



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Propuesta metodológica para la realización de
avalúos de propiedad, planta y equipo o medición
de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a
las Normas Internacionales de Información
Financiera**

**Methodological proposal to perform property
appraisals, plant and equipment or its
reasonability measurement, subjected to the
International Financial Reporting Standards**

Diana Marcela Hincapié Restrepo

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales
Facultad de Administración, Maestría en Administración
Manizales, Colombia

2015

**Propuesta metodológica para la realización de
avalúos de propiedad, planta y equipo o medición
de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a
las Normas Internacionales de Información
Financiera**

**Methodological proposal to perform property
appraisals, plant and equipment or its
reasonability measurement, subjected to the
International Financial Reporting Standards**

Diana Marcela Hincapié Restrepo

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Administración

Director:

Magister en investigación operativa y estadística Ricardo Alfredo Rojas Medina

Codirector:

Magister en administración económica y financiera Jairo Serna Restrepo

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

Facultad de Administración, Maestría en Administración

Manizales, Colombia

2015

*“Hay hombres que luchan un día y son buenos.
Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay
quienes luchan muchos años, y son muy buenos.
Pero hay los que luchan toda la vida, esos son los
imprescindibles”.*

Bertolt Brecht

Agradecimientos

Agradezco a Dios las bendiciones recibidas a lo largo de mi existencia, por iluminar mi camino y acompañar cada uno de mis pasos.

A mis padres, quienes desde niña me inculcaron el amor por el estudio y el constante deseo de superación y que con su apoyo incondicional han hecho posible que mis sueños y las metas que me he propuesto hayan sido alcanzados.

A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, mi academia, la cuna de mi crecimiento profesional y personal y hoy en especial al profesor Ricardo Alfredo Rojas Medina, director de la presente investigación y quien con su constante orientación, apoyo y supervisión ha contribuido a la finalización exitosa de mis estudios de Maestría.

Al profesor Jairo Serna, codirector de la presente investigación, quien con su constante acompañamiento y aportes hizo posible el logro del objetivo propuesto.

A mi familia y amigos quienes han sido mi compañía en momentos de alegría y dificultad, dándome la fuerza necesaria para continuar y no desfallecer en el logro de mis objetivos.

Resumen

El objeto de la presente investigación es el desarrollo de una metodología para la realización de avalúos de propiedades, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera.

La metodología propuesta toma el costo histórico de los bienes de propiedad, planta y equipo, este valor es ajustado utilizando el índice de precios al consumidor publicadas por el DANE, luego mediante la utilización de la función de probabilidad exponencial y el establecimiento de intervalos de vida útil probable, se calculará el desgaste probable sufrido por el bien. El complemento del valor así obtenido permite establecer la vida útil que le resta al activo, el valor del avalúo, será el que se obtenga del producto entre el costo histórico ajustado y la vida útil probable que le resta al activo. La ejecución de los procedimientos se efectuó en el software libre R-Project.

Palabras clave: avalúo, NIIF, activo, propiedad, planta, equipo, valor razonable.

- X Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

Abstract

This research is aimed to develop a methodology able to perform the properties appraisal, plant and equipment or its reasonability measurement, subjected to the International Financial Reporting Standards.

The proposed methodology takes the Historical Cost of the Property assets, Plant and Equipment, this value is adjusted using the consumer prices index published by the DANE, then by making use of the Exponential Probability Function and the establishment of probable useful life intervals, the probable wear suffered by the asset will be calculated. The so obtained asset complement allows establishing the asset's remaining useful life, the appraisal value, will be the variable obtained multiplying the Adjusted Historical Cost and the asset's remaining probable useful life. The procedures execution was carried out in the free open software R-Project.

Keywords: appraisal, NIIF, assets, property, plant, equipment, fair value.

Contenido

1. Capítulo 1. Marco teórico y contextualización	3
1.1 Teoría neoclásica del valor.....	3
1.2 Proceso de convergencia a Normas Internacionales en Colombia.....	4
1.3 Valor razonable	5
1.3.1 Máximo y mejor uso en la medición a valor razonable.....	7
1.3.2 Reconocimiento inicial del valor razonable	8
1.4 Técnicas de valoración reconocidas en NIIF.....	8
1.4.1 Enfoque de mercado	9
1.4.2 Enfoque del costo.....	9
1.4.3 Enfoque del ingreso.....	9
1.5 Riesgo e incertidumbre según las NIIF	10
1.5.1 Técnica de ajuste a la tasa de descuento	11
1.5.2 Técnica del valor presente esperado.....	11
1.6 Principios generales para tomar información en las técnicas de valoración.....	12
1.6.1 Definición de mercado activo	12
1.6.2 Datos de entrada observables	12
1.6.3 Datos de entrada no observables.....	12
1.6.4 Jerarquía del valor razonable	12
1.7 Información a revelar según NIIF	15
1.8 Propiedades, planta y equipo	17
1.8.1 Reconocimiento	17
1.8.2 Costos posteriores	18
1.8.3 Medición posterior al reconocimiento	19
1.9 Deterioro del valor de los activos	22
1.10 Proceso para determinar deterioro en activos.....	22
1.10.1 Fuentes externas de información	23
1.10.2 Fuentes internas de información.....	23
1.10.3 Medición del importe recuperable	24
2. Capítulo 2. Métodos de valuación actualmente utilizados en Colombia	27
2.1 Método de Ross Heidecke.....	27
2.2 Método de Ross Heidecke modificado.....	28
2.3 Método de puntos o ponderación de factores o método Delphi	29

XII Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

2.4	Método de la fórmula clásica o generalizada.....	32
2.5	Método de la sociedad mexicana de ingeniería económica y de costos	33
2.6	Método de la sociedad mexicana de ingeniería económica y de costos modificado	34
2.7	Método de las unidades de producción	34
2.8	Método de línea recta.....	35
2.9	Método de línea Kuentzle.....	36
2.10	Método del ingeniero Helio de Caires (Brasil).....	37
2.11	Método del ingeniero Helio de Caires modificado por el Ingeniero Omar Rodríguez (Brasil)	38
3.	Capítulo 3. Números índices y función de probabilidad exponencial.....	41
3.1	Números índices.....	41
3.2	Base y cambios de base.....	42
3.3	Índice de precios al consumidor	43
3.4	Teoría de las probabilidades.....	45
3.5	Distribución exponencial.....	47
3.6	Usos de la función exponencial	50
4.	Capítulo 4. Desarrollo de la propuesta.....	53
4.1	Síntesis	53
4.2	Metodología y resultados.....	53
4.2.1	Ajuste del costo histórico.....	56
4.2.2	Cálculo del desgaste.....	60
4.2.3	Cálculo del avalúo	62
4.2.4	Proceso de simulación	63
4.2.5	Desarrollo del script que permite obtener el avalúo y generar la simulación	64
4.2.6	Casos de aplicación.....	66
5.	Capítulo 5. Conclusiones	77
6.	Anexo A: Scripts en R Project para calcular el valor del cargador de llantas Caterpillar 924H Serie HXC01352.....	79
7.	Anexo B: Scripts en R Project para calcular el valor del vibrocompactador Caterpillar CS-423E Serie EAE00553	81
8.	Anexo C: Scripts en R Project para calcular el valor de la motoniveladora Caterpillar 120 H Serie 5FM02924	83

9. Anexo D: Srips en R Project para calcular el valor del MONTERO V 11 Vna MECÁNICO MITSUBUSHI 2400 Modelo 2006.....	85
10. Anexo E: Precios de mercado maquinaria pesada	87
11. Anexo F: Precios de mercado Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 Modelo 2006.....	91
12. Bibliografía	93

Lista de figuras

Ilustración 1 Función Exponencial	47
Ilustración 2. Gráfico Para la vida Útil de un Bien.....	61

Lista de tablas

Tabla 1. Factor de Estado de Mantenimiento	28
Tabla 2. Factores del Método Delphi	29
Tabla 3. Valoración de Factores del Método Delphi	31
Tabla 4. Constantes del Modelo de Depreciación de Helio de Caires	38
Tabla 5. Coeficientes Modelo de Depreciación de Helio de Caires	38
Tabla 6. Variaciones Porcentuales Índice de Precios al Consumidor (IPC) 1994-2014	44
Tabla 7. Variaciones Porcentuales Índice de Precios al Consumidor (IPC) 2003-2015	57
Tabla 8. Índice de Precios al Consumidor (IPC) 2003-2015	58
Tabla 9. Índice de Precios al Consumidor (IPC) Valor Respecto a Diciembre del año anterior 2003-2015	59
Tabla 10. Índice de Precios al Consumidor (IPC) Diciembre de 2003 = 100%	59
Tabla 11. Avalúo del Cargador de Llantas Caterpillar 924H Serie HXC01352 para una vida útil esperada entre 5-20 años	66
Tabla 12. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del cargador	68
Tabla 13. Avalúo del Vibrocompactador Caterpillar CS-423E Serie EAE00553 para una vida útil esperada entre 5-20 años	69
Tabla 14. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del vibrocompactador	70
Tabla 15. Avalúo de la Motoniveladora Caterpillar 120H Serie 5FM02924 para una vida útil esperada entre 5-20 años	71
Tabla 16. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo de la motoniveladora	72
Tabla 17. Avalúo del Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 para una vida útil esperada entre 5-20 años	73
Tabla 18. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del vehículo tipo campero	74

Introducción

La peor crisis financiera que se haya producido desde la Gran Depresión vivida entre 1929 y 1933 en el siglo XX, estalló el 15 de septiembre de 2008 cuando el banco de inversión Lehman Brothers se declaró en bancarrota, a partir de este momento el sistema financiero estadounidense considerado uno de los más avanzados y complejos del mundo colapsó y debido al alto grado de integración mundial de los sistemas financieros nacionales la crisis se fue propagando afectando de esta manera el resto de economías desarrolladas a nivel mundial, especialmente las europeas; lo anterior, sumado a los procesos de internacionalización y expansión de las actividades económicas, implicando que cada día se requiera información contable de mayor calidad y comparable, que facilite las relaciones comerciales y económicas entre países para el beneficio de los inversionistas a nivel mundial y el que la valoración de los activos de una empresa sea una herramienta fundamental para la toma de decisiones de los analistas financieros, inversionistas, prestamistas y para la determinación de las políticas de un país (Ferguson, 2011).

Ante esta situación, el congreso colombiano en julio 13 de 2009 expidió la Ley 1314 o Ley de Convergencia Contable, la cual tiene como objetivo expedir normas contables de información financiera y de aseguramiento de la información para Colombia por medio de la aplicación de las Normas Internacionales de Información Financiera NIIF (IFRS por sus siglas en inglés), las cuales tienen como soporte valorativo fundamental el “valor razonable”, cuya definición según la NIIF 13 es: “El Precio que sería recibido por vender un activo o pagado por transferir un pasivo en una transacción ordenada entre participantes del mercado en la fecha de la medición” (IFRS Foundation, 2011).

De acuerdo con La NIIF 13 el valor razonable es una medición que se basa en datos de mercado y por lo tanto, para llevarla a cabo, se deberán tener en cuenta los supuestos que los mismos participantes del mercado asumirían para fijar el precio del activo; sin embargo, existen activos y pasivos para los cuales no es fácil encontrar información de transacciones en el mercado las cuales permitan calcular su valor razonables. Ante esta situación la norma permite la utilización de técnicas de medición del valor razonable que, aunque no estén basadas en valores de mercado, maximicen el uso de datos observables y minimicen el uso de datos no observables en la medición

del valor sin que su cálculo se restrinja a la utilización de una metodología de valuación específica, para tal fin la norma establece niveles de jerarquía teniendo en cuenta la disponibilidad de información que se tenga (Arias Bello & Sánchez Serna, 2011).

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación tiene como fin principal desarrollar una metodología que, a través de la aplicación de la Función Exponencial y su utilidad para modelar la vida útil o tiempo de duración de un bien, permita la valuación de activos que conforman el rubro de: propiedades, planta y equipo con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera utilizando datos no observables.

Con el fin de alcanzar el propósito planteado, a continuación se desarrollaran cinco capítulos mediante los cuales se llevará al lector en un recorrido que inicialmente le permitirá tener un contacto con la Teoría Neoclásica del Valor, teoría base del valor razonable, el proceso de convergencia a Normas Internacionales de Información Financiera en Colombia y la definición de Valor Razonable y su aplicación en los activos que conforman el rubro de Propiedades, Planta y Equipo, teniendo en cuenta la aplicación de la NIIF 13, la NIC 16 y la NIC 36. Posterior a ello se hace un breve recuento de los métodos desarrollados por diferentes autores, con los cuales actualmente se llevan a cabo los procesos de valuación en Colombia; a continuación, se enunciarán los conceptos matemáticos a tener en cuenta en el desarrollo de la metodología propuesta como son los relacionados con: los números índices y la función de probabilidad exponencial. Después de abordada toda la parte conceptual, se procederá con el desarrollo de la metodología propuesta para la realización de avalúos de Propiedad, Planta y Equipo o Medición de la Razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera; la cual se explicará paso a paso y se complementará con 4 casos de aplicación, por último se expondrán las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo de la investigación.

1. Capítulo 1. Marco teórico y contextualización

1.1 Teoría neoclásica del valor

Los economistas neoclásicos abandonan la teoría del valor clásica, basada en los costos de producción y la reemplazan por la teoría subjetiva del valor que consiste en la determinación de los precios por la oferta y la demanda; los precios obtenidos de esta manera expresan la conducta racional maximizadora de los consumidores (Maya, 1993).

La escuela de pensamiento neoclásico, tiene como líder principal al economista Alfred Marshall y de ella se destacan tres ideas centrales:

1. El valor de los bienes se determina en el mercado por “un acuerdo” entre productores y consumidores, y toma la forma de un precio de equilibrio entre la oferta y la demanda. Los consumidores acceden a pagar un precio, el cual representa la utilidad que reciben del bien, los productores aceptan ese precio que corresponde a la suma del pago que tienen que realizar por la utilidad de los factores de producción para producir el bien correspondiente; por lo que el valor de los bienes proviene de su utilidad (Vargas, 2006).
2. La fuente del valor está en todos los factores de producción: tierra, trabajo y capital. Por tanto, sus propietarios (terratenientes, trabajadores y capitalistas) deben participar en la distribución del nuevo ingreso generado proporcionalmente a su contribución, y más apropiadamente a la productividad del factor que aportaron a la producción (Vargas, 2006).
3. Si la economía capitalista funciona correctamente, garantiza el máximo de bienestar; si los consumidores y los productores eligen libremente sus actividades y su consumo, el mercado determinará el sistema de precios de equilibrio que implican una remuneración apropiada a la participación de cada uno de los agentes de producción, lo cual garantizará el máximo bienestar para todos en la economía. La principal fuente de distorsiones del mercado es el Estado, por lo que sus actividades económicas deben ser reducidas lo que más se pueda (Vargas, 2006).

- 4 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

El precio de los productos, bienes y servicios, explicado por la teoría neoclásica del valor a partir de su teoría de la utilidad, parte de la hipótesis fundamental que el precio es la expresión en el mercado de la utilidad que provee el consumo de mercancías (Vargas, 2006).

1.2 Proceso de convergencia a Normas Internacionales en Colombia

Las normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información aceptadas en Colombia están reguladas por La Ley 1314 de 2009, la cual señala: las autoridades competentes, el procedimiento para su expedición y determina las entidades responsables de vigilar su cumplimiento (Consejo Técnico de la Contaduría Pública, 2012).

El consejo Técnico de la Contaduría Pública CTCP es la autoridad colombiana de normalización técnica, en lo que tiene que ver con normas contables de información financiera y de aseguramiento de la información; es por ello que con base en las competencias que le fueron otorgadas por la Ley 1314 de 2009, Artículos 2, 6 y 8, debe elaborar las propuestas con base en las cuales los Ministerios de: Hacienda y Crédito Público y Comercio Industria y Turismo, obrando conjuntamente expedirán: principios, normas, interpretaciones y guías de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información (López Ávila & Zea Lourido, 2011).

El proceso de convergencia a estándares internacionales de aseguramiento de la información ordenado por la ley 1314, se ha llevado a cabo tomando como referente los estándares de auditoría y aseguramiento de la información emitidos por la Junta de Estándares Internacionales de Auditoría y Aseguramiento (IAASB por sus siglas en inglés ya que cumplen con las condiciones señaladas por la ley 1314 para ser aceptados en Colombia (Consejo Técnico de la Contaduría Pública, 2012).

De acuerdo con el documento de Direccionamiento Estratégico emitido por el CTCP, se propone que las normas de contabilidad sean aplicadas de manera diferencial a tres grupos de usuarios clasificados así: Grupo 1. Emisores de valores y entidades de interés público; Grupo 2. Empresas de tamaño grande y mediano que no sean emisores de valores ni entidades de interés público, según la clasificación legal colombiana de empresas y Grupo 3. Pequeñas empresa y microempresas según la clasificación legal colombiana de empresas (Suarez, 2013).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto el CTCP determinó que la mejor alternativa para llevar a cabo el proceso de convergencia para el grupo 1, tomando como referente los estándares internacionales de información financiera (IFRS por sus siglas en inglés), es acogerse a los emitidos por la Junta de Estándares Internacionales de Contabilidad (IASB por sus siglas en inglés) (Suarez, 2013).

Las regulaciones emitidas por el IASB están parcialmente sustentadas en la teoría neoclásica del valor de los productos, bienes y servicios; aunque en algunos casos también se acepte como base de valoración la alternativa de los costos de producción, la cual tiene como origen la interpretación clásica económica del valor, sin embargo la orientación dominante es hacia el valor de mercado, lo que se justifica en que la información divulgada a través de estados financieros, está dirigida a usuarios externos quienes a su vez están vinculados con los mercados financieros, escenarios en los cuales la información basada en costos de producción es inútil ya que los usuarios de la información tendrían que aplicar procesos adicionales de conversión a los datos financieros empresariales, incrementando de esta manera los costos de transacción, lo que no sucede si se utiliza información calculada empleando el valor de mercado o también denominado “Valor Razonable”, el cual surge como respuesta a las necesidades de la actividad de los mercados (Álvarez Álvarez & Álvarez Yepes, 2010).

1.3 Valor razonable

Aproximadamente el 72% de las normas emitidas por el IASB tienen incluido el valor razonable, la razón para que se generara una norma específica en este caso la NIIF 13; es que distintos elementos contables requerían ser medidos a valor razonable y la metodología que se debía implementar para medirlos no era clara por encontrarse dispersa en distintas normas (Silva, 2011).

El valor razonable, de acuerdo con la NIIF 13 se define como: *“El Precio que sería recibido por vender un activo o pagado por transferir un pasivo en una transacción ordenada entre participantes del mercado en la fecha de la medición”* (NIIF 13.9). La misma NIIF 13 nos aclara que: dicha definición enfatiza en que el valor razonable es una medición basada en el mercado y que por lo tanto para realizarla, cada entidad deberá utilizar los supuestos que los participantes del mercado utilizarían al fijar el precio del activo o pasivo en condiciones de mercado presentes, incluidos los supuestos que se asuman para la cobertura de riesgos en la transacción que se desee efectuar. Sin embargo, para los activos y pasivos para los que se desee medir su valor razonable, no siempre se tendrá disponible: información y transacciones de mercado observables; en estos

6 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

casos la entidad deberá utilizar otra técnica para la medición del valor razonable, con la que se maximice el uso de datos de entrada observables relevantes y se minimice el uso de datos de entrada no observables (NIIF 13.2 y 3).

