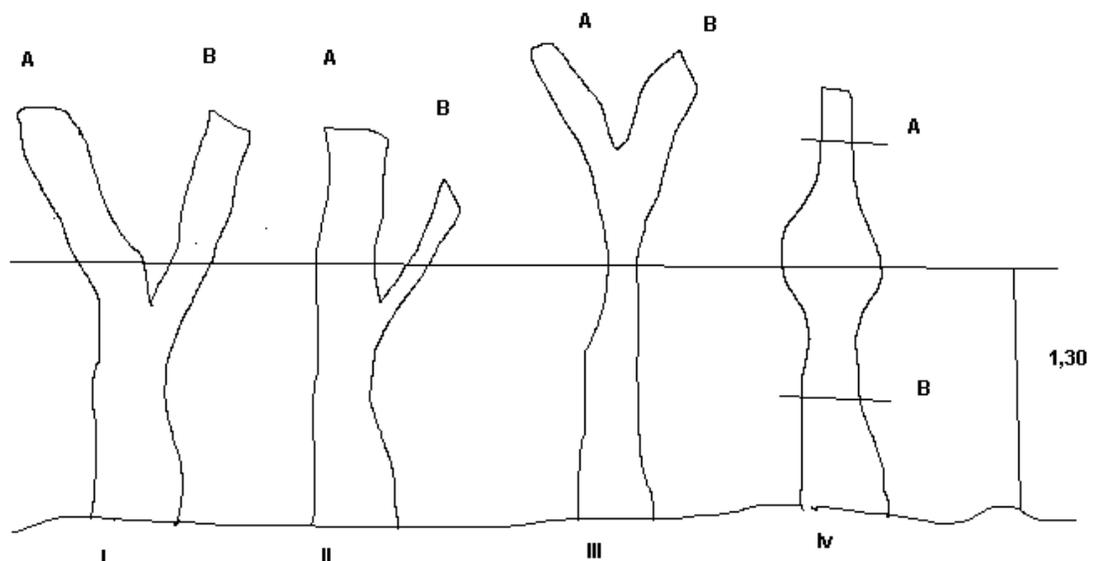
La estimación del diámetro de un árbol puede efectuarse mediante un elemento sencillo como lo es la cinta dasométrica. Básicamente puede encontrarse dos tipos de cintas: las que miden circunferencias (que son las más comunes) y otras que permiten leer directamente el valor del diámetro, pues ya se efectuado en la escala la relación entre circunferencia / π . Estas últimas son las más recomendables debido a que simplifican la tarea y además suelen estar provistas de un pequeño gancho en la punta, lo cual permite fijarla a la corteza del individuo que se está midiendo y posibilita dar la vuelta al mismo girando alrededor; esto resulta sumamente práctico para mediciones de grandes diámetros en trocos que no pueden rodearse con los brazos y, por supuesto, cuando sólo hay un operador.

En todos los casos las cintas deben ser planas a fin que ya se adapten a las irregularidades de los troncos, es decir que no pueden utilizarse para este fin las cintas métricas comunes que son cóncavas, pues se quiebran al doblarlas, falseando los resultados que se obtienen.

También puede utilizarse para medir diámetros un forcípula, instrumento que posee una regla graduada con dos brazos perpendiculares a ella, uno móvil que se ajusta al tronco y otro fijo igualmente apoyado sobre el árbol, en base al desplazamiento del brazo móvil se realiza la lectura del diámetro sobre la escala graduada, obteniéndose los valores directamente en centímetros.

Ya sea que se utilicen cintas o forcípulas, los diámetros deben tomarse a 1,30 metros de altura sobre los troncos (DAP: diámetro a la altura del pecho). Esta regla prácticamente internacional, se ha adoptado por los falsos datos de cubicación obtenidos cuando se hacen mediciones a alturas inferiores a la mencionada, debido a la presencia de muchas especies forestales de raíces tabulares que sobreestiman el verdadero diámetro de los individuos. La presencia de pastizales altos rodeando al ejemplar que se quiere medir también torna práctica esta regla.

Casos especiales de medición de diámetros:



Caso I : siendo A y B de diámetros semejantes, se considera como si fuera un ejemplar cuyo diámetro es la suma de A más B

Caso II : se descarta B (que es mucho menor que A) y se considera al individuo con un diámetro representado por A

Caso III : el individuo se evalúa tomando el DAP normalmente.

Caso IV : se mide en A y en B y se promedian los valores, siendo este promedio el diámetro a tomar.

Metodología

Una vez evaluado el diámetro según las consideraciones expuestas, él o los individuos que se están tasando se ubicarán dentro de una determinada Clase diamétrica y se aplicará un coeficiente que influirá en su valor, de acuerdo al siguiente esquema

Clase Diamétrica	DAP (en metros)	Coeficiente
I	más de 1	16
II	más de 0,80 hasta 1	15
III	más de 0,60 hasta 0,80	13,5
IV	más de 0,40 hasta 0,60	11,5
V	más de 0,30 hasta 0,40	9
VI	más de 0,20 hasta 0,30	6,5
VII	más de 0,10 hasta 0,20	4,5
VIII	más de 0,05 hasta 0,10	3
IX	hasta 0,05	2

Como se observa, el coeficiente para la clase diamétrica IX es 2; esto significa que, si un individuo presenta en todos los demás ítems coeficientes igual a uno (i) y posee un diámetro de 0,04 metros, su valor será igual dos veces su costo de implantación (incluido el valor de compra en vivero). A medida que se incrementa el diámetro, el coeficiente va aumentando, siendo sus incrementos cada vez mayores al pasar de una clase diamétrica a otra; esta tendencia se mantiene hasta la clase diamétrica n° V, se estabiliza en el paso de la V a la IV, y luego los incrementos son cada vez menores. A partir de 1 metro de diámetro el coeficiente permanece invariable.

La mencionada tendencia se basa en el siguiente razonamiento: hasta 0,40 metros de diámetro los incrementos del coeficiente respectivos son cada vez mayores pues el árbol durante ese lapso está creciendo y desarrollándose a un ritmo en general intenso, no alcanzando hasta ese momento su máximo valor ornamental (por supuesto pueden presentarse excepciones, pero esa es la regla general). A partir de los 0,40 metros de diámetro, si bien el individuo continúa su crecimiento y sigue aumentando su valor (de allí que el coeficiente aumente su valor absoluto), su función ornamental no se incrementa de igual manera que en las clases diamétricas inferiores (de menores diámetros) y por eso la tendencia en la variación del coeficiente respectivo disminuye en términos relativos. A partir de 1 metro de diámetro, en general las especies que más se cultivan con fines ornamentales en la región Pampeana no modifican su valor desde este punto de vista aún si continúan su desarrollo y, por lo tanto, no se modifica el valor del coeficiente.

3.3 – Valor Funcional

Esta toma se refiere al efecto que ejerce sobre el valor de un árbol la utilidad, tanto física como ornamental, que presta al entorno en que se encuentra plantado.

El valor funcional de un ejemplar está dado por distintas causas que deberán ser evaluadas con equilibrio y sentido común por parte del profesional que se desempeña como tasador, para llegar así a justipreciar cada árbol.

Los diferentes factores que determinan el Valor Funcional dependen principalmente del diseño empleado para el espacio verde en cuestión. Es así como la acertada ubicación de los individuos, respetando las visuales y los conos de sombra, eligiendo en forma correcta las especies respecto a su desarrollo, ramificación, fructificación, color, densidad y textura de follaje, influirán en forma positiva sobre el valor de cada árbol.

A los efectos de ponderar el Valor Funcional se analizan y cuantifican mediante el uso de coeficientes, los siguientes aspectos:

3.3.1 – Ubicación de los árboles respecto a paredes o construcciones

Nuestro Código Civil menciona que la distancia mínima a paredes medianeras de los árboles plantados ha de ser de 6 metros.

Asimismo, en los casos de reclamos judiciales suele tenerse en cuenta el borde de la copa como distancia hasta la que llegan las raíces, para el caso que los mismos puedan dañar construcciones. Por ejemplo, si un árbol joven se encuentra creciendo muy cerca de una pared, al alcanzar mayor tamaño sus raíces pueden provocar daños sobre la construcción, como asimismo tendrá dificultades para que la copa alcance su forma típica. Estas causas determinarán, muy probablemente una futura remoción del ejemplar. El valor de ese árbol se verá drásticamente reducido dado que, por efecto de su incorrecta ubicación tendrá una menor vida útil en ese lugar, e incluso representará un gasto al tener que removerlo.

Otro elemento que hace a la funcionalidad del árbol es la sombra que éste proyecta sobre las viviendas y demás construcciones; hecho que toma mayor trascendencia para los ejemplares ubicados con rumbo norte, que es el sector de mayor incidencia de los rayos solares. Además, tiene importancia la visual que permiten los árboles desde las ventanas de las viviendas hacia el parque o jardín.

Es conveniente entonces que el tasador determine si la ubicación del árbol, su porte, como así también las características de su follaje (caodizo, semipersistente o persistente) brindan una adecuada sombra durante los meses estivales y permita el paso de la luz solar en invierno.

3.3.2 Ubicación respecto a otras plantas

También en este punto se evalúa la bondad del diseño del espacio verde

Un árbol que crece aislado, rodeado de un buen césped, tendrá mayores posibilidades de realizar su valor ornamental.

El caso opuesto lo constituye al árbol dominado, que es el que ha sido plantado junto a otros ejemplares ya desarrollados que le impiden alcanzar su tamaño óptimo y forma típica.

Asimismo, árboles que ocultan incorrectamente otras plantas de buen aspecto o que destruyen visuales importantes, ven reducido su valor debido al factor ubicación.

Es el caso de mezcla de especies inadecuada, se estima aconsejable reducir el valor de aquellas que, a criterio del profesional tasador, sea conveniente quitar y / o reemplazar por otras que cumplan un efecto estético adecuado.

Los coeficientes aconsejables para el factor Valor Funcional se discriminan de la siguiente forma:

Valor Funcional adecuado	1
Valor Funcional inadecuado	0,5 - 0,9

3.4 Zonificación

Un factor importante que hace al valor de la planta es el destino dado a la tierra en la región de influencia del sitio que ocupa el árbol a tasar.

En una zona con fines netamente residenciales urbanos, donde el valor unitario de la tierra será elevado, los árboles serán más escasos que en un área rural, por lo cual tendrán mayor deseabilidad. Por lo tanto su valor será superior.

En general los árboles incrementan su valor cuando son escasos en la zona.

Esta variable se puede ponderar teniendo en cuenta la zonificación municipal asignada a la parcela que ocupa el ejemplar en cuestión.

Si el predio se califica como rural no se incrementará el valor, pero si se trata de un lote urbano se incrementará el valor en un 50 %. En caso de áreas suburbanas se adoptará un incremento del 25 %.

En consecuencia, las categorías y coeficientes correctivos propuestos para el ítem zonificación son:

Zonificación	Coficiente
Rural	1
Suburbana	1,25
Urbana	1,50

3.5 Conformación

Se tienen en cuenta a este respecto los casos de alteración de la forma o silueta típica del árbol que afectan en forma negativa su valor ornamental.

Esa alteración puede deberse a podas inadecuadas, crecimiento defectuoso por influencia de otras plantas o construcciones, vientos que alteran la forma de la copa, entre otras causas.

Asimismo, plantas que crecen con su tronco desviado de la vertical, en general desmerecen su apariencia.

A los efectos de la valuación se considera como normal aquel árbol que responde a la forma típica de la especie. En tal caso el coeficiente por conformación empleado para el método propuesto será igual a 1. En los casos de conformación alterada negativamente la depreciación del ejemplar se efectuará según la intensidad de dicha alteración. Para este caso los coeficientes sugeridos oscilan entre 0,30 y 0,80.

Como ejemplo de la alteración de la silueta típica podemos citar a aquellas árboles vestidos a los que se les cortan las ramas de la base, plantas descopadas (muy común en eucaliptus), coníferas con su ápice cortado, etc.

Como caso especial deben considerarse las podas que se realizan con el objeto de obtener alguna forma determinada, por ejemplo el arte topiario. En este caso la pérdida de forma típica de la planta no significa una disminución de su valor sino, por el contrario, un incremento de l mismo. En estos casos el coeficiente respectivo puede tener valores de hasta 1,20.

3.6 – Estado Sanitario

Es este un rema que puede influir en forma decisiva sobre el valor de un árbol, dado que los daños producidos por plagas o enfermedades no sólo reducen el valor decorativo de una planta sino que también pueden causar incluso la muerte del ejemplar.

Además, una planta enferma ocasionará un costo adicional para su curación y en el caso de su muerte no sólo su valor comercial u ornamental será nulo, sino que demandará un gasto extra para su remoción.

Es importante individualizar la enfermedad y / o plaga en base a los síntomas presentes, como así también determinar la intensidad del ataque a fin de evaluar el estado sanitario del individuo.

Cabe mencionar en este punto los síntomas de decrepitud, que nos dan una idea acerca de las expectativas de vida de la planta. Estos síntomas son: podredumbre y ahuecamiento del tronco, exhudados en el tronco, aspecto poco vigoroso, ramas secas, pérdida de follaje, presencia de cuerpos fructíferos de hongos sobre la corteza, etc.

Los coeficientes orientativos para el rubro sanitario son:

Estado sanitario	Coeficiente
Bueno	1
Regular	0,5 – 0,7
Malo	0,0 – 0,4

3.7 – Velocidad de Crecimiento

Los árboles tienen marcadas diferencias en su ritmo de crecimiento según cual sea la especie de que se trate. Así, a igualdad de otras condiciones (clima, suelo, disponibilidad de agua, etc), un ejemplar de “gingo” de 0,30 metros de diámetro tendrá mucho más años que un álamo de igual dimensión.

Desde el punto de vista de la utilización con fines ornamentales de diversas especies forestales, la velocidad de crecimiento la velocidad de crecimiento de las mismas es sin duda importante, pero no fundamental, ya que muchas veces se busca un determinado efecto estético aún a costa de sacrificar rapidez de crecimiento. Es así que, cuando se realizan trabajos de tasación de árboles ornamentales, nos encontramos con diversas especies que poseen a su vez ritmos de crecimiento dispares y, por lo tanto, debemos evaluar el mismo a fin de proceder de la manera más objetiva posible.

Según R. Chanos (1969), en climas templados puede adaptarse la siguiente clasificación para evaluar el crecimiento de especies arbóreas:

Crecimiento rápido: especies que alcanzan su máximo desarrollo entre los 5 y 15 años

Crecimiento medio: especies que alcanzan su máximo desarrollo entre los 15 y 25 años

Crecimiento lento: especies que alcanzan su máximo desarrollo más allá de los 25 años

En el presente trabajo, si bien se sigue la metodología empleada por el autor mencionado precedentemente, se ha modificado la escala anterior teniendo en cuenta dos aspectos básicos;

a) No se evaluará el “máximo desarrollo” de las especies sino el momento en el cual alcanzan una dimensión tal que satisfaga el objetivo ornamental para el que fueron implantados. Consideramos que más fácil determinar si el volumen, forma, tamaño, etc., de un árbol cumple en un determinado momento con lo originariamente previsto, que determinar si el mismo ha llegado a su máximo desarrollo. Por otra parte, la mayoría de las especies forestales implantadas con fines ornamentales cumplen con el objetivo buscado (sombra, reparo, color, etc.) antes de llegar a sus dimensiones máximas, siendo su crecimiento posterior secundario desde este punto de vista.

b) Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior y las condiciones climáticas de la región para la cual se propone este trabajo (Chanos realizó su clasificación para climas templados europeos, en general menos benignos que los nuestros), los lapsos considerados han sido acortados.

En definitiva, la clasificación que se propone es la siguiente:

Especies de crecimiento rápido: alcanzan pleno valor ornamental antes de los 10 años

Especies de crecimiento medio: alcanzan pleno valor ornamental entre los 10 y 20 años

Especies de crecimiento lento : alcanzan pleno valor ornamental más allá de los 20 años

Una vez que el o los ejemplares que se están evaluando hayan sido caracterizados de acuerdo al criterio expuesto, se les asignará un valor o coeficiente según el siguiente esquema:

Velocidad de Crecimiento	Coeficiente
Rápido	1,0
Medio	1,5
Lento	2,0

A modo de orientación se ha confeccionado un listado donde se han clasificado por velocidad de crecimiento (en el sentido comentado anteriormente) a las especies forestales más comúnmente utilizadas en la Región Pampeana.

Clasificación de especies por velocidad de crecimiento, de acuerdo a las pautas mencionadas en el punto 3.7

A) Especies de rápido crecimiento

1 - CONIFERAS

- Cupressus sp (Ciprés)
- Pinus elliottii (Pino elioti)
- Pinus taeda (Pino taoda)
- Pinus radiata (Pino insigne)
- Pinus patula (Pino hippie)

2 – LATIFOLIADAS DE FOLLAJE CAEDIZO

Acer nogundo (arce nogundo)
 Choris insignis (Palo borracho de flor blanca)
 Choris speciosa (Palo borracho de flor rosada)
 Erythina sp (Soibo)
 Fraxinus sp (Fresno)
 Jacarandá mimosifolia (Jacarandá . sólo en lugares reparados de las heladas)
 Molia azedarach (Paraíso)
 Paulownia pseudoacacia (Kiri – sólo en lugares reparados de las heladas)
 Populus sp (Alamo)
 Robinia pseudoacacia (Acacia blanca)
 Salís sp (Sauce)

3 – LATIFOLIADAS DE FOLLAJE PERSISTENTE

Acacia dealbata (Aromo)
 Casuarina cunninghamiana (Casuarina)
 Eucalytus globulus (Eucalipto)
 Eucalytus saligna (Eucalipto saligna)
 Eucalytus tereticornia (Eucalipto)
 Eucalytus viminalis (Eucalipto pampa)
 Ligustrum sp (Ligustro)
 Phytolaca dioica (Ombú – si bien no es un árbol, debido a su utilización como tal en parques y jardines se considera en este trabajo)

B) Especies de crecimiento medio**1 - CONIFERAS**

Araucaria angustifolia (Pino Paraná)
 Araucaria bidwillii (Araucaria)
 Araucaria excelsa (Araucaria excelsa)
 Calocedrus decurrona (Libocedro)
 Cedrus sp (Cedro)
 Cryptomoria japonica (Criptomoria)
 Juniporus sp (Juniporo)
 Pinus halopensis (Pino de Alepo)
 Pinus pinastor (Pino marítimo)
 Pinus pinea (Pino piñonero)
 Taxodium sp (Ciprés calvo)
 Thuja sp (Tuya)

2 – LATIFOLIADAS DE FOLLAJE CAEDIZO

Acer sp (Arce, excepto Arce negundo)
 Albizzia julibrisím (Acacia de Constantinopla)
 Botula sp (Abedul)
 Catalpa bignonioides (Catalpa)
 Liquidambar atyraciflua (Liquidambar)
 Morus sp (Mora)
 Ulmus sp (Olmo)
 Tilis sp (Tilo)
 Quercus borealis (Roble americano)
 Quercus palustris (Roble de los pantanos)

CAPITULO NUEVE

Cuaderno de Trabajo para Valuaciones

En el presente capítulo se presentará un cuaderno de trabajo para la valuación de inmuebles, tanto urbanos como rurales, que contiene: lista de fuentes de datos, banco de datos; hoja de trabajo para avalúo urbano, hoja de trabajo para inmuebles rurales, planilla de relevamiento de mejoras, planilla de datos sobre el vecindario, planilla de datos sobre el terreno.

Se estima que el mismo puede servir de gran ayuda al profesional en su tarea de inspección de antecedentes e inmueble a tasar.

El aspecto urbano ha sido extraído y adaptado a las características de la zona del Libro “Técnicas de Avalúo Inmobiliario” de William L. Ventolo Jr. Y Martha R. Williams; el aspecto rural y el relevamiento de mejoras es elaboración de la Cátedra Valuaciones de la Universidad Nacional de San Juan.

LISTA DE FUENTES DE DATOS

- | | |
|--|--|
| 1 Inspección Personal | 26 Comisiones de Planificación Urbana |
| 2 Vendedor | 27 Dirección de Vialidad |
| 3 Comprador | 28 Anuncios en Diarios y Revistas |
| 4 Corredor Inmobiliario | 29 Sistemas de listado múltiple |
| 5 Inmobiliarias | 30 Manuales de Costos |
| 6 Vecinos | 31 Proveedores de materiales de construcción |
| 7 Registro de la Propiedad | 32 Empresa de Servicios Públicos |
| 8 Créditos e hipotecas registrados | 33 INDEC |
| 9 Títulos de Propiedad | 34 Dirección de Comercio |
| 10 Libros de Transferencias | 35 Instituciones para la Vivienda |
| 11 Planos de Fraccionamientos | 36 Dirección de Estadística Provincial |
| 12 Planos de Mensuras | 37 Asociación de Corredores |
| 13 Arriendos registrados | 38 Colegios Profesionales |
| 14 Bancos de créditos hipotecarios | 39 Dirección de Tránsito y Transporte |
| 15 Municipalidades | 40 Revistas profesionales especializadas |
| 16 Dirección de Catastro | 41 Empresas de Ferrocarril |
| 17 Avaluo Catastral | 42 Sindicatos |
| 18 Cámara de Comercio | 43 Agencias de Empleo |
| 19 Administradores o dueños de propiedades | 44 Líneas de omnibus y aéreas |
| 20 Planos de construcción | 45 INTA |
| 21 Contadores | 46 Servicio Meteorológico |
| 22 Estados Financieros | 47 Dirección de Hidráulica |
| 23 Ingenieros, Arquitectos, Contratistas | 48 Centro Regional de Aguas Subterráneas |
| 24 Dirección de Planeamiento | 49 Tribunales de Tasación |
| 25 Funcionarios | 50 Ministerio de Educación |

BANCO DE DATOS

A - Datos Regionales

Tipos de Información	Fuentes
Topografía	12
Recursos Naturales	15, 12, 24
Clima	46
Transporte Publico:	
Aéreo	44
Ferrocarril	41
Autopistas	39
Tendencias de Población	26, 33, 36
Organización Política y Leyes	25
Nivel de Empleo	36, 42
Nivel de actividad empresarial y crecimiento del sector	14, 18, 23, 35
Ingreso Familiar Medio	26, 18, 33
Construcción Nueva (Calidad y Clase)	23, 24, 35
Porcentaje de propiedad de Vivienda	33
Consumo de Energía Eléctrica y conexiones nuevas	32

B - Datos Municipales

Tipos de Información	Fuentes
Topografía	1, 12
Recursos Naturales	1, 12, 15, 24
Clima	46
Transporte Publico:	
Aéreo	44
Ferrocarril	41
Omnibus	39, 44
Metro	39
Autopistas	27
Patrones de Tráfico	15, 24, 27
Tendencias de Población	26, 33, 36
Tamaño de las Familias	26, 33
Urbanización	15, 24, 26
Reglamentos de Construcción	15, 23, 24
Organización Política	15, 25
Nivel de Empleo	18, 33, 36, 42
Profesiones y Oficios requeridos	18
Nivel de actividad empresarial y crecimiento del sector	14, 18, 23, 35
Ingreso Familiar Medio	18, 26, 33
Precios de Alquiler	19, 37
Porcentaje de Desocupación de viviendas	4, 35, 37
Construcción Nueva (Cantidad y Calidad)	23, 24, 35
Permisos de Construcción expedidos	15, 24
Amortización del Préstamo Hipotecario	14, 18
Porcentaje de Propiedad de Vivienda	4, 33, 37
Estructura Impositiva	15, 16, 25
Consumo de Energía Eléctrica y conexiones nuevas	32

BANCO DE DATOS

C - Datos sobre el Vecindario

Tipos de Información	Fuentes
Topografía	1, 12
Límites	1, 4, 15, 11
Transporte Publico:	
Omnibus	39
Metro	39
Frecuencia de Servicio	39
Distancia a Paradas	1, 39
Distancia y Tiempo para llegar al centro o a Areas comerciales	1, 39
Patrones de Tráfico	1, 26, 27, 39
Tamaño de las Familias	4, 26
Densidad de Población	26, 33
Tendencia de Población	33, 36
Urbanización, Códigos o reglamentos	15, 24, 26
Nivel de Empleo	4, 14, 18, 33, 36
Profesiones y Oficios	4, 6, 18
Ingreso Familiar medio	18, 26, 33
Porcentaje de Propiedad de Vivienda	4, 33, 37
Nivel de actividad empresarial y crecimiento del sector	14, 18, 23, 35
Construcción Nueva (Cantidad y Calidad)	23, 24, 35
Permisos de Construcción expedidos	15, 24
Impuestos y Valuaciones Catastrales	15, 16
Servicios o Mejoras Disponibles : Calles, aceras, agua, electricidad, teléfono, gas, acequias, etc.	15, 32
Porcentaje construido	15, 24, 37
Tipo Predominate de las Construcciones	1, 16, 19, 23, 24
Antigüedad Media de las Construcciones	1, 16, 19, 23, 24
Condición de las Construcciones	1, 16, 26, 36, 31
Precios de Propiedades Típicas	4, 9, 35, 37
Posibilidad de Comercialización	4, 37
Tendencia del Valor del Terreno	4, 37, 49
Ubicación de Instalaciones :	
Iglesias	1, 26, 12
Escuelas	1, 26, 50
Tiendas	1, 18, 44
Recreativas, Culturales	1, 26, 44
Vías de Acceso	1, 15, 24, 27
Tipos de Servicios que se ofrecen	32
Disponibilidad de Personal	26, 18
Servicios para Empleados (instalaciones para compras restaurantes, bancos)	1
Area Comercial	26, 18
Tipos de Industria (Ligera o pesada)	18
Fuentes de Materias Primas	18
Peligros y Cercanía a Areas contaminadas	1, 6, 25
Cambio de uso del suelo	4, 18, 24

BANCO DE DATOS

D - Datos sobre el Predio		
Tipos de Información		Fuentes
Descripción Legal		7
Dimensiones y Superficie		1, 7, 11, 12, 16
Medida del frente		1, 11, 16
Ubicación en la Manzana		1, 11, 16
Topografía		12, 20
Capa superior del suelo y drenaje		23, 12
Mejoras del punto de vista del terreno		1
Mejoras :		
Calles, aceras		1, 15, 24
Agua		32
Electricidad		32
Teléfono		32
Gas		32
Acequias		1, 15, 24
Tasas de Impuestos y Valuación Catastral		16
Urbanización, Códigos y Reglamentos		16, 26
Sevidumbres		1, 7, 9, 12
Derecho de riego parcelas rurales		47
Calidad del agua subterránea		48
Tipos de suelos parcelas rurales		45
E - Datos sobre la Construcción		
Tipos de Información		Fuentes
Estilo Arquitectónico		1, 23, 24
Fecha de Construcción y Ampliaciones		16, 24
Ubicación de la construcción en el terreno		1, 24, 12
Dimensiones y Area de piso		11, 16, 20
Planos de los Pisos		20, 24
Materiales de Construcción Usados (exteriores e interiores)		20, 23, 24, 31
Servicios Disponibles		1, 18, 32
Instalaciones de Servicios Interiores y otras:		1, 16, 20
Calefacción y Aire Acondicionado		
Plomería		
Cableado		
Equipos Especiales (Ascensor, Etc.)		
Restricciones de Urbanización, Códigos y Reglamentos		24, 26
Hipotecas y Gravámenes		7, 14
Condición de la Construcción		1, 16, 24
F - Datos sobre Ventas		
Tipos de Información		Fuentes
Fecha de Venta		1 a 7, 29
Precio de venta		1 a 7, 29
Nombre del vendedor y del Comprador		1 a 7, 29
Datos del registro de la Escritura		7, 10
Razones de la Venta y la Adquisición		2 a 5

BANCO DE DATOS

G - Datos sobre Costos

Tipos de Información		Fuentes
Costo de Reproducción de la Construcción		23, 30, 31, 42
Costo de Reemplazo de la Construcción		23, 30, 31, 42
Factores de depreciación :		
Deterioro Físico		1, 23, 30
Obsolescencia Funcional		1, 20, 23, 30
Obsolescencia Externa		1, 23, 26, 30

H - Datos sobre Ingresos y Gastos

Tipos de Información		Fuentes
Datos de Ingresos (de la propiedad sujeto y de propiedades comparables) :		
Ingreso Anual		22
Términos de Arrendamientos Vigentes		1, 19
Historial de Ocupación		19, 22
Historial de pérdidas por no cobro de rentas		19, 22
Datos de gastos fijos (de la propiedad sujeto y de propiedades comparables) :		
Impuesto Predial		19, 22, 40
Seguros		
Datos de Gastos de Operación (de la propiedad sujeto y de propiedades comparables) :		
Administración		
Legales y de Contabilidad		
Mantenimiento		
Reparaciones		
Suministros		
Nómina de Empleados		
Pintura y Decoración		
Combustible		
Electricidad		
Diversos		
Reservas para reemplazo		1, 22, 30

HOJA DE TRABAJO PARA AVALUO N° 1 (Urbano)

- 1.- La población en el área:
 - ¿Está creciendo?
 - ¿Está decreciendo?
 - ¿Se mantiene constante?
- 2.- ¿Cuántas casas nuevas están a la venta y con que rapidez se están vendiendo?
- 3.- ¿Cuántas casas usadas están a la venta y con que rapidez se están vendiendo?
- 4.- ¿Qué clase de casas se venden mejor y porqué?
- 5.- ¿Que clase de casas no se están vendiendo? ¿Porqué?
- 6.- ¿Cuán grande es la demanda por viviendas de alquiler?
- 7.- ¿Qué alquiler mensual se paga por las casas? Indicar rango de precio
- 8.- ¿Se usa en el área un Multiplicador de Alquiler Bruto (MAB) normalizado?
si es así, ¿cuál es?
- 9.- ¿Qué ubicaciones en el área se están vendiendo bien?
- 10.- ¿Qué características especiales agradan y desagradan a los buscadores de casa?
- 11.- ¿Cuál es el costo por metro cuadrado para viviendas en el área?
- 12.- ¿Cuál es el rango de precios para casas que se venden en cada mercado?
 - Nuevas
 - Usadas
 - De alquiler

HOJA DE TRABAJO PARA AVALUO N° 2 (Urbano)

- 1.- ¿Cuándo se construyó la casa a tasar?
- 2.- ¿Edad actual?
- 3.- ¿Qué antigüedad tienen otras construcciones del vecindario?
- 4.- ¿Son actualmente de uso común los materiales y técnicas de construcción usados para construir la casa a tasar?
- 5.- ¿Tiene el vecindario otras casas con diseño y características de construcción similares a las de la casa a tasar?
- 6.- ¿Qué características peculiares de diseño y construcción tiene la casa a tasar?

- 7.- ¿Qué características de diseño y construcción tiene la casa, que los compradores actuales de viviendas consideran indeseables?

- 8.- ¿Cuál es la zonificación del vecindario? ¿Se espera que cambie en el futuro?

- 9.- ¿Son compatibles con el vecindario los usos de los terrenos cercanos?

- 10.- ¿Qué influencias ambientales adversas hay en el vecindario, y cuál ha sido su impacto sobre el valor de las propiedades?

- 11.- ¿Cuál es el costo por metro cuadrado para viviendas similares en el área?

- 12.- ¿Cómo se espera que las condiciones económicas (el mercado actual) afecten el valor de la casa?

- 13.- ¿Está ubicada la vivienda en un fraccionamiento?
- 14.- ¿cuántos lotes no ocupados hay en el fraccionamiento o en los alrededores (1,5 km)

HOJA DE TRABAJO PARA AVALUO N° 3 (Urbano)

- 1.- ¿Cuáles son los límites del vecindario inmediato?
- 2.- Clasificar el barrio como urbano, suburbano o rural
- 3.- ¿En que etapa del ciclo vital (crecimiento, equilibrio o decadencia) está el vecindario?
- 4.- ¿Cuál es el ingreso familiar medio en el vecindario?
- 5.- ¿Cuáles son las ocupaciones típicas de los residentes?
- 6.- ¿qué porcentaje de las propiedades vecinas son
 - Viviendas unifamiliares
 - Edificios de departamentos de 1 a 6 unidades
 - Edificios de departamentos más grandes
 - Lotes baldíos
 - Construcciones no habitacionales
- 7.- ¿Cuál es la tasa impositiva de la propiedad? ¿Cómo se compara con la tasa en áreas cercanas?
- 8.- ¿qué avaluos catastrales deben pagar los propietarios, y como se comparan los mismos con los de otras áreas?
- 9.- ¿Qué tan alejada está la casa del área de negocios, escuelas y otras comodidades?
- 10.- ¿Hay peligros o fuentes de contaminación en el vecindario o cerca de él?
Si los hay identificar e indicar su cercanía respecto a la casa
- 11.- ¿Cuál es la descripción legal de la propiedad?
- 12.- ¿Cuál es el tamaño, forma y topografía del lote?
- 13.- ¿Cuál es la clasificación de la propiedad en cuanto a urbanización?
- 14.- ¿Hay servidumbres en la propiedad? De haberlas, ¿cuáles son?
- 15.- Mencionar cualquier restricción asentada en la escritura de propiedad o en el plano de mensura
- 16.- Describir el diseño y características externas generales de la casa y la condición de la casa en conjunto
- 17.- Describir las características internas de la casa, incluso recubrimientos de pisos y muros y alacenas de cocina; anotar su condición
- 18.- ¿Qué clase de servicios eléctricos tiene la casa?
- 19.- Describir los sistemas de calefacción y aire acondicionado o de refrigeración si los hay
- 20.- Anotar el número y tamaño de las habitaciones de la casa, así como su área total en metros cuadrados
- 21.- ¿Tiene el predio todos los servicios necesarios?
- 22.- ¿Se ha trabajado estéticamente para mejorar el predio?
- 23.- ¿Proporciona intimidad lo hecho en el terreno?
- 24.- ¿Permite buen drenaje la topografía del terreno?
- 25.- ¿Están bien definidas las zonas públicas, de servivio y privadas del predio?
- 26.- ¿Es normal el tamaño del terreno dentro del vecindario?
- 27.- ¿Aprovecha bien la casa las condiciones naturales (sol, aire, vista)?

HOJA DE TRABAJO PARA AVALUO N° 4 (Urbano)

- 1.- ¿Hay uniformidad arquitectónica en las casas circundantes?
- 2.- ¿Son del mismo rango de precios las casas del área?
- 3.- ¿Bien cuidadas las viviendas?
- 4.- ¿Bien cuidados los jardines?
- 5.- ¿Protección policiaca y de bomberos adecuada?
- 6.- ¿Se dispone de todos los servicios?
- 7.- ¿Tiendas, escuelas, iglesias, parques, instalaciones médicas, y áreas recreativas cercanas?
- 8.- ¿Conveniente respecto al lugar de trabajo?
- 9.- ¿Los propietarios ocupan las viviendas?
- 10.- ¿Se dispone de recolección de basura y mantenimiento de calles?
- 11.- ¿Quién vive ahí (edades, ingresos, niños, intereses)?
- 12.- ¿Acceso a transporte público?
- 13.- ¿Impuestos prediales similares a los de áreas más competitivas?
- 14.- ¿Valuaciones catastrales especiales?
- 15.- ¿Valor de las propiedades en ascenso?
- 16.- ¿Buenas escuelas?
- 17.- ¿Restricciones urbanas vigentes o previstas?
- 18.- ¿Contaminación en el área?
- 19.- ¿Buena calida de agua?
- 20.- ¿Patrones de tránsito peligrosos?
- 21.- ¿Niveles de ruido irritantes por autos, camiones, aviones, trenes o autobuses?
- 22.- ¿Estacionamiento adecuado?
- 23.- ¿Leyes para control de mascotas?
- 24.- ¿Pavimento de calles en buenas condiciones?
- 25.- ¿Planes de expansión y desarrollo?

LISTA DE COMPROBACION PARA DISTINTAS PLANTAS

Si No

- 1.- ¿Están bien separadas las zonas interiores principales (habitación, trabajo, dormitorios)?
- 2.- ¿Desemboca la entrada principal a un recibidor y no directamente a la sala?
- 3.- ¿Hay un armario en el vestíbulo de entrada?
- 4.- ¿Hay acceso directo desde la puerta principal a la cocina, baño y recámaras, sin pasar a través de otras habitaciones?
- 5.- ¿Resulta accesible la puerta trasera a la cocina y es fácil de llegar a ella desde la calle o desde el garage?
- 6.- ¿Hay un espacio cómodo para que coma la familia dentro o cerca de la cocina?
- 7.- ¿Hay un área separada para comidas o comedor situado convenientemente respecto a la cocina
- 8.- ¿Hay una escalera para comunicar niveles situada en un pasillo o recibidor, no frente a una habitación
- 9.- ¿Quedan ocultas las recámaras respecto a la sala o recibidor?
- 10.- ¿Son a prueba de ruidos los muros que separan las recámaras? (Deben quedar separadas por un baño o un armario)
- 11.- ¿Está bien ubicado el cuarto de recreo o el cuarto de estar?
- 12.- ¿Se tiene acceso al sótano desde el exterior?
- 13.- ¿Se tiene acceso desde la cocina a las áreas habitables exteriores?
- 14.- ¿Carecen los muros de elementos (puertas y ventanas) que podrían complicar la disposición del mobiliario?
- 15.- ¿Tiene la cocina suficiente espacio de almacenamiento? ¿Espacio de mesa) ¿Iluminación?
- 16.- ¿Es eficiente el triángulo de trabajo?
- 17.- ¿Están separadas las áreas de trabajo de cocina de las áreas de tránsito intenso?
- 18.- ¿Es la cocina suficientemente moderna?
- 19.- ¿Tiene la casa un baño completo en cada planta?
- 20.- ¿Hay suficientes placares distribuidos en toda la casa?
- 21.- ¿Está en un lugar satisfactorio el área de lavado de ropa?
- 22.- ¿Es suficientemente ancho y largo el garage?
- 23.- ¿Tiene el garage acceso directo a la cocina?

INSPECCION EXTERIOR

- 1.- NIVELACIÓN: Asegurarse de que la pendiente del suelo en torno a los cimientos descienda al alejarse de la casa. Buscar signos de erosión o echarcamiento en el patio.
- 2.- CIMIENTOS: Asegurarse de que no hay fisuras serias en los cimientos o signos de asentamiento desigual. Asegurarse de que el sistema de drenaje de la cimentación dirija el agua lejos de la casa.
Revisar que se haya impermeabilizado bien debajo de la losa, para que que no penetre humedad en la estructura terminada
- 3.- TECHOS: Las tejas deben ser planas y seguras. Revisar que las canaletas estén en su lugar en torno a la chimenea y donde los bordes del techo se encuentran con con los muros. Las canaletas y tubos de bajada de agua deben estar firmemente sujetos en su lugar y llevar el agua lejos de la casa. Revisar la madera en busca de signos de descomposición por humedad o por hongos.
- 4.- RECUBRIMIENTO DE PAREDES: Advertir el tipo (madera, estuco, mampostería, pintura, papel) y condiciones del recubrimiento de paredes.
Revisar el recubrimiento de madera en busca de pintura con burbujas o descascaramiento, lo que puede significar que la casa no tiene suficiente protección contra la humedad. Examinar el Revisar el recubrimiento de madera en busca de putrefacción por hongos, especialmente las tablas inferiores próximas a los cimientos. Observar si hay protuberancias o grietas en el estuco, mortero deteriorado entre tabiques o piedras y también desintegración de tabiques y huecos, astilladuras o grietas en los recubrimientos especiales.
- 5.- CARPINTERIA : Revisar los marcos en torno a puertas y ventanas. Deberán estar firmes en su lugar. Deberá haber un sello hermético donde el recubrimiento de paredes topa con mampostería de chimenea.

INSPECCION INTERIOR

- 1.- DESVAN : Examinar todos los componentes expuestos (vigas de piso, columnas de soporte, aislamiento, cableado eléctrico, conductos de calefacción y plomería) en busca de defectos evidentes
- 2.- PUERTAS Y VENTANAS: Abrir y cerrar todas las puertas y ventanas para asegurarse de que funcionen correctamente y sellen herméticamente. Buscar vidrios rotos en las ventanas. Asegurarse de que no haya agujeros en las persianas. Revisar que tanto las ventanas como las puertas estén protegidas por barniz o pintura.
- 3.- PISOS : Caminar sobre todos los pisos en busca de ruidos. La alfombra deberá estar en condiciones razonablemente buenas y deberá extenderse bien apretada con costuras casi invisibles. Buscar rebordes o huecos de juntas en pisos cerámicos El acabado de los pisos de madera debe ser liso y uniforme.
- 4.- ACABADOS : Revisar los acabados de pintura y barniz en todas las habitaciones, incluso armarios y escaleras. Revisar el estado del papel tapiz y el artesonado.
Asegurarse de que todas las guarniciones y molduras estén en su lugar.
- 5.- EQUIPOS : Probar todos los grifos y accesorios de plomería, incluso inodoro, bidet, bañeras y duchas. Encender todas las unidades de calefacción / enfriamiento y de calentamiento de agua para asegurarse de que funcionen correctamente.
Revisar equipos tales como el sistema de intercomunicación, el que abre el garaje y el timbre. Comprobar que funcionen las instalaciones de la cocina.

HOJA DE TRABAJO PARA AVALUO N° 5 (Rural)

1.- La población en el área:

- ¿Está creciendo?
- ¿Está decreciendo?
- ¿Se mantiene constante?

2.- ¿Cuántas fincas nuevas están a la venta y con que rapidez se están vendiendo?

3.- ¿Cuántas fincas usadas están a la venta y con que rapidez se están vendiendo?

4.- ¿Qué clase de fincas se venden mejor y porqué?