El precio de mercado se establece bajo la óptica que: la transacción en la que se fija es hipotética en la fecha de la medición, razón por la que en el momento de medir el valor razonable la intención de la entidad de mantener un activo o liquidar o satisfacer un pasivo, no es relevante (Silva, 2011).

De acuerdo con el enfoque de medición del valor razonable establecido por la NIIF 13, para la realización de una medición de este tipo se requiere determinar los siguientes elementos:

- a) Concretar el activo o pasivo que se desea medir.
- b) Para un activo no financiero, definir el parámetro de máximo y mejor uso del activo y si se utiliza de forma independiente o en combinación con otros activos.
- c) El mercado principal o más ventajoso, en el que tendría lugar una transacción ordenada para el activo o el pasivo.
- d) La técnica o las técnicas de valoración apropiadas a utilizar para medir el valor razonable, las cuales deberían maximizar el uso de datos de entrada observables relevantes y minimizar aquellos no observables. Los datos de entrada deben ser similares a los que utilizarían los participantes del mercado para fijar el precio del activo o pasivo (NIIF 13.B2).

Una medición a valor razonable, se realiza a cada activo o pasivo en concreto y por ello para llevarla a cabo la entidad tendrá en cuenta las características del activo o pasivo de la misma forma en que los participantes del mercado las tendrían en cuenta al fijar su precio en la fecha de la medición; dichas características incluyen por ejemplo: La condición y localización del activo y las restricciones sobre la venta o uso del mismo si las hubiera (NIIF 13.11).

La NIIF 13 proporciona un aporte importante en la caracterización que hace del mercado, distinguiendo el mercado principal del activo o pasivo o el que sea más ventajoso para el activo o pasivo en ausencia del principal. Si existe un mercado principal para el activo o pasivo, la medición a valor razonable estará representada por el precio en ese mercado; debido a que el mercado principal para el activo o pasivo puede ser diferente para diferentes entidades, este se

considerará desde la perspectiva de éstas, teniendo en cuenta las diferencias dadas por la diversidad de sus actividades (Silva, 2011).

1.3.1 Máximo y mejor uso en la medición a valor razonable

La medición a valor razonable de activos no financieros, tiene como supuesto de partida, que el cálculo de su valor de mercado se lleva a cabo teniendo en cuenta que los beneficios económicos obtenidos de su utilización son producto de su máximo y mejor uso y que a su vez, el activo será vendido a otro participante del mercado que también lo utilizaría bajo condiciones de máximo y mejor uso (NIIF 13.27).

El máximo y mejor uso de un activo no financiero tendrá en cuenta un uso que sea: a) Físicamente posible. El cual incluye las características físicas del activo tenidas en cuenta por los participantes del mercado para fijar el precio del activo (ej. Localización y dimensión de una propiedad); b) Legalmente permisible. Corresponde a las restricciones legales de utilización del activo tenidas en cuenta para la fijación de su precio en el mercado (ej. Regulaciones de zona aplicables a la propiedad) y c) Financieramente factible. Si la utilización del activo es físicamente posible y legalmente permisible, se tendrá en cuenta si también genera un ingreso o flujos de efectivo adecuados (teniendo en cuenta los costos de inversión del activo para esa finalidad) para producir una rentabilidad de la inversión destinada para su uso (NIIF 13.28).

El máximo y mejor uso del activo se determinará a partir de la perspectiva de los participantes del mercado, incluso si la entidad que dispone del activo pretende darle un uso distinto. Sin embargo, el uso que se tenga en el momento de la valoración del activo se presume que es el máximo y mejor, a menos que el mercado sugiera que un uso diferente maximizará su valor (NIIF 13.29).

La premisa de valoración para activos no financieros teniendo en cuenta su máximo y mejor uso, enuncia que el valor máximo para los participantes del mercado podrá establecerse: a) mediante la utilización del activo en combinación con otros activos como un grupo o en combinación con otros activos y pasivos; en ambos casos el valor razonable del activo es el precio que se recibirá por vender el activo suponiendo que éste se utilizará de la misma manera y que dichos activos y pasivos estarán disponibles para los participantes del mercado y b) utilizando el activo de manera aislada, en cuyo caso su valor razonable se obtiene del precio de mercado que tiene como supuesto de partida que quien lo adquiere lo utilizará de forma independiente (NIIF 13.31).

1.3.2 Reconocimiento inicial del valor razonable

El precio de la transacción cuando se adquiere un activo o se asume un pasivo, es el precio pagado por la adquisición del activo, o el recibido por asumir el pasivo, lo que se entiende como un precio de entrada; por el contrario, el valor razonable del activo o pasivo es el precio que se recibiría por vender el activo o pagaría por transferir el pasivo, entendiéndose este como un precio de salida; en muchos casos el precio de la transacción será igual al valor razonable, esto será posible cuando en la fecha de la transacción, tenga lugar una transacción de compra de un activo similar en el mercado en que será vendido el activo (NIIF 13.57 y 58).

Para determinar si el valor razonable en el reconocimiento inicial iguala el precio de la transacción, la entidad tendrá en cuenta los factores específicos de la transacción y del activo o pasivo (NIIF 13.59). El precio de la transacción podrá no representar el valor razonable de un activo o pasivo en el reconocimiento inicial si se dan cualquiera de las siguientes condiciones: a) la transacción es entre partes relacionadas, b) durante la transacción se da algún tipo de imposición o el vendedor por alguna situación adversa se ve obligado a aceptar el precio de la transacción, c) la unidad de cuenta representada por el precio de transacción es diferente de la unidad de cuenta para el activo o pasivo medido a valor razonable y c) el mercado en el que tiene lugar la transacción es diferente del mercado principal (NIIF 13.B4).

En el caso que otra NIIF requiera o permita que un activo o pasivo sea medido a valor razonable, pero al llevar a cabo la transacción el precio de esta difiere del valor razonable, la ganancia o pérdida deberá ser reconocida por la entidad en el resultado del periodo a menos que la NIIF especifique otro tipo de procedimiento para su registro (NIIF 13.60).

1.4 Técnicas de valoración reconocidas en NIIF

Las técnicas de valoración empleadas por la entidad, deben ser apropiadas a las circunstancias y deberán escogerse de forma tal que existan datos suficientes para llevar a cabo la medición del valor razonable, de manera que se maximice el uso de datos de entrada observables relevantes y se minimice el uso de datos de entrada no observables (NIIF 13.60).

1.4.1 Enfoque de mercado

El enfoque de mercado utiliza los precios y la información relevante, generada por transacciones de mercado que involucran activos, pasivos o un grupo de activos y pasivos idénticos o comparables (NIIF 13.B5).

Algunas técnicas aplicables al enfoque de mercado, utilizan múltiplos que pueden expresarse mediante rangos de valores, la selección del múltiplo adecuado dependerá del criterio profesional, el cual deberá considerar los factores cuantitativos y cualitativos específicos de la medición (NIIF 13.B6).

1.4.2 Enfoque del costo

El enfoque del costo, corresponde al importe que se requiere para sustituir la capacidad de servicio de un activo, dicho precio será equivalente al costo de adquisición o construcción de un activo sustituto de utilidad comparable ajustado por la obsolescencia; la obsolescencia conlleva a deterioro físico, obsolescencia funcional y económica. El método de costo es utilizado a menudo cuando no hay evidencia de valor de mercado para la aplicación de la medición del valor razonable a elementos de propiedades planta y equipo (Silva, 2011).

1.4.3 Enfoque del ingreso

El enfoque del ingreso convierte importes futuros en un importe presente único. Cuando se utiliza el enfoque del ingreso para llevar a cabo la medición del valor razonable, ésta reflejará las expectativas del mercado presentes sobre importes futuros (NIIF 13.B10).

Para la aplicación del enfoque de ingreso se utilizan entre otras las técnicas de valor presente, cuyo uso se describe en los párrafos B12 a B30 de la NIIF 13. Los cuales se centran en una técnica de ajuste de la tasa de descuento y una técnica de flujos de efectivos esperados, pero no prescriben el uso de una técnica específica, ni limitan el uso de las técnicas de valor presente descritas como únicas para medir el valor razonable; la elección de la técnica dependerá de los hechos y circunstancias específicas del activo o pasivo que se esté midiendo y la disponibilidad de datos suficientes para realizar dicha medición (NIIF 13.B12).

El valor presente es una herramienta utilizada para vincular importes futuros a un importe presente utilizando una tasa de descuento. Una medición del valor razonable utilizando una técnica de valor

10 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

presente, capta los siguientes elementos desde la perspectiva de los participantes del mercado en la fecha de la medición: una estimación de los flujos de efectivo futuros para el activo o pasivo que se está midiendo, las expectativas sobre las posibles variaciones del importe y distribución temporal de los flujos de efectivo, el valor temporal del dinero, la prima de riesgo para respaldar la incertidumbre sobre la variación en los flujos de efectivo, el riesgo de incumplimiento para un pasivo y otros factores que los participantes del mercado consideren necesario tener en cuenta en estas circunstancias (NIIF 13.B13).

Las técnicas de valor presente difieren en la forma en que captan los elementos descritos anteriormente. Sin embargo, la aplicación de cualquier técnica de valor presente utilizada para medir valor razonable viene dada por los siguientes principios generales: a) Los flujos de efectivo y las tasas de descuento deben: reflejar los supuestos que los participantes del mercado tendrían en cuenta para la fijación del precio del activo o pasivo y tener en cuenta solo los factores atribuibles al activo o pasivo que se está midiendo; b) Las tasas de descuento deben: reflejar supuestos que sean congruentes con los flujos de efectivo utilizados, con el fin de evitar la doble contabilización u omisión de los efectos de los factores de riesgo y deben estar conformes con los factores económicos subyacentes de la moneda en la que se indicarán los flujos de efectivo; c) Los supuestos sobre flujos de efectivo y tasas de descuento deben ser acordes internamente (NIIF 13.B14).

1.5 Riesgo e incertidumbre según las NIIF

La medición del valor razonable utilizando técnicas de valor presente se lleva a cabo bajo condiciones de incertidumbre, ya que los flujos de efectivo utilizados son estimaciones y no importes conocidos, para los cuales es incierto su valor y la distribución temporal de los flujos de efectivo; con el fin de compensar dicha incertidumbre, los participantes del mercado exigen una prima de riesgo que debe ser incluida en la medición del valor razonable y debe reflejar el importe que los participantes del mercado reclamarían, como compensación por la incertidumbre inherente a los flujos de efectivo (NIIF 13.B15 y 16).

Para cada una de las técnicas de valor presente utilizadas para medir valor razonable, los ajustes por riesgo a realizar y el tipo de flujo de efectivo que se utilizan son diferentes, por ejemplo: La técnica de ajuste a la tasa de descuento, utiliza una tasa de descuento ajustada por el riesgo y flujos de efectivo contractuales, prometidos o más probables, que también deben ser ajustados por riesgo.

En la técnica de valor presente esperado, se podrán aplicar: una tasa de descuento libre de riesgo o una tasa de descuento ajustada para incluir la prima de riesgo requerida por los participantes del mercado; en el primer caso, se debe tener en cuenta que los flujos de efectivo esperados deben ser ajustados para tener en cuenta el riesgo y en el segundo caso, los flujos de efectivo esperados no tendrán que ajustarse (NIIF 13. B17).

1.5.1 Técnica de ajuste a la tasa de descuento

Utiliza un conjunto único de flujos de efectivo a partir del rango de importes estimados posibles, ya sea por flujos de efectivo más probables, contractuales o prometidos; para todos los casos los flujos de efectivo están condicionados a que ocurran sucesos especificados. La tasa de descuento utilizada en esta técnica de ajuste, proviene de las tasas de rendimiento observadas en el mercado para activos o pasivos similares, razón por la que los flujos de efectivo más probables, prometidos o contractuales, se deben descontar a una tasa de mercado estimada u observada para estos flujos de efectivo condicionados (NIIF 13.B18).

Para la aplicación de la técnica de ajuste a la tasa de descuento, se requiere el análisis de los datos de mercado para activos o pasivos comparables, mediante la consideración de la naturaleza de los flujos de efectivo. Si un único activo o pasivo comparable, no refleja fielmente el riesgo inherente a los flujos de efectivo del activo o pasivo que se quieren medir, de forma alternativa se puede proporcionar una tasa de descuento utilizando datos para varios activos o pasivos comparables junto con la curva de rendimiento libre de riesgo (NIIF 13.B19).

1.5.2 Técnica del valor presente esperado

Utiliza como punto de partida, un conjunto de flujos de efectivo que representan el promedio ponderado de la probabilidad de todos los flujos de efectivo futuros posibles. La estimación resultante es idéntica al valor esperado, debido a que los flujos de efectivo posibles son ponderados por la probabilidad, el flujo de efectivo esperado resultante no está condicionado a que ocurra algún suceso especificado como ocurre en la técnica de ajuste a la tasa de descuento (NIIF 13.B23).

- 12 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

1.6 Principios generales para tomar información en las técnicas de valoración

1.6.1 Definición de mercado activo

Silva 2011 en su Artículo “Valor Razonable: Un Modelo de Valoración Incorporado en las Normas Internacionales de Información Financiera”, define el mercado activo, como aquel en el que las transacciones para el activo o el pasivo ocurren con suficiente frecuencia y volumen para proporcionar información de precios de manera continua y posee las siguientes características:

- a) Los bienes o servicios intercambiados son homogéneos.
- b) En todo momento se pueden encontrar compradores o vendedores para un determinado bien o servicio.
- c) Los precios están disponibles para el público.

1.6.2 Datos de entrada observables

A este grupo pertenecen, aquellos datos que reflejan los supuestos que los participantes del mercado utilizarían en la fijación de precios del activo o pasivo y que fueron desarrollados con base en datos de mercado obtenidos de fuentes independientes a la entidad que está informando (Silva, 2011).

1.6.3 Datos de entrada no observables

Estos datos reflejan los supuestos propios de la entidad que informa, acerca de las estimaciones que los participantes del mercado utilizarían en la fijación de precios del activo o pasivo, los cuales han sido desarrollados teniendo en cuenta la mejor información disponible de acuerdo con las circunstancias (Silva, 2011).

1.6.4 Jerarquía del valor razonable

Buscando que las mediciones a valor razonable y la información a revelar relacionada con dichas mediciones sea comparable y coherente, la NIIF 13 establece una jerarquía que clasifica los datos de entrada empleados en las distintas técnicas de valoración usadas para la medición en tres niveles, dentro de los cuales, se concede la prioridad más alta a los precios cotizados en mercados

activos para activos o pasivos idénticos y la prioridad más baja a los datos de entrada no observables; para establecer el nivel jerárquico del valor razonable, se tienen en cuenta los datos de entrada de las técnicas de valoración y no las técnicas de valoración empleadas como tal. Existen casos para los cuales, los datos de entrada empleados en la medición del valor razonable pueden clasificarse dentro de diferentes niveles de jerarquía, en estos casos, la medición del valor razonable se clasifica en su totalidad en el mismo nivel que el dato de entrada de nivel más bajo que sea significativo para la medición; para evaluar la relevancia de un dato de entrada se requiere del juicio profesional, teniendo en cuenta factores específicos del activo o pasivo (NIIF 13.72-75).

▪ **Datos de entrada nivel 1**

En este grupo, se incluyen los precios cotizados en mercados activos para activos o pasivos idénticos a los que la entidad puede acceder en la fecha de la medición (NIIF 13.76).

Para la utilización de datos de entrada Nivel 1 se requiere la determinación de los siguientes elementos: a) el mercado principal para el activo o pasivo y en ausencia de este, se deberá establecer aquel que resulte más ventajoso y b) si la entidad puede realizar una transacción para el activo o pasivo, al precio de ese mercado en la fecha de la medición (NIIF 13.78).

Los precios cotizados en un mercado activo, serán el dato más confiable para llevar a cabo la medición a valor razonable y se utilizarán sin ser ajustados salvo en los siguientes casos:

- a) Cuando una entidad, mantiene un gran número de activos o pasivos similares pero no idénticos que se miden a valor razonable y está disponible un precio cotizado en un mercado activo pero no es fácilmente accesible para cada uno de los activos o pasivos individualmente. En este caso, se puede medir el valor razonable utilizando un método alternativo de fijación de precios que no se base exclusivamente en los precios cotizados; pero la inclusión del método alternativo de fijación de precios en la medición hará que esta se clasifique dentro del nivel más bajo de la jerarquía del valor razonable (NIIF 13.79.a).
- b) Si el precio cotizado en un mercado activo no representa el valor razonable en la fecha de la medición, la entidad podrá ajustar el precio cotizado por nueva información, pero el ajuste dará lugar a una medición a valor razonable clasificada dentro de un nivel más bajo (NIIF 13.79.b).
- c) Cuando el precio cotizado para el elemento idéntico en un mercado activo, necesite ajustarse por factores específicos del elemento o del activo; el ajuste realizado dará lugar a una medición a valor razonable clasificada dentro de un nivel más bajo (NIIF 13.79.c).

- 14 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

▪ **Datos de entrada nivel 2**

Hacen parte de este grupo, los precios que son observables directa o indirectamente para los activos o pasivos y que son diferentes de los precios cotizados incluidos en el Nivel 1. Los casos para los cuales los datos de entrada se clasifican en Nivel 2 son: a) precios cotizados para activos o pasivos similares en mercados activos, b) precios cotizados para activos o pasivos idénticos o similares en mercados que no son activos, c) datos de entrada diferentes a los precios cotizados que son observables para el activo o pasivo y e) datos de entrada corroborados por el mercado (NIIF 13.82).

Los ajustes a realizar a un dato de entrada Nivel 2, varían dependiendo de factores específicos del activo o pasivo, que incluyen: a) la condición y localización del activo, b) la medida en que los datos de entrada estén relacionados con las partidas que son comparables con el activo o el pasivo y c) el volumen o nivel de actividad de los mercados dentro de los cuales se observan los datos de entrada (NIIF 13.83).

Un ajuste a un dato de entrada de Nivel 2, que sea significativo dentro de la medición completa y que se realice con datos de entrada no observables; puede dar lugar a que la medición a valor razonable sea clasificada dentro del Nivel 3 de jerarquía del valor razonable (NIIF 13.84).