5.- ¿Qué clase de fincas no se están vendiendo? ¿Porqué?

6.- ¿Cuán grande es la demanda por fincas de alquiler?

7.- ¿Qué alquiler mensual se paga por las fincas? Indicar rango de precio

8.- ¿Cuál es la descripción legal de la propiedad?

9.- ¿Cuál es el tamaño, forma y topografía del lote?

10.- ¿Cuál es la clasificación de la propiedad en cuanto a urbanización?

11.- ¿Hay servidumbres en la propiedad? De haberlas, ¿cuáles son?

12.- ¿Qué tipos de suelos hay en la propiedad?

13.- ¿Qué condiciones climáticas hay en la zona?

14.- ¿Cómo es la calidad del agua?

15.- ¿Tiene derecho de riego? ¿Tiene pozos?

16.- ¿Existen drenajes adecuados en la zona?

17.- ¿Qué régimen de tenencia de la tierra predomina en la zona?

18.- ¿Hay malezas y plantas tóxicas en la propiedad?

19.- ¿Hay buena disponibilidad de contratistas y obreros en la zona?

20.- ¿Qué disponibilidad de servicios hay?

- Centros de salud
- Centros educativos
- Bancos
- Lugares de entrega de la producción
- Servicios mecánicos
- Seguridad (personal y patrimonial)

21.- ¿Hay apoyo crediticio que facilite la inversión y el desarrollo financiero de la explotación?

22.- ¿Hay peligros o fuentes de contaminación en el vecindario o cerca de él?

Si los hay identificar e indicar su cercanía respecto a la finca

23.- ¿Qué influencias ambientales adversas hay en el vecindario, y cuál ha sido su impacto sobre el valor de las propiedades?

24.- ¿Cuál es el costo por hectárea para fincas similares en el área?

25.- ¿Cómo se espera que las condiciones económicas (el mercado actual) afecten el valor de la finca?

DATOS SOBRE EL VECINDARIO

Límites

Norte

Este

Sur

Oeste

Topografía

Urbana

Suburbana

Rural

% Construido

Ritmo de crecimiento

Rápido

Lento

Constante

Tiempo Medio de Comercialización

Valor de las propiedades

Creciente

Decreciente

Estable

Oferta / Demanda

Sobreoferta

Suboferta

Equilibrada

Cambio en el uso actual del suelo:

Población

Creciente

Decreciente

Estable

Tamaño medio de las familias

Ingreso familiar medio

Nivel de ingresos

Creciente

Decreciente

Ocupaciones predominantes

Propiedades típicas

%

Antigüedad

Rango de Precios

% ocupado por propietarios

%

Arrendamiento

Lotes Baldios					
Viviendas unifamiliares					
Departamentos de 2 a 6 unidades					
Departamentos de más de 6 unidades					
Propiedades no habitacionales					

Tasa de Impuestos

Mayor

Menor

Igual a áreas competidoras

Servicios

Policía

Bomberos

Recol. Basura

Otros

DATOS SOBRE EL VECINDARIO

Distancia y dirección desde

Area de negocios	_____
Area comercial	_____
Escuelas públicas	
Nivel elemental	_____
Medio	_____
Superior	_____
Universidad	_____
Areas recreativas y culturales	_____
Iglesias	_____
Conexión con rutas o autopistas	_____
Transporte público	_____
Tiempo para llegar al área de negocios al área comercial	_____ _____
Servicio médico de emergencia	_____
Condiciones generales del tráfico	_____
Cercanía peligros	
- Aeropuerto	_____
- Almacenamiento de productos químicos	_____
- Otros	_____
Cercanía a fuentes de contaminación	
- Humo	_____
- Ruido	_____

DATOS SOBRE EL TERRENO

Dirección _____

Nomenclatura Catastral _____

Datos de Dominio N° F° T° Dpto Año

 Folio Real Matrícula Dpto Año

Propietario _____

Plano de Mensura N° _____

Dimensiones Norte _____

 Sur _____

 Este _____

 Oeste _____

Superficie _____ m²

Forma _____ Topografía _____

Peligros naturales _____

Ubicación en la Manzana _____

Urbanización _____

Areas adyacentes _____

Servicios Electricidad _____ Bomberos _____

 Gas Natural _____ Correo _____

 Agua _____ Estacionamiento _____

 Teléfono _____ Estación de Servicio _____

 Acequias _____ Seguridad Privada _____

 Cloacas _____ Policia _____

 TV Cable _____ Oficinas Públicas _____

 Alumbrado Público _____ Transporte Público _____

 Arbolado _____ Servicios Municipales _____

 Pavimento _____ Comercios _____

 Mercados _____ Bancos _____

 Supermercados _____ Cajeros automáticos _____

 Kioscos _____ Otros _____

Servidumbres _____

Cróquis de Ubicación _____

RELEVAMIENTO DE CONSTRUCCIONES

1 2 3

ESTRUCTURA DE TECHOS				
Losa de hormigón armado no convencional	A			
Losa de hormigón armado plana	B			
Losa nerv. Tirantes de madera con machimbre	C			
Chapa, fibocemento, zinc	D			
Palos y cañas; Tablas; Cartón	E			
PISOS				
Mármol - Parquet - Alfombra	A			
Cerámico decorado y/o de alta calidad	B			
Cerámico común - Granito común - Cálcareo	C			
Plástico - Baldosas - Cemento armado	D			
Ladrillo - Contrapiso - Tierra	E			
CIELORRASOS				
Artesanados	A			
Yeso con molduras especiales	B			
Yeso - A la cal - Madera - Otros	C			
Chapadur - Lienzo . Telgopor	D			
Barro - Arpillera - No tiene	E			
MUROS				
Hormigón armado con estructura sismo resistente	A			
Ladrillo prensado con estructura sismo resistente	B			
Ladrillo común - Ladrillo cerámico con estr. Sismo resist.	C			
Adobe - Block - Ladrillo - Madera común	D			
Chapa - Cañizo - Otros	E			
REVOQUES Y REVESTIMIENTOS INTERIORES				
Mármol - Maderas finas - Piedras trabajadas	A			
Corlok -Empapelado - Madera común	B			
Enlucido pintado al aceite o latex - cerám. - Ladrillo visto	C			
Revoque grueso y enlucido o pintado al agua	D			
Revoque de barro - Sin revoque	E			
CUBIERTA DE TECHO				
Baldosa	A			
Tejas	B			
Membrana - Aluminio - Asfalto - Lana de vidrio	C			
Mezcla común - Otros	D			
Barro - No tiene	E			
CARPINTERIA				
Madera fina moldeada con herrajes de estilo	A			
Madera fina s/detalles con herrajes de bronce	B			
Madera común - Metálica - Pta Placa c/herrajes comunes	C			
Conglomerado - Chapadur - Tabla tirada	D			
Madera y materiales de rezago	E			

RELEVAMIENTO DE CONSTRUCCIONES

BAÑOS				
Sanitarios y grifería especiales - Hidromasaje	A			
Sanitarios y grifería primera calidad - Bañera	B			
Sanitarios comunes completos	C			
Artefactos escasos o Retrete	D			
Letrina - No tiene	E			

COCINA Y LAVADERO				
Artefactos y amoblamiento de alta calidad, mesada de granito puro o mármol	A			
Artefactos y Amoblamiento de buena calidad, mesada de mármol reconstituido	B			
Artefactos y Amoblamientos comunes, mesada granito reconstituido	C			
Artefactos escasos, mesada de mosaico o cemento alisado sin muebles bajo mesada	D			
Incompleta - Fogón - No tiene	E			

INSTALACIONES PRINCIPALES				
Instalación eléctrica embutida - Aire acondicionado central - Ascensor	A			
Instalación eléctrica embutida - Aire acondicionado y calefacción en algunos ambientes	B			
Instalación eléctrica embutida escasa - calefacción en ambientes	C			
Instalación eléctrica exterior - Calefacción a leña	D			
Instalación eléctrica precaria - No tiene	E			

ESTRUCTURAS E INSTALACIONES INDUSTRIALES				
Estructura sismo resistente - Montacarga - Cámara frigorífica - Aire acondicionado central	A			
Estructura metálica con cierre de mampostería - Montacargas - Aire acondicionado central	B			
Estructura metálica con cierre de chapa - Cabriada de madera con techo de chapa	C			
Adobe, caña y barro sin estructura sismo resistente	D			

RELEVAMIENTO DE CONSTRUCCIONES

Construcciones				
N°	TIPO	EDAD	ESTADO	SUPERFICIE
1				
2				
3				

Tinglados, Piletas, Otros				
CLASE	TIPO	EDAD	ESTADO	SUP o VOL

Pozos		
PROFUNDIDAD	DIAMETRO	RENDIMIENTO

Cultivos						
CLASE	VARIEDAD	EDAD	ESTADO	SUPERFICIE	% FALLAS	DISTANCIA

CAPITULO DIEZ

Ejemplos De Proyectos de Inversión

Introducción

Para todos los planes de inversión agraria es conveniente seguir el esquema siguiente:

Fase 1° - a) Una descripción exacta de las diferentes alternativas que deben considerarse como un propósito determinado

b) Precisión de los factores de índole cuantitativa para cada alternativa y precisión de los factores que carecen de este carácter cuantitativo

c) Descripción en forma de las diferencias entre las alternativas no monetarias

Fase 2° - Determinación de las series de los gastos e ingresos pertinentes a estas alternativas en diferentes casos supuestos

Fase 3° - Opción de un tipo de interés calculatorio y realización del cálculo según al método más conveniente para el caso concreto

Fase 4° - Examen crítico y apreciación de los resultados del cálculo a la luz del grado de incertidumbre de las expectativas y de los factores irreducibles

Solamente una reflexión que abarque la totalidad de las cuatro fases del problema de planificación de la inversión presenta una base realmente útil para las disposiciones de la empresa. De importancia decisiva es una indicación clara y precisa de los supuestos bajo los que el cálculo debe ser realizado. Una vez elegidos los supuestos, la realización del cálculo es un problema relativamente fácil a solucionar. Las dificultades residen en la elección de tales supuestos, así como en la estimación de la incertidumbre inherente a todas las cifras y de la importancia de los factores imponderables. Prescindir del tratamiento calculatorio de los problemas de inversión por miedo a estas dificultades equivaldría a desistir de una actitud económica racional.

PROYECTO DE INVERSION AGRARIA (a nivel empresa) Una aplicación sumaria

El problema técnico

En la explotación existe una parcela actualmente de secano de 50 Has, que puede ser transformada en regadío mediante agua elevada de una captación (pozo) cuyas disponibilidades acuíferas son totalmente suficientes.

La distribución actual de cultivos en dicha parcela es la siguiente:

1 – Cultivo de trigo	18 has
2 – Cultivo de cebada	12 has
3 – Barbecho	20 has
Total	50 has

Un primer proyecto de transformación en regadío prevé el riego por inundación, previa sistematización del terreno, elevando el agua hasta un estanque regulador para distribuirla desde allí por medio de acequias a las parcelas cultivadas. Desde el punto de vista de inversión, este proyecto lleva a la consideración de la Situación II (riego de pié).

Un segundo proyecto prevé la posibilidad de regar por aspersión, bombeando el agua hasta un depósito regulador (de menor capacidad que el anterior) y desde él, con instalación de un segundo grupo de bombeo, impulsar el agua por tubería hasta los aspersores. Del mismo modo se califica de Situación III los efectos inversores de esta proyecto (aspersión).

En cualquiera de ambos supuestos anteriores la distribución de cultivos en la superficie regada es la siguiente:

A – Remolacha	10 has
B – Maíz	10 has
C – Trigo	10 has
D – Cebada ¿ patata	10 has
E – Alfalfa	10 has
Total	50 has

Directrices del estudio

El presente esquema de estudio, y a título de ejercicio, se dividirá en dos partes: una dirigida a dictaminar sobre la viabilidad o no de la transformación para cualquiera de las Situaciones propuestas, la II y la III, partiendo de una Situación actual (en seco) de preinversión, Situación I, dándole a ésta, naturalmente, un tratamiento calculatorio inversor, Otra posterior, en la que se tratará de establecer entre las dos opciones de inversión II y III, aquella que sea más beneficiosa.

- Viabilidad de las inversiones propuestas

Se elige el método de comparación del tipo de rendimiento interno de inversiones diferencia con el tipo de interés calculatorio. Para ello se establecen dos inversiones diferencia;

1 – La inversión correspondiente a la Situación II (riego por inundación), menos la correspondiente a la Situación actual (preinversión)

2 – La inversión correspondiente a la Situación III (riego por aspersión), menos la correspondiente a la Situación actual (preinversión).

La condición de viabilidad de cualquiera de ellas (o de las dos) estará condicionada a que el rendimiento interno de la inversión diferencia sea superior al tipo de interés calculatorio elegido, en este caso el 6 %.

- Opción inversora entre las Situaciones II y III

Se aplican aquí dos métodos;

1 – Comparación de los valores capitales de las inversiones correspondientes a las Situaciones II y III, a un tipo de interés calculatorio del 6 %.

2 – Comparación de las respectivas relaciones beneficio/coste relativas a las Situaciones II y III.

Supuestos y Cálculos

A continuación y en forma de cuadros, se expresan los supuestos que han servido de base de partida para establecer los diferentes flujos de pagos y cobros relativos a la Situación I actual (secano), a la Situación II y a la Situación III, debiendo advertir que tales cifras no pueden tomarse sino a título comparativo ciertamente parcial y asimismo los resultados, y esto en razón a que faltan por considerar algunos aspectos técnicos (diferencias quizás apreciables en rendimientos de cultivos, suficientes ventajas en la mecanización de labores, etc.) que podrían introducir nuevas variables en el problema de la opción.

DISTRIBUCION MENSUAL DE LAS NECESIDADES DE AGUA

Superficie Cultivos 10 Has		Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Totales
Tipo de Cultivo	Necesidad de agua	Nº de Riegos									
		m³									
Alfalfa	800 m³/Ha Pié	1	2	2	3	3	3				14
		8000	16000	16000	24000	24000	24000				112000
	400 m³/Ha	1	2	3	3	3	3	2			17
	Asp	4000	8000	12000	12000	12000	12000	8000			68000
Trigo	600 m³/Ha Pié		1							1	2
			6000							6000	12000
	250 m³/Ha .	1	1							1	3
	Asp	2500	2500							2500	7500
Cebada	600 m³/Ha Pié		1							1	2
			6000							6000	12000
	250 ³/Ha	1	1							1	3
	Asp	2500	2500							2500	7500
Maíz	600 m³/Ha Pié			1	1	2	3	1			8
				6000	6000	12000	18000	6000			48000
	300 m³/Ha .			1	3	3	3				10
	Asp			3000	9000	9000	3000				30000
Patata	600 m³/Ha Pié	1	1	2	2	2	2				10
		6000	6000	12000	12000	12000	12000				60000
	300 m³/Ha	1	1	3	3	3	2				13
	Asp	3000	3000	9000	9000	9000	6000				39000
Remolacha	600 m³/Ha Pié	1	2	2	2	3	3	1			14
		6000	12000	12000	12000	18000	18000	6000			84000
	300 m³/Ha	1	2	2	3	4	4	2			18
	Asp	3000	6000	6000	9000	12000	12000	6000			54000
Totales mensuales		35000	68000	76000	93000	108000	111000	26000		17000	

NECESIDADES D AGUA en m³

Cultivo	Superficie	Riego de pié - Situación II			Riego de pié - Situación II		
		Nº de Riegos	Volúmen del riego por Ha	Total m ³	Nº de Riegos	Volúmen del riego por Ha	Total m ³
Alfalfa	10 Has	14	800	112000	17	400	68000
Trigo	10 Has	2	600	12000	3	250	7500
Cebada	10 Has	2	600	12000	3	250	7500
Maíz	10 Has	8	600	48000	10	300	30000
Patata	10 Has	10	600	60000	13	300	39000
Remolacha	10 Has	14	600	84000	18	300	54000
Totales Necesidades de agua m ³ /año				328000	206000		

El volúmen de agua en el riego por aspersion supone el 62,80 % del volúmen de agua en el riego de pié

CUADRO DE INVERSIONES (en miles de \$)

	Situación II - Riego de pié		Situación III - Riego por Asp.	
	Por Ha	Total	Por Ha	Total
1 - Sistematización	20,0	1000	3,00	150
2 - Elevación	3,6	180	3,60	180
3 - Regulación	0,6	30	0,36	18
4 - Distribución	25,0	1250	30,00	1500
Total	49,2	2460	37,0	1848

- 1 - Se incluyen la sistematización, los costes correspondientes a la formación de bancas y en general a la preparación del suelo para el riego
- 2 - Costes correspondientes a la puesta del agua desde el pozo al estanque regulador
- 3 - Coste del depósito regulador
- 4 - Coste correspondiente a canales, tuberías, para la puesta inmediata en riego Desde el depósito a la parcela.

COSTES DE ENERGIA CONSUMIDA

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Noviembre	Total
Número de horas	194,5	377,7	422,2	516,6	600	616,6	144,4	94,4	2966,4
Kw Consumidos	6613	12842	14355	17564	20400	20964	4910	3209	100857
Precio Kw	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pesos Totales	6613	12842	14355	17564	20400	20964	4910	3209	100857
Resumen coste energía					De pié	Por aspersion			
					100857	201714 (*)			
(*) Doble al tener a la salida del depósito otro grupo									

COSTES DE PRODUCCION (*)

	Costes	Rendimientos
	\$/Ha	Qm/Ha
Trigo seco	5646,50	15
Trigo regadío		
pié	6.968,00	25
aspersión	6849,00	25
Cebada seco	5713,00	25
Cebada regadío		
pié	7011,00	40
aspersión	6892,00	40
Maíz grano regadío		
pié	11748,00	45
aspersión	11240,00	45
Patata regadío		
pié	25485,50	150
aspersión	25514,00	150
Remolacha regadío		
pié	18603,50	350
aspersión	19654,00	350
Alfalfa regadío		
Gastos de creación		
pié	6723,00	
aspersión	6495,00	
Alfalfa cultivo anual		
pié	8379,00	150
aspersión	8319,00	150
Barbecho	1100,00	

(*) Con exclusión de la mano de obra de riego

COSTES ANUALES EN MILES DE \$

	Situación I - Secano		Situación II - Riego de pié		Situación III - Riego por Asp.	
	Por Ha	Total	Por Ha	Total	Por Ha	Total
Energía			2,17	100,857	4,34	201,714
Mano de obra riego			6,00	300	3,0	150
Conservación (*)			1,47	73,8	2,4	120,12
Costes medios alternativa	3,845	192,293	15,57	778,648	15,422	771,132
Totales	3,8	192,293	25,212	1253,305	25,162	1242,966

(*) Se ha supuesto que tales costes son el 3 % de la inversión para riego de pié y el 6,5 % para riego por aspersion.

VALOR DE LAS PRODUCCIONES en miles de \$

	Alfalfa		Trigo		Cebada		Maíz		Patata		Remolacha	
	Precio Qm	Valor										
I - Situación actual			700	189	530	127,2						
II - Riego a pié	300	450	660	165	510	204	590	265,5	430	645	150	525
III - Riego por aspersion	300	450	660	165	510	204	590	265,5	430	645	150	525

Resumen

I - Situación actual	Producción total =	\$ 316.200
II - Riego a pié	Producción total =	\$ 2.254.500
III - Riego por aspersion	Producción total =	\$ 2.254.500

DESARROLLO DE LA INVERSIÓN en miles de \$**Situación I**

Pagos	192,293	192,293	192,293	.....	192,293	192,293
Años	|-----|					
	0	1	2	3	.....	23 24
Cobros	316,20	316,20	316,20	.....	316,20	316,20

NOTA: Se trata del desarrollo de la situación actual en secano, a lo largo de los veinticuatro años, duración de los proyectos de riego. La situación que se repite, idéntica, y viene representada esquemáticamente, presenta unos cobros anuales de 316200 \$ que corresponden a la producción de trigo y cebada y más pagos de 192293 \$, costes anuales de la alternativa existente.

Situación II

Pagos	2460	1253,305	1253,305	.1253,305	1253,305.....	1253,305
Años	|-----|					
	0	1	2	3	4	5 24
Cobros		901,80	1352,7	2029,05	2245,50	..... 2245,50

NOTA: El esquema es representativo del proyecto de riego a pié. Los pagos se suponen realizados de la siguiente forma: al final del primer año, la totalidad de la inversión, 2460000 \$, y al final de cada año, hasta el año 24, fin del proyecto, 1253305 \$, correspondientes a los costes anuales de la alternativa propuesta. Respecto a los cobros, se supone que la entrada en producción es escalonada, habiendo fijado que al final del segundo año entra el 40 % (901800 \$); al final del tercero 1352700, al 60 %; en el cuarto año, al 90 % (2029050 \$), y ya desde el quinto año hasta el año 24 la totalidad de la producción estimada, 2254500 \$.

Situación III

Pagos	1848	124,966	124,966	.....	124,966	
Años	|-----|					
	0	1	2	3	.....	23 24
Cobros	237,15	2254,5	2254,15	.....	2254,5	2254,15

NOTA: En esta situación, riego por aspersión, se supone que con la ejecución de las obras que se llevan a cabo durante el primer año no hay posibilidad de riego y los rendimientos durante el

mismo se estiman en un 75 % de los de seco. Los demás años, hasta el fin de la vida del proyecto, los cobros son ya la totalidad de la producción esperada en regadío, 2254,50 \$. Respecto a la serie de pagos se supone que cada ocho años se repite la inversión, 1848000 \$ la primera vez y 1000000 \$ para los años 8 y 16. Los demás pagos son los costes anuales de alternativa, 1242966 \$

VIABILIDAD DE LA TRANSFORMACION

Criterios: Rendimiento interno de la inversión diferencia

Años	Situación I	Situación II	Situación II - I = fn
0			
1	123,907	-2460	-2583,907
2	123,907	-351,505	-475,412
3	123,907	99,395	-24,512
4	123,907	775,745	651,838
5	123,907	1001,195	877,288
6	123,907	1001,195	877,288
7	123,907	1001,195	877,288
8	123,907	1001,195	877,288
9	123,907	1001,195	877,288
10	123,907	1001,195	877,288
11	123,907	1001,195	877,288
12	123,907	1001,195	877,288
13	123,907	1001,195	877,288
14	123,907	1001,195	877,288
15	123,907	1001,195	877,288
16	123,907	1001,195	877,288
17	123,907	1001,195	877,288
18	123,907	1001,195	877,288
19	123,907	1001,195	877,288
20	123,907	1001,195	877,288
21	123,907	1001,195	877,288
22	123,907	1001,195	877,288
23	123,907	1001,195	877,288
24	123,907	1001,195	877,288

$S \cdot fn [1 / (1 + r)^n] = 0$

$r = 19.2 \%$

VIABILIDAD DE LA TRANSFORMACION

Criterios: Rendimiento interno de la inversión diferencia

Años	Situación I	Situación III	Situación III - I = fn
0			
1	123,907	-1610,850	-1734,757
2	123,907	1001,534	877,627
3	123,907	1001,534	877,627
4	123,907	1001,534	877,627
5	123,907	1001,534	877,627
6	123,907	1001,534	877,627
7	123,907	1001,534	877,627
8	123,907	11,534	-112,373
9	123,907	1011,534	887,627
10	123,907	1011,534	887,627
11	123,907	1011,534	887,627
12	123,907	1011,534	887,627
13	123,907	1011,534	887,627
14	123,907	1011,534	887,627
15	123,907	1011,534	887,627
16	123,907	11,534	-112,373
17	123,907	1011,534	887,627
18	123,907	1011,534	887,627
19	123,907	1011,534	887,627
20	123,907	1011,534	887,627
21	123,907	1011,534	887,627
22	123,907	1011,534	887,627
23	123,907	1011,534	887,627
24	123,907	1011,534	887,627

$$S \text{ fn } [1 / (1 + r)^n] = 0$$

$$r = 61.4 \%$$

CRITERIO DEL VALOR CAPITAL

A – Valor Capital – Situación II $i = 6 \%$

$$- 2460 (1 + i)^{-1} - 351,505 (1 + i)^{-2} + 99,395 (1 + i)^{-3} + 775,745 (1 + i)^{-4} + 1001,195 (1 + i)^{-5} + 1001,195 (1 + i)^{-6} + \dots + 1001,195 (1 + i)^{-24}$$

$$\text{Valor Capital} = \$ 7160208$$

A – Valor Capital – Situación III

$i = 6 \%$

$$\begin{aligned}
 & - 1610,850 (1 + i)^{-1} + 1011,534 (1 + i)^{-2} + \dots + 1011,534 (1 + i)^{-7} + 11,534 (1 + i)^{-8} + \\
 & + 1001,534 (1 + i)^{-9} + \dots + 1001,534 (1 + i)^{-15} + 11,534 (1 + i)^{-16} + \\
 & + 1001,534 (1 + i)^{-17} + \dots + 1001,534 (1 + i)^{-24}
 \end{aligned}$$

Valor Capital = \$ 9190085

CRITERIO DE RELACIÓN BENEFICIO / COSTE

A - Situación II - Riego en pié

$i = 6 \%$

B - Actualizado

$$\begin{aligned}
 & 901,8 (1 + i)^{-2} + 1352,7 (1 + i)^{-3} + 2029,05 (1 + i)^{-4} + 2254,5 (1 + i)^{-5} + \dots + \\
 & + 2254,5 (1 + i)^{-24} = \$ 24027581,74
 \end{aligned}$$

C - Actualizado

$$2460 (1 + i)^{-1} + 1253,7 (1 + i)^{-2} + \dots + 1253,7 (1 + i)^{-24} = \$ 16866621,86$$

Beneficio / Coste = 1,42

B - Situación II - Riego por aspersión

$i = 6 \%$

B - Actualizado

$$\begin{aligned}
 & 237,150 (1 + i)^{-1} + 2254,5 (1 + i)^{-2} + 5,5 (1 + i)^{-5} + \dots + 2254,5 (1 + i)^{-24} = \\
 & = \$ 26389454,31
 \end{aligned}$$

C - Actualizado

$$\begin{aligned}
 & 1848 (1 + i)^{-1} + 1242,966 (1 + i)^{-2} + \dots + 1253,7 (1 + i)^{-24} + 1000 (1 + i)^{-8} + 1000 (1 + i)^{-16} = \\
 & = \$ 17190366,6
 \end{aligned}$$

Beneficio / Coste = 1,53

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1 – Viabilidad De las Inversiones

- El tipo de rendimiento interno de la inversión diferencia (Situación II – Situación I) es del 19,2 % superior al 6 % que se había fijado como tipo de interés calculatorio, luego la Situación II es claramente más favorable que la situación I; este tipo de transformación es, pues, beneficioso

- Del mismo modo el tipo de rendimiento interno de la inversión diferencia (Situación III – Situación I) es del 61,4 %, luego también es provechosa la transformación a la Situación III.

Ambos tipos de transformaciones son beneficiosos

2 – Opción entre las Situaciones II y III

- El valor capital de la inversión II es de \$ 7160208, ciertamente inferior al valor capital de la inversión III, que es de \$ 9190085, por lo que en principio parece factible la inversión III (regadío por aspersión), si es que el inversor está en condiciones de dar o tomar a préstamo cualquier cantidad al tipo de interés calculatorio del 6 %.

- Relación Beneficio / Coste de las inversiones II y III

El valor de la relación Beneficio / Coste de la inversión II es de 1,42 y el valor de la relación Beneficio / Coste de la inversión III es de 1,53, claramente superior a la primera, lo que viene a ratificar que en la opción inversora la Situación III es preferible a la Situación II, para los supuestos bajo los que se ha planteado la aplicación.

APÉNDICE UNO

Tablas Beta y Triangular

TABLA I.1.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 3,82842712474619; Q = 1
VALOR DE H = 2,414213562373095

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.005758	.51	.075937	.76	.349706
.02	.000000	.27	.006653	.52	.081797	.77	.367653
.03	.000001	.28	.007647	.53	.087985	.78	.386271
.04	.000004	.29	.008746	.54	.094512	.79	.405577
.05	.000010	.30	.009959	.55	.101391	.80	.425586
.06	.000021	.31	.011291	.56	.108632	.81	.446315
.07	.000038	.32	.012750	.57	.116248	.82	.467781
.08	.000063	.33	.014344	.58	.124251	.83	.490000
.09	.000099	.34	.016081	.59	.132655	.84	.512990
.10	.000148	.35	.017968	.60	.141471	.85	.536767
.11	.000214	.36	.020014	.61	.150713	.86	.561348
.12	.000298	.37	.022228	.62	.160394	.87	.586751
.13	.000405	.38	.024617	.63	.170526	.88	.612994
.14	.000538	.39	.027191	.64	.181123	.89	.640093
.15	.000701	.40	.029958	.65	.192200	.90	.668068
.16	.000897	.41	.032928	.66	.203769	.91	.696936
.17	.001132	.42	.036111	.67	.215844	.92	.726715
.18	.001409	.43	.039515	.68	.228440	.93	.757424
.19	.001733	.44	.043150	.69	.241571	.94	.789082
.20	.002102	.45	.047027	.70	.255252	.95	.821706
.21	.002542	.46	.051156	.71	.269497	.96	.855316
.22	.003037	.47	.055546	.72	.284320	.97	.889931
.23	.003601	.48	.060208	.73	.299738	.98	.925571
.24	.004238	.49	.065154	.74	.315764	.99	.962254
.25	.004955	.50	.070393	.75	.332415	1.00	1.000000

TABLA I.2.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 4,414213562373095; Q = 1,585786437626905
VALOR DE H = 3

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.006707	.51	.109947	.76	.493309
.02	.000000	.27	.007874	.52	.118788	.77	.515638
.03	.000001	.28	.009188	.53	.128115	.78	.538393
.04	.000002	.29	.010661	.54	.137939	.79	.561541
.05	.000005	.30	.012303	.55	.148271	.80	.585046
.06	.000012	.31	.014129	.56	.159123	.81	.608867
.07	.000023	.32	.016150	.57	.170505	.82	.632959
.08	.000041	.33	.018379	.58	.182426	.83	.657271
.09	.000068	.34	.020829	.59	.194895	.84	.681746
.10	.000118	.35	.023514	.60	.207918	.85	.706318
.11	.000164	.36	.026448	.61	.221504	.86	.730917
.12	.000239	.37	.029644	.62	.235658	.87	.755463
.13	.000339	.38	.033117	.63	.250384	.88	.779866
.14	.000467	.39	.036881	.64	.265686	.89	.804024
.15	.000620	.40	.040949	.65	.281566	.90	.827823
.16	.000823	.41	.045337	.66	.298025	.91	.851134
.17	.001083	.42	.050059	.67	.315061	.92	.873809
.18	.001386	.43	.055129	.68	.332673	.93	.895675
.19	.001750	.44	.060563	.69	.350855	.94	.916534
.20	.002182	.45	.066373	.70	.369602	.95	.936145
.21	.002691	.46	.072575	.71	.388905	.96	.954214
.22	.003286	.47	.079183	.72	.408754	.97	.970368
.23	.003974	.48	.086210	.73	.429136	.98	.984093
.24	.004767	.49	.093671	.74	.450035	.99	.994594
.25	.005675	.50	.101579	.75	.471433	1.00	1.000000

Extraídas de Vicente CABALLER

TABLA I.3.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 5,414213562373095; Q = 2,585786437626905
VALOR DE H = 4

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.006629	.51	.155220	.76	.664632
.02	.000000	.27	.007993	.52	.168469	.77	.688715
.03	.000000	.28	.009566	.53	.182424	.78	.712519
.04	.000000	.29	.011366	.54	.197086	.79	.735957
.05	.000001	.30	.013416	.55	.212459	.80	.758939
.06	.000003	.31	.015738	.56	.228539	.81	.781373
.07	.000007	.32	.018355	.57	.245322	.82	.803166
.08	.000015	.33	.021289	.58	.262800	.83	.824224
.09	.000028	.34	.024564	.59	.280961	.84	.844454
.10	.000048	.35	.028205	.60	.299790	.85	.863763
.11	.000080	.36	.032236	.61	.319269	.86	.882059
.12	.000126	.37	.036681	.62	.339375	.87	.899256
.13	.000191	.38	.041565	.63	.360082	.88	.915270
.14	.000282	.39	.046912	.64	.381360	.89	.930022
.15	.000403	.40	.052746	.65	.403175	.90	.943441
.16	.000563	.41	.059090	.66	.425488	.91	.955467
.17	.000769	.42	.065968	.67	.448258	.92	.966050
.18	.001032	.43	.073402	.68	.471437	.93	.975155
.19	.001361	.44	.081414	.69	.494974	.94	.982765
.20	.001769	.45	.090024	.70	.518815	.95	.988886
.21	.002266	.46	.099257	.71	.542900	.96	.993552
.22	.002869	.47	.109114	.72	.567166	.97	.996834
.23	.003589	.48	.119629	.73	.591545	.98	.998854
.24	.004445	.49	.130810	.74	.615967	.99	.999803
.25	.005452	.50	.142670	.75	.640355	1.00	1.000000

TABLA I.4.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 6,414213562373095; Q = 3,585786437626905
VALOR DE H = 5

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.005748	.51	.189623	.76	.774773
.02	.000000	.27	.007115	.52	.206641	.77	.797039
.03	.000000	.28	.008728	.53	.224537	.78	.818386
.04	.000000	.29	.010615	.54	.243296	.79	.838730
.05	.000000	.30	.012808	.55	.262900	.80	.857992
.06	.000001	.31	.015340	.56	.283323	.81	.876104
.07	.000002	.32	.018244	.57	.304536	.82	.893003
.08	.000005	.33	.021554	.58	.326500	.83	.908640
.09	.000010	.34	.025308	.59	.349174	.84	.922976
.10	.000019	.35	.029539	.60	.372507	.85	.935984
.11	.000034	.36	.034286	.61	.396446	.86	.947652
.12	.000059	.37	.039585	.62	.420927	.87	.957983
.13	.000095	.38	.045472	.63	.445885	.88	.966994
.14	.000150	.39	.051983	.64	.471247	.89	.974719
.15	.000227	.40	.059153	.65	.496934	.90	.981209
.16	.000335	.41	.067016	.66	.522864	.91	.986530
.17	.000481	.42	.075604	.67	.548950	.92	.990768
.18	.000677	.43	.084947	.68	.575099	.93	.994022
.19	.000932	.44	.095074	.69	.601217	.94	.996405
.20	.001261	.45	.106010	.70	.627206	.95	.998047
.21	.001679	.46	.117777	.71	.652965	.96	.999083
.22	.002202	.47	.130395	.72	.678394	.97	.999659
.23	.002848	.48	.143880	.73	.703391	.98	.999917
.24	.003640	.49	.158242	.74	.727852	.99	.999993
.25	.004598	.50	.173489	.75	.751679	1.00	1.000000

TABLA I.5.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 7,414213562373095; Q = 4,585786437626905
VALOR DE H = 6

X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$
.01	.000000	.26	.004714	.51	.216896	.76	.847022
.02	.000000	.27	.005988	.52	.237225	.77	.866166
.03	.000000	.28	.007526	.53	.258568	.78	.883971
.04	.000000	.29	.009366	.54	.280886	.79	.900393
.05	.000000	.30	.011548	.55	.304134	.80	.915410
.06	.000000	.31	.014115	.56	.328257	.81	.929009
.07	.000001	.32	.017112	.57	.353190	.82	.941198
.08	.000001	.33	.020586	.58	.378860	.83	.951997
.09	.000003	.34	.024585	.59	.405185	.84	.961446
.10	.000007	.35	.029159	.60	.432075	.85	.969598
.11	.000014	.36	.034358	.61	.459433	.86	.976520
.12	.000026	.37	.040232	.62	.487155	.87	.982293
.13	.000045	.38	.046831	.63	.515129	.88	.987010
.14	.000076	.39	.054204	.64	.543241	.89	.990773
.15	.000122	.40	.062399	.65	.571370	.90	.993694
.16	.000189	.41	.071461	.66	.599392	.91	.995886
.17	.000286	.42	.081433	.67	.627184	.92	.997465
.18	.000421	.43	.092353	.68	.654618	.93	.998548
.19	.000605	.44	.104257	.69	.681570	.94	.999243
.20	.000852	.45	.117174	.70	.707916	.95	.999654
.21	.001178	.46	.131129	.71	.733538	.96	.999869
.22	.001600	.47	.146142	.72	.758320	.97	.999963
.23	.002140	.48	.162224	.73	.782155	.98	.999994
.24	.002821	.49	.179380	.74	.804942	.99	1.000000
.25	.003669	.50	.197608	.75	.826591	1.00	1.000000

TABLA I.6.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 8,414213562373095; Q = 5,585786437626905
VALOR DE H = 7

X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$	X_T	$S(X_T)$
.01	.000000	.26	.003757	.51	.239238	.76	.895180
.02	.000000	.27	.004896	.52	.262535	.77	.910973
.03	.000000	.28	.006303	.53	.286953	.78	.925220
.04	.000000	.29	.008024	.54	.312427	.79	.937940
.05	.000000	.30	.010106	.55	.338877	.80	.949171
.06	.000000	.31	.012603	.56	.366211	.81	.958969
.07	.000000	.32	.015571	.57	.394326	.82	.967404
.08	.000000	.33	.019068	.58	.423107	.83	.974561
.09	.000001	.34	.023157	.59	.452429	.84	.980537
.10	.000003	.35	.027900	.60	.482159	.85	.985439
.11	.000006	.36	.033362	.61	.512155	.86	.989379
.12	.000011	.37	.039609	.62	.542270	.87	.992475
.13	.000021	.38	.046706	.63	.572352	.88	.994845
.14	.000037	.39	.054717	.64	.602246	.89	.996605
.15	.000063	.40	.063703	.65	.631796	.90	.997866
.16	.000104	.41	.073723	.66	.660850	.91	.998733
.17	.000165	.42	.084830	.67	.689256	.92	.999298
.18	.000255	.43	.097075	.68	.716869	.93	.999644
.19	.000382	.44	.110498	.69	.743552	.94	.999839
.20	.000561	.45	.125135	.70	.769177	.95	.999938
.21	.000804	.46	.141014	.71	.793626	.96	.999981
.22	.001132	.47	.158149	.72	.816797	.97	.999996
.23	.001564	.48	.176550	.73	.838601	.98	1.000000
.24	.002125	.49	.196211	.74	.858967	.99	1.000000
.25	.002846	.50	.217116	.75	.877838	1.00	1.000000

TABLA I.7.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 9,414213562373095; Q = 6,585786437626905
 VALOR DE H = 8

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.002945	.51	.258011	.76	.927679
.02	.000000	.27	.003937	.52	.284009	.77	.940368
.03	.000000	.28	.005191	.53	.311216	.78	.951470
.04	.000000	.29	.006758	.54	.339531	.79	.961065
.05	.000000	.30	.008694	.55	.368835	.80	.969247
.06	.000000	.31	.011060	.56	.398997	.81	.976121
.07	.000000	.32	.013921	.57	.429870	.82	.981806
.08	.000000	.33	.017350	.58	.461294	.83	.986426
.09	.000000	.34	.021420	.59	.493099	.84	.990107
.10	.000001	.35	.026210	.60	.525108	.85	.992978
.11	.000002	.36	.031799	.61	.557136	.86	.995163
.12	.000005	.37	.038269	.62	.588994	.87	.996781
.13	.000009	.38	.045701	.63	.620494	.88	.997941
.14	.000018	.39	.054177	.64	.651451	.89	.998742
.15	.000033	.40	.063772	.65	.681684	.90	.999273
.16	.000056	.41	.074560	.66	.711018	.91	.999607
.17	.000094	.42	.086610	.67	.739293	.92	.999805
.18	.000152	.43	.099979	.68	.766359	.93	.999912
.19	.000238	.44	.114720	.69	.792084	.94	.999966
.20	.000363	.45	.130873	.70	.816354	.95	.999989
.21	.000541	.46	.148465	.71	.839075	.96	.999997
.22	.000788	.47	.167512	.72	.860173	.97	1.000000
.23	.001125	.48	.188014	.73	.879598	.98	1.000000
.24	.001576	.49	.209955	.74	.897324	.99	1.000000
.25	.002172	.50	.233304	.75	.913344	1.00	1.000000

TABLA I.8.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 10,4142135623731; Q = 7,585786437626905
 VALOR DE H = 9

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.002286	.51	.274105	.76	.949823
.02	.000000	.27	.003134	.52	.302593	.77	.959833
.03	.000000	.28	.004231	.53	.332357	.78	.968329
.04	.000000	.29	.005633	.54	.363258	.79	.975437
.05	.000000	.30	.007399	.55	.395137	.80	.981289
.06	.000000	.31	.009600	.56	.427816	.81	.986026
.07	.000000	.32	.012310	.57	.461103	.82	.989788
.08	.000000	.33	.015610	.58	.494791	.83	.992717
.09	.000000	.34	.019589	.59	.528665	.84	.994944
.10	.000000	.35	.024337	.60	.562503	.85	.996595
.11	.000001	.36	.029952	.61	.596079	.86	.997785
.12	.000002	.37	.036532	.62	.629171	.87	.998615
.13	.000004	.38	.044175	.63	.661560	.88	.999173
.14	.000009	.39	.052979	.64	.693038	.89	.999532
.15	.000017	.40	.063040	.65	.723407	.90	.999751
.16	.000030	.41	.074446	.66	.752488	.91	.999878
.17	.000053	.42	.087279	.67	.780122	.92	.999945
.18	.000090	.43	.101613	.68	.806172	.93	.999978
.19	.000147	.44	.117507	.69	.830525	.94	.999993
.20	.000233	.45	.135009	.70	.853097	.95	.999998
.21	.000360	.46	.154147	.71	.873829	.96	1.000000
.22	.000543	.47	.174935	.72	.892692	.97	1.000000
.23	.000801	.48	.197364	.73	.909685	.98	1.000000
.24	.001157	.49	.221406	.74	.924833	.99	1.000000
.25	.001641	.50	.247011	.75	.938188	1.00	1.000000