▪ **Datos de entrada nivel 3**

Este nivel incluye, los datos de entrada no observables para el activo o pasivo, los cuales se utilizarán para medir el valor razonable, en la medida en que los datos de entrada observables no estén disponibles porque la actividad del mercado para el activo o pasivo en la fecha de la medición es poca o nula. Sin embargo, el objetivo de la medición del valor razonable sigue siendo el mismo: hallar un precio de salida en la fecha de la medición, desde la perspectiva de un participante del mercado que mantiene el activo o debe el pasivo; por ello los datos de entrada no observables al igual que los observables, deberán reflejar los supuestos que los participantes del mercado utilizarían para fijar el precio del activo o el pasivo, incluidos los supuestos sobre el riesgo que puede ser inherente a la técnica de valoración o a los datos de entrada utilizados en la medición (NIIF 13.86 y 87).

Para desarrollar datos de entrada no observables, la entidad utilizará la mejor información que se encuentre disponible, incluyendo datos propios ajustándolos si la información disponible indica

que otros participantes del mercado utilizarían datos diferentes o hay algo concreto en la entidad que no es común para otros participantes del mercado (NIIF 13.89).

1.7 Información a revelar según NIIF

Las entidades deberán revelar información, que ayude a evaluar a los usuarios de los estados financieros principalmente los siguientes elementos: a) para activos y pasivos que se miden a valor razonable, las técnicas de valoración y los datos de entrada utilizados para desarrollar esas mediciones y b) cuando se utilizan datos de entrada no observables, para las mediciones a valor razonable, el efecto de las mediciones sobre el resultado del período (NIIF 13.91).

Para dar alcance a la evaluación antes planteada, la entidad deberá considerar los siguientes elementos: a) el nivel de detalle necesario para satisfacer los requerimientos de información a revelar, b) el énfasis que se le debe dar a cada uno de los distintos requerimientos, c) la acumulación o desglose a realizar y d) si los usuarios de los estados financieros necesitan información adicional para evaluar la información cuantitativa revelada. En los casos en que la información proporcionada sea insuficiente para la evaluación de los elementos planteados, la entidad deberá revelar la información adicional que se requiera para llevar a cabo dicha evaluación (NIIF 13.92).

Con el fin de facilitar la evaluación de los estados financieros por parte de sus usuarios, la entidad deberá como mínimo, revelar la siguiente información para cada clase de activos y pasivos medidos a valor razonable en el estado de situación financiera después del reconocimiento inicial:

- a) Para las mediciones del valor razonable recurrentes y no recurrentes, su medición al final del período sobre el que se informa y las razones de la medición. Se denominan mediciones del valor razonable recurrentes las que requieren o permiten otras NIIF en el estado de situación financiera al final de cada período sobre el que se informa. Las mediciones del valor razonable no recurrentes son las que requieren o permiten otras NIIF en el estado de situación financiera en circunstancias concretas (NIIF 13.93.a).
- b) El nivel de jerarquía en el que se clasifican las mediciones del valor razonable en su totalidad sin importar que sean o no recurrentes (NIIF 13.93.b).
- c) Para activos y pasivos mantenidos al final del periodo sobre el que se informa y que se miden a valor razonable sobre una base recurrente, los importes de las transferencias entre el Nivel 1 y

16 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

2 de la jerarquía del valor razonable, las razones de las transferencias y las políticas de la entidad para determinar en qué momento han tenido lugar (NIIF 13.93.c).

- d) Para las mediciones del valor razonable clasificadas dentro de los Niveles 2 y 3 de la jerarquía del valor razonable, una descripción de las técnicas de valoración y los datos de entrada utilizados en la medición. Para mediciones clasificadas en Nivel 3, la entidad deberá proporcionar información cuantitativa sobre los datos de entrada no observables significativos utilizados en la medición (NIIF 13.93.d).
- e) Cuando se tienen mediciones del valor razonable recurrentes clasificadas en Nivel 3, la conciliación de los saldos de apertura con los saldos de cierre, revelando por separado los cambios durante el período atribuibles a los siguientes elementos:
 - i. Ganancias o pérdidas totales del período reconocidas en el resultado del período y las partidas del resultado del período en las que se reconocen esas ganancias o pérdidas (NIIF 13.93.e.i).
 - ii. Las ganancias o pérdidas totales del período reconocidas en otro resultado integral y las partidas del otro resultado integral en las que se reconocen esas ganancias o pérdidas (NIIF 13.93.e.ii).
 - iii. Las compras, ventas, emisiones y liquidaciones; cada una por separado (NIIF 13.93.e.iii).
 - iv. Los importes de las transferencias hacia o desde el Nivel 3 de la jerarquía del valor razonable, las razones que se tienen para dicha transferencia y la política de la entidad para establecer cuando se atribuye que han ocurrido las transferencias entre niveles (NIIF 13.93.e.iv).
- f) Para mediciones del valor razonable recurrentes y no recurrentes clasificadas en el Nivel 3 de la jerarquía del valor razonable, una descripción de los procesos de valoración utilizados por la entidad (NIIF 13.93.f).
- g) Cuando se tengan mediciones del valor razonable recurrentes y no recurrentes clasificadas en el Nivel 3 de la jerarquía del valor razonable: una descripción narrativa de la sensibilidad de la medición del valor razonable a cambios en datos de entrada no observables, si un cambio en los datos da lugar a una medición del valor razonable significativamente mayor o menor. Si existen interrelaciones entre datos de entrada no observables la entidad deberá proporcionar

una descripción de las interrelaciones y la forma en que pueden aumentar o mitigar el efecto de los cambios en los datos de entrada no observables en la medición (NIIF 13.93.g).

- h) Cuando el máximo y mejor uso de un activo no financiero difiera de su utilización presente, la entidad revelará este hecho y deberá explicar la razón por la que la utilización actual del activo difiere de su máximo y mejor uso (NIIF 13.93.h).

Una entidad determinará las clases adecuadas de activos y pasivos con base en: a) la naturaleza, características y riesgos del activo o pasivo y b) el nivel de la jerarquía del valor razonable en el que se clasifica la medición (NIIF 13.94).

La información de tipo cuantitativo requerida según la NIIF 13 deberá ser presentada en forma de tabla, a menos que se estime que otro tipo de formato sea más conveniente (NIIF 13.99).

1.8 Propiedades, planta y equipo

Las propiedades, planta y equipo son los activos tangibles que: posee una entidad para su uso en la producción o suministro de bienes y servicios, para arrendarlos a terceros o para propósitos administrativos; y que se esperan usar durante más de un periodo (NIC 16.6).

La anterior definición, obliga a la gerencia a evaluar la obtención de beneficios económicos derivada de la utilización de este tipo de activos y a que las mediciones que de estos se realice sean fiables. Razón por la que deben ser incluidos en el balance y descritos en detalle en las notas a los estados financieros. Los principales aspectos a tener en cuenta en el tratamiento de las propiedades, planta y equipo de acuerdo con la NIC 16, NIC 36 y NIC 40 son: su reconocimiento, importe de cada activo, el valor que se reconoce por concepto de depreciación, sus pérdidas de valor por deterioro del activo y la actualización de su valor (Católico Segura, Pulido Ladino, & Cely Angarita, 2013).

1.8.1 Reconocimiento

Un elemento de propiedades, planta y equipo se reconocerá como activo si: es probable que la entidad obtenga beneficios económicos futuros derivados del mismo y el costo del elemento puede medirse con fiabilidad (NIC 16.7).

El valor de los costos de adquisición y puesta en funcionamiento del activo, los cuales comprenden el importe bruto en libros, al momento de la adquisición del bien, no son objeto de revelación en

detalle en el balance general, ni en las notas a los estados financieros, el reconocimiento de estos como costo de adquisición terminará cuando el elemento se encuentre en el lugar y las condiciones necesarias para operar de la forma prevista por la gerencia (Católico Segura, Pulido Ladino, & Cely Angarita, 2013).

La NIC 16 no establece una unidad de medición para propósitos de reconocimiento, por ello se requiere la realización de juicios para aplicar los criterios de reconocimiento a las circunstancias específicas de la entidad, la entidad evaluará, de acuerdo con el principio de reconocimiento, todos los costos de propiedades, planta y equipo en el momento en que se incurre en ellos. Estos costos comprenden tanto aquéllos en que se ha incurrido inicialmente para adquirir o construir el activo, como los costos incurridos posteriormente para añadir, sustituir parte de o mantener el elemento correspondiente (NIC 16.9 y 10).

1.8.2 Costos posteriores

La entidad no reconocerá, en el importe en libros de un elemento de propiedades, planta y equipo, los costos derivados del mantenimiento diario del elemento, como es el caso de la mano de obra y los consumibles, tales costos se reconocerán en el resultado cuando se incurra en ellos; así mismo ciertos componentes de algunos elementos de propiedades, planta y equipo pueden necesitar ser reemplazados a intervalos regulares, otros pueden ser adquiridos para hacer una sustitución recurrente menos frecuente. La entidad reconocerá, dentro del importe en libros de un elemento de propiedades, planta y equipo, el costo de la sustitución de parte de dicho elemento cuando se incurra en ese costo, siempre que se cumpla el criterio de reconocimiento estipulado en el párrafo 7 de la NIC 16 anteriormente mencionado (NIC 16.12 y 13).

Cuando se realice una inspección general, su costo se reconocerá en el importe en libros del elemento de propiedades, planta y equipo como una sustitución, si se satisfacen las condiciones para su reconocimiento. Al mismo tiempo, se dará de baja cualquier importe en libros del costo de una inspección previa, que permanezca en la citada partida y sea distinto de los componentes físicos no sustituidos. Esto sucederá con independencia de que el costo de la inspección previa fuera identificado contablemente dentro de la transacción mediante la cual se adquirió o construyó dicha partida. Si fuera necesario, puede utilizarse el costo estimado de una inspección similar futura como indicador de cuál fue el costo del componente de inspección existente cuando la partida fue adquirida o construida (NIC 16.14).

1.8.3 Medición posterior al reconocimiento

Para la medición posterior que se debe realizar a la propiedad planta y equipo, con el fin de actualizar su valor la NIC 16 propone el uso de alguno de los siguientes modelos:

- **Modelo del costo**

Consiste en registrar el costo del activo menos su depreciación acumulada y el importe acumulado de las pérdidas por deterioro del valor (NIC 16.30).

- **Modelo de revaluación**

Consiste en registrar el elemento por su valor revaluado, el cual es su valor razonable en el momento de la revaluación menos su depreciación acumulada y el importe acumulado de las pérdidas por deterioro del valor, todo esto siempre y cuando el valor razonable del elemento de propiedad planta y equipo pueda ser medido con fiabilidad (NIC 16.31).

La frecuencia de las revaluaciones dependerá de los cambios que experimenten los valores razonables de los elementos que se estén revaluando. Cuando el valor razonable del activo revaluado difiera significativamente de su importe en libros, será necesaria una nueva revaluación. Algunos elementos experimentan cambios significativos y volátiles en su valor razonable, por lo que necesitarán revaluaciones anuales, para elementos con variaciones insignificantes en su valor razonable pueden ser suficientes revaluaciones hechas cada tres o cinco años (NIC 16.34).

- **Depreciación**

Una entidad distribuirá el importe inicialmente reconocido con respecto a una partida de propiedades, planta y equipo entre sus partes significativas y depreciará de forma separada cada una de estas partes. Tanto si se tiene en propiedad como si se tiene en arrendamiento financiero (NIC 16.43 y 44).

Cuando una parte significativa de un elemento de propiedades, planta y equipo tenga una vida útil y un método de depreciación que coincidan con el de otra parte significativa del mismo elemento, ambas partes podrán agruparse para determinar el cargo por depreciación; la entidad puede elegir depreciar de forma separada las partes que no tengan un costo significativo con relación al costo total, pero en la medida que la deprecie de forma separada algunas partes de un elemento, también depreciará de forma separada el resto del elemento (NIC 16.45-47).

El cargo por depreciación de un periodo se reconocerá habitualmente en el resultado del mismo. Sin embargo, en ocasiones los beneficios económicos futuros incorporados a un activo se incorporan a la producción de otros activos. En este caso, el cargo por depreciación formará parte del costo del otro activo y se incluirá en su importe en libros. Por ejemplo, la depreciación de una instalación y equipo de manufactura se incluirá en los costos de transformación de los inventarios (NIC 16.48).

▪ **Importe depreciable y periodo de depreciación**

El importe depreciable de un activo, deberá distribuirse de forma sistemática a lo largo de su vida útil; es por ello que el valor residual y la vida útil de un activo deberán ser revisados, como mínimo, al término de cada periodo anual y, si las expectativas difirieren de las estimaciones previas, los cambios se contabilizarán como un cambio en una estimación contable, de acuerdo con la NIC 8 Políticas Contables, Cambios en las Estimaciones Contables y Errores (NIC 16.50 y 51).

El valor residual se define como: *“el importe estimado que la entidad podría obtener actualmente por la disposición del elemento, después de deducir los costos estimados por tal disposición, si el activo ya hubiera alcanzado la antigüedad y las demás condiciones esperadas al término de su vida útil”* y La vida útil del activo se define como: *“a) el periodo durante el cual se espera utilizar el activo por parte de la entidad; o b) el número de unidades de producción o similares que se espera obtener del mismo por parte de la entidad”* (NIC 16.6).

La disminución de la cuantía de los beneficios futuros incorporados a un activo se debe fundamente a su utilización, no obstante, otros factores, tales como la obsolescencia técnica o comercial y el deterioro natural producido por la falta de utilización del bien, contribuyen a dicha disminución. De acuerdo a lo anterior, para determinar la vida útil del elemento de propiedades, planta y equipo, se deberán tener en cuenta todos los factores que se enuncian a continuación: la utilización prevista del activo, el desgaste físico esperado, la obsolescencia técnica o comercial procedente de los cambios o mejoras en la producción y los límites legales o restricciones similares sobre el uso del activo (NIC 16.56).

La estimación de la vida útil de un activo, es una cuestión de criterio, basado en la experiencia que la entidad tenga con activos similares, para su cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente: los terrenos y los edificios son activos separados, y se contabilizarán por separado, incluso si han sido adquiridos de forma conjunta. Con algunas excepciones, tales como minas, canteras y vertederos,

los terrenos tienen una vida ilimitada y por tanto no se deprecian. Los edificios tienen una vida limitada y, por tanto, son activos depreciables. Un incremento en el valor de los terrenos en los que se asienta un edificio no afectará a la determinación del importe depreciable del edificio (NIC 16.57 y 58).

Si el costo de un terreno incluye los costos de desmantelamiento, traslado y rehabilitación, la porción que corresponda a la rehabilitación del terreno se depreciará a lo largo del periodo en el que se obtengan los beneficios por haber incurrido en esos costos. En algunos casos, el terreno en sí mismo puede tener una vida útil limitada, en cuyo caso se depreciará de forma que refleje los beneficios que se van a derivar del mismo (NIC 16.59).

Las operaciones de reparación y mantenimiento de un activo no evitan que este se deprecie, la depreciación debe ser contabilizada incluso si el valor razonable del activo excede a su importe en libros, siempre y cuando el valor residual del activo no supere al importe en libros del mismo. El importe depreciable de un activo se determina después de deducir su valor residual. En la práctica, el valor residual de un activo a menudo es insignificante, y por tanto irrelevante en el cálculo del importe depreciable pero algunas veces el valor residual de un activo puede aumentar hasta igualar o superar el importe en libros del activo; en este caso, el cargo por depreciación del activo será nulo hasta que el valor residual disminuya y se haga menor que el importe en libros del activo (NIC 16.52-54).

La depreciación de un activo comenzará cuando se encuentre en la ubicación y en las condiciones necesarias para operar de la forma prevista por la gerencia. La depreciación de un activo terminará cuando: el activo se clasifique como mantenido para la venta de acuerdo con la NIIF 5, o en el momento que se produzca la baja en cuentas del mismo. Por tanto, la depreciación no cesará cuando el activo esté sin utilizar o se haya retirado del uso activo, a menos que se encuentre depreciado por completo. Sin embargo, si se utilizan métodos de depreciación en función del uso, el cargo por depreciación podría ser nulo cuando no tenga lugar ninguna actividad de producción (NIC 16.55).

▪ **Métodos de depreciación**

El método de depreciación utilizado deberá reflejar el patrón con el cual se espera que sean consumidos, por parte de la entidad los beneficios económicos futuros del activo. El método de depreciación aplicado deberá ser revisado, como mínimo de forma anual y si se encuentra un cambio significativo en el patrón esperado de consumo se cambiará de forma tal que refleje el

nuevo patrón, el cambio deberá ser contabilizado como un cambio en la estimación contable de acuerdo con la NIC 8 (NIC 16.60 y 61).

Pueden utilizarse diversos métodos de depreciación para distribuir el importe depreciable de un activo de forma sistemática a lo largo de su vida útil. Entre los mismos se incluyen: el método lineal, el cual dará lugar a un cargo constante a lo largo de la vida útil del activo, siempre y cuando su valor residual no cambie; los métodos de depreciación decreciente en función del saldo del elemento dará lugar a un cargo que irá disminuyendo a lo largo de la vida útil del activo y los métodos basados en la producción, darán lugar a un cargo basado en la utilización o producción esperada. La entidad elegirá el método que más fielmente refleje el patrón esperado de consumo de los beneficios económicos futuros incorporados al activo, dicho método se aplicará uniformemente en todos los periodos, a menos que se haya producido un cambio en el patrón esperado de consumo de los beneficios económicos futuros (NIC 16.62).

1.9 Deterioro del valor de los activos

De acuerdo con lo estipulado en La Norma Internacional de Contabilidad 36, aplicará entre otros a los activos que se contabilicen según su valor revaluado, es decir: su valor razonable en la fecha de revaluación menos la depreciación acumulada y las pérdidas que se tengan por deterioro del valor de acuerdo con otras NIIF, para el caso particular que se desea estudiar se revisará lo planteado en el modelo de revaluación de la NIC 16 Propiedades Planta y Equipo (NIC 36.5).

1.10 Proceso para determinar deterioro en activos

Cuando el importe en libros del activo excede su importe recuperable, el valor del activo se ha deteriorado. Los párrafos 12 a 14 de la NIC 36 describen algunos de los indicadores para comprobar si existen pérdidas por deterioro del valor de un activo, si se cumple con alguno de los indicadores allí descritos, la entidad estará obligada a realizar una estimación formal del importe recuperable (NIC 36.8). Los párrafos 8 a 17 de la NIC 36 especifican los casos en los que se debe determinar el importe recuperable, las reglas allí establecidas aplican tanto a los activos considerados individualmente como a las unidades generadoras de efectivo. Las reglas para la medición del importe recuperable, así como la medición del deterioro, su registro y revelación a la luz de la consideración del activo propiamente dicho o de sus unidades generadoras de efectivo; se establecen ampliamente a partir del párrafo 18 hasta el párrafo 133 del la NIC 36 (NIC 36.7).

1.10.1 Fuentes externas de información

- a) Existen indicios observables de que el valor de los activos ha disminuido significativamente más que lo que se espera como consecuencia del tiempo o su uso normal.
- b) Durante el período o en el futuro inmediato han tenido o van a tener lugar cambios significativos con una incidencia adversa sobre la entidad en lo que tiene que ver con los entornos: legal, económico, tecnológico o de mercado en que este opera.
- c) Durante el período las tasas de interés de mercado o de rendimiento de inversiones, han sufrido incrementos que probablemente afecten la tasa de descuento utilizada para calcular el valor en uso del activo, de forma que su importe recuperable se disminuya de forma significativa.