TABLA I.9.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 11,4142135623731; Q = 8,585786437626905
VALOR DE H = 10

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.001763	.51	.288129	.76	.965027
.02	.000000	.27	.002478	.52	.318932	.77	.972820
.03	.000000	.28	.003426	.53	.351064	.78	.979237
.04	.000000	.29	.004663	.54	.384342	.79	.984432
.05	.000000	.30	.006254	.55	.418562	.80	.988563
.06	.000000	.31	.008274	.56	.453501	.81	.991784
.07	.000000	.32	.010806	.57	.488916	.82	.994242
.08	.000000	.33	.013941	.58	.524554	.83	.996074
.09	.000000	.34	.017778	.59	.560155	.84	.997404
.10	.000000	.35	.022425	.60	.595453	.85	.998342
.11	.000000	.36	.027991	.61	.630189	.86	.998981
.12	.000001	.37	.034594	.62	.664109	.87	.999402
.13	.000002	.38	.042350	.63	.699971	.88	.999666
.14	.000004	.39	.051375	.64	.728555	.89	.999825
.15	.000008	.40	.061784	.65	.758658	.90	.999914
.16	.000016	.41	.073683	.66	.787108	.91	.999962
.17	.000030	.42	.087171	.67	.813760	.92	.999985
.18	.000053	.43	.102336	.68	.838501	.93	.999995
.19	.000090	.44	.119247	.69	.861251	.94	.999998
.20	.000149	.45	.137959	.70	.881966	.95	1.000000
.21	.000239	.46	.158505	.71	.900634	.96	1.000000
.22	.000372	.47	.180892	.72	.917276	.97	1.000000
.23	.000567	.48	.205106	.73	.931945	.98	1.000000
.24	.000845	.49	.231102	.74	.944721	.99	1.000000
.25	.001232	.50	.258810	.75	.955707	1.00	1.000000

TABLA I.10.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 12,4142135623731; Q = 9,585786437626905
VALOR DE H = 11

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.001354	.51	.300513	.76	.975531
.02	.000000	.27	.001951	.52	.333485	.77	.981538
.03	.000000	.28	.002761	.53	.367824	.78	.986335
.04	.000000	.29	.003842	.54	.403303	.79	.990095
.05	.000000	.30	.005261	.55	.439670	.80	.992982
.06	.000000	.31	.007096	.56	.476649	.81	.995151
.07	.000000	.32	.009438	.57	.513952	.82	.996741
.08	.000000	.33	.012386	.58	.551275	.83	.997876
.09	.000000	.34	.016051	.59	.588315	.84	.998662
.10	.000000	.35	.020552	.60	.624768	.85	.999189
.11	.000000	.36	.026015	.61	.660343	.86	.999530
.12	.000000	.37	.032575	.62	.694763	.87	.999740
.13	.000001	.38	.040366	.63	.727772	.88	.999865
.14	.000002	.39	.049525	.64	.759145	.89	.999934
.15	.000004	.40	.060186	.65	.788687	.90	.999970
.16	.000009	.41	.072476	.66	.816240	.91	.999988
.17	.000017	.42	.086510	.67	.841687	.92	.999997
.18	.000031	.43	.102393	.68	.864949	.93	.999999
.19	.000055	.44	.120206	.69	.885989	.94	1.000000
.20	.000095	.45	.140012	.70	.904810	.95	1.000000
.21	.000157	.46	.161847	.71	.921452	.96	1.000000
.22	.000254	.47	.185715	.72	.935988	.97	1.000000
.23	.000400	.48	.211593	.73	.948526	.98	1.000000
.24	.000614	.49	.239420	.74	.959193	.99	1.000000
.25	.000921	.50	.269103	.75	.968140	1.00	1.000000

TABLA I.11.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 13,4142135623731; Q = 10,5857864376269
VALOR DE H = 12

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.001037	.51	.311571	.76	.982824
.02	.000000	.27	.001532	.52	.346588	.77	.987418
.03	.000000	.28	.002219	.53	.382999	.78	.990977
.04	.000000	.29	.003155	.54	.420527	.79	.993678
.05	.000000	.30	.004411	.55	.458871	.80	.995680
.06	.000000	.31	.006066	.56	.497705	.81	.997129
.07	.000000	.32	.008215	.57	.536686	.82	.998149
.08	.000000	.33	.010966	.58	.575468	.83	.998847
.09	.000000	.34	.014438	.59	.613703	.84	.999308
.10	.000000	.35	.018763	.60	.651055	.85	.999602
.11	.000000	.36	.024084	.61	.687203	.86	.999782
.12	.000000	.37	.030549	.62	.721856	.87	.999887
.13	.000000	.38	.038314	.63	.754753	.88	.999945
.14	.000001	.39	.047537	.64	.785672	.89	.999975
.15	.000002	.40	.058371	.65	.814436	.90	.999990
.16	.000005	.41	.070964	.66	.840913	.91	.999996
.17	.000009	.42	.085453	.67	.865019	.92	.999999
.18	.000018	.43	.101957	.68	.886720	.93	1.000000
.19	.000034	.44	.120573	.69	.906027	.94	1.000000
.20	.000060	.45	.141373	.70	.922993	.95	1.000000
.21	.000104	.46	.164395	.71	.937712	.96	1.000000
.22	.000173	.47	.189643	.72	.950310	.97	1.000000
.23	.000281	.48	.217083	.73	.960942	.98	1.000000
.24	.000445	.49	.246636	.74	.969779	.99	1.000000
.25	.000687	.50	.278186	.75	.977009	1.00	1.000000

TABLA I.12.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 14,4142135623731; Q = 11,5857864376269
VALOR DE H = 13

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000792	.51	.321538	.76	.987910
.02	.000000	.27	.001200	.52	.358494	.77	.991402
.03	.000000	.28	.001779	.53	.396858	.78	.994026
.04	.000000	.29	.002586	.54	.436305	.79	.995953
.05	.000000	.30	.003689	.55	.476479	.80	.997333
.06	.000000	.31	.005172	.56	.517003	.81	.998295
.07	.000000	.32	.007133	.57	.557483	.82	.998946
.08	.000000	.33	.009683	.58	.597527	.83	.999372
.09	.000000	.34	.012952	.59	.636748	.84	.999641
.10	.000000	.35	.017083	.60	.674779	.85	.999804
.11	.000000	.36	.022231	.61	.711280	.86	.999899
.12	.000000	.37	.028564	.62	.745949	.87	.999951
.13	.000000	.38	.036255	.63	.778527	.88	.999978
.14	.000000	.39	.045483	.64	.808809	.89	.999991
.15	.000001	.40	.056423	.65	.836639	.90	.999996
.16	.000002	.41	.069246	.66	.861921	.91	.999999
.17	.000005	.42	.084110	.67	.884615	.92	1.000000
.18	.000011	.43	.101152	.68	.904732	.93	1.000000
.19	.000020	.44	.120485	.69	.922337	.94	1.000000
.20	.000038	.45	.142191	.70	.937535	.95	1.000000
.21	.000068	.46	.166313	.71	.950473	.96	1.000000
.22	.000118	.47	.192853	.72	.961323	.97	1.000000
.23	.000198	.48	.221765	.73	.970281	.98	1.000000
.24	.000322	.49	.252955	.74	.977557	.99	1.000000
.25	.000511	.50	.286277	.75	.983363	1.00	1.000000

TABLA I.13

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 15,4142135623731; Q = 12,5857864376269
VALOR DE H = 14

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000604	.51	.330595	.76	.991470
.02	.000000	.27	.000938	.52	.369396	.77	.994110
.03	.000000	.28	.001424	.53	.409610	.78	.996035
.04	.000000	.29	.002116	.54	.450860	.79	.997403
.05	.000000	.30	.003081	.55	.492736	.80	.998350
.06	.000000	.31	.004403	.56	.534805	.81	.998985
.07	.000000	.32	.006181	.57	.576625	.82	.999398
.08	.000000	.33	.008534	.58	.617760	.83	.999657
.09	.000000	.34	.011596	.59	.657785	.84	.999814
.10	.000000	.35	.015521	.60	.696308	.85	.999904
.11	.000000	.36	.020477	.61	.732975	.86	.999953
.12	.000000	.37	.026648	.62	.767482	.87	.999978
.13	.000000	.38	.034227	.63	.799580	.88	.999991
.14	.000000	.39	.043412	.64	.829084	.89	.999996
.15	.000001	.40	.054403	.65	.855872	.90	.999999
.16	.000001	.41	.067393	.66	.879890	.91	1.000000
.17	.000003	.42	.082563	.67	.901144	.92	1.000000
.18	.000006	.43	.100070	.68	.919698	.93	1.000000
.19	.000012	.44	.120044	.69	.935668	.94	1.000000
.20	.000024	.45	.142579	.70	.949214	.95	1.000000
.21	.000045	.46	.167723	.71	.960527	.96	1.000000
.22	.000080	.47	.195477	.72	.969824	.97	1.000000
.23	.000139	.48	.225784	.73	.977334	.98	1.000000
.24	.000233	.49	.258531	.74	.983293	.99	1.000000
.25	.000380	.50	.293545	.75	.987932	1.00	1.000000

TABLA I.14.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 16,41421356237309; Q = 13,5857864374269
VALOR DE H = 15

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000461	.51	.338884	.76	.993969
.02	.000000	.27	.000733	.52	.379446	.77	.995957
.03	.000000	.28	.001139	.53	.421419	.78	.997363
.04	.000000	.29	.001729	.54	.464370	.79	.998330
.05	.000000	.30	.002570	.55	.507832	.80	.998977
.06	.000000	.31	.003743	.56	.551318	.81	.999395
.07	.000000	.32	.005350	.57	.594338	.82	.999656
.08	.000000	.33	.007511	.58	.636411	.83	.999813
.09	.000000	.34	.010367	.59	.677082	.84	.999903
.10	.000000	.35	.014080	.60	.715937	.85	.999952
.11	.000000	.36	.018831	.61	.752614	.86	.999978
.12	.000000	.37	.024819	.62	.786811	.87	.999991
.13	.000000	.38	.032254	.63	.818300	.88	.999996
.14	.000000	.39	.041358	.64	.846924	.89	.999999
.15	.000000	.40	.052353	.65	.872599	.90	1.000000
.16	.000001	.41	.065456	.66	.895318	.91	1.000000
.17	.000002	.42	.080871	.67	.915139	.92	1.000000
.18	.000004	.43	.098779	.68	.932178	.93	1.000000
.19	.000008	.44	.119327	.69	.946604	.94	1.000000
.20	.000015	.45	.142622	.70	.958625	.95	1.000000
.21	.000029	.46	.168720	.71	.968475	.96	1.000000
.22	.000054	.47	.197618	.72	.976407	.97	1.000000
.23	.000097	.48	.229251	.73	.982677	.98	1.000000
.24	.000168	.49	.263486	.74	.987538	.99	1.000000
.25	.000282	.50	.300120	.75	.991228	1.00	1.000000

TABLA I.15.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 17,41421356237309; Q = 14,5857864376269
VALOR DE H = 16

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000351	.51	.346514	.76	.995728
.02	.000000	.27	.000572	.52	.388765	.77	.997219
.03	.000000	.28	.000910	.53	.432415	.78	.998243
.04	.000000	.29	.001412	.54	.476975	.79	.998924
.05	.000000	.30	.002141	.55	.521919	.80	.999364
.06	.000000	.31	.003179	.56	.566708	.81	.999638
.07	.000000	.32	.004626	.57	.610802	.82	.999803
.08	.000000	.33	.006603	.58	.653679	.83	.999897
.09	.000000	.34	.009258	.59	.694857	.84	.999949
.10	.000000	.35	.012758	.60	.733905	.85	.999976
.11	.000000	.36	.017296	.61	.770458	.86	.999990
.12	.000000	.37	.023084	.62	.804227	.87	.999996
.13	.000000	.38	.030353	.63	.835007	.88	.999998
.14	.000000	.39	.039343	.64	.862676	.89	.999999
.15	.000000	.40	.050302	.65	.887197	.90	1.000000
.16	.000000	.41	.063472	.66	.908609	.91	1.000000
.17	.000001	.42	.079080	.67	.927026	.92	1.000000
.18	.000002	.43	.097331	.68	.942618	.93	1.000000
.19	.000005	.44	.118393	.69	.955602	.94	1.000000
.20	.000010	.45	.142387	.70	.966232	.95	1.000000
.21	.000019	.46	.169376	.71	.974778	.96	1.000000
.22	.000037	.47	.199358	.72	.981521	.97	1.000000
.23	.000068	.48	.232255	.73	.986737	.98	1.000000
.24	.000121	.49	.267915	.74	.990686	.99	1.000000
.25	.000209	.50	.306105	.75	.993612	1.00	1.000000

TABLA I.16.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 18,41421356237309; Q = 15,5857864376269
VALOR DE H = 17

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000267	.51	.353578	.76	.996969
.02	.000000	.27	.000447	.52	.397451	.77	.998084
.03	.000000	.28	.000727	.53	.442704	.78	.998827
.04	.000000	.29	.001152	.54	.488789	.79	.999306
.05	.000000	.30	.001783	.55	.535124	.80	.999604
.06	.000000	.31	.002698	.56	.581111	.81	.999784
.07	.000000	.32	.003996	.57	.626165	.82	.999887
.08	.000000	.33	.005801	.58	.669727	.83	.999944
.09	.000000	.34	.008260	.59	.711289	.84	.999974
.10	.000000	.35	.011549	.60	.750409	.85	.999988
.11	.000000	.36	.015870	.61	.786727	.86	.999995
.12	.000000	.37	.021449	.62	.819970	.87	.999998
.13	.000000	.38	.028533	.63	.849964	.88	.999999
.14	.000000	.39	.037384	.64	.876627	.89	1.000000
.15	.000000	.40	.048273	.65	.899972	.90	1.000000
.16	.000000	.41	.061468	.66	.920092	.91	1.000000
.17	.000001	.42	.077223	.67	.937152	.92	1.000000
.18	.000001	.43	.095767	.68	.951375	.93	1.000000
.19	.000003	.44	.117288	.69	.963026	.94	1.000000
.20	.000006	.45	.141925	.70	.972396	.95	1.000000
.21	.000013	.46	.169750	.71	.979788	.96	1.000000
.22	.000025	.47	.200759	.72	.984903	.97	1.000000
.23	.000048	.48	.234866	.73	.989828	.98	1.000000
.24	.000087	.49	.271895	.74	.993028	.99	1.000000
.25	.000155	.50	.311583	.75	.995340	1.00	1.000000

TABLA 1.17.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 19,41421356237309; Q = 16,5857864376269
VALOR DE H = 18

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000203	.51	.360148	.76	.997846
.02	.000000	.27	.000349	.52	.405583	.77	.998678
.03	.000000	.28	.000580	.53	.452373	.78	.999216
.04	.000000	.29	.000940	.54	.499909	.79	.999551
.05	.000000	.30	.001484	.55	.547547	.80	.999753
.06	.000000	.31	.002289	.56	.594639	.81	.999870
.07	.000000	.32	.003451	.57	.640551	.82	.999935
.08	.000000	.33	.005093	.58	.684690	.83	.999969
.09	.000000	.34	.007365	.59	.726528	.84	.999986
.10	.000000	.35	.010448	.60	.765616	.85	.999994
.11	.000000	.36	.014551	.61	.801602	.86	.999998
.12	.000000	.37	.019914	.62	.834240	.87	.999999
.13	.000000	.38	.026799	.63	.863390	.88	1,000000
.14	.000000	.39	.035490	.64	.889017	.89	1,000000
.15	.000000	.40	.046281	.65	.911183	.90	1,000000
.16	.000000	.41	.059466	.66	.930037	.91	1,000000
.17	.000000	.42	.075326	.67	.945798	.92	1,000000
.18	.000001	.43	.094117	.68	.958738	.93	1,000000
.19	.000002	.44	.116049	.69	.969165	.94	1,000000
.20	.000004	.45	.141279	.70	.977403	.95	1,000000
.21	.000008	.46	.169888	.71	.983780	.96	1,000000
.22	.000017	.47	.201874	.72	.988610	.97	1,000000
.23	.000033	.48	.237139	.73	.992188	.98	1,000000
.24	.000063	.49	.275488	.74	.994774	.99	1,000000
.25	.000115	.50	.316622	.75	.996596	1,00	1,000000

TABLA 1.18.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 20,41421356237309; Q = 17,5857864376269
VALOR DE H = 19

XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)	XT	S(XT)
.01	.000000	.26	.000155	.51	.366285	.76	.998467
.02	.000000	.27	.000272	.52	.413228	.77	.999087
.03	.000000	.28	.000463	.53	.461494	.78	.999475
.04	.000000	.29	.000766	.54	.510410	.79	.999710
.05	.000000	.30	.001235	.55	.559276	.80	.999846
.06	.000000	.31	.001941	.56	.607386	.81	.999922
.07	.000000	.32	.002979	.57	.654063	.82	.999963
.08	.000000	.33	.004469	.58	.698682	.83	.999983
.09	.000000	.34	.006564	.59	.740699	.84	.999993
.10	.000000	.35	.009447	.60	.779663	.85	.999997
.11	.000000	.36	.013334	.61	.815239	.86	.999999
.12	.000000	.37	.018477	.62	.847208	.87	1,000000
.13	.000000	.38	.025153	.63	.875472	.88	1,000000
.14	.000000	.39	.033667	.64	.900044	.89	1,000000
.15	.000000	.40	.044336	.65	.921042	.90	1,000000
.16	.000000	.41	.057480	.66	.938669	.91	1,000000
.17	.000000	.42	.073409	.67	.953197	.92	1,000000
.18	.000000	.43	.092405	.68	.964942	.93	1,000000
.19	.000001	.44	.114705	.69	.974252	.94	1,000000
.20	.000002	.45	.140481	.70	.981478	.95	1,000000
.21	.000005	.46	.169828	.71	.986966	.96	1,000000
.22	.000011	.47	.202744	.72	.991040	.97	1,000000
.23	.000023	.48	.239122	.73	.993992	.98	1,000000
.24	.000045	.49	.278744	.74	.996077	.99	1,000000
.25	.000085	.50	.321278	.75	.997510	1,00	1,000000

TABLA I.19.

TABLA BETA DE PARAMETROS: P = 21,41421356237309; Q = 18,5857864376269
VALOR DE H = 20

X_{T}	S(X_{T})	X_{T}	S(X_{T})	X_{T}	S(X_{T})	X _T	S(X _T)
.01	.000000	.26	.000118	.51	.372039	.76	.998908
.02	.000000	.27	.000212	.52	.420441	.77	.999369
.03	.000000	.28	.000369	.53	.470126	.78	.999648
.04	.000000	.29	.000625	.54	.520360	.79	.999812
.05	.000000	.30	.001028	.55	.570381	.80	.999904
.06	.000000	.31	.001646	.56	.619430	.81	.999953
.07	.000000	.32	.002570	.57	.666788	.82	.999978
.08	.000000	.33	.003921	.58	.711800	.83	.999991
.09	.000000	.34	.005848	.59	.753909	.84	.999996
.10	.000000	.35	.008538	.60	.792671	.85	.999999
.11	.000000	.36	.012214	.61	.827769	.86	1.000000
.12	.000000	.37	.017135	.62	.859018	.87	1.000000
.13	.000000	.38	.023596	.63	.886366	.88	1.000000
.14	.000000	.39	.031919	.64	.909880	.89	1.000000
.15	.000000	.40	.042445	.65	.929731	.90	1.000000
.16	.000000	.41	.055522	.66	.946177	.91	1.000000
.17	.000000	.42	.071488	.67	.959540	.92	1.000000
.18	.000000	.43	.090652	.68	.970180	.93	1.000000
.19	.000001	.44	.113278	.69	.978475	.94	1.000000
.20	.000002	.45	.139558	.70	.984800	.95	1.000000
.21	.000004	.46	.169600	.71	.989514	.96	1.000000
.22	.000008	.47	.203403	.72	.992943	.97	1.000000
.23	.000016	.48	.240853	.73	.995374	.98	1.000000
.24	.000033	.49	.281706	.74	.997052	.99	1.000000
.25	.000063	.50	.325597	.75	.998177	1.00	1.000000

TABLAS METODO TRIANGULAR

TABLA II.1.

$X_{(n)}$ \ $X_{(r)}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	1.99	1.00	.50	.33	.25	.20	.17	.14	.13	.11
2	3.96	2.99	2.00	1.33	1.00	.80	.67	.57	.50	.44
3	5.91	4.96	3.99	3.00	2.25	1.80	1.50	1.29	1.13	1.00
4	7.84	6.91	5.96	4.99	4.00	3.20	2.67	2.29	2.00	1.78
5	9.75	8.84	7.91	6.96	5.99	5.00	4.17	3.57	3.13	2.78
6	11.64	10.75	9.84	8.91	7.96	6.99	6.00	5.14	4.50	4.00
7	13.51	12.64	11.74	10.84	9.91	8.96	7.99	7.00	6.13	5.44
8	15.36	14.51	13.63	12.74	11.83	10.91	9.96	8.99	8.00	7.11
9	17.19	16.35	15.50	14.63	13.74	12.83	11.90	10.96	9.99	9.00
10	19.00	18.18	17.35	16.49	15.63	14.74	13.83	12.90	11.96	10.99
11	20.79	19.99	19.17	18.34	17.49	16.62	15.73	14.83	13.90	12.96
12	22.56	21.78	20.98	20.16	19.33	18.48	17.62	16.73	15.83	14.90
13	24.31	23.55	22.77	21.97	21.16	20.33	19.48	18.61	17.73	16.82
14	26.04	25.29	24.53	23.75	22.96	22.15	21.32	20.47	19.61	18.73
15	27.75	27.02	26.28	25.52	24.74	23.95	23.14	22.31	21.47	20.60
16	29.44	28.73	28.00	27.26	26.50	25.73	24.94	24.13	23.30	22.46
17	31.11	30.41	29.70	28.98	28.24	27.48	26.71	25.92	25.12	24.30
18	32.76	32.08	31.39	30.68	29.96	29.22	28.47	27.70	26.91	26.11
19	34.39	33.73	33.05	32.36	31.66	30.94	30.20	29.45	28.68	27.90
20	36.00	35.35	34.69	34.02	33.33	32.63	31.91	31.18	30.43	29.67
21	37.59	36.96	36.32	35.66	34.99	34.31	33.61	32.89	32.16	31.42
22	39.16	38.55	37.92	37.28	36.63	35.96	35.28	34.58	33.87	33.14
23	40.71	40.11	39.50	38.88	38.24	37.59	36.93	36.25	35.55	34.83
24	42.24	41.66	41.06	40.45	39.83	39.30	38.55	37.89	37.22	36.53
25	43.75	43.18	42.60	42.01	41.41	40.79	40.16	39.52	38.86	38.19
26	45.24	44.69	44.12	43.55	42.96	42.36	41.74	41.12	40.48	39.82
27	46.71	46.17	45.62	45.06	44.49	43.91	43.31	42.70	42.08	41.44
28	48.16	47.64	47.10	46.56	46.00	45.43	44.85	44.26	43.65	43.03
29	49.59	49.08	48.56	48.03	47.49	46.94	46.37	45.80	45.21	44.60
30	51.00	50.51	50.00	49.48	48.96	48.42	47.87	47.31	46.74	46.15
31	52.39	51.91	51.42	50.92	50.41	49.88	49.35	48.81	48.25	47.68
32	53.76	53.29	52.82	52.33	51.83	51.33	50.81	50.28	49.74	49.19
33	55.11	54.66	54.19	53.72	53.24	52.75	52.24	51.73	51.21	50.67
34	56.44	56.00	55.55	55.09	54.63	54.15	53.66	53.16	52.65	52.13
35	57.75	57.32	56.89	56.44	55.99	55.53	55.05	54.57	54.08	53.57
36	59.04	58.63	58.20	57.77	57.33	56.88	56.43	55.96	55.48	54.99
37	60.31	59.91	59.50	59.08	58.66	58.22	57.78	57.32	56.86	56.38
38	61.56	61.17	60.78	60.37	59.96	59.54	59.11	58.67	58.22	57.76
39	62.79	62.41	62.03	61.64	61.24	60.83	60.41	59.99	59.55	59.11
40	64.00	63.64	63.27	62.89	62.50	62.11	61.70	61.29	60.87	60.44
41	65.19	64.84	64.48	64.11	63.74	63.36	62.97	62.57	62.16	61.75
42	66.36	66.02	65.67	65.32	64.96	64.59	64.21	63.83	63.43	63.03
43	67.51	67.18	66.85	66.51	66.16	65.80	65.44	65.06	64.68	64.30
44	68.64	68.32	68.00	67.67	67.33	66.99	66.64	66.28	65.91	65.54
45	69.75	69.44	69.13	68.81	68.49	68.16	67.82	67.47	67.12	66.76
46	70.84	70.55	70.24	69.94	69.63	69.31	68.98	68.65	68.30	67.96
47	71.91	71.63	71.34	71.04	70.74	70.43	70.12	69.80	69.47	69.13
48	72.96	72.69	72.41	72.12	71.83	71.54	71.23	70.92	70.61	70.29
49	73.99	73.73	73.46	73.19	72.91	72.62	72.33	72.03	71.73	71.42

TABLA II.3.

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,10	,09	,08	,08	,07	,07	,06	,06	,06	,05
2	,40	,36	,33	,31	,29	,27	,25	,24	,22	,21
3	,90	,82	,75	,69	,64	,60	,56	,53	,50	,47
4	1,60	1,45	1,33	1,23	1,14	1,07	1,00	,94	,89	,84
5	2,50	2,27	2,08	1,92	1,79	1,67	1,56	1,47	1,39	1,32
6	3,60	3,27	3,00	2,77	2,57	2,40	2,25	2,12	2,00	1,89
7	4,90	4,45	4,08	3,77	3,50	3,27	3,06	2,88	2,72	2,58
8	6,40	5,82	5,33	4,92	4,57	4,27	4,00	3,76	3,56	3,37
9	8,10	7,36	6,75	6,23	5,79	5,40	5,00	4,76	4,50	4,26
10	10,00	9,09	8,33	7,69	7,14	6,67	6,25	5,88	5,56	5,26
11	11,99	11,00	10,08	9,31	8,64	8,07	7,56	7,12	6,72	6,37
12	13,96	12,99	12,00	11,08	10,29	9,60	9,00	8,47	8,00	7,58
13	15,90	14,96	13,99	13,00	12,07	11,27	10,56	9,94	9,39	8,89
14	17,82	16,90	15,95	14,99	14,00	13,07	12,25	11,53	10,89	10,32
15	19,72	18,82	17,90	16,95	15,99	15,00	14,06	13,24	12,50	11,84
16	21,60	20,72	19,82	18,90	17,95	16,99	16,00	15,06	14,22	13,47
17	23,46	22,60	21,72	20,82	19,90	18,95	17,99	17,00	16,06	15,21
18	25,29	24,45	23,59	22,71	21,81	20,89	19,95	18,99	18,00	17,05
19	27,10	26,28	25,44	24,59	23,71	22,81	21,89	20,95	19,99	19,00
20	28,89	28,09	27,27	26,44	25,58	24,71	23,81	22,89	21,95	20,99
21	30,66	29,88	29,08	28,26	27,43	26,58	25,70	24,81	23,89	22,95
22	32,40	31,64	30,86	30,07	29,26	28,42	27,57	26,70	25,80	24,89
23	34,12	33,38	32,63	31,85	31,06	30,25	29,42	28,57	27,70	26,80
24	35,82	35,10	34,36	33,61	32,84	32,05	31,24	30,41	29,56	28,69
25	37,50	36,80	36,08	35,34	34,59	33,82	33,04	32,23	31,40	30,56
26	39,16	38,47	37,77	37,06	36,33	35,58	34,81	34,02	33,22	32,40
27	40,79	40,12	39,44	38,75	38,03	37,31	36,56	35,80	35,01	34,21
28	42,40	41,75	41,09	40,41	39,72	39,01	38,29	37,54	36,78	36,00
29	43,99	43,36	42,72	42,06	41,38	40,69	39,99	39,27	38,52	37,77
30	45,56	44,94	44,32	43,68	43,02	42,35	41,67	40,96	40,24	39,51
31	47,10	46,51	45,90	45,28	44,64	43,99	43,32	42,64	41,94	41,22
32	48,62	48,04	47,45	46,85	46,23	45,60	44,95	44,29	43,61	42,91
33	50,12	49,56	48,99	48,40	47,80	47,19	46,56	45,92	45,26	44,58
34	51,60	51,06	50,50	49,93	49,35	48,75	48,14	47,52	46,88	46,22
35	53,06	52,53	51,99	51,44	50,87	50,29	49,70	49,10	48,48	47,84
36	54,49	53,98	53,45	52,92	52,37	51,81	51,24	50,65	50,05	49,43
37	55,90	55,40	54,90	54,38	53,85	53,31	52,75	52,18	51,60	51,00
38	57,29	56,81	56,32	55,82	55,30	54,78	54,24	53,69	53,12	52,54
39	58,66	58,19	57,72	57,23	56,73	56,22	55,70	55,17	54,62	54,06
40	60,00	59,55	59,09	58,62	58,14	57,65	57,14	56,63	56,10	55,56
41	61,32	60,89	60,44	59,99	59,52	59,05	58,56	58,06	57,55	57,02
42	62,62	62,20	61,77	61,33	60,88	60,42	59,95	59,47	58,98	58,47
43	63,90	63,49	63,08	62,66	62,22	61,78	61,32	60,86	60,38	59,89
44	65,16	64,76	64,36	63,95	63,53	63,11	62,67	62,22	61,76	61,28
45	66,39	66,01	65,63	65,23	64,83	64,41	63,99	63,55	63,11	62,65
46	67,60	67,24	66,86	66,48	66,09	65,69	65,29	64,87	64,44	64,00
47	68,79	68,44	68,08	67,71	67,34	66,95	66,56	66,16	65,74	65,32
48	69,96	69,62	69,27	68,92	68,56	68,19	67,81	67,42	67,02	66,62
49	71,10	70,78	70,44	70,10	69,76	69,40	69,04	68,66	68,28	67,89

TABLA II.5.

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,05	,05	,05	,04	,04	,04	,04	,04	,04	,03
2	,20	,19	,18	,17	,17	,16	,15	,15	,14	,14
3	,45	,43	,41	,39	,38	,36	,35	,33	,32	,31
4	,80	,76	,73	,70	,67	,64	,62	,59	,57	,55
5	1,25	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	,96	,93	,89	,86
6	1,80	1,71	1,64	1,57	1,50	1,44	1,38	1,33	1,29	1,24
7	2,45	2,33	2,23	2,13	2,04	1,96	1,88	1,81	1,75	1,69
8	3,20	3,05	2,91	2,78	2,67	2,56	2,46	2,37	2,29	2,21
9	4,05	3,86	3,68	3,52	3,38	3,24	3,12	3,00	2,89	2,79
10	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00	3,85	3,70	3,57	3,45
11	6,05	5,76	5,50	5,26	5,04	4,84	4,65	4,48	4,32	4,17
12	7,20	6,86	6,55	6,26	6,00	5,76	5,54	5,33	5,14	4,97
13	8,45	8,05	7,68	7,35	7,04	6,76	6,50	6,26	6,04	5,83
14	9,80	9,33	8,91	8,52	8,17	7,84	7,54	7,26	7,00	6,76
15	11,25	10,71	10,23	9,78	9,38	9,00	8,65	8,33	8,04	7,76
16	12,80	12,19	11,64	11,13	10,67	10,24	9,85	9,48	9,14	8,83
17	14,45	13,76	13,14	12,57	12,04	11,56	11,12	10,70	10,32	9,97
18	16,20	15,43	14,73	14,09	13,50	12,96	12,46	12,00	11,57	11,17
19	18,05	17,19	16,41	15,70	15,04	14,44	13,88	13,37	12,89	12,45
20	20,00	19,05	18,18	17,39	16,67	16,00	15,38	14,81	14,29	13,79
21	21,99	21,00	20,05	19,17	18,38	17,64	16,96	16,33	15,75	15,21
22	23,95	22,99	22,00	21,04	20,17	19,36	18,62	17,93	17,29	16,69
23	25,89	24,95	23,99	23,00	22,04	21,16	20,35	19,59	18,89	18,24
24	27,80	26,89	25,95	24,99	24,00	23,04	22,15	21,33	20,57	19,86
25	29,69	28,80	27,88	26,95	25,99	25,00	24,04	23,15	22,32	21,55
26	31,55	30,68	29,79	28,88	27,95	26,99	26,00	25,04	24,14	23,31
27	33,39	32,54	31,68	30,79	29,88	28,95	27,99	27,00	26,04	25,14
28	35,20	34,38	33,54	32,68	31,79	30,88	29,95	28,99	28,00	27,03
29	36,99	36,19	35,37	34,53	33,67	32,79	31,88	30,95	29,99	29,00
30	38,75	37,97	37,18	36,36	35,53	34,67	33,78	32,88	31,94	30,99
31	40,49	39,73	38,96	38,17	37,36	36,52	35,66	34,78	33,88	32,94
32	42,20	41,47	40,72	39,95	39,16	38,35	37,51	36,66	35,78	34,87
33	43,89	43,18	42,45	41,70	40,93	40,15	39,34	38,51	37,65	36,77
34	45,55	44,86	44,15	43,43	42,68	41,92	41,14	40,33	39,50	38,65
35	47,19	46,52	45,83	45,13	44,41	43,67	42,91	42,12	41,32	40,49
36	48,80	48,15	47,49	46,81	46,11	45,39	44,65	43,89	43,11	42,31
37	50,39	49,76	49,12	48,45	47,78	47,08	46,36	45,63	44,88	44,10
38	51,95	51,34	50,72	50,08	49,42	48,75	48,05	47,34	46,61	45,86
39	53,49	52,90	52,29	51,68	51,04	50,39	49,72	49,03	48,32	47,59
40	55,00	54,43	53,85	53,25	52,63	52,00	51,35	50,68	50,00	49,30
41	56,49	55,94	55,37	54,79	54,20	53,59	52,96	52,32	51,65	50,97
42	57,95	57,42	56,87	56,31	55,74	55,15	54,54	53,92	53,28	52,62
43	59,39	58,87	58,35	57,81	57,25	56,68	56,09	55,49	54,88	54,24
44	60,80	60,30	59,79	59,27	58,74	58,19	57,62	57,04	56,44	55,83
45	62,19	61,71	61,22	60,71	60,20	59,67	59,12	58,56	57,99	57,39
46	63,55	63,09	62,62	62,13	61,63	61,12	60,59	60,05	59,50	58,93
47	64,89	64,44	63,99	63,52	63,04	62,55	62,04	61,52	60,99	60,44
48	66,20	65,77	65,33	64,88	64,42	63,95	63,46	62,96	62,44	61,92
49	67,49	67,08	66,65	66,22	65,78	65,32	64,85	64,37	63,88	63,37

TABLA II.7.

	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
2	.13	.13	.13	.12	.12	.11	.11	.11	.11	.10
3	.30	.29	.28	.27	.26	.26	.25	.24	.24	.23
4	.53	.52	.50	.48	.47	.46	.44	.43	.42	.41
5	.83	.81	.78	.76	.74	.71	.69	.68	.66	.64
6	1.20	1.16	1.13	1.09	1.06	1.03	1.00	.97	.95	.92
7	1.63	1.58	1.53	1.48	1.44	1.40	1.36	1.32	1.29	1.26
8	2.13	2.06	2.00	1.94	1.88	1.83	1.78	1.73	1.68	1.64
9	2.70	2.61	2.53	2.45	2.38	2.31	2.25	2.19	2.13	2.08
10	3.33	3.23	3.13	3.03	2.94	2.86	2.78	2.70	2.63	2.56
11	4.03	3.90	3.78	3.67	3.56	3.46	3.36	3.27	3.18	3.10
12	4.80	4.65	4.50	4.36	4.24	4.11	4.00	3.89	3.79	3.69
13	5.63	5.45	5.28	5.12	4.97	4.83	4.69	4.57	4.45	4.33
14	6.53	6.32	6.13	5.94	5.76	5.60	5.44	5.30	5.16	5.03
15	7.50	7.26	7.03	6.82	6.62	6.43	6.25	6.08	5.92	5.77
16	8.53	8.26	8.00	7.76	7.53	7.31	7.11	6.92	6.74	6.56
17	9.63	9.32	9.03	8.76	8.50	8.26	8.03	7.81	7.61	7.41
18	10.80	10.45	10.13	9.82	9.53	9.26	9.00	8.76	8.53	8.31
19	12.03	11.65	11.28	10.94	10.62	10.31	10.03	9.76	9.50	9.26
20	13.33	12.90	12.50	12.12	11.76	11.43	11.11	10.81	10.53	10.26
21	14.70	14.23	13.78	13.36	12.97	12.60	12.25	11.92	11.61	11.31
22	16.13	15.61	15.13	14.67	14.24	13.83	13.44	13.08	12.74	12.41
23	17.63	17.06	16.53	16.03	15.56	15.11	14.69	14.30	13.92	13.56
24	19.20	18.58	18.00	17.45	16.94	16.46	16.00	15.57	15.16	14.77
25	20.83	20.16	19.53	18.94	18.38	17.86	17.36	16.89	16.45	16.03
26	22.53	21.81	21.13	20.48	19.88	19.31	18.78	18.27	17.79	17.33
27	24.30	23.52	22.78	22.09	21.44	20.83	20.25	19.70	19.18	18.69
28	26.13	25.29	24.50	23.76	23.06	22.40	21.78	21.19	20.63	20.10
29	28.03	27.13	26.28	25.48	24.74	24.03	23.36	22.73	22.13	21.56
30	30.00	29.03	28.13	27.27	26.47	25.71	25.00	24.32	23.68	23.08
31	31.99	31.00	30.03	29.12	28.26	27.46	26.69	25.97	25.29	24.64
32	33.94	32.99	32.00	31.03	30.12	29.26	28.44	27.68	26.95	26.26
33	35.87	34.94	33.99	33.00	32.03	31.11	30.25	29.43	28.66	27.92
34	37.77	36.87	35.94	34.99	34.00	33.03	32.11	31.24	30.42	29.64
35	39.64	38.77	37.87	36.94	35.98	35.00	34.03	33.11	32.24	31.41
36	41.49	40.64	39.76	38.87	37.94	36.98	36.00	35.03	34.11	33.23
37	43.30	42.48	41.63	40.76	39.86	38.94	37.98	37.00	36.03	35.10
38	45.09	44.29	43.47	42.63	41.76	40.86	39.94	38.98	38.00	37.03
39	46.84	46.07	45.28	44.46	43.62	42.75	41.86	40.94	39.98	39.00
40	48.57	47.83	47.06	46.27	45.45	44.62	43.75	42.86	41.94	40.98
41	50.27	49.55	48.81	48.04	47.26	46.45	45.61	44.75	43.85	42.93
42	51.94	51.25	50.53	49.79	49.03	48.25	47.44	46.60	45.74	44.85
43	53.59	52.91	52.22	51.51	50.77	51.02	49.23	48.43	47.60	46.74
44	55.20	54.55	53.88	53.19	52.48	51.75	51.00	50.22	49.42	48.59
45	56.79	56.16	55.51	54.85	54.17	53.46	52.73	51.98	51.21	50.41
46	58.34	57.74	57.12	56.48	55.82	55.14	54.44	53.71	52.97	52.20
47	59.87	59.29	58.69	58.07	57.44	56.78	56.11	55.41	54.69	53.95
48	61.37	60.81	60.24	59.64	59.03	58.40	57.75	57.08	56.39	55.67
49	62.84	62.30	61.75	61.18	60.59	59.98	59.36	58.71	58.05	57.36

TABLA II.8.