1.10.2 Fuentes internas de información

- a) Evidencia sobre la obsolescencia o deterioro físico del activo.
- b) Durante el período o en un futuro inmediato se espera que se tengan cambios significativos en: el alcance o la manera en que se espera usar el activo que afecten desfavorablemente la entidad, estos cambios incluyen: que el activo este ocioso, planes de discontinuación o reestructuración de la operación a la que pertenece el activo, planes para disponer del activo antes de la fecha prevista y reconsideración de la vida útil del activo como finita en lugar de indefinida.
- c) Existen evidencias internas, procedentes de informes que indican que el rendimiento económico del activo es o va ser peor que el esperado.

La entidad podrá identificar otros indicios para detectar que un activo ha sufrido deterioro, hecho que le obliga a determinar el importe recuperable del activo, ya que cuando se tienen indicios que el activo ha deteriorado su valor, se deben revisar: la vida útil restante, el método de depreciación (amortización) o el valor residual del activo y ajustarse de acuerdo a la norma que aplique para cada caso, incluso si finalmente no se reconociese ningún deterioro del valor para el activo objeto de análisis (NIC 36.13 y 17).

1.10.3 Medición del importe recuperable

El importe recuperable de un activo o unidad generadora de efectivo según la NIC 36 se define como el mayor entre su valor razonable menos los costos de disposición y su valor en uso, es por ello que en las ocasiones en que no es posible medir el valor razonable del activo menos los costos de disposición, la entidad puede utilizar el valor en uso del activo como su importe recuperable; así mismo en los casos en que no haya razón para creer que el valor en uso de un activo excede de forma significativa a su valor razonable menos los costos de disposición se considerará a este último como su importe recuperable (NIC 36.18-21).

▪ Valor Razonable Menos los Costos de Disposición

Los costos de disposición, se deducirán al medir el valor razonable menos los costos de disposición, ejemplo de estos costos son aquellos de carácter legal y en los que se incurre para dejar el activo en condiciones para su venta (NIC 36.28).

▪ Valor en Uso

De acuerdo con lo enunciado en la NIC 36, párrafos 30 y 31 los elementos que se deben tener en cuenta para el cálculo del valor en uso y los pasos que se deben llevar a cabo para su estimación se describen a continuación:

Elementos que deben reflejarse en el cálculo del valor en uso:

- a) La estimación de los flujos de efectivo futuros que la entidad espera obtener del activo.
- b) Las expectativas sobre posibles variaciones en el importe o la distribución temporal de los flujos de efectivo futuros.
- c) El valor temporal del dinero, representado por la tasa de interés de mercado sin riesgo.
- d) El precio por la presencia de incertidumbre inherente en el activo.
- e) Otros factores que los participantes en el mercado reflejarían al poner precio a los flujos de efectivo futuro que la entidad espera que se deriven del activo.

La estimación del valor en uso de un activo conlleva los siguientes pasos:

- a) Estimar las entradas y salidas futuras de efectivo derivadas de la utilización continuada del activo y de su disposición final.
- b) Aplicar la tasa de descuento adecuada a los flujos de efectivo futuros.

2. Capítulo 2. Métodos de valuación actualmente utilizados en Colombia

2.1 Método de Ross Heidecke

Titulado así en honor a las personas que lo desarrollaron, el Método de Ross Heidecke se ha utilizado para valorar bienes muebles e inmuebles. Este método, parte del hecho de que un bien nuevo presta sus servicios a satisfacción, pero pasado cierto tiempo su deterioro se hace visible e intolerable; es por ello que inicialmente la pérdida de valor del bien es pequeña y se va acelerando en la medida que transcurre su vida útil (Mora Navarro, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior Ross y Heidecke han expresado matemáticamente la pérdida de valor como se puede apreciar en la ecuación (1):

$$P_x = (P - L) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \right] (1 - F) + L \quad (1)$$

Donde:

P = valor del equipo nuevo

L = valor de salvamento o valor residual

x = vida actual del equipo

n = vida útil del equipo

F = factor de estado de mantenimiento

El valor de F “factor de estado de mantenimiento” depende del estado de mantenimiento del bien y su valor se especifica en la tabla No. 1:

Tabla 1. Factor de Estado de Mantenimiento

Estado 1 (nuevo o muy bueno)	0,00%
Estado 1,5	0,032%
Estado 2 (regular con conservación normal)	2,52%
Estado 2,5	8,09%
Estado 3 (necesitado de reparaciones sencillas)	18,10%
Estado 3,5	33,20%
Estado 4 (necesitado de reparaciones importantes)	52,6%
Estado 4,5	72,20%
Estado 5 (estado de demolición)	100,00%

Fuente: (Mora Navarro, 2012)

Debido a que la ecuación (1), involucra el tiempo y el estado de conservación de los equipos o máquinas a valorar como factor de demérito es una de las más utilizadas por los peritos (Mora Navarro, 2012).

2.2 Método de Ross Heidecke modificado

Debido a que con la utilización del método de Ross Heidecke, por lo general se obtienen valoraciones altas respecto al valor de mercado, se hace necesario involucrar dos factores importantes para acelerar el proceso de depreciación; estos son: el factor de comercialización y el factor de obsolescencia tecnológica (Mora Navarro, 2012).

El factor de comercialización, busca determinar el tiempo que se espera dure la comercialización del equipo en las condiciones actuales de mercado y así calcular el costo financiero en el que se incurrirá por el tiempo que dure dicho proceso, a este factor se le denomina F_c y su cálculo está dado en función de la tasa de interés atractiva para la empresa, multiplicada por el número de meses que dure la comercialización del elemento (Mora Navarro, 2012).

El factor de obsolescencia, busca determinar el grado de diferencia tecnológica que el equipo tiene respecto a las máquinas de última tecnología que desempeñan funciones similares, a este factor se le denomina F_t y es determinado por el perito o los técnicos de fábrica (Mora Navarro, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, la ecuación a aplicar incluyendo los factores de comercialización F_c y obsolescencia F_t desarrollados por Ross y Heidecke se enuncia a continuación:

$$P_X = (P - L) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \right] ((1 - F) + L)(1 - F_t)(1 - F_c) \quad (2)$$

2.3 Método de puntos o ponderación de factores o método Delphi

Este método es muy utilizado para la valuación de maquinaria y equipo. Consiste en determinar los factores que están directamente relacionados con el estado de la máquina y su mantenimiento como son: estado, edad, procedencia, condiciones de montaje, clasificación y posibilidades de mercado y a cada uno de estos darle una ponderación de 0 a 100 puntos, de acuerdo con la clasificación del grado o estado de cada uno de los factores en los niveles A, B, C, D, E y Teniendo definidos previamente los grados de ponderación de cada factor (Mora Navarro, 2012).

El procedimiento de valuación por el Método de Puntos se lleva a cabo de la siguiente manera: Una vez definidos los criterios y calificados los factores de acuerdo con las descripciones de cada uno de los niveles presentadas en la Tabla 2, a estos se les asigna un grado de ponderación, teniendo en cuenta los valores de la Tabla 3.

Una vez valorados los factores, se hace la sumatoria del puntaje total y este puntaje se expresa en porcentaje (%) teniendo como denominador el puntaje máximo que se puede obtener de acuerdo con los factores tenidos en cuenta, como se puede apreciar en la ecuación (3).

$$F = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo}} * 100 \quad (3)$$

Tabla 2. Factores del Método Delphi

FACTORES	A	B	C	D	E
ESTADO DEL EQUIPO	Perfecto estado: equipo nuevo o usado con excelente mantenimiento , operación de	Buen estado: Equipos que han sido reparados con repuestos	Regular estado: Equipos con repuestos no originales, poca	Mal estado: Equipos con daños visibles, mal estado de sus	Obsoleto: equipo en condiciones de chatarra, origina altos costos de

30 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

FACTORES	A	B	C	D	E
	acuerdo a manuales técnicos	originales, buen funcionamiento y buena presentación	seguridad y calidad en la operación, pintura y presentación aceptables	elementos, mantenimiento correctivo continuo, pésimo estado de pintura y presentación	operación e inseguridad para su operación, pésima calidad de los productos fabricados
TIEMPO DE USO	Menos de 1 año	Más de 1 año y menos de 4 años	Más de 4 años y menos de 8 años	Más de 8 años y menos de 15 años	Más de 15 años
PROCEDENCIA DEL EQUIPO	Maquinaria importada o nacional, fabricada cumpliendo normas internacionales, con excelente servicio técnico en el país	Maquinaria importada o nacional, fabricada cumpliendo normas internacional es, sin óptimo servicio técnico en el país	Maquinaria importada o nacional sin representación técnica, fabricada sin el cumplimiento de normas internacionales, difícil consecución de repuestos y servicio técnico	Maquinaria reconstruida o adaptada, importada o de fabricación nacional, la consecución de repuestos es nula y deben ser fabricados por su propietario	Maquinaria construida localmente, fabricada sin diseños y plano previamente establecidos utilizando elementos de mala calidad

FACTORES	A	B	C	D	E
RÉGIMEN DE MANTENIMIENTO	Mantenimiento preventivo y predictivo programado, se cuenta con personal y equipo especializado para esta labor y se capacita permanentemente a los operarios	Mantenimiento preventivo y correctivo programado con personal externo, se programa y se cumple	Mantenimiento correctivo interno	Mantenimiento correctivo externo	Mal servicio de mantenimiento
CONDICIONES DE MONTAJE	Planta Óptima	Planta con Buenas condiciones	Planta Adecuada	Planta Semiadecuada	Planta Inadecuada
CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS O VERSATILIDAD	Máquinas en proceso universal	Máquinas especializadas para procesos	Máquinas que forman parte de un conjunto	Equipo auxiliar	Herramienta, accesorios
OCUPACIÓN DEL EQUIPO	Sin uso	Uso eventual	Trabajo continuo a turno	Trabajo continuo a 2 turnos	Trabajo continuo a 3 turnos
VIABILIDAD COMERCIAL	Oferta Baja Vs. Demanda Baja	Oferta Alta Vs. Demanda Alta	Oferta Baja Vs. Demanda Alta	Oferta Alta Vs. Demanda Baja	Oferta Nula Vs. Demanda Nula

Fuente: Adaptado de (Mora Navarro, 2012)

Tabla 3. Valoración de Factores del Método Delphi

FACTORES	A	B	C	D	E
ESTADO DEL EQUIPO	100	75	50	25	0

- 32 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

FACTORES	A	B	C	D	E
TIEMPO DE USO	100	75	50	25	0
PROCEDENCIA DEL EQUIPO	100	75	50	25	0
RÉGIMEN DE MANTENIMIENTO	100	75	50	25	0
CONDICIONES DE MONTAJE	100	75	50	25	0
CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS	100	75	50	25	0
OCUPACIÓN DEL EQUIPO	100	75	50	25	0
VIABILIDAD COMERCIAL	100	75	50	25	0

Fuente: (Mora Navarro, 2012)

Finalmente el valor del equipo se halla aplicando la ecuación (4), la cual además tiene en cuenta el costo del equipo nuevo y el valor de salvamento como se muestra a continuación:

$$\text{valor del equipo} = (P - L) * F + L \quad (4)$$

Dónde:

P = Costo del equipo nuevo

L = Valor de salvamento

Fuente: (Mora Navarro, 2012)

2.4 Método de la fórmula clásica o generalizada

La fórmula clásica, calcula el valor económico de un bien con x años de antigüedad en función del valor del bien nuevo, asignándole la influencia que corresponde a la tasa de interés aplicando la ecuación (5):

$$P_x = (P - L) \frac{(1+i)^n - (1+i)^x}{(1+i)^n - 1} + L \quad (5)$$

P_x = valor del bien al llegar a la edad x

P = valor inicial del bien

L = valor de liquidación o salvamento

x = edad del bien

n = vida útil

i = tasa de interés

Fuente: (Mora Navarro, 2012)

2.5 Método de la sociedad mexicana de ingeniería económica y de costos

Este método utiliza una fórmula matemática que permite determinar el valor de depreciación de la maquinaria y equipo combinando la edad cronológica, el estado de conservación, y la obsolescencia; tomando en cuenta una pérdida de valor lineal, por edad y vida útil, ponderada con una depreciación por conservación y obsolescencia de acuerdo con la ecuación (6) (Mora Navarro, 2012).

$$D = \left(\left(\frac{E}{V} \right) * X \right) + (C * Y) + (O * Z) \quad (6)$$

Dónde:

C = Conservación

O = Obsolescencia

E = Edad cronológica

V = Vida útil

D = Coeficiente de depreciación

X, Y, Z = Pesos considerados

Para el cálculo del valor actual se aplicará la ecuación (7), la cual tiene en cuenta: el valor de adquisición del equipo, el valor de rescate y el coeficiente de depreciación previamente calculado con la ecuación (6).

$$VA = (CR - vr) * (1 - D) + vr \quad (7)$$

Dónde:

CR = Valor nuevo

- 34 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

vr = Valor de rescate, que normalmente varía entre el 1 al 20% del valor

D = Coeficiente de depreciación

La falencia principal del modelo es su linealidad en la pérdida de valor con respecto a la edad y vida útil.

Fuente: (Mora Navarro, 2012)

2.6 Método de la sociedad mexicana de ingeniería económica y de costos modificado

Con el fin de quitarle la linealidad al modelo matemático propuesto por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos, los ingenieros Henry Landaeta y José Felipe Delgado propusieron en 1998 en el VII Congreso Venezolano de Valuación realizado en la ciudad de Maracaibo en 1998 un trabajo titulado “VARIACIÓN DEL MÉTODO DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y DE COSTOS”, el cual mediante el establecimiento de tablas específicas para tipos de maquinaria y equipos permite darle mayor precisión a los cálculos (Mora Navarro, 2012).

2.7 Método de las unidades de producción

En este método, la depreciación del activo se calcula en función de la cantidad de productos que se fabrican o producen o unidades de servicio prestados, cantidad de horas trabajadas. Este método normalmente se aplica en proyectos industriales en los que se supone una duración predeterminada del activo por seguridad y costos y para los que en el estudio de factibilidad se asigna un valor residual a los activos al término del proyecto (Mora Navarro, 2012).

La fórmula en la que se basa el método se presenta en la ecuación (8), la cual se muestra a continuación:

$$Ud = \frac{Bd}{Ut} \quad (8)$$

Donde:

Ut = Cantidad total de unidades que es capaz de producir la máquina u horas de trabajo que se estiman

Bd = Base depreciable

Ud = Valor de la depreciación por cada unidad producida u hora trabajada

La ecuación (9) permite obtener la depreciación de la máquina en una fecha determinada (n)

$$Dn = Ud * Ur \quad (9)$$

Donde:

Dn = Depreciación en el momento n

Ur = Número de unidades producidas por la máquina en el momento n

El valor de la maquinaria en la fecha n se calcula utilizando las ecuaciones (10) y (11), las cuales se muestran a continuación:

$$Van = (Bd - Dn) + Vr \quad (10)$$

$$Bd = CR - Vr \quad (11)$$

Donde:

CR = Costo de reposición

Vr = Valor residual

Aunque este método incluye: el costo de reposición, el valor residual, la depreciación acumulada lineal en función de su producción y de la capacidad total, tiene la limitante que el valor de mercado de la maquinaria, no es función lineal de la producción (Mora Navarro, 2012).

2.8 Método de línea recta

Este método supone que la depreciación es función lineal de la edad y se representa por la siguiente fórmula:

$$D = Vd * \frac{e}{vp} \quad (12)$$

Donde:

Vd = Valor depreciable el cual se define como la diferencia entre el valor nuevo o de reposición VR , menos el valor residual (Vr)

$$Vd = (VR - Vr) \quad (13)$$

Vp = Vida probable

e = Edad del bien

Reemplazando (13) en (12) se obtiene la ecuación (14) que permite calcular la depreciación:

$$D = (VR - Vr) * \frac{e}{Vp} \quad (14)$$

Actualmente la depreciación no es considerada función lineal de la edad de la unidad, sino que se considera que es menor al comienzo y que aumenta con la edad, obteniendo su valor máximo al final de la vida de servicio de la unidad (Mora Navarro, 2012).

2.9 Método de línea Kuentzle

Con el fin de considerar el que la pérdida de valor es menor en los primeros años y aumenta con el tiempo, el arquitecto Jorge Kuentzle estableció la expresión que se muestra en la ecuación (15), para llevar a cabo el cálculo de la depreciación teniendo en cuenta el comportamiento que tiene la pérdida de valor en el tiempo:

$$D = (VR - vr) * \left(\frac{e}{Vp}\right)^2 \quad (15)$$

Donde:

D = Depreciación

VR = Valor nuevo o de reposición

Vr = Valor residual

e = edad del bien

Vp = Vida probable

Esta fórmula es utilizada por los peritos para el cálculo de la depreciación de unidades sujetas a las acciones dinámicas (Mora Navarro, 2012).

2.10 Método del ingeniero Helio de Caires (Brasil)

Mediante un estudio de mercado de operaciones de compra y venta de maquinaria usada en el que se observaron las variables: edad, vida útil, mantenimiento y carga de trabajo en función del valor; se desarrolló una formulación matemática de alto nivel que permite describir las familias de curvas del valor en función de las variables antes mencionadas bajo condiciones de borde que permiten calcular por mínimos cuadrados los coeficientes de la función matemática (Rodríguez Izquierdo, 2012).

El coeficiente de depreciación para este método se calcula con la aplicación de la ecuación (17):

$$VM = CR * d \quad (16)$$

Donde:

$$d = (1 - vr) * D(t) + vr \quad (17)$$

$$D(t) = f(E, VU, F(M, T)) \quad (18)$$

VM = Valor de Mercado

CR = Costo de Reposición

d = Coeficiente de Depreciación

vr = Valor Residual

E = Edad

VU = Vida Útil

T = Coeficiente de Trabajo

M = Coeficiente de Mantenimiento

$F(M, T)$ = Función Mantenimiento Trabajo

$D(t)$ = Función Depreciación

Las fórmulas y coeficientes utilizadas por el Ingeniero De Caires se describen en las ecuaciones (19) y (20) y la Tabla 5:

$$F(M, T) = A + e^{((B*T)+(C*M)+(D*M*T))} \quad (19)$$

- 38 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

$$D(t) = \frac{A'}{(1+B')^{*e} (C' * F(M,T)^{\frac{E}{V}})} \quad (20)$$

Los valores de las constantes de las ecuaciones (19) y (20) se indican en la Tabla 4:

Tabla 4. Constantes del Modelo de Depreciación de Helio de Caires¹

$A =$	0,853081710	$A' =$	1,347961431
$B =$	0,067348748	$B' =$	0,347961431
$C =$	-0,041679277	$C' =$	3,579760093
$D =$	-0,0010002286		

Fuente: (Mora Navarro, 2012).