	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
50	64,29	63,77	63,24	62,69	62,12	61,54	60,94	60,32	59,68	59,02
51	65,70	65,20	64,69	64,16	63,62	63,06	62,48	61,89	61,27	60,64
52	67,09	66,61	66,12	65,61	65,09	64,55	64,00	63,43	62,84	62,23
53	68,44	67,99	67,51	67,03	66,53	66,02	65,48	64,94	64,37	63,79
54	69,77	69,33	68,88	68,42	67,94	67,45	66,94	66,41	65,87	65,31
55	71,07	70,65	70,22	69,78	69,32	68,85	68,36	67,86	67,34	66,80
56	72,34	71,94	71,53	71,10	70,67	70,22	69,75	69,27	68,77	68,26
57	73,59	73,20	72,81	72,40	71,98	71,55	71,11	70,65	70,18	69,69
58	74,80	74,43	74,06	73,67	73,27	72,86	72,44	72,00	71,55	71,08
59	75,99	75,64	75,28	74,91	74,53	74,14	73,73	73,32	72,89	72,44
60	77,14	76,81	76,47	76,12	75,76	75,38	75,00	74,60	74,19	73,77
61	78,27	77,96	77,63	77,30	76,95	76,60	76,23	75,86	75,47	75,07
62	79,37	79,07	78,76	78,45	78,12	77,78	77,44	77,08	76,71	76,33
63	80,44	80,16	79,87	79,57	79,26	78,94	78,61	78,27	77,92	77,56
64	81,49	81,22	80,94	80,66	80,36	80,06	79,75	79,43	79,10	78,75
65	82,50	82,25	81,99	81,72	81,44	81,15	80,86	80,56	80,24	79,92
66	83,49	83,25	83,00	82,75	82,48	82,22	81,94	81,65	81,35	81,05
67	84,44	84,22	83,99	83,75	83,50	83,25	82,98	82,71	82,44	82,15
68	85,37	85,16	84,94	84,72	84,48	84,25	84,00	83,75	83,48	83,21
69	86,27	86,07	85,87	85,66	85,44	85,22	84,98	84,75	84,50	84,25
70	87,14	86,96	86,76	86,57	86,36	86,15	85,94	85,71	85,48	85,25
71	87,99	87,81	87,63	87,45	87,26	87,06	86,86	86,65	86,44	86,21
72	88,80	88,64	88,47	88,30	88,12	87,94	87,75	87,56	87,35	87,15
73	89,59	89,43	89,28	89,12	88,95	88,78	88,61	88,43	88,24	88,05
74	90,34	90,20	90,06	89,91	89,76	89,60	89,44	89,27	89,10	88,92
75	91,07	90,94	90,81	90,67	90,53	90,38	90,23	90,08	89,92	89,75
76	91,77	91,65	91,53	91,40	91,27	91,14	91,00	90,86	90,71	90,56
77	92,44	92,33	92,22	92,10	91,98	91,86	91,73	91,60	91,47	91,33
78	93,09	92,99	92,88	92,78	92,67	92,55	92,44	92,32	92,19	92,07
79	93,70	93,61	93,51	93,42	93,32	93,22	93,11	93,00	92,89	92,77
80	94,29	94,20	94,12	94,03	93,94	93,85	93,75	93,65	93,55	93,44
81	94,84	94,77	94,69	94,61	94,53	94,45	94,36	94,27	94,18	94,08
82	95,37	95,30	95,24	95,16	95,09	95,02	94,94	94,86	94,77	94,69
83	95,87	95,81	95,75	95,69	95,62	95,55	95,48	95,41	95,34	95,26
84	96,34	96,29	96,24	96,18	96,12	96,06	96,00	95,94	95,87	95,80
85	96,79	96,74	96,69	96,64	96,59	96,54	96,48	96,43	96,37	96,31
86	97,20	97,16	97,12	97,07	97,03	96,98	96,94	96,89	96,84	96,79
87	97,59	97,55	97,51	97,48	97,44	97,40	97,36	97,32	97,27	97,23
88	97,94	97,91	97,88	97,85	97,82	97,78	97,75	97,71	97,68	97,64
89	98,27	98,25	98,22	98,19	98,17	98,14	98,11	98,08	98,05	98,02
90	98,57	98,55	98,53	98,51	98,48	98,46	98,44	98,41	98,39	98,36
91	98,84	98,83	98,81	98,79	98,77	98,75	98,73	98,71	98,69	98,67
92	99,09	99,07	99,06	99,04	99,03	99,02	99,00	98,98	98,97	98,95
93	99,30	99,29	99,28	99,27	99,26	99,25	99,23	99,22	99,21	99,20
94	99,49	99,48	99,47	99,46	99,45	99,45	99,44	99,43	99,42	99,41
95	99,64	99,64	99,63	99,63	99,62	99,62	99,61	99,60	99,60	99,59
96	99,77	99,77	99,76	99,76	99,76	99,75	99,75	99,75	99,74	99,74
97	99,87	99,87	99,87	99,87	99,86	99,86	99,86	99,86	99,85	99,85
98	99,94	99,94	99,94	99,94	99,94	99,94	99,94	99,94	99,94	99,93
99	99,99	99,99	99,99	99,99	99,98	99,98	99,98	99,98	99,98	99,98

TABLA II.9.

	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02
2	,10	,10	,10	,09	,09	,09	,09	,09	,08	,08
3	,22	,22	,21	,21	,20	,20	,20	,19	,19	,18
4	,40	,39	,38	,37	,36	,36	,35	,34	,33	,33
5	,63	,61	,60	,58	,57	,56	,54	,53	,52	,51
6	,90	,88	,86	,84	,82	,80	,78	,77	,75	,73
7	1,22	1,20	1,17	1,14	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00
8	1,60	1,56	1,52	1,49	1,45	1,42	1,39	1,36	1,33	1,31
9	2,02	1,98	1,93	1,88	1,84	1,80	1,76	1,72	1,69	1,65
10	2,50	2,44	2,38	2,33	2,27	2,22	2,17	2,13	2,08	2,04
11	3,02	2,95	2,88	2,81	2,75	2,69	2,63	2,57	2,52	2,47
12	3,60	3,51	3,43	3,35	3,27	3,20	3,13	3,06	3,00	2,94
13	4,22	4,12	4,02	3,93	3,84	3,76	3,67	3,60	3,52	3,45
14	4,90	4,78	4,67	4,56	4,45	4,36	4,26	4,17	4,08	4,00
15	5,63	5,49	5,36	5,23	5,11	5,00	4,89	4,79	4,69	4,59
16	6,40	6,24	6,10	5,95	5,82	5,69	5,57	5,45	5,33	5,22
17	7,22	7,05	6,88	6,72	6,57	6,42	6,28	6,15	6,02	5,90
18	8,10	7,90	7,71	7,53	7,36	7,20	7,04	6,89	6,75	6,61
19	9,02	8,80	8,60	8,40	8,20	8,02	7,85	7,68	7,52	7,37
20	10,00	9,76	9,52	9,30	9,09	8,89	8,70	8,51	8,33	8,16
21	11,02	10,76	10,50	10,26	10,02	9,80	9,59	9,38	9,19	9,00
22	12,10	11,80	11,52	11,26	11,00	10,76	10,52	10,30	10,08	9,88
23	13,22	12,90	12,60	12,30	12,02	11,76	11,50	11,26	11,02	10,80
24	14,40	14,05	13,71	13,40	13,09	12,80	12,52	12,26	12,00	11,76
25	15,63	15,24	14,88	14,53	14,20	13,89	13,59	13,30	13,02	12,76
26	16,90	16,49	16,10	15,72	15,36	15,02	14,70	14,38	14,08	13,80
27	18,22	17,78	17,36	16,95	16,57	16,20	15,85	15,51	15,19	14,88
28	19,60	19,12	18,67	18,23	17,82	17,42	17,04	16,68	16,33	16,00
29	21,02	20,51	20,02	19,56	19,11	18,69	18,28	17,89	17,52	17,16
30	22,50	21,95	21,43	20,93	20,45	20,00	19,57	19,15	18,75	18,37
31	24,02	23,44	22,88	22,35	21,84	21,36	20,89	20,45	20,02	19,61
32	25,60	24,98	24,38	23,81	23,27	22,76	22,26	21,79	21,33	20,90
33	27,22	26,56	25,93	25,33	24,75	24,20	23,67	23,17	22,69	22,22
34	28,90	28,20	27,52	26,88	26,27	25,69	25,13	24,60	24,08	23,59
35	30,63	29,88	29,17	28,49	27,84	27,22	26,63	26,06	25,52	25,00
36	32,40	31,61	30,86	30,14	29,45	28,80	28,17	27,57	27,00	26,45
37	34,22	33,39	32,60	31,84	31,11	30,42	29,76	29,13	28,52	27,94
38	36,10	35,22	34,38	33,58	32,82	32,09	31,39	30,72	30,08	29,47
39	38,02	37,10	36,21	35,37	34,57	33,80	33,07	32,36	31,69	31,04
40	40,00	39,02	38,10	37,21	36,36	35,56	34,78	34,04	33,33	32,65
41	41,98	41,00	40,02	39,09	38,20	37,36	36,54	35,77	35,02	34,31
42	43,93	42,98	42,00	41,02	40,09	39,20	38,35	37,53	36,75	36,00
43	45,85	44,93	43,98	43,00	42,02	41,09	40,20	39,34	38,52	37,73
44	47,73	46,85	45,93	44,98	44,00	43,02	42,09	41,19	40,33	39,51
45	49,58	48,73	47,84	46,93	45,98	45,00	44,02	43,09	42,19	41,33
46	51,40	50,58	49,72	48,84	47,93	46,98	46,00	45,02	44,08	43,18
47	53,18	52,39	51,57	50,72	49,84	48,93	47,98	47,00	46,02	45,08
48	54,93	54,17	53,38	52,56	51,71	50,84	49,93	48,98	48,00	47,02
49	56,65	55,92	55,16	54,37	53,55	52,71	51,83	50,92	49,98	49,00

TABLA II.11.

	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,02
2	,08	,08	,08	,08	,07	,07	,07	,07	,07	,07
3	,18	,18	,17	,17	,17	,16	,16	,16	,16	,15
4	,32	,31	,31	,30	,30	,29	,29	,28	,28	,27
5	,50	,49	,48	,47	,46	,45	,45	,44	,43	,42
6	,72	,71	,69	,68	,67	,65	,64	,63	,62	,61
7	,98	,96	,94	,92	,91	,89	,88	,86	,84	,83
8	1,28	1,25	1,23	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08
9	1,62	1,59	1,56	1,53	1,50	1,47	1,45	1,42	1,40	1,37
10	2,00	1,96	1,92	1,89	1,85	1,82	1,79	1,75	1,72	1,69
11	2,42	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20	2,16	2,12	2,09	2,05
12	2,88	2,82	2,77	2,72	2,67	2,62	2,57	2,53	2,48	2,44
13	3,38	3,31	3,25	3,19	3,13	3,07	3,02	2,96	2,91	2,86
14	3,92	3,84	3,77	3,70	3,63	3,56	3,50	3,44	3,38	3,32
15	4,50	4,41	4,33	4,25	4,17	4,09	4,02	3,95	3,88	3,81
16	5,12	5,02	4,92	4,83	4,74	4,65	4,57	4,49	4,41	4,34
17	5,78	5,67	5,56	5,45	5,35	5,25	5,16	5,07	4,98	4,90
18	6,48	6,35	6,23	6,11	6,00	5,89	5,79	5,68	5,59	5,49
19	7,22	7,08	6,94	6,81	6,69	6,56	6,45	6,33	6,22	6,12
20	8,00	7,84	7,69	7,55	7,41	7,27	7,14	7,02	6,90	6,78
21	8,82	8,65	8,48	8,32	8,17	8,02	7,88	7,74	7,60	7,47
22	9,68	9,49	9,31	9,13	8,96	8,80	8,64	8,49	8,34	8,20
23	10,58	10,37	10,17	9,98	9,80	9,62	9,45	9,28	9,12	8,97
24	11,52	11,29	11,08	10,87	10,67	10,47	10,29	10,11	9,93	9,76
25	12,50	12,25	12,02	11,79	11,57	11,36	11,16	10,96	10,78	10,59
26	13,52	13,25	13,00	12,75	12,52	12,29	12,07	11,86	11,66	11,46
27	14,58	14,29	14,02	13,75	13,50	13,25	13,02	12,79	12,57	12,36
28	15,68	15,37	15,08	14,79	14,52	14,25	14,00	13,75	13,52	13,29
29	16,82	16,49	16,17	15,87	15,57	15,29	15,02	14,75	14,50	14,25
30	18,00	17,65	17,31	16,98	16,67	16,36	16,07	15,79	15,52	15,25
31	19,22	18,84	18,48	18,13	17,80	17,47	17,16	16,86	16,57	16,29
32	20,48	20,08	19,69	19,32	18,96	18,62	18,29	17,96	17,66	17,36
33	21,78	21,35	20,94	20,55	20,17	19,80	19,45	19,11	18,78	18,46
34	23,12	22,67	22,23	21,81	21,41	21,02	20,64	20,28	19,93	19,59
35	24,50	24,02	23,56	23,11	22,69	22,27	21,88	21,49	21,12	20,76
36	25,92	25,41	24,92	24,45	24,00	23,56	23,14	22,74	22,34	21,97
37	27,38	26,84	26,33	25,83	25,35	24,89	24,45	24,02	23,60	23,20
38	28,88	28,31	27,77	27,25	26,74	26,25	25,79	25,33	24,90	24,47
39	30,42	29,82	29,25	28,70	28,17	27,65	27,16	26,68	26,22	25,78
40	32,00	31,37	30,77	30,19	29,63	29,09	28,57	28,07	27,59	27,12
41	33,62	32,96	32,33	31,72	31,13	30,56	30,02	29,49	28,98	28,49
42	35,28	34,59	33,92	33,28	32,67	32,07	31,50	30,95	30,41	29,90
43	36,98	36,25	35,56	34,89	34,24	33,62	33,02	32,44	31,88	31,34
44	38,72	37,96	37,23	36,53	35,85	35,20	34,57	33,96	33,38	32,81
45	40,50	39,71	38,94	38,21	37,50	36,82	36,16	35,53	34,91	34,32
46	42,32	41,49	40,69	39,92	39,19	38,47	37,79	37,12	36,48	35,86
47	44,18	43,31	42,48	41,68	40,91	40,16	39,45	38,75	38,09	37,44
48	46,08	45,18	44,31	43,47	42,67	41,89	41,14	40,42	39,72	39,05
49	48,02	47,08	46,17	45,30	44,46	43,65	42,88	42,12	41,40	40,69

TABLA II.13.

	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.01	.01	.01
2	.07	.07	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
3	.15	.15	.15	.14	.14	.14	.14	.13	.13	.13
4	.27	.26	.26	.25	.25	.25	.24	.24	.24	.23
5	.42	.41	.40	.40	.39	.38	.38	.37	.37	.36
6	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.55	.54	.53	.52
7	.82	.80	.79	.78	.77	.75	.74	.73	.72	.71
8	1.07	1.05	1.03	1.02	1.00	0.98	.97	.96	.94	.93
9	1.35	1.33	1.31	1.29	1.27	1.25	1.23	1.21	1.19	1.17
10	1.67	1.64	1.61	1.59	1.56	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45
11	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81	1.78	1.75
12	2.40	2.36	2.32	2.29	2.25	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09
13	2.82	2.77	2.73	2.68	2.64	2.60	2.56	2.52	2.49	2.45
14	3.27	3.21	3.16	3.11	3.06	3.02	2.97	2.93	2.88	2.84
15	3.75	3.69	3.63	3.57	3.52	3.46	3.41	3.36	3.31	3.26
16	4.27	4.20	4.13	4.06	4.00	3.94	3.88	3.82	3.76	3.71
17	4.82	4.74	4.66	4.59	4.52	4.45	4.38	4.31	4.25	4.19
18	5.40	5.31	5.23	5.14	5.06	4.98	4.91	4.84	4.76	4.70
19	6.02	5.92	5.82	5.73	5.64	5.55	5.47	5.39	5.31	5.23
20	6.67	6.56	6.45	6.35	6.25	6.15	6.06	5.97	5.88	5.80
21	7.35	7.23	7.11	7.00	6.89	6.78	6.68	6.58	6.49	6.39
22	8.07	7.93	7.81	7.68	7.56	7.45	7.33	7.22	7.12	7.01
23	8.82	8.67	8.53	8.40	8.27	8.14	8.02	7.90	7.78	7.67
24	9.60	9.44	9.29	9.14	9.00	8.86	8.73	8.60	8.47	8.35
25	10.42	10.25	10.08	9.92	9.77	9.62	9.47	9.33	9.19	9.06
26	11.27	11.08	10.90	10.73	10.56	10.40	10.24	10.09	9.94	9.80
27	12.15	11.95	11.76	11.57	11.39	11.22	11.05	10.88	10.72	10.57
28	13.07	12.85	12.65	12.44	12.25	12.06	11.88	11.70	11.53	11.36
29	14.02	13.79	13.56	13.35	13.14	12.94	12.74	12.55	12.37	12.19
30	15.00	14.75	14.52	14.29	14.06	13.85	13.64	13.43	13.24	13.04
31	16.02	15.75	15.50	15.25	15.02	14.78	14.56	14.34	14.13	13.93
32	17.07	16.79	16.52	16.25	16.00	15.75	15.52	15.28	15.06	14.84
33	18.15	17.85	17.56	17.29	17.02	16.75	16.50	16.25	16.01	15.78
34	19.27	18.95	18.65	18.35	18.06	17.78	17.52	17.25	17.00	16.75
35	20.42	20.08	19.76	19.44	19.14	18.85	18.56	18.28	18.01	17.75
36	21.60	21.25	20.90	20.57	20.25	19.94	19.64	19.34	19.06	18.78
37	22.82	22.44	22.08	21.73	21.39	21.06	20.74	20.43	20.13	19.84
38	24.07	23.67	23.29	22.92	22.56	22.22	21.88	21.55	21.24	20.93
39	25.35	24.93	24.53	24.14	23.77	23.40	23.05	22.70	22.37	22.04
40	26.67	26.23	25.81	25.40	25.00	24.62	24.24	23.88	23.53	23.19
41	28.02	27.56	27.11	26.68	26.27	25.86	25.47	25.09	24.72	24.36
42	29.40	28.92	28.45	28.00	27.56	27.14	26.73	26.33	25.94	25.57
43	30.82	30.31	29.82	29.35	28.89	28.45	28.02	27.60	27.19	26.80
44	32.27	31.74	31.23	30.73	30.25	29.78	29.33	28.90	28.47	28.06
45	33.75	33.20	32.66	32.14	31.64	31.15	30.68	30.22	29.78	29.35
46	35.27	34.69	34.13	33.59	33.06	32.55	32.06	31.58	31.12	30.67
47	36.82	36.21	35.63	35.06	34.52	33.98	33.47	32.97	32.49	32.01
48	38.40	37.77	37.16	36.57	36.00	35.45	34.91	34.39	33.88	33.39
49	40.02	39.36	38.73	38.11	37.52	36.94	36.38	35.84	35.31	34.80

TABLA II.15.

	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01
2	,06	,06	,06	,05	,05	,05	,05	,05	,05	,05
3	,13	,13	,12	,12	,12	,12	,12	,12	,12	,11
4	,23	,23	,22	,22	,22	,21	,21	,21	,21	,20
5	,36	,35	,35	,34	,34	,33	,33	,32	,32	,32
6	,51	,51	,50	,49	,49	,48	,47	,47	,46	,46
7	,70	,69	,68	,67	,66	,65	,64	,64	,63	,62
8	,91	,90	,89	,88	,86	,85	,84	,83	,82	,81
9	1,16	1,14	1,13	1,11	1,09	1,08	1,07	1,05	1,04	1,03
10	1,43	1,41	1,39	1,37	1,35	1,33	1,32	1,30	1,28	1,27
11	1,73	1,70	1,68	1,66	1,64	1,61	1,59	1,57	1,55	1,53
12	2,06	2,03	2,00	1,97	1,95	1,92	1,89	1,87	1,85	1,82
13	2,41	2,38	2,35	2,32	2,28	2,25	2,22	2,19	2,17	2,14
14	2,80	2,76	2,72	2,68	2,65	2,61	2,58	2,55	2,51	2,48
15	3,21	3,17	3,12	3,08	3,04	3,00	2,96	2,92	2,88	2,85
16	3,66	3,61	3,56	3,51	3,46	3,41	3,37	3,32	3,28	3,24
17	4,13	4,07	4,01	3,96	3,91	3,85	3,80	3,75	3,71	3,66
18	4,63	4,56	4,50	4,44	4,38	4,32	4,26	4,21	4,15	4,10
19	5,16	5,08	5,01	4,95	4,88	4,81	4,75	4,69	4,63	4,57
20	5,71	5,63	5,56	5,48	5,41	5,33	5,26	5,19	5,13	5,06
21	6,30	6,21	6,12	6,04	5,96	5,88	5,80	5,73	5,65	5,58
22	6,91	6,82	6,72	6,63	6,54	6,45	6,37	6,29	6,21	6,13
23	7,56	7,45	7,35	7,25	7,15	7,05	6,96	6,87	6,78	6,70
24	8,23	8,11	8,00	7,89	7,78	7,68	7,58	7,48	7,38	7,29
25	8,93	8,80	8,68	8,56	8,45	8,33	8,22	8,12	8,01	7,91
26	9,66	9,52	9,39	9,26	9,14	9,01	8,89	8,78	8,67	8,56
27	10,41	10,27	10,13	9,99	9,85	9,72	9,59	9,47	9,35	9,23
28	11,20	11,04	10,89	10,74	10,59	10,45	10,32	10,18	10,05	9,92
29	12,01	11,85	11,68	11,52	11,36	11,21	11,07	10,92	10,78	10,65
30	12,86	12,68	12,50	12,33	12,16	12,00	11,84	11,69	11,54	11,39
31	13,73	13,54	13,35	13,16	12,99	12,81	12,64	12,48	12,32	12,16
32	14,63	14,42	14,22	14,03	13,84	13,65	13,47	13,30	13,13	12,96
33	15,56	15,34	15,12	14,92	14,72	14,52	14,33	14,14	13,96	13,78
34	16,51	16,28	16,06	15,84	15,62	15,41	15,21	15,01	14,82	14,63
35	17,50	17,25	17,01	16,78	16,55	16,33	16,12	15,91	15,71	15,51
36	18,51	18,25	18,00	17,75	17,51	17,28	17,05	16,83	16,62	16,41
37	19,56	19,28	19,01	18,75	18,50	18,25	18,01	17,78	17,55	17,33
38	20,63	20,34	20,06	19,78	19,51	19,25	19,00	18,75	18,51	18,28
39	21,73	21,42	21,12	20,84	20,55	20,28	20,01	19,75	19,50	19,25
40	22,86	22,54	22,22	21,92	21,62	21,33	21,05	20,78	20,51	20,25
41	24,01	23,68	23,35	23,03	22,72	22,41	22,12	21,83	21,55	21,28
42	25,20	24,85	24,50	24,16	23,84	23,52	23,21	22,91	22,62	22,33
43	26,41	26,04	25,68	25,33	24,99	24,65	24,33	24,01	23,71	23,41
44	27,66	27,27	26,89	26,52	26,16	25,81	25,47	25,14	24,82	24,51
45	28,93	28,52	28,13	27,74	27,36	27,00	26,64	26,30	25,96	25,63
46	30,23	29,80	29,39	28,99	28,59	28,21	27,84	27,48	27,13	26,78
47	31,56	31,11	30,68	30,26	29,85	29,45	29,07	28,69	28,32	27,96
48	32,91	32,45	32,00	31,56	31,14	30,72	30,32	29,92	29,54	29,16
49	34,30	33,82	33,35	32,89	32,45	32,01	31,59	31,18	30,78	30,39

TABLA II.17.

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01
2	,05	,05	,05	,05	,05	,05	,05	,05	,05	,04
3	,11	,11	,11	,11	,11	,11	,10	,10	,10	,10
4	,20	,20	,20	,19	,19	,19	,19	,18	,18	,18
5	,31	,31	,30	,30	,30	,29	,29	,29	,28	,28
6	,45	,44	,44	,43	,43	,42	,42	,41	,41	,40
7	,61	,60	,60	,59	,58	,58	,57	,56	,56	,55
8	,80	,79	,78	,77	,76	,75	,74	,74	,73	,72
9	1,01	1,00	,99	,98	,96	,95	,94	,93	,92	,91
10	1,25	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,16	1,15	1,14	1,12
11	1,51	1,49	1,48	1,46	1,44	1,42	1,41	1,39	1,38	1,36
12	1,80	1,78	1,76	1,73	1,71	1,69	1,67	1,66	1,64	1,62
13	2,11	2,09	2,06	2,04	2,01	1,99	1,97	1,94	1,92	1,90
14	2,45	2,42	2,39	2,36	2,33	2,31	2,28	2,25	2,23	2,20
15	2,81	2,78	2,74	2,71	2,68	2,65	2,62	2,59	2,56	2,53
16	3,20	3,16	3,12	3,08	3,05	3,01	2,98	2,94	2,91	2,88
17	3,61	3,57	3,52	3,48	3,44	3,40	3,36	3,32	3,28	3,25
18	4,05	4,00	3,95	3,90	3,86	3,81	3,77	3,72	3,68	3,64
19	4,51	4,46	4,40	4,35	4,30	4,25	4,20	4,15	4,10	4,06
20	5,00	4,94	4,88	4,82	4,76	4,71	4,65	4,60	4,55	4,49
21	5,51	5,44	5,38	5,31	5,25	5,19	5,13	5,07	5,01	4,96
22	6,05	5,98	5,90	5,83	5,76	5,69	5,63	5,56	5,50	5,44
23	6,61	6,53	6,45	6,37	6,30	6,22	6,15	6,08	6,01	5,94
24	7,20	7,11	7,02	6,94	6,86	6,78	6,70	6,62	6,55	6,47
25	7,81	7,72	7,62	7,53	7,44	7,35	7,27	7,18	7,10	7,02
26	8,45	8,35	8,24	8,14	8,05	7,95	7,86	7,77	7,68	7,60
27	9,11	9,00	8,89	8,78	8,68	8,58	8,48	8,38	8,28	8,19
28	9,80	9,68	9,56	9,45	9,33	9,22	9,12	9,01	8,91	8,81
29	10,51	10,38	10,26	10,13	10,01	9,89	9,78	9,67	9,56	9,45
30	11,25	11,11	10,98	10,84	10,71	10,59	10,47	10,34	10,23	10,11
31	12,01	11,86	11,72	11,58	11,44	11,31	11,17	11,05	10,92	10,80
32	12,80	12,64	12,49	12,34	12,19	12,05	11,91	11,77	11,64	11,51
33	13,61	13,44	13,28	13,12	12,96	12,81	12,66	12,52	12,38	12,24
34	14,45	14,27	14,10	13,93	13,76	13,60	13,44	13,29	13,14	12,99
35	15,31	15,12	14,94	14,76	14,58	14,41	14,24	14,08	13,92	13,76
36	16,20	16,00	15,80	15,61	15,43	15,25	15,07	14,90	14,73	14,56
37	17,11	16,90	16,70	16,49	16,30	16,11	15,92	15,74	15,56	15,38
38	18,05	17,83	17,61	17,40	17,19	16,99	16,79	16,60	16,41	16,22
39	19,01	18,78	18,55	18,33	18,11	17,89	17,69	17,48	17,28	17,09
40	20,00	19,75	19,51	19,28	19,05	18,82	18,60	18,39	18,18	17,98
41	21,01	20,75	20,50	20,25	20,01	19,78	19,55	19,32	19,10	18,89
42	22,05	21,78	21,51	21,25	21,00	20,75	20,51	20,28	20,05	19,82
43	23,11	22,83	22,55	22,28	22,01	21,75	21,50	21,25	21,01	20,78
44	24,20	23,90	23,61	23,33	23,05	22,78	22,51	22,25	22,00	21,75
45	25,31	25,00	24,70	24,40	24,11	23,82	23,55	23,28	23,01	22,75
46	26,45	26,12	25,80	25,49	25,19	24,89	24,60	24,32	24,05	23,78
47	27,61	27,27	26,94	26,61	26,30	25,99	25,69	25,39	25,10	24,82
48	28,80	28,44	28,10	27,76	27,43	27,11	26,79	26,48	26,18	25,89
49	30,01	29,64	29,28	28,93	28,58	28,25	27,92	27,60	27,28	26,98

TABLA II.18.

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
50	31,25	30,86	30,49	30,12	29,76	29,41	29,07	28,74	28,41	28,09
51	32,51	32,11	31,72	31,34	30,96	30,60	30,24	29,90	29,56	29,22
52	33,80	33,38	32,98	32,58	32,19	31,81	31,44	31,08	30,73	30,38
53	35,11	34,68	34,26	33,84	33,44	33,05	32,66	32,29	31,92	31,56
54	36,45	36,00	35,56	35,13	34,71	34,31	33,91	33,52	33,14	32,76
55	37,81	37,35	36,89	36,45	36,01	35,59	35,17	34,77	34,38	33,99
56	39,20	38,72	38,24	37,78	37,33	36,89	36,47	36,05	35,64	35,24
57	40,61	40,11	39,62	39,14	38,68	38,22	37,78	37,34	36,92	36,51
58	42,05	41,53	41,02	40,53	40,05	39,58	39,12	38,67	38,23	37,80
59	43,51	42,98	42,45	41,94	41,44	40,95	40,48	40,01	39,56	39,11
60	45,00	44,44	43,90	43,37	42,86	42,35	41,86	41,38	40,91	40,45
61	46,51	45,94	45,38	44,83	44,30	43,78	43,27	42,77	42,28	41,81
62	48,05	47,46	46,88	46,31	45,76	45,22	44,70	44,18	43,68	43,19
63	49,61	49,00	48,40	47,82	47,25	46,69	46,15	45,62	45,10	44,60
64	51,20	50,57	49,95	49,35	48,76	48,19	47,63	47,08	46,55	46,02
65	52,81	52,16	51,52	50,90	50,30	49,71	49,13	48,56	48,01	47,47
66	54,45	53,78	53,12	52,48	51,86	51,25	50,65	50,07	49,50	48,94
67	56,11	55,42	54,74	54,08	53,44	52,81	52,20	51,60	51,01	50,44
68	57,80	57,09	56,39	55,71	55,05	54,40	53,77	53,15	52,55	51,96
69	59,51	58,78	58,06	57,36	56,68	56,01	55,36	54,72	54,10	53,49
70	61,25	60,49	59,76	59,04	58,33	57,65	56,98	56,32	55,68	55,06
71	63,01	62,23	61,48	60,73	60,01	59,31	58,62	57,94	57,28	56,64
72	64,80	64,00	63,22	62,46	61,71	60,99	60,28	59,59	58,91	58,25
73	66,61	65,79	64,99	64,20	63,44	62,69	61,97	61,25	60,56	59,88
74	68,45	67,60	66,78	65,98	65,19	64,42	63,67	62,94	62,23	61,53
75	70,31	69,44	68,60	67,77	66,96	66,18	65,41	64,66	63,92	63,20
76	72,20	71,31	70,44	69,59	68,76	67,95	67,16	66,39	65,64	64,90
77	74,11	73,20	72,30	71,43	70,58	69,75	68,94	68,15	67,38	66,62
78	76,05	75,11	74,20	73,30	72,43	71,58	70,74	69,93	69,14	68,36
79	78,01	77,05	76,11	75,19	74,30	73,42	72,57	71,74	70,92	70,12
80	80,00	79,01	78,05	77,11	76,19	75,29	74,42	73,56	72,73	71,91
81	81,95	81,00	80,01	79,05	78,11	77,19	76,29	75,41	74,56	73,72
82	83,80	82,95	82,00	81,01	80,05	79,11	78,19	77,29	76,41	75,55
83	85,55	84,79	83,94	83,00	82,01	81,05	80,10	79,18	78,28	77,40
84	87,20	86,53	85,78	84,94	84,00	83,01	82,05	81,10	80,18	79,28
85	88,75	88,16	87,50	86,76	85,94	85,00	84,01	83,05	82,10	81,18
86	90,20	89,68	89,11	88,47	87,75	86,93	86,00	85,01	84,05	83,10
87	91,55	91,11	90,61	90,06	89,44	88,73	87,93	87,00	86,01	85,04
88	92,80	92,42	92,00	91,53	91,00	90,40	89,71	88,92	88,00	87,01
89	93,95	93,63	93,28	92,88	92,44	91,93	91,36	90,69	89,92	89,00
90	95,00	94,74	94,44	94,12	93,75	93,33	92,86	92,31	91,67	90,91
91	95,95	95,74	95,50	95,24	94,94	94,60	94,21	93,77	93,25	92,64
92	96,80	96,63	96,44	96,24	96,00	95,73	95,43	95,08	94,67	94,18
93	97,55	97,42	97,28	97,12	96,94	96,73	96,50	96,23	95,92	95,55
94	98,20	98,11	98,00	97,88	97,75	97,60	97,43	97,23	97,00	96,73
95	98,75	98,68	98,61	98,53	98,44	98,33	98,21	98,08	97,92	97,73
96	99,20	99,16	99,11	99,06	99,00	98,93	98,86	98,77	98,67	98,55
97	99,55	99,53	99,50	99,47	99,44	99,40	99,36	99,31	99,25	99,18
98	99,80	99,79	99,78	99,76	99,75	99,73	99,71	99,69	99,67	99,64
99	99,95	99,95	99,94	99,94	99,94	99,93	99,93	99,92	99,92	99,91

TABLA II.19.

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01
2	,04	,04	,04	,04	,04	,04	,04	,04	,04	,04
3	,10	,10	,10	,10	,10	,09	,09	,09	,09	,09
4	,18	,18	,17	,17	,17	,17	,17	,16	,16	,16
5	,28	,27	,27	,27	,27	,26	,26	,26	,26	,25
6	,40	,40	,39	,39	,38	,38	,38	,37	,37	,36
7	,54	,54	,53	,53	,52	,52	,51	,51	,50	,49
8	,71	,70	,70	,69	,68	,67	,67	,66	,65	,65
9	,90	,89	,88	,87	,86	,85	,84	,84	,83	,82
10	1,11	1,10	1,09	1,08	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
11	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22
12	1,60	1,58	1,57	1,55	1,53	1,52	1,50	1,48	1,47	1,45
13	1,88	1,86	1,84	1,82	1,80	1,78	1,76	1,74	1,72	1,71
14	2,18	2,15	2,13	2,11	2,09	2,06	2,04	2,02	2,00	1,98
15	2,50	2,47	2,45	2,42	2,39	2,37	2,34	2,32	2,30	2,27
16	2,84	2,81	2,78	2,75	2,72	2,69	2,67	2,64	2,61	2,59
17	3,21	3,18	3,14	3,11	3,07	3,04	3,01	2,98	2,95	2,92
18	3,60	3,56	3,52	3,48	3,45	3,41	3,38	3,34	3,31	3,27
19	4,01	3,97	3,92	3,88	3,84	3,80	3,76	3,72	3,68	3,65
20	4,44	4,40	4,35	4,30	4,26	4,21	4,17	4,12	4,08	4,04
21	4,90	4,85	4,79	4,74	4,69	4,64	4,59	4,55	4,50	4,45
22	5,38	5,32	5,26	5,20	5,15	5,09	5,04	4,99	4,94	4,89
23	5,88	5,81	5,75	5,69	5,63	5,57	5,51	5,45	5,40	5,34
24	6,40	6,33	6,26	6,19	6,13	6,06	6,00	5,94	5,88	5,82
25	6,94	6,87	6,79	6,72	6,65	6,58	6,51	6,44	6,38	6,31
26	7,51	7,43	7,35	7,27	7,19	7,12	7,04	6,97	6,90	6,83
27	8,10	8,01	7,92	7,84	7,76	7,67	7,59	7,52	7,44	7,36
28	8,71	8,62	8,52	8,43	8,34	8,25	8,17	8,08	8,00	7,92
29	9,34	9,24	9,14	9,04	8,95	8,85	8,76	8,67	8,58	8,49
30	10,00	9,89	9,78	9,68	9,57	9,47	9,38	9,28	9,18	9,09
31	10,68	10,56	10,45	10,33	10,22	10,12	10,01	9,91	9,81	9,71
32	11,38	11,25	11,13	11,01	10,89	10,78	10,67	10,56	10,45	10,34
33	12,10	11,97	11,84	11,71	11,59	11,46	11,34	11,23	11,11	11,00
34	12,84	12,70	12,57	12,43	12,30	12,17	12,04	11,92	11,80	11,68
35	13,61	13,46	13,32	13,17	13,03	12,89	12,76	12,63	12,50	12,37
36	14,40	14,24	14,09	13,94	13,79	13,64	13,50	13,36	13,22	13,09
37	15,21	15,04	14,88	14,72	14,56	14,41	14,26	14,11	13,97	13,83
38	16,04	15,87	15,70	15,53	15,36	15,20	15,04	14,89	14,73	14,59
39	16,90	16,71	16,53	16,35	16,18	16,01	15,84	15,68	15,52	15,36
40	17,78	17,58	17,39	17,20	17,02	16,84	16,67	16,49	16,33	16,16
41	18,68	18,47	18,27	18,08	17,88	17,69	17,51	17,33	17,15	16,98
42	19,60	19,38	19,17	18,97	18,77	18,57	18,38	18,19	18,00	17,82
43	20,54	20,32	20,10	19,88	19,67	19,46	19,26	19,06	18,87	18,68
44	21,51	21,27	21,04	20,82	20,60	20,38	20,17	19,96	19,76	19,56
45	22,50	22,25	22,01	21,77	21,54	21,32	21,09	20,88	20,66	20,45
46	23,51	23,25	23,00	22,75	22,51	22,27	22,04	21,81	21,59	21,37
47	24,54	24,27	24,01	23,75	23,50	23,25	23,01	22,77	22,54	22,31
48	25,60	25,32	25,04	24,77	24,51	24,25	24,00	23,75	23,51	23,27
49	26,68	26,38	26,10	25,82	25,54	25,27	25,01	24,75	24,50	24,25

TABLA II.20.

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
50	27,78	27,47	27,17	26,88	26,60	26,32	26,04	25,77	25,51	25,25
51	28,90	28,58	28,27	27,97	27,67	27,38	27,09	26,81	26,54	26,27
52	30,04	29,71	29,39	29,08	28,77	28,46	28,17	27,88	27,59	27,31
53	31,21	30,87	30,53	30,20	29,88	29,57	29,26	28,96	28,66	28,37
54	32,40	32,04	31,70	31,35	31,02	30,69	30,38	30,06	29,76	29,45
55	33,61	33,24	32,88	32,53	32,18	31,84	31,51	31,19	30,87	30,56
56	34,84	34,46	34,09	33,72	33,36	33,01	32,67	32,33	32,00	31,68
57	36,10	35,70	35,32	34,94	34,56	34,20	33,84	33,49	33,15	32,82
58	37,38	36,97	36,57	36,17	35,79	35,41	35,04	34,68	34,33	33,98
59	38,68	38,25	37,84	37,43	37,03	36,64	36,26	35,89	35,52	35,16
60	40,00	39,56	39,13	38,71	38,30	37,89	37,50	37,11	36,73	36,36
61	41,34	40,89	40,45	40,01	39,59	39,17	38,76	38,36	37,97	37,59
62	42,71	42,24	41,78	41,33	40,89	40,46	40,04	39,63	39,22	38,83
63	44,10	43,62	43,14	42,68	42,22	41,78	41,34	40,92	40,50	40,09
64	45,51	45,01	44,52	44,04	43,57	43,12	42,67	42,23	41,80	41,37
65	46,94	46,43	45,92	45,43	44,95	44,47	44,01	43,56	43,11	42,68
66	48,40	47,87	47,35	46,84	46,34	45,85	45,38	44,91	44,45	44,00
67	49,88	49,33	48,79	48,27	47,76	47,25	46,76	46,28	45,81	45,34
68	51,38	50,81	50,26	49,72	49,19	48,67	48,17	47,67	47,18	46,71
69	52,90	52,32	51,75	51,19	50,65	50,12	49,59	49,08	48,58	48,09
70	54,44	53,85	53,26	52,69	52,13	51,58	51,04	50,52	50,00	49,49
71	56,01	55,40	54,79	54,20	53,63	53,06	52,51	51,97	51,44	50,92
72	57,60	56,97	56,35	55,74	55,15	54,57	54,00	53,44	52,90	52,36
73	59,21	58,56	57,92	57,30	56,69	56,09	55,51	54,94	54,38	53,83
74	60,84	60,18	59,52	58,88	58,26	57,64	57,04	56,45	55,88	55,31
75	62,50	61,81	61,14	60,48	59,84	59,21	58,59	57,99	57,40	56,82
76	64,18	63,47	62,78	62,11	61,45	60,80	60,17	59,55	58,94	58,34
77	65,88	65,15	64,45	63,75	63,07	62,41	61,76	61,12	60,50	59,89
78	67,60	66,86	66,13	65,42	64,72	64,04	63,38	62,72	62,08	61,45
79	69,34	68,58	67,84	67,11	66,39	65,69	65,01	64,34	63,68	63,04
80	71,11	70,33	69,57	68,82	68,09	67,37	66,67	65,98	65,31	64,65
81	72,90	72,10	71,32	70,55	69,80	69,06	68,34	67,64	66,95	66,27
82	74,71	73,89	73,09	72,30	71,53	70,78	70,04	69,32	68,61	67,92
83	76,54	75,70	74,88	74,08	73,29	72,52	71,76	71,02	70,30	69,59
84	78,40	77,54	76,70	75,87	75,06	74,27	73,50	72,74	72,00	71,27
85	80,28	79,40	78,53	77,69	76,86	76,05	75,26	74,48	73,72	72,98
86	82,18	81,27	80,39	79,53	78,68	77,85	77,04	76,25	75,47	74,71
87	84,10	83,18	82,27	81,39	80,52	79,67	78,84	78,03	77,23	76,45
88	86,04	85,10	84,17	83,27	82,38	81,52	80,67	79,84	79,02	78,22
89	88,01	87,04	86,10	85,17	84,27	83,38	82,51	81,66	80,83	80,01
90	90,00	89,01	88,04	87,10	86,17	85,26	84,38	83,51	82,65	81,82
91	91,90	91,00	90,01	89,04	88,10	87,17	86,26	85,37	84,50	83,65
92	93,80	92,89	92,00	91,01	90,04	89,09	88,17	87,26	86,37	85,49
93	95,10	94,56	93,88	93,00	92,01	91,04	90,09	89,16	88,26	87,36
94	96,40	96,00	95,50	94,86	94,00	93,01	92,04	91,09	90,16	89,25
95	97,50	97,22	96,88	96,43	95,83	95,00	94,01	93,04	92,09	91,16
96	98,40	98,22	98,00	97,71	97,33	96,80	96,00	95,01	94,04	93,09
97	99,10	99,00	98,88	98,71	98,50	98,20	97,75	97,00	96,01	95,04
98	99,60	99,56	99,50	99,43	99,33	99,20	99,00	98,67	98,00	97,01
99	99,90	99,89	99,88	99,86	99,83	99,80	99,75	99,67	99,50	99,00