Tabla 5. Coeficientes Modelo de Depreciación de Helio de Caires

COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO (M)		COEFICIENTE DE TRABAJO (T)	
TIPO DE MANTENIMIENTO	COEFICIENTE	TIPO DE TRABAJO	COEFICIENTE
Inexistente	0	Nulo	0
Tolerable	5	Leve	5
Normal	10	Normal	10
Riguroso	15	Pesado	15
Perfecto	20	Extremo	20

Fuente: (Mora Navarro, 2012).

2.11 Método del ingeniero Helio de Caires modificado por el Ingeniero Omar Rodríguez (Brasil)

El Ingeniero Omar Rodríguez incorpora al modelo planteado por el Ingeniero Helio de Caires, un coeficiente de depreciación por obsolescencia que se pondera con el coeficiente de depreciación técnica, el coeficiente a incluir es escogido por el valuador y está en función del conocimiento que

¹ Las constantes: A, B, C, D, A', B' y C' del modelo de depreciación desarrollado por el ingeniero Helio de Caires aproximadamente en 1983, fueron obtenidos como resultado de la aplicación de un estudio de mercado en el que se desarrolló una formulación matemática que describía las familias de curvas del valor en función de las variables: edad, vida útil, mantenimiento y carga de trabajo; todo esto bajo condiciones de borde que permitieron calcular por mínimos cuadrados las constantes (Rodríguez Izquierdo, 2012).

él tenga sobre el tipo de bien que se está valorando; dicho coeficiente no vendría dado por la edad de la maquinaria como lo sugiere el método planteado inicialmente por el Ingeniero Helio de Caires, sino, por las características propias de la maquinaria y los avances tecnológicos en equipos de referencias similares a la valorada. El factor de depreciación por obsolescencia debe afectarse también por el descuento del valor de rescate que no se deprecia (Mora Navarro, 2012).

3. Capítulo 3. Números índices y función de probabilidad exponencial

3.1 Números índices

Los sectores público y privado de un país requieren de indicadores que les permitan cuantificar de forma resumida el estado de los diferentes aspectos de las realidades económica y empresarial, para lo cual continuamente publican cifras que sirven como indicadores del estado de diferentes aspectos de estas dos realidades y los cuales son empleados en la toma de decisiones. Para realizar un uso adecuado de los indicadores, el usuario de estos deberá conocer previamente como fue su proceso de construcción al fin de determinar si es adecuado o no emplearlo (Alonso, 2004).

Los números índices intentan recoger en una sola cifra la variación de una variable o de un conjunto de ellas, independientemente de las unidades que se empleen en la medición, es por ello que se definen como: *“una cifra relativa que recoge las variaciones promedio en precios, cantidades o valores de una o más variables durante un período respecto a un período determinado”* (Alonso, 2004), razón por la que refleja las variaciones relativas y no absolutas que experimenta una variable económica. Por ser una medida relativa, los índices carecen de unidades lo que permite su utilización para comparaciones en tiempo y espacio entre dos o más ciudades regiones y/o países (Alonso, 2004).

Existen tres tipos de números índices principales: índice de precios, índice de cantidad e índice de valor; entre estos el más utilizado es el índice de precios, el cual compara niveles de precios de un período a otro; un claro ejemplo de índice de precios es el popular índice de precios al consumidor (IPC) el cual es utilizado por los gobiernos de los diferentes países para definir el costo de vida. El índice de cantidad mide cuanto cambia el número o la cantidad de una variable en el tiempo y el índice de valor se encarga de medir el cambio del valor en dinero de una variable, es por ello que combina cambios de precio y cantidad con el fin de presentar un índice con mayor cantidad de información (Levin & Rubin, 2004).

3.2 Base y cambios de base

Al trabajar con indicadores se debe tener en cuenta que el período de referencia con el cual ha sido calculado el indicador, se le denomina base, la cual puede ser fija o variable; es fija, cuando toda la serie del indicador es calculada tomando un mismo período de referencia y variable cuando se toma para el cálculo el período inmediatamente anterior al año de estudio (Rojas, 1999)

En algunos casos un índice que está dado en una base fija, de debe reexpresar en una base distinta, es decir, se debe cambiar de base, para lo cual se emplean las expresiones de las ecuaciones (21) y (22).

$$I_t^{BASE A} = 100 \left(\frac{I_t^{BASE t_0}}{I_A^{BASE t_0}} \right) \quad (21)$$

Dónde:

$I_t^{BASE A}$ = Índice para el año t cuando se emplea A como base

$I_t^{BASE t_0}$ = Índice para el año t cuando se emplea t_0 como base

$I_A^{BASE t_0}$ = Índice para el año t_A cuando se emplea t_0 como base, este índice al calcular la nueva base se convertirá en 100

Debido a lo anterior la ecuación (21) se puede reescribir de la siguiente forma:

$$I_t^{BASE A} = I_t^{BASE t_0} \left(\frac{100}{I_A^{BASE t_0}} \right) = I_t^{BASE t_0} \kappa(A, t_0) \quad (22)$$

$$\kappa(A, t_0) = (100 / I_A^{BASE t_0}) \quad (23)$$

Dónde $\kappa(A, t_0)$, se denomina factor de escala y se calcula utilizando la ecuación (23). La utilización del factor de escala permite: obtener el índice expresado en una nueva base solo con multiplicar cualquier elemento de las series de índices con base t_0 por este factor (Alonso, 2004).

3.3 Índice de precios al consumidor

El índice de Precios al Consumidor (IPC), son números índices que permiten medir la evolución a través del tiempo de los precios de un conjunto de bienes y servicios representativo del consumo final de los hogares, relacionando siempre el precio del mes actual con respecto al mes anterior; técnicamente es el número sobre el cual se acumulan a partir de un período base las variaciones promedio de los bienes y servicios consumidos por los hogares de un país durante un periodo de tiempo. Además es el indicador conocido de la inflación de un país y por lo tanto se constituye en un indicador de carácter coyuntural sobre el comportamiento de precios minoristas de un país (OIT, y otros, 2006).

Este indicador es utilizado en la toma de decisiones tanto del gobierno como de los entes privados ya que permite un análisis económico de la situación del país, principalmente este índice se utiliza como factor de ajuste de: los salarios, estados financieros, solución de demandas laborales y fiscales; así mismo se emplea: en el cálculo de la pérdida de poder adquisitivo de la moneda, para obtener equilibrio en partidas de las cuentas nacionales y para determinar equivalencias de poder adquisitivo, entre períodos de tiempo diferentes (OIT, y otros, 2006).

El DANE con regularidad realiza la revisión del IPC, lo cual permite incorporar variantes metodológicas y de funcionamiento que hace que el cálculo estadístico del índice sea más completo y acorde con los nuevos desarrollos de sistemas estadísticos más avanzados, es por ello que en el año 2008 el DANE realizó la actualización del IPC para Colombia, dicho trabajo incluyó entre otros: la actualización de la canasta familiar y las ponderaciones de cálculo y el aumento de la cobertura geográfica del indicador sobre la base de la encuesta de ingresos y gastos realizada entre los años 2006 y 2007 (DANE, Boletín Técnico. índice de Precios al Consumidor, 05 de febrero de 2015).

En la Tabla 6 se muestran las variaciones porcentuales del Índice de Precios al Consumidor (IPC) para el período comprendido entre los años 1994 a 2014.

Tabla 6. Variaciones Porcentuales Índice de Precios al Consumidor (IPC) 1994-2014

MES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ENERO	3.15	1.84	2.51	1.65	1.79	2.21	1.29	1.05	0.80	1.17	0.89	0.82	0.54	0.77	1.06	0.59	0.69	0.91	0.73	0.30	0.49
FEBRERO	3.68	3.52	4.01	3.11	3.28	1.70	2.30	1.89	1.26	1.11	1.20	1.02	0.66	1.17	1.51	0.84	0.83	0.60	0.61	0.44	0.63
MARZO	2.21	2.61	2.10	1.55	2.60	0.94	1.71	1.48	0.71	1.05	0.98	0.77	0.70	1.21	0.81	0.50	0.25	0.27	0.12	0.21	0.39
ABRIL	2.37	2.23	1.97	1.62	2.90	0.78	1.00	1.15	0.92	1.15	0.46	0.44	0.45	0.90	0.71	0.32	0.46	0.12	0.14	0.25	0.46
MAYO	1.54	1.65	1.55	1.62	1.56	0.48	0.52	0.42	0.60	0.49	0.38	0.41	0.33	0.30	0.93	0.01	0.10	0.28	0.30	0.28	0.48
JUNIO	0.90	1.20	1.14	1.20	1.22	0.28	-0.02	0.04	0.43	-0.05	0.60	0.40	0.30	0.12	0.86	-0.06	0.11	0.32	0.08	0.23	0.09
JULIO	0.91	0.77	1.51	0.83	0.47	0.31	-0.04	0.11	0.02	-0.14	-0.03	0.05	0.41	0.17	0.48	-0.04	-0.04	0.14	-0.02	0.04	0.15
AGOSTO	0.97	0.63	1.10	1.14	0.03	0.50	0.32	0.26	0.09	0.31	0.03	0.00	0.39	-0.13	0.19	0.04	0.11	-0.03	0.04	0.08	0.20
SEPTIEMBRE	1.09	0.84	1.19	1.26	0.29	0.33	0.43	0.37	0.36	0.22	0.30	0.43	0.29	0.08	-0.19	-0.11	-0.14	0.31	0.29	0.29	0.14
OCTUBRE	1.11	0.88	1.15	0.96	0.35	0.35	0.15	0.19	0.56	0.06	-0.01	0.23	-0.14	0.01	0.35	-0.13	-0.09	0.19	0.16	-0.26	0.16
NOVIEMBRE	1.11	0.79	0.80	0.81	0.17	0.48	0.33	0.12	0.78	0.35	0.28	0.11	0.24	0.47	0.28	-0.07	0.19	0.14	-0.14	-0.22	0.13
DICIEMBRE	1.49	0.92	0.72	0.61	0.91	0.53	0.46	0.34	0.27	0.61	0.30	0.07	0.23	0.49	0.44	0.08	0.65	0.42	0.09	0.26	0.27
AÑO CORRIDO	22.59	19.46	21.63	17.68	16.70	9.23	8.75	7.65	6.99	6.49	5.50	4.85	4.48	5.69	7.67	2.00	3.17	3.73	2.44	1.94	3.66

Fuente: (DANE, 2015)

Los datos de IPC pueden ser presentados de diversas maneras, es por ello que pueden expresarse en: variaciones mensuales, anuales o de año corrido; las cuales se calculan aplicando las ecuaciones (24), (25) y (26) respectivamente, definidas y calculadas por el DANE y que se muestran a continuación:

Índice. La base del índice es diciembre de 2008 = 100,00.

- **Variación mensual.** Relación del índice en el mes de referencia (I_i, t) con el índice del mes anterior (I_{i-1}, t) , menos 1 por 100.

$$VM = ((\text{Índice mes de referencia})/(\text{Índice mes anterior}) - 1) * 100 \quad (24)$$

Fuente: (DANE, Boletín Técnico. índice de Precios al Consumidor, 05 de febrero de 2015)

- **Variación año corrido.** Relación del índice en el mes de referencia (I_i, t) con el índice del mes de diciembre del año anterior $(I_d, t - 1)$, menos 1 por 100.

$$VAC = ((\text{Índice mes de referencia})/(\text{Índice mes diciembre año anterior}) - 1) * 100 \quad (25)$$

Fuente: (DANE, Boletín Técnico. índice de Precios al Consumidor, 05 de febrero de 2015)

- **Variación doce meses.** Relación del índice en el mes de referencia (I_i, t) con el índice del mismo mes del año anterior $(I_i, t - 1)$, menos 1 por 100.

$$V12M = ((\text{Índice mes de referencia})/(\text{Índice mismo mes año anterior}) - 1) * 100 \quad (26)$$

Fuente: (DANE, Boletín Técnico. índice de Precios al Consumidor, 05 de febrero de 2015)

3.4 Teoría de las probabilidades

La teoría de las probabilidades inicialmente aplicada a las mesas de juego y más tarde a problemas sociales y económicos, nace de la curiosidad de los jugadores quienes la han utilizado para realizar apuestas durante la mayor parte de la historia; pero es solo hasta el siglo XVII que el noble francés Antonie Gombauld y los matemáticos: Blaise Pascal y Pierre de Fermat, quienes después de resolver el problema de las probabilidades de obtener dos seises al menos una vez en 24 tiradas de un par de dados, constituyeron la primera revista académica sobre teoría de la probabilidad. En la actualidad la teoría de las probabilidades es aplicada tanto en investigaciones sociales como en la

toma de decisiones personales y administrativas, ya que es imposible predecir el futuro con total certidumbre y es la incertidumbre misma la que lleva a utilizar la teoría de las probabilidades; debido a que en la mayoría de los casos se tiene algún conocimiento sobre los posibles resultados de una decisión, que al ser organizados y considerados de manera sistemática servirán para tomar una decisión más sólida que la que se tomaría en el caso del desconocimiento absoluto (Levin & Rubin, 2004).

Para realizar afirmaciones sobre las probabilidades, es necesario tener en cuenta que los experimentos son procesos que transforman entradas en salidas y se clasifican como determinísticos o aleatorios. Los experimentos determinísticos siempre podrán ser descritos por una abstracción matemática y se tendrá pleno conocimiento sobre sus causas, procesos y resultados; en los experimentos aleatorios por el contrario aunque siempre se tengan las mismas condiciones las salidas nunca serán iguales, son una abstracción matemática que permite describir fenómenos, sistemas o procesos en forma de aleatoriedad. El resultado de un experimento aleatorio es una variable aleatoria (Zapata, 2010).

Las variables aleatorias son variables que toman valores numéricos determinados por los resultados que se encuentran contenidos en un espacio muestral generado por un experimento y pueden ser discretas o continuas, lo cual depende esencialmente de los valores que pueda tomar en su recorrido, ya que si solamente puede tomar valores puntuales, se dice que la variable es discreta; pero si es posible que tome cualquier valor dentro de un intervalo, se tiene una variable aleatoria continua. Algunos ejemplos de variables aleatorias continuas son: los ingresos anuales de una familia, el tiempo que transcurre desde que se instala un elemento nuevo hasta que se produce una falla o la variación del precio de las acciones en un mes entre otras (Newbold, Carlson, & Thorne, 2013).

La función de Densidad de Probabilidad, $f(x)$, de una variable aleatoria continua X es una función que tiene las siguientes propiedades:

1. $f(x) > 0$ para todos los valores de x
2. El área situada bajo la función de densidad de probabilidad, $f(x)$ cuando se abarcan todos los valores de la variable aleatoria, X dentro de su rango, es igual a 1

3. Sean a y b dos valores posibles de la variable aleatoria X , siendo $a < b$, la probabilidad de que X se encuentre entre a y b es el área limitada por la función de densidad de entre estos puntos.

$$P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x)dx \quad (27)$$

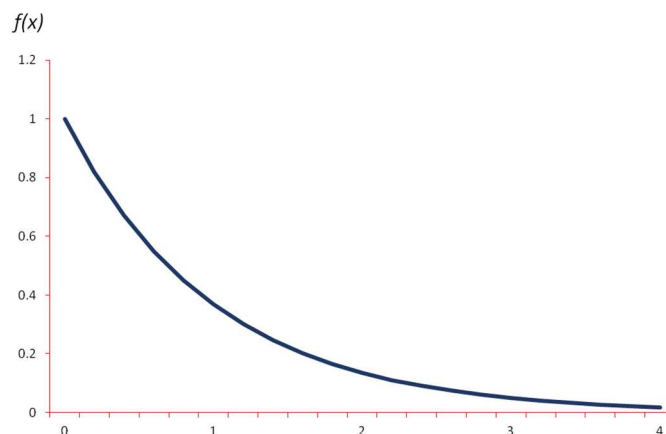
4. La función de distribución acumulada, $F(x_0)$, es el área limitada por la función de densidad de probabilidad, $f(x)$, hasta x_0 :

$$F(x_0) = \int_{x_m}^{x_0} f(x)dx \quad (28)$$

Donde x_m es el valor mínimo de la variable aleatoria X (Newbold, Carlson, & Thorne, 2013)

3.5 Distribución exponencial

Ilustración 1 Función Exponencial



Fuente: elaboración propia.

La distribución exponencial es un caso particular de la distribución Gamma y de la distribución Earlang, esta función está determinada por un parámetro $\lambda > 0$ y la función que la define es:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \text{ si } x > 0 \quad (29)$$

Fuente (Meyer, 1992 en (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012))

La distribución Exponencial es una función de probabilidad por las siguientes consideraciones:

a) $f(x) > 0$ para $x > 0$, dado que la función exponencial siempre es positiva.

b) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$

Haciendo la comprobación para la condición b) tenemos lo siguiente:

$$\int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda x} dx = \lim_{b \rightarrow \infty} \int_0^b \lambda e^{-\lambda x} dx, \text{ suma sobre los valores de probabilidad}$$

$$\int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda x} dx = -\lambda \lim_{b \rightarrow \infty} \int_b^0 \lambda e^{-\lambda x} dx, \text{ propiedad de linealidad de la integral}$$

$$\int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda x} dx = -\lambda \left(-\frac{1}{\lambda} \right) \lim_{b \rightarrow \infty} \left[e^{-\lambda x} \right]_b^0$$

$$\int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda x} dx = 1(1 - 0) = 1, \text{ Se satisface la condición solicitada}$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

La función de distribución acumulada de una variable aleatoria está dada por $P(X \leq x)$, y permite calcular la probabilidad que la variable aleatoria X tome un valor menor o igual que cualquier valor de su espacio muestral. Por lo que se tiene para la Exponencial lo siguiente:

$$P(X \leq x) = \int_0^x \lambda e^{-\lambda t} dt$$

$$P(X \leq x) = 1 - e^{-\lambda x} \text{ si } x \geq 0 \quad (30)$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

El valor esperado y la varianza son:

$$E(x) = \int_0^{\infty} x \lambda e^{-\lambda x} dx = \frac{1}{\lambda} \quad (31)$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

a) La varianza viene dada por:

$$VAR(X) = E[X - (X)^2]^2$$

$$VAR(X) = E(X^2) - E(X)^2$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

Al calcular la varianza se tiene:

$$E(X^2) = \frac{2}{\lambda^2} \text{ y } E(X) = \frac{1}{\lambda} \text{ por lo tanto:}$$

$$VAR(X) = \frac{2}{\lambda^2} - \left(\frac{1}{\lambda}\right)^2$$

$$VAR(X) = \frac{2-1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda^2} \quad (32)$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

b) La distribución exponencial posee la propiedad de carencia de memoria como se muestra enseguida. Sean a y t números reales positivos, se considera la siguiente probabilidad condicional:

$$P(X > a + t / X > a)$$

Sean A y B dos eventos asociados a un espacio muestral Ω , la probabilidad condicional entre los eventos A y B está dada por:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \text{ con } P(B) > 0$$

$$P(B/A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)} \text{ con } P(A) > 0$$

Por lo tanto

$$P(X > a + t / X > a) = \frac{P[(x > a + t) \wedge (x > a)]}{P(x > a)}$$

$$P(X > a + t / X > a) = \frac{P(x > a + t)}{P(x > a)}$$

$$P(X > a + t / X > a) = \frac{e^{-\lambda(a+t)}}{e^{-\lambda a}}$$

$$P(X > a + t/X > a) = e^{-\lambda t}$$

Fuente: (Cardona, González, Rivera, & Romero, 2012)

3.6 Usos de la función exponencial

Actualmente la distribución exponencial se emplea principalmente en estudios de confiabilidad, para calcular el tiempo transcurrido hasta que se da la falla de un dispositivo, la aplicación de la carencia de memoria permite que no se tenga en cuenta el desgaste del dispositivo, lo anterior se puede ilustrar mejor con el siguiente ejemplo: sin importar el tiempo de trabajo del dispositivo, la probabilidad de que falle en las siguientes 1000 horas es la misma sin importar cuánto haya trabajado (Montgomery & Runger, 1998).

La industria electrónica ha priorizado en mejorar la calidad, vida útil y tasa de producto conforme de los componentes electrónicos, para ello utiliza los Índices de Capacidad de Procesos (PCIs), los cuales han sido desarrollados bajo el supuesto que los componentes electrónicos tienen una vida útil que se ajusta a una distribución normal. Sin embargo varios investigadores en el período comprendido entre 1953 y 1994 observaron que la vida útil de los componentes electrónicos frecuentemente posee una distribución exponencial, gamma o Weibull entre otras. Dado que la vida útil de los componentes electrónicos se puede apreciar mejor en el tiempo Montgomey (1985) recomendó usar los índices de la función de vida útil, para evaluar la función de vida útil de los componentes electrónicos. (Tong, Chen, & Chen, 2002)

Debido a que la vida útil de diferentes componentes electrónicos cambia, se asume su vida útil (X) es una variable aleatoria, y posee una distribución exponencial con media λ en unidades de tiempo. Las unidades de tiempo pueden ser: horas, días, semanas, meses o alguna otra medida. Claramente, una vida útil larga implica una mejor calidad del producto, razón por la que, la vida útil de los componentes tiene como referencia las mejores características de calidad. Montgomery (1985) desarrolló un índice de capacidad CL para medir correctamente las mejores características de calidad tipo. (Tong, Chen, & Chen, 2002)

CL está definido de la siguiente manera:

$$CL = \frac{\mu - L}{\sigma} \quad (33)$$

Donde μ indica la media del proceso, σ representa la desviación estándar del proceso y L es el límite inferior de la especificación.

Fuente: (Tong, Chen, & Chen, 2002)

Para evaluar la función de vida útil de componentes electrónicos CL puede ser definido como el índice de la función de vida útil. Bajo el supuesto de de una distribución exponencial del proceso, la función de densidad de probabilidad de la vida útil X puede ser expresada como:

$$f_X(x) = \frac{1}{\lambda} e^{\left(\frac{-x}{\lambda}\right)} \quad (34)$$

Donde $X > 0$ y $\lambda > 0$.

Fuente: (Tong, Chen, & Chen, 2002)

4. Capítulo 4. Desarrollo de la propuesta

4.1 Síntesis

La metodología que se plantea para la realización de avalúos de Propiedad, planta y Equipo o Medición de la Razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas internacionales de Información Financiera objeto de la presente investigación, se basa en el siguiente proceso: se toma el Costo Histórico de cada uno de los elementos que integran el rubro de la Propiedad, Planta y Equipo del Estado de la Situación Financiera, que son los bienes que deben ser valuados, Este valor es ajustado utilizando el índice de precios al consumidor publicadas por el DANE, con el fin de actualizar el valor del bien teniendo en cuenta el efecto de la inflación y así expresar el Costo Histórico a valor constante en la fecha del avalúo. Luego mediante la utilización de la Función de Probabilidad Exponencial, se calculará el desgaste probable sufrido por el bien, en el periodo comprendido entre la fecha en que se incorporó en libros y la fecha en que se está realizando el avalúo. El complemento del valor así obtenido permite establecer la vida útil que le resta al activo, finalmente el valor del avalúo, será el que se obtenga del producto entre el Costo Histórico Ajustado y la vida útil probable que le Resta al Activo, para más tarde complementar los resultados con la realización de procesos de simulación por medio de los cuales es posible determinar el valor del bien con niveles de confianza o también generar un intervalo de confianza para medir la razonabilidad en la cifra de un avalúo que haya sido realizado.

4.2 Metodología y resultados

Actualmente en Colombia las actividades de valoración para fines de preparación de información financiera deben tener en cuenta lo dispuesto en la Ley 1314 de 2009 y los decretos que la reglamentan de acuerdo con la clasificación en grupos para las diferentes entidades: Grupo 1 Decreto 2784 de 2012, Grupo 2 Decreto 3022 de 2013 y Grupo 3 Decreto 2706 de 2012 y las normas que ésta adopte para su desarrollo; para el caso de valuaciones con fines contables de maquinaria, planta y equipo se aplican principalmente la NIIF 13 que se refiere al tratamiento del valor razonable, la NIC 16 que prescribe el tratamiento de las Propiedades Planta y Equipo y la

NIC 36 la cual establece los procedimientos que se deben aplicar con el fin de determinar si existen diferencias entre el valor del activo y/o su capacidad de generar ingresos frente al valor por el cual se encuentra contabilizado, es decir, el valor de contabilización es superior al de su importe recuperable (Unidad Sectorial de Normalización de la Actividad Valuadora y el Servicio de Avalúos, USN AVSA, 2014).

Tradicionalmente los equipos eran registrados por el valor de compra menos la depreciación, con la adopción de normas internacionales, esta mecánica desaparece y los elementos de propiedades planta y equipo deben ser registrados por su valor de mercado o valor razonable, tal como lo especifica el Modelo de Revaluación enunciado en la NIC 16: “Con posterioridad a su reconocimiento como activo, un elemento de propiedades, planta y equipo cuyo valor razonable pueda medirse con fiabilidad, se contabilizará por su valor revaluado, que es su valor razonable, en el momento de la revaluación, menos la depreciación acumulada y el importe acumulado de las pérdidas por deterioro de valor que haya sufrido. Las revaluaciones se harán con suficiente regularidad, para asegurar que el importe en libros, en todo momento, no difiera significativamente del que podría determinarse utilizando el valor razonable al final del periodo sobre el que se informa” (NIC 16.31).

De acuerdo con lo planteado en la NIC 16, con el fin de actualizar su valor, los elementos de propiedad planta y equipo deberán tener una medición posterior a su reconocimiento, por lo que esta norma propone el empleo de dos modelos: El Modelo del Costo y el Modelo de Revaluación, para el caso de estudio propuesto, tendremos en cuenta que el Modelo de Revaluación, consiste en registrar cada elemento de propiedad, planta y equipo por su valor revaluado, el cual corresponde a su valor razonable en el momento de la revaluación menos la depreciación acumulada y el importe acumulado de las pérdidas por deterioro del valor que haya sufrido el elemento durante el período objeto de estudio (NIC 16.31).

La NIIF 13 cuenta con 3 técnicas de valoración reconocidas: a) El Enfoque de Mercado que utiliza los precios y la información relevante, generada por transacciones de mercado que involucran activos y pasivos idénticos al que se está evaluando, b) El Enfoque del Costo, el cual equivale al costo de adquisición o construcción de un activo sustituto de utilidad comparable ajustado por obsolescencia y c) El enfoque del ingreso, el cual trae a valor presente un flujo futuro de fondos, utilizando para tal fin principalmente dos técnicas de valor presente: La Técnica de Ajuste a la Tasa de Descuento y La Técnica de Valor Presente Esperado, aunque de acuerdo con la aclaración

que sobre su uso para el cálculo del valor razonable hace la NIIF 13, dicho enfoque no se limita al uso de este par de técnicas; concepto que permite al valuador utilizar la técnica que considere puede reflejar de una mejor manera la realidad del bien objeto de estudio (NIIF 13.B12).

Así mismo, la NIIF 13 clasifica los datos de entrada utilizados en las técnicas de valuación en tres niveles, estableciendo de esta manera la jerarquía del Valor Razonable y aunque lo más recomendable de acuerdo con dicha clasificación sería utilizar siempre datos de entrada de Nivel 1, en muchos casos la consecución de estos para el caso de los elementos de maquinaria planta y equipo no es fácil, debido a que en la mayoría de los casos los elementos son elaborados para suplir una necesidad específica de la industria en que son utilizados, condición que los hace no comerciales y que por lo tanto los datos de mercado sean escasos; la situación planteada implica que los valuadores deban recurrir con frecuencia a la utilización de datos de entrada de Nivel 3, los cuales están catalogados como datos de entrada no observables, pero que deberán ser tan representativos de los supuestos de los participantes del mercado como los datos de entrada de Nivel 1; teniendo en cuenta que sin importar el tipo de datos a utilizar el objetivo de la medición seguirá siendo el mismo: “hallar un precio de salida en la fecha de la medición desde la perspectiva de un participante del mercado que mantiene el activo”, es por ello que para tal fin la entidad deberá utilizar la mejor información que se encuentre disponible incluyendo datos propios ajustados de acuerdo con lo que utilizarían otros participantes del mercado (NIIF 13.72-89).

Los planteamientos anteriores, permiten la valuación de elementos de: propiedades, planta y equipo por medio de técnicas que necesariamente no están basadas en datos de mercado sino que podrán utilizar datos no observables o de Nivel 3; para lograr esto, la metodología que se propone para realizar el avalúo, utilizará datos que hacen parte de la contabilidad de cada entidad como son: La fecha de adquisición del equipo, el valor por el cual fue adquirido y la vida útil esperada según las especificaciones técnicas; con estos datos, la utilización del Índice de Precios al Consumidor IPC como factor de ajuste del costo histórico de cada uno de los elementos objeto de estudio y la implementación del software R-Project en su versión 3.1.2 para Windows, el cual permite que mediante procesos de simulación se calcule el desgaste probable que ha sufrido el bien durante el periodo comprendido entre la fecha de adquisición o puesta en marcha y la fecha en la que se está llevando a cabo el avalúo. De esta forma se cuenta con las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de valuación mediante la utilización de datos no observables en el mercado.

Los motivos por los cuales se utiliza el Índice de Precios al Consumidor IPC para llevar a cabo el cálculo del factor de ajuste del costo histórico, se basan en los siguientes hechos:

1. Los IPC tienen una larga historia que se remonta al siglo XVIII, tradicionalmente uno de los principales objetivos de su elaboración era compensar a los asalariados por la inflación ajustando sus salarios en proporción a la variación porcentual del IPC procedimiento conocido como indexación, razón por la que inicialmente los IPC oficiales eran responsabilidad de los ministerios de trabajo (OIT, y otros, 2006).
2. En Colombia se implementó desde 1954 lo que ha permitido que se consolide una amplia base de datos facilitando su empleo para aquellos bienes que en este momento tienen una larga duración, actualmente la responsabilidad de su producción es del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, lo que lo convierte en un indicador de carácter oficial (DANE, 2015).
3. Es un índice que mide el ritmo al que los precios de los bienes y servicios de consumo cambian de un mes a otro, por esta razón y la frecuencia y puntualidad con la que se produce se utiliza como variable representativa del índice general de la inflación para la economía (OIT, y otros, 2006).
4. Se ha consolidado como estadística clave para la determinación de políticas por parte de los gobiernos en especial las de índole monetaria, razón por la que en la elaboración de leyes y en gran diversidad de contratos privados suele utilizarse como medida apropiada de la inflación para calcular reajuste de: los estados financieros, salarios, alquileres, intereses y beneficios de la seguridad social con el fin de tener en cuenta los efectos de la inflación (OIT, y otros, 2006).

Para llevar a la práctica los conceptos anteriormente estudiados, a continuación se describe paso a paso el procedimiento que se debe seguir para calcular el valor actual de las propiedades, planta y equipo o medir su razonabilidad en estudios hechos.

4.2.1 Ajuste del costo histórico

Para la realización del proceso de ajuste del costo histórico de los bienes a la fecha del avalúo se debe verificar que la serie del indicador esté expresada en base fija y se tenga desde la fecha de adquisición del bien más antiguo que está en proceso de valuación hasta la fecha en la que se requiere efectuar el avalúo; para esto se debe tener en cuenta que si la serie no se encuentra expresada toda en base fija se hace necesario efectuar los cambios de base indicados en el numeral 3.2 del capítulo anterior. Sin embargo, para una mayor comprensión a continuación se indicará el

manejo de la base de datos de las variaciones porcentuales del IPC en el período comprendido entre 2004-2014 ofrecida por el DANE, hasta hallar el valor del Índice en base fija tomando como referencia diciembre de 2003.

Tabla 7. Variaciones Porcentuales Índice de Precios al Consumidor (IPC) 2003-2015

MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ENERO	1.17	0.89	0.82	0.54	0.77	1.06	0.59	0.69	0.91	0.73	0.3	0.49	0.64
FEBRERO	1.11	1.2	1.02	0.66	1.17	1.51	0.84	0.83	0.6	0.61	0.44	0.63	1.15
MARZO	1.05	0.98	0.77	0.7	1.21	0.81	0.5	0.25	0.27	0.12	0.21	0.39	0.59
ABRIL	1.15	0.46	0.44	0.45	0.9	0.71	0.32	0.46	0.12	0.14	0.25	0.46	0.54
MAYO	0.49	0.38	0.41	0.33	0.3	0.93	0.01	0.1	0.28	0.3	0.28	0.48	
JUNIO	-0.05	0.6	0.4	0.3	0.12	0.86	-0.06	0.11	0.32	0.08	0.23	0.09	
JULIO	-0.14	-0.03	0.05	0.41	0.17	0.48	-0.04	-0.04	0.14	-0.02	0.04	0.15	
AGOSTO	0.31	0.03	0	0.39	-0.13	0.19	0.04	0.11	-0.03	0.04	0.08	0.2	
SEPTIEMBRE	0.22	0.3	0.43	0.29	0.08	-0.19	-0.11	-0.14	0.31	0.29	0.29	0.14	
OCTUBRE	0.06	-0.01	0.23	-0.14	0.01	0.35	-0.13	-0.09	0.19	0.16	-0.26	0.16	
NOVIEMBRE	0.35	0.28	0.11	0.24	0.47	0.28	-0.07	0.19	0.14	-0.14	-0.22	0.13	
DICIEMBRE	0.61	0.3	0.07	0.23	0.49	0.44	0.08	0.65	0.42	0.09	0.26	0.27	
AÑO CORRIDO	6.49	5.5	4.85	4.48	5.69	7.67	2	3.17	3.73	2.44	1.94	3.66	

Fuente: DANE

La Tabla 7 corresponde a las variaciones porcentuales y no al indicador como tal, situación que obliga a determinar el índice para el período analizado. De acuerdo con la ecuación (24), la variación mensual es igual a la relación entre el índice en el mes de referencia y el índice en el mes anterior, menos 1 por 100.

$$VM = \left(\frac{(\text{Índice mes de referencia})}{(\text{Índice mes anterior})} - 1 \right) * 100$$

Dado que el índice está dado en base variable; la base es el período anterior y equivale a 100, reemplazando este valor en la ecuación anterior se obtiene:

$$VM = \left(\frac{(\text{Índice mes de referencia})}{(100)} - 1 \right) * 100$$

Al despejar el valor para el mes de referencia:

58 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

$$\frac{VM}{100} + 1 = \frac{\text{Índice mes de referencia}}{100}$$

$$\text{Índice mes de referencia} = \left(\frac{VM}{100} + 1 \right) * 100$$

$$\text{Índice mes de referencia} = VM + 100$$

De acuerdo con el resultado anterior, basta con sumar 100 a cada una de las casillas de la Tabla 7 las cuales corresponden a la variación mensual, y se obtendrá el índice. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8

Tabla 8. Índice de Precios al Consumidor (IPC) 2003-2015

MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ENERO	101.17	100.89	100.82	100.54	100.77	101.06	100.59	100.69	100.91	100.73	100.3	100.49	100.64
FEBRERO	101.11	101.2	101.02	100.66	101.17	101.51	100.84	100.83	100.6	100.61	100.44	100.63	101.15
MARZO	101.05	100.98	100.77	100.7	101.21	100.81	100.5	100.25	100.27	100.12	100.21	100.39	100.59
ABRIL	101.15	100.46	100.44	100.45	100.9	100.71	100.32	100.46	100.12	100.14	100.25	100.46	100.54
MAYO	100.49	100.38	100.41	100.33	100.3	100.93	100.01	100.1	100.28	100.3	100.28	100.48	
JUNIO	99.95	100.6	100.4	100.3	100.12	100.86	99.94	100.11	100.32	100.08	100.23	100.09	
JULIO	99.86	99.97	100.05	100.41	100.17	100.48	99.96	99.96	100.14	99.98	100.04	100.15	
AGOSTO	100.31	100.03	100	100.39	99.87	100.19	100.04	100.11	99.97	100.04	100.08	100.2	
SEPTIEMBRE	100.22	100.3	100.43	100.29	100.08	99.81	99.89	99.86	100.31	100.29	100.29	100.14	
OCTUBRE	100.06	99.99	100.23	99.86	100.01	100.35	99.87	99.91	100.19	100.16	99.74	100.16	
NOVIEMBRE	100.35	100.28	100.11	100.24	100.47	100.28	99.93	100.19	100.14	99.86	99.78	100.13	
DICIEMBRE	100.61	100.3	100.07	100.23	100.49	100.44	100.08	100.65	100.42	100.09	100.26	100.27	
AÑO CORRIDO	106.49	105.5	104.85	104.48	105.69	107.67	102	103.17	103.73	102.44	101.94	103.66	

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de la Tabla 8, se calcula el índice en base fija, lo que hace que el índice que antes mostraba variaciones mes a mes, pase a medir variaciones en año corrido, dicho resultado se obtiene aplicando el siguiente procedimiento: Se toma como base el mes de diciembre del año inmediatamente anterior al año de estudio por lo que este asume un valor de 100.

Los índices para cada uno de los meses de un mismo año son obtenidos como el producto: del índice en base fija del mes anterior y el índice en base variable del mes que se está calculando dividido 100, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$IBF_T = \frac{IBF_{t-1}IBV_T}{100}$$

Los resultados obtenidos aplicando dicha expresión a la serie de datos 2003 – 2015 se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Índice de Precios al Consumidor (IPC) Valor Respecto a Diciembre del año anterior 2003-2015

MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ENERO	101.17	100.89	100.82	100.54	100.77	101.06	100.59	100.69	100.91	100.73	100.30	100.49	100.64
FEBRERO	102.29	102.10	101.85	101.20	101.95	102.59	101.43	101.53	101.52	101.34	100.74	101.12	101.80
MARZO	103.37	103.10	102.63	101.91	103.18	103.42	101.94	101.78	101.79	101.47	100.95	101.52	102.40
ABRIL	104.56	103.58	103.08	102.37	104.11	104.15	102.27	102.25	101.91	101.61	101.21	101.98	102.95
MAYO	105.07	103.97	103.51	102.71	104.42	105.12	102.28	102.35	102.20	101.91	101.49	102.47	
JUNIO	105.02	104.59	103.92	103.02	104.55	106.02	102.22	102.46	102.52	101.99	101.72	102.57	
JULIO	104.87	104.56	103.97	103.44	104.73	106.53	102.18	102.42	102.67	101.97	101.76	102.72	
AGOSTO	105.19	104.59	103.97	103.84	104.59	106.74	102.22	102.53	102.64	102.01	101.84	102.93	
SEPTIEMBRE	105.43	104.91	104.42	104.14	104.67	106.53	102.10	102.39	102.95	102.31	102.14	103.07	
OCTUBRE	105.49	104.90	104.66	104.00	104.68	106.91	101.97	102.30	103.15	102.47	101.87	103.23	
NOVIEMBRE	105.86	105.19	104.78	104.25	105.18	107.20	101.90	102.49	103.30	102.33	101.65	103.37	
DICIEMBRE	106.50	105.51	104.85	104.49	105.69	107.68	101.98	103.16	103.73	102.42	101.91	103.65	

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la serie del índice está expresada en bases diferentes, ya que cada una fue calculada teniendo como base diciembre del año anterior, se deben realizar empalmes para dejar la serie del indicador en un mismo periodo de referencia. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 10, los valores suministrados fueron obtenidos al realizar un empalme hacia adelante, para lo cual fue necesario multiplicar los valores del Índice de cada mes obtenidos en la Tabla 9 por el valor que se tiene para diciembre del año anterior y dividiendo entre 100.

Tabla 10. Índice de Precios al Consumidor (IPC) Diciembre de 2003 = 100%

MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ENERO	101.17	107.45	113.29	118.45	124.05	131.49	140.92	143.86	148.73	154.00	157.06	160.37	166.46
FEBRERO	102.29	108.74	114.44	119.23	125.50	133.47	142.11	145.05	149.62	154.94	157.75	161.38	168.38
MARZO	103.37	109.81	115.32	120.07	127.02	134.55	142.82	145.42	150.02	155.12	158.08	162.01	169.37
ABRIL	104.56	110.31	115.83	120.61	128.16	135.51	143.27	146.08	150.20	155.34	158.47	162.75	170.29
MAYO	105.07	110.73	116.31	121.01	128.55	136.77	143.29	146.23	150.62	155.81	158.92	163.53	
JUNIO	105.02	111.39	116.77	121.37	128.70	137.95	143.20	146.39	151.11	155.93	159.28	163.68	
JULIO	104.87	111.36	116.83	121.87	128.92	138.61	143.14	146.33	151.32	155.90	159.35	163.92	

60 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

MES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AGOSTO	105.19	111.39	116.83	122.34	128.75	138.87	143.20	146.49	151.27	155.96	159.47	164.25	
SEPTIEMBRE	105.43	111.73	117.33	122.70	128.86	138.61	143.04	146.29	151.74	156.41	159.94	164.48	
OCTUBRE	105.49	111.72	117.60	122.52	128.87	139.09	142.86	146.16	152.03	156.66	159.52	164.75	
NOVIEMBRE	105.86	112.03	117.73	122.82	129.47	139.48	142.76	146.43	152.24	156.45	159.17	164.96	
DICIEMBRE	106.50	112.37	117.81	123.10	130.11	140.10	142.87	147.39	152.88	156.59	159.58	165.40	

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el factor de ajuste del costo histórico, se debe calcular la variación del indicador en el año de estudio o fecha de avalúo con respecto a la fecha de adquisición, por lo que se tiene lo siguiente:

$$\text{Factor de Ajuste} = \left(\frac{IPC_{\text{Fecha Avaluo}}}{IPC_{\text{Fecha de Adquisición}}} \right)$$

Al multiplicar el factor de ajuste resultante por el costo de adquisición del bien, se obtiene el costo histórico ajustado, el cual corresponde al valor de adquisición del bien reexpresado a la fecha del avalúo, para lo cual se emplea la siguiente expresión:

$$\text{Costo Histórico Ajustado} = \text{Factor de Ajuste} * \text{Costo Histórico}$$

4.2.2 Cálculo del desgaste

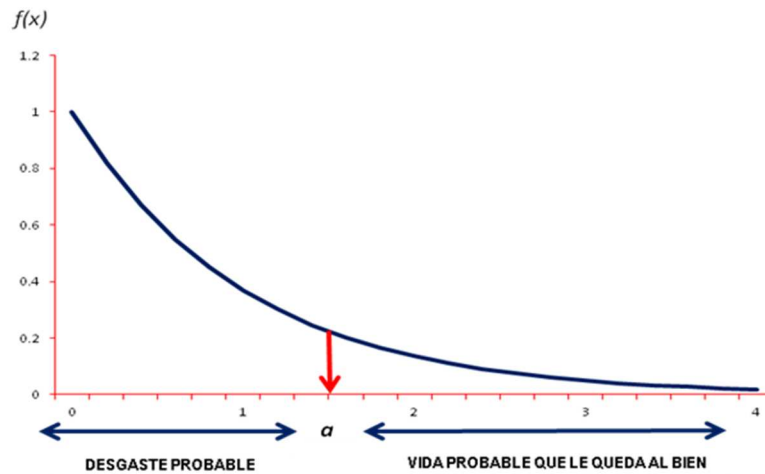
Dentro de las aplicaciones de la función exponencial se mencionó la utilidad que tiene para modelar el tiempo de duración de un bien, que se define como una variable aleatoria continua “X”, la cual podrá tomar valores en el intervalo $[0, +\infty)$; el eje vertical de la gráfica representa los valores de la densidad de probabilidad en función de la vida útil o tiempo de duración, de acuerdo con la ecuación 29 se tiene que:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \text{ si } x > 0 \text{ y } \lambda > 0$$

El área que se obtiene bajo la curva al graficar la función: $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$ para $x \geq 0$ y $\lambda \geq 0$ representa la probabilidad que la variable aleatoria “X” tome valores entre 0 y a y se define por la expresión (30)

$$P(X \leq a) = \int_0^a \lambda e^{-\lambda x} dx$$

Ilustración 2. Gráfico Para la vida Útil de un Bien



Fuente: elaboración propia.

El valor que se obtiene al calcular el área bajo la curva hasta el punto a , es una medida del desgaste probable que ha tenido el bien hasta ese momento, teniendo en cuenta que la vida probable que le queda al bien es el complemento del área bajo la curva, ésta se puede calcular de la siguiente manera:

$$P(X \geq a) = 1 - P(X \leq a) = 1 - \int_0^a \lambda e^{-\lambda x} dx$$

Para definir el valor del parámetro λ , se tendrá en cuenta el valor de la vida útil esperada suministrada por parte del proveedor; de acuerdo con la ecuación 31, el valor esperado de la función exponencial está dado por la siguiente expresión:

$$E(X) = \frac{1}{\lambda}$$

Despejando el parámetro λ de la ecuación de la anterior ecuación se obtiene:

$$\lambda = \frac{1}{E(X)}$$

Reemplazando el valor del parámetro λ en función del valor esperado en la función de vida útil dada por la ecuación 29 se obtiene:

- 62 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera
-

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} = \frac{1}{E(X)} e^{-\frac{1}{E(X)}x}$$

Datos como las especificaciones, vida útil esperada y protocolos de uso y mantenimiento son suministradas por el proveedor de la maquinaria o equipo; utilizando ésta información y la ecuación anterior, se tiene un modelo completamente definido; el cual permitirá: evaluar el desgaste probable que ha sufrido un bien y establecer la vida útil probable que le resta, teniendo en cuenta que ésta es el complemento de la vida útil.

4.2.3 Cálculo del avalúo

Teniendo en cuenta el Ajuste del Costo Histórico y Desgaste, se propone establecer el avalúo del bien mediante el uso de la siguiente expresión:

$$\text{Avalúo} = (\text{Coto histórico ajustado}) * (\text{Vida probable que le resta al bien})$$

Donde:

$$\text{Costo histórico ajustado} = (\text{Costo Histórico}) * (\text{Factor de Ajuste})$$

$$\text{Factor de Ajuste} = \frac{IPC_{\text{Fecha del avalúo}}}{IPC_{\text{Fecha de adquisición}}}$$

$$\text{Costo histórico ajustado} = \text{Costo histórico} * \frac{IPC_{\text{Fecha del avalúo}}}{IPC_{\text{Fecha de adquisición}}}$$

$$\text{Vida probable que le resta al bien} = 1 - \text{Desgaste Probable}$$

$$\text{Desgaste Probable} = \int_0^a \lambda e^{-\lambda x} dx = 1 - e^{-\lambda a}$$

por lo que se tiene entonces lo siguiente:

$$\text{Vida probable que le resta al bien} = 1 - (1 - e^{-\lambda a}) = e^{-\lambda a}$$

Reemplazando el valor de λ , en términos de valor esperado:

$$\text{Vida probable que le resta al bien} = e^{-\left(\frac{1}{E(X)}\right)a}$$

Reemplazando todas las variables en la ecuación inicial, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del avalúo:

$$Avalúo = (Costo\ histórico) * \frac{IPC_{Fecha\ del\ avalúo}}{IPC_{Fecha\ de\ adquisición}} * e^{-\left(\frac{1}{E(X)}\right)a}$$

El valor de a , está dado por el tiempo transcurrido desde la fecha en que el bien estuvo en óptimas condiciones para su uso y fue introducido en la contabilidad, hasta la fecha en la que se está llevando a cabo el avalúo, la unidad de tiempo puede estar dada en: meses, semestres o años y debe estar expresada en las mismas unidades en que se encuentra la vida útil esperada del bien.

4.2.4 Proceso de simulación

La Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS M 04 Metodología para Valuación de Maquinaria, Planta y equipo a Valor de Mercado; establece que la estimación del valor de mercado cuando no se tengan datos de mercado, se podrá llevar a cabo empleando: El Enfoque del Costo, el Enfoque del Ingreso o cualquier otro enfoque siempre y cuando este sea descrito, documentado y fundamentado en el informe de valuación y las memorias de cálculo con la suficiente rigurosidad (Unidad Sectorial de Normalización de la Actividad Valuatoria y el Servicio de Avalúos, USN AVSA, 2014).

De acuerdo con la NIIF 13, cuando no se tienen datos de mercado se podrán desarrollar datos de entrada no observables o de nivel 3 utilizando la mejor información disponible que pueda incluir datos propios de la entidad los cuales podrán ser ajustados si la información disponible indica que en el mercado se utilizarían datos diferentes. Sin embargo al utilizar datos de nivel 3 se deberá ampliar la información, dando cuenta sobre los beneficios y pérdidas de la valoración y describiendo las variables no observables que influyen en la valoración para lo cual se deberá realizar un análisis de sensibilidad del valor razonable, la cual se logra mediante la implementación de simulaciones, ya que se puede verificar fácilmente que pasa con el valor razonable si se modifican una o varias de las variables de entrada (Müller, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la implementación del software R-Project en su versión 3.1.2, por ser este un software libre que se distribuye bajo las condiciones de la Licencia Pública General GNU, ya sea en su versión 2 de junio de 1991 o en la versión 3 de junio de 2007. R es un proyecto que intenta proporcionar una pieza moderna de software estadístico bajo condiciones de Licencia Pública General, obtenido como el resultado de un esfuerzo colaborativo con

contribuciones de todo el mundo; inicialmente R fue escrito por Robert Gentleman y Ross Ihaka del departamento de estadística de la universidad de Auckland (Auckland – Nueva Zelanda) y a partir de mediados de 1997 hay un grupo de colaboradores a nivel mundial con acceso a su código fuente, quienes se encargan de realizar aportes a fin de mejorar y enriquecer su desempeño y utilización en diferentes campos (R Core Team, 2014).

4.2.5 Desarrollo del script que permite obtener el avalúo y generar la simulación

La realización del avalúo puede llevarse a cabo empleando el software R-Project, a continuación se ofrece el conjunto de instrucciones generales que deben correrse para llevar a cabo este proceso:

"1. Descripción e identificación del elemento para el que se requiere calcular su valor actual"

"2. Definición e identificación de variables:

Vutil = Vida técnica esperada del bien en años: La asignación se hará mediante un intervalo y se generaran números aleatorios siguiendo una distribución uniforme. Esto con el fin de poder realizar los análisis de sensibilidad y medir el efecto que tiene dentro del valor del avalúo los cambios originados en la vida útil esperada del bien como lo establece la NIIF 13. Es claro que la vida útil depende del uso, trato y mantenimiento que se ofrezca al activo y esto justifica su simulación, para lo cual se trabaja con una distribución uniforme, la cual permite dar a cada valor del recorrido de la variable aleatoria la misma de probabilidad de ocurrencia y de esta manera evitar sesgos.

Ctohistorico = Costo de adquisición del bien

Fhistorico = Fecha en la cual se adquirió el bien

Favaluo = Fecha en la cual se realiza el avalúo

Tuso =Tiempo de uso del bien: Calculado por la diferencia en años existente entre la fecha de avalúo y la fecha de adquisición

IFavaluo = Valor del indicador en la fecha de avalúo

IFcompra = Valor del indicador en la fecha de adquisición

Fajuste = Factor de ajuste del costo histórico

Vajustado = Valor del bien expresado a pesos de la fecha del avalúo

Vavaluo = Valor del avalúo"

"3. Borrar memoria"

```
rm(list = ls()) # Se borra la memoria
```

```
ls() #Se verifica que no haya información en la memoria, debe dar 0 al correr la instrucción"
```

"4. Se calcula el factor de ajuste"

```
Fajuste <- IFavaluo/IFcompra
```

"5. Se calcula el costo histórico ajustado"

```
Vajustado <- Fajuste * Ctohistorico
```

"6. Se establece la vida útil probable. runif: Indica al programa que genere números aleatorios para una función uniforme dentro de los intervalos que le fueron definidos en la vida técnica, Sim: Indica el número de simulaciones y el desgaste es calculado por medio de la función exponencial empleando la función acumulativa"

```
Vidaesperada <- runif(Sim, Intervalo para la vida útil esperada)
```

```
Desgaste <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)*Tuso)
```

"7. Se establece el valor del avalúo como el valor resultante del producto entre el costo histórico ajustado y la vida probable que le queda al bien:

```
Avaluo <- (1- Desgaste)*Vajustado
```

66 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

"8. Se genera la distribución de los valores del avalúo para cada uno por ciento y se muestran los resultados"

```
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Avaluo , probs = seq (0, 1, 0.01))))
```

Disavaluo

4.2.6 Casos de aplicación

A continuación se ilustra el proceso a seguir para determinar el valor razonable de cuatro activos que conforman el rubro de maquinaria y equipo de una empresa, para cada uno de ellos se ofrece: la información básica, los resultados de la simulación y la interpretación de los mismos. En los anexos A, B, C y D, se suministran los scripts que se deben correr para obtener los resultados. Los tres primeros bienes corresponden a maquinaria pesada, la cual por políticas de la empresa es vendida aproximadamente a los 15 años de uso y se espera que le resten 5 años de vida útil antes de que se tenga que realizar una reparación importante, el cuarto bien analizado es un vehículo tipo campero para el cual se tomará un intervalo de vida útil igual al de la maquinaria pesada entre 5 y 20 años.

Una vez ofrecidos los resultados, al final se suministra un cuadro resumen en el que se muestra el valor del avalúo para distintos valores de vida útil, lo que permite medir la sensibilidad de la cifra ante cambios del parámetro “Vida útil”. Para contrastar la razonabilidad de las cifras proporcionadas con la metodología, en los anexos F y G se muestra imágenes tomadas de las páginas: <http://www.machineryzone.org/> y <http://www.tucarro.com.co/>, en las que se encuentran los precios de mercado de maquinaria y vehículos usados, similares a los evaluados.

▪ **Caso 1: Avalúo Cargador de Llantas Caterpillar 924H Serie HXC01352.** A continuación se muestran los resultados del avalúo realizado para el Cargador de Llantas Caterpillar 924H, el cual fue calculado desarrollando el procedimiento que aparece en el script suministrado en el Anexo A, tomando como fecha de estudio 30 de abril de 2015.

Tabla 11. Avalúo del Cargador de Llantas Caterpillar 924H Serie HXC01352 para una vida útil esperada entre 5-20 años

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
1%	\$ 147,591,648	26%	\$ 231,526,343	51%	\$ 277,953,896	76%	\$ 307,001,464

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
2%	\$ 152,078,529	27%	\$ 233,891,944	52%	\$ 279,396,202	77%	\$ 307,926,836
3%	\$ 156,404,948	28%	\$ 236,213,122	53%	\$ 280,805,731	78%	\$ 308,842,311
4%	\$ 160,748,200	29%	\$ 238,466,023	54%	\$ 282,168,364	79%	\$ 309,751,875
5%	\$ 164,956,849	30%	\$ 240,648,815	55%	\$ 283,509,791	80%	\$ 310,644,309
6%	\$ 169,004,724	31%	\$ 242,834,430	56%	\$ 284,847,677	81%	\$ 311,532,660
7%	\$ 172,982,355	32%	\$ 244,941,705	57%	\$ 286,134,796	82%	\$ 312,416,116
8%	\$ 176,841,734	33%	\$ 247,012,927	58%	\$ 287,408,792	83%	\$ 313,266,707
9%	\$ 180,596,690	34%	\$ 249,043,768	59%	\$ 288,643,970	84%	\$ 314,088,015
10%	\$ 184,175,050	35%	\$ 250,988,289	60%	\$ 289,886,908	85%	\$ 314,921,514
11%	\$ 187,698,214	36%	\$ 252,941,201	61%	\$ 291,094,578	86%	\$ 315,739,554
12%	\$ 191,144,771	37%	\$ 254,863,246	62%	\$ 292,277,174	87%	\$ 316,550,777
13%	\$ 194,550,122	38%	\$ 256,741,727	63%	\$ 293,463,284	88%	\$ 317,344,345
14%	\$ 197,818,296	39%	\$ 258,579,987	64%	\$ 294,603,658	89%	\$ 318,109,910
15%	\$ 201,088,803	40%	\$ 260,358,934	65%	\$ 295,724,402	90%	\$ 318,900,106
16%	\$ 204,239,602	41%	\$ 262,136,147	66%	\$ 296,809,648	91%	\$ 319,674,866
17%	\$ 207,315,584	42%	\$ 263,831,470	67%	\$ 297,901,902	92%	\$ 320,428,553
18%	\$ 210,274,359	43%	\$ 265,520,807	68%	\$ 298,965,306	93%	\$ 321,165,519
19%	\$ 213,196,859	44%	\$ 267,183,963	69%	\$ 300,025,921	94%	\$ 321,893,042
20%	\$ 215,968,569	45%	\$ 268,796,828	70%	\$ 301,079,743	95%	\$ 322,618,296
21%	\$ 218,694,841	46%	\$ 270,381,034	71%	\$ 302,118,134	96%	\$ 323,335,169
22%	\$ 221,369,479	47%	\$ 271,961,921	72%	\$ 303,113,938	97%	\$ 324,043,093
23%	\$ 223,989,735	48%	\$ 273,505,596	73%	\$ 304,120,134	98%	\$ 324,735,741
24%	\$ 226,561,964	49%	\$ 275,014,572	74%	\$ 305,095,069	99%	\$ 325,421,026
25%	\$ 229,110,772	50%	\$ 276,484,661	75%	\$ 306,060,175	100%	\$ 326,095,159

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se encuentra el valor del avalúo para cada uno por ciento de simulaciones, si se toman los valores resultantes para un 10% y 90% de observaciones, se encuentran los valores mínimos y máximos del avalúo, con una probabilidad del 80%, que para el caso del Cargador de Llantas Caterpillar 924H son: 184 y 319 millones de pesos. También se puede afirmar que el valor máximo de la maquinaria para una probabilidad del 90% es de 319 millones de pesos.

Bajo la anterior situación, si se está realizando un avalúo, para cualquier elemento del rubro: planta y equipo, se determina el nivel de probabilidad con el cual se va a trabajar y el valor del avalúo corresponderá a la cifra que acompañe la probabilidad establecida, que en cuadro aparece bajo el título de %.

Si el interés se centra en medir la razonabilidad de una cifra consignada en un estudio, se fija el nivel de probabilidad y se determinan en el cuadro de resultados: los límites mínimos y máximos para la probabilidad establecida, si la cifra aportada no se ubica dentro de estos valores, no quiere decir que el estudio este errado, pero si indica que se debe solicitar una ampliación del estudio al valuador en el que se justifiquen de mejor manera las cifras consignadas. En este caso la aceptación o rechazo del avalúo, dependerá de los argumentos que ofrezca el valuador para soportar las cifras del estudio realizado.

Tabla 12. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del cargador

Parámetro Vida Útil (Años)	Vr. Máximo Avalúo al 90%	Intervalo Vr. Avalúo al 80%	
		Límite Inferior 10%	Límite Superior 90%
5 – 15	\$ 289,870,076	\$ 171,638,049	\$ 289,870,076
5 – 20	\$ 318,900,106	\$ 184,175,050	\$ 318,900,106
5 – 30	\$ 351,490,706	\$ 206,128,580	\$ 351,490,706
5 - 35	\$ 361,504,619	\$ 215,982,401	\$ 361,504,619
10 - 15	\$ 293,791,521	\$ 254,275,681	\$ 293,791,521
10 - 20	\$ 321,438,514	\$ 260,392,598	\$ 321,438,514
10 - 30	\$ 352,739,203	\$ 271,485,608	\$ 352,739,203
10 - 35	\$ 362,455,587	\$ 276,483,858	\$ 362,455,587
15 - 25	\$ 341,381,550	\$ 304,443,440	\$ 341,381,550

Fuente: Elaboración Propia

Obsérvese, como de acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla anterior, los valores del avalúo para el límite superior utilizando una probabilidad del 80% para cada intervalo de Vida Útil definido no presentan variaciones importantes, ya que estos se encuentran entre 290 y 362 millones; igual situación se presenta al determinar el Valor Máximo del Avalúo pues este toma cifras que oscilan entre 289 y 362 millones. Analizando con mayor detalle el cuadro anterior y haciendo énfasis en los intervalos que tienen un mismo límite superior, puede notarse que los valores para los límites superiores del intervalo del avalúo con 80% de probabilidad y los valores máximos al 90% son bastan similares.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta, al llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos al aplicar la metodología, es que valores pequeños de vida útil en bienes como los analizados, reflejan un mayor desgaste, el cual se debe principalmente a dos causas: el uso indebido de la maquinaria o la no realización de los mantenimientos de acuerdo con lo establecido

en los protocolos de mantenimiento recomendado por el fabricante; sea cual fuere la causa que origina esta situación, el valor de la máquina será castigado.

Con el fin de contrastar la bondad de la metodología propuesta, se consultó el valor de mercado del cargador en la página <http://www.machineryzone.org/>, el día 09 de mayo de 2015 y se encontró que este oscila entre \$207.435.968 y \$310.823.470. Para realizar el análisis comparativo entre los precios de mercado y los obtenidos con la aplicación de la metodología, se debe tener en cuenta que los valores de mercado se toman antes de IVA y se incrementan aproximadamente en un 25% por gastos de nacionalización y otros conceptos, ya que los equipos se encuentran en: Canadá y Estados Unidos.

▪ **Caso 2: Avalúo Vibrocompactador Caterpillar CS-423E Serie EAE00553.** A continuación se muestran los resultados del avalúo realizado para el Vibrocompactador Caterpillar CS-423E, el cual fue calculado desarrollando el procedimiento que aparece en el script suministrado en el Anexo B, tomando como fecha de estudio 30 de abril de 2015.

Tabla 13. Avalúo del Vibrocompactador Caterpillar CS-423E Serie EAE00553 para una vida útil esperada entre 5-20 años

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
1%	\$ 99,536,264	26%	\$ 157,150,216	51%	\$ 189,282,515	76%	\$ 209,421,774
2%	\$ 102,614,300	27%	\$ 158,775,785	52%	\$ 190,260,800	77%	\$ 210,063,307
3%	\$ 105,589,733	28%	\$ 160,348,351	53%	\$ 191,223,547	78%	\$ 210,703,372
4%	\$ 108,525,547	29%	\$ 161,917,566	54%	\$ 192,171,168	79%	\$ 211,330,372
5%	\$ 111,373,300	30%	\$ 163,484,528	55%	\$ 193,094,772	80%	\$ 211,950,583
6%	\$ 114,191,501	31%	\$ 164,998,212	56%	\$ 194,018,589	81%	\$ 212,550,350
7%	\$ 116,921,500	32%	\$ 166,456,822	57%	\$ 194,912,537	82%	\$ 213,149,294
8%	\$ 119,575,382	33%	\$ 167,908,364	58%	\$ 195,801,011	83%	\$ 213,744,836
9%	\$ 122,146,721	34%	\$ 169,300,963	59%	\$ 196,669,822	84%	\$ 214,332,909
10%	\$ 124,651,376	35%	\$ 170,684,590	60%	\$ 197,532,183	85%	\$ 214,913,026
11%	\$ 127,105,037	36%	\$ 172,035,971	61%	\$ 198,384,761	86%	\$ 215,478,687
12%	\$ 129,471,898	37%	\$ 173,338,859	62%	\$ 199,209,255	87%	\$ 216,033,757
13%	\$ 131,802,920	38%	\$ 174,619,225	63%	\$ 200,018,752	88%	\$ 216,592,555
14%	\$ 134,060,772	39%	\$ 175,871,051	64%	\$ 200,799,732	89%	\$ 217,134,405
15%	\$ 136,272,784	40%	\$ 177,121,810	65%	\$ 201,580,671	90%	\$ 217,665,058
16%	\$ 138,408,747	41%	\$ 178,345,541	66%	\$ 202,352,562	91%	\$ 218,196,283
17%	\$ 140,486,563	42%	\$ 179,548,681	67%	\$ 203,114,458	92%	\$ 218,715,770
18%	\$ 142,496,391	43%	\$ 180,697,644	68%	\$ 203,857,693	93%	\$ 219,222,125
19%	\$ 144,467,841	44%	\$ 181,836,138	69%	\$ 204,584,805	94%	\$ 219,730,375

70 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
20%	\$ 146,386,947	45%	\$ 182,969,063	70%	\$ 205,308,618	95%	\$ 220,229,804
21%	\$ 148,273,758	46%	\$ 184,072,733	71%	\$ 206,013,490	96%	\$ 220,711,119
22%	\$ 150,132,612	47%	\$ 185,142,641	72%	\$ 206,708,585	97%	\$ 221,207,406
23%	\$ 151,939,359	48%	\$ 186,196,980	73%	\$ 207,404,958	98%	\$ 221,689,767
24%	\$ 153,722,681	49%	\$ 187,247,003	74%	\$ 208,096,080	99%	\$ 222,161,068
25%	\$ 155,468,664	50%	\$ 188,265,219	75%	\$ 208,758,827	100%	\$ 222,628,580

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se encuentra el valor del avalúo para cada uno por ciento de simulaciones, si se toman los valores resultantes para un 10% y 90% de observaciones, se encuentran los valores mínimos y máximos del avalúo, con una probabilidad del 80%, los cuales son respectivamente: 147 y 218 millones de pesos. También se puede afirmar que el valor máximo de la maquinaria para una probabilidad del 90% es de 218 millones de pesos.

Tabla 14. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del vibrocompactador

Parámetro Vida Útil (Años)	Vr. Máximo Avalúo al 90%	Intervalo Vr. Avalúo al 80%	
		Límite Inferior 10%	Límite Superior 90%
5 - 15	\$ 197,544,550	\$ 116,045,127	\$ 197,544,550
5 - 20	\$ 217,665,058	\$ 124,651,376	\$ 217,665,058
5 - 30	\$ 240,253,811	\$ 139,934,625	\$ 240,253,811
5 - 35	\$ 247,334,429	\$ 146,501,822	\$ 247,334,429
10 - 15	\$ 200,261,117	\$ 172,945,011	\$ 200,261,117
10 - 20	\$ 219,379,434	\$ 177,161,299	\$ 219,379,434
10 - 30	\$ 241,133,679	\$ 184,822,457	\$ 241,133,679
10 - 35	\$ 248,006,186	\$ 188,410,433	\$ 248,006,186
15 - 25	\$ 233,239,869	\$ 207,616,778	\$ 233,239,869

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, los valores obtenidos para el límite superior del avalúo, con una probabilidad del 80% no varían de forma significativa para cada uno de los intervalos de vida útil analizados. Esto se puede apreciar mejor, si se observa que para la primera clase, en la cual la vida útil se encuentra entre 5 y 15 años se tiene un valor de \$198 millones; mientras que para la penúltima, es decir la vida útil comprendida entre 10 y 35 años es de 248 millones.

Con el fin de contrastar la bondad de la metodología propuesta, se consultó el valor de mercado del vibrocompactador en la página <http://www.machineryzone.org/>, el día 08 de mayo de 2015 y se encontró que este es de aproximadamente \$233.107.275; al realizar el análisis comparativo se debe tener en cuenta que los valores tomados no incluyen IVA y deben ser incrementados aproximadamente en un 25% por gastos de nacionalización y otros conceptos, esto debido a que la maquinaria consultada se encuentran en: México.

▪ **Caso 3: Avalúo Motoniveladora Caterpillar 120H Serie 5FM02924.** A continuación se muestran los resultados del avalúo realizado para una Motoniveladora Caterpillar 120H, el cual fue calculado desarrollando el procedimiento que aparece en el script suministrado en el Anexo C, tomando como fecha de estudio 30 de abril de 2015.

Tabla 15. Avalúo de la Motoniveladora Caterpillar 120H Serie 5FM02924 para una vida útil esperada entre 5-20 años

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
1%	\$ 95,329,384	26%	\$ 247,671,426	51%	\$ 365,340,126	76%	\$ 450,885,960
2%	\$ 101,672,326	27%	\$ 253,072,915	52%	\$ 369,320,606	77%	\$ 453,775,176
3%	\$ 108,121,638	28%	\$ 258,511,480	53%	\$ 373,235,215	78%	\$ 456,690,175
4%	\$ 114,551,573	29%	\$ 263,890,826	54%	\$ 377,161,410	79%	\$ 459,541,151
5%	\$ 120,914,480	30%	\$ 269,141,956	55%	\$ 380,926,704	80%	\$ 462,329,105
6%	\$ 127,252,916	31%	\$ 274,274,885	56%	\$ 384,681,285	81%	\$ 465,185,102
7%	\$ 133,614,008	32%	\$ 279,383,979	57%	\$ 388,328,402	82%	\$ 467,895,613
8%	\$ 139,916,331	33%	\$ 284,372,812	58%	\$ 392,009,723	83%	\$ 470,604,040
9%	\$ 146,380,084	34%	\$ 289,431,568	59%	\$ 395,622,099	84%	\$ 473,362,261
10%	\$ 152,705,959	35%	\$ 294,369,443	60%	\$ 399,205,452	85%	\$ 475,995,117
11%	\$ 158,990,142	36%	\$ 299,267,416	61%	\$ 402,787,394	86%	\$ 478,614,973
12%	\$ 165,303,928	37%	\$ 304,026,718	62%	\$ 406,272,159	87%	\$ 481,270,632
13%	\$ 171,628,410	38%	\$ 308,825,600	63%	\$ 409,720,044	88%	\$ 483,827,636
14%	\$ 177,813,323	39%	\$ 313,513,398	64%	\$ 413,103,755	89%	\$ 486,436,679
15%	\$ 183,917,717	40%	\$ 318,154,575	65%	\$ 416,410,993	90%	\$ 488,975,778
16%	\$ 190,054,088	41%	\$ 322,675,780	66%	\$ 419,755,848	91%	\$ 491,433,422
17%	\$ 195,917,058	42%	\$ 327,238,457	67%	\$ 423,009,425	92%	\$ 493,881,927
18%	\$ 201,859,187	43%	\$ 331,764,798	68%	\$ 426,284,570	93%	\$ 496,287,835
19%	\$ 207,841,868	44%	\$ 336,181,022	69%	\$ 429,503,064	94%	\$ 498,695,692
20%	\$ 213,665,306	45%	\$ 340,516,845	70%	\$ 432,653,119	95%	\$ 501,090,931
21%	\$ 219,585,621	46%	\$ 344,809,805	71%	\$ 435,779,184	96%	\$ 503,451,493
22%	\$ 225,330,299	47%	\$ 348,978,380	72%	\$ 438,944,981	97%	\$ 505,769,090
23%	\$ 231,056,411	48%	\$ 353,092,944	73%	\$ 441,980,782	98%	\$ 508,102,264
24%	\$ 236,668,634	49%	\$ 357,237,858	74%	\$ 444,997,517	99%	\$ 510,371,659

72 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
25%	\$ 242,274,606	50%	\$ 361,334,920	75%	\$ 447,952,087	100%	\$ 512,602,658

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se encuentra el valor del avalúo para cada uno por ciento de simulaciones, si se toman los valores resultantes para un 10% y 90% de observaciones, se encuentran los valores mínimos y máximos del avalúo, con una probabilidad del 80%, los cuales son: 153 y 489 millones de pesos respectivamente. También se puede afirmar que el valor máximo de la maquinaria para una probabilidad del 90% es de 489 millones de pesos.

Tabla 16. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo de la motoniveladora

Parámetro Vida Útil (Años)	Vr. Máximo Avalúo al 90%	Intervalo Vr. Avalúo al 80%	
		Límite Inferior 10%	Límite Superior 90%
5 - 15	\$ 399,329,807	\$ 131,394,203	\$ 399,329,807
5 - 20	\$ 488,975,778	\$ 152,705,959	\$ 488,975,778
5 - 30	\$ 601,050,536	\$ 193,611,142	\$ 601,050,536
5 - 35	\$ 637,818,615	\$ 213,250,462	\$ 637,818,615
10 - 15	\$ 410,860,264	\$ 302,302,531	\$ 410,860,264
10 - 20	\$ 497,143,094	\$ 318,059,007	\$ 497,143,094
10 - 30	\$ 605,563,561	\$ 347,743,122	\$ 605,563,561
10 - 35	\$ 641,561,763	\$ 361,473,954	\$ 641,561,763
15 - 25	\$ 564,916,728	\$ 443,060,850	\$ 564,916,728

Fuente: Elaboración Propia

Si se observan los valores de los límites inferiores y superiores del valor del avalúo de la motoniveladora, obtenidos con un 80% de probabilidad se notan diferencias significativas para los diferentes intervalos de vida útil, estas obedecen a los siguientes hechos:

- La maquinaria lleva en este momento más de 11 años de uso continuo y el efecto del mantenimiento empieza a ser importante en el cálculo del avalúo.
- Este tipo de activos requieren un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado que de no realizarse en los períodos de tiempo establecidos por el fabricante, la vida útil del bien disminuirá y como consecuencia el precio del bien también.

Como complemento a lo informado anteriormente y a fin de contrastar la bondad de la metodología propuesta, se consultó el valor de mercado de la motoniveladora en la página <http://www.machineryzone.org/>, el día 09 de mayo de 2015 y se encontró que este es de aproximadamente \$317.202.938; al realizar el análisis comparativo se debe tener en cuenta que los valores tomados no incluyen IVA y deben ser incrementados aproximadamente en un 25% por gastos de nacionalización y otros conceptos, debido a que la maquinaria consultada se encuentran en: Estados Unidos.

▪ **Caso 4: Avalúo Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 Modelo 2006.** A continuación se muestran los resultados del avalúo realizado para un vehículo tipo campero **Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 Modelo 2006**, el cual fue calculado desarrollando el procedimiento que aparece en el script suministrado en el Anexo D, tomando como fecha de estudio 30 de abril de 2015.

Tabla 17. Avalúo del Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 para una vida útil esperada entre 5-20 años

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
1%	\$ 10,158,977	26%	\$ 22,271,451	51%	\$ 30,614,884	76%	\$ 36,397,768
2%	\$ 10,706,048	27%	\$ 22,672,823	52%	\$ 30,884,476	77%	\$ 36,588,109
3%	\$ 11,244,660	28%	\$ 23,066,480	53%	\$ 31,154,963	78%	\$ 36,781,680
4%	\$ 11,796,840	29%	\$ 23,451,759	54%	\$ 31,418,959	79%	\$ 36,970,378
5%	\$ 12,335,631	30%	\$ 23,832,263	55%	\$ 31,682,436	80%	\$ 37,157,915
6%	\$ 12,862,910	31%	\$ 24,207,845	56%	\$ 31,938,797	81%	\$ 37,340,452
7%	\$ 13,395,270	32%	\$ 24,573,393	57%	\$ 32,191,770	82%	\$ 37,524,504
8%	\$ 13,915,010	33%	\$ 24,937,603	58%	\$ 32,441,741	83%	\$ 37,701,930
9%	\$ 14,428,239	34%	\$ 25,291,677	59%	\$ 32,686,463	84%	\$ 37,881,157
10%	\$ 14,938,233	35%	\$ 25,644,631	60%	\$ 32,932,699	85%	\$ 38,056,695
11%	\$ 15,439,118	36%	\$ 25,988,234	61%	\$ 33,175,133	86%	\$ 38,231,289
12%	\$ 15,937,961	37%	\$ 26,330,394	62%	\$ 33,412,839	87%	\$ 38,402,848
13%	\$ 16,437,365	38%	\$ 26,668,105	63%	\$ 33,642,441	88%	\$ 38,569,746
14%	\$ 16,935,289	39%	\$ 26,998,379	64%	\$ 33,871,099	89%	\$ 38,737,643
15%	\$ 17,416,803	40%	\$ 27,323,855	65%	\$ 34,095,947	90%	\$ 38,901,255
16%	\$ 17,895,107	41%	\$ 27,645,363	66%	\$ 34,317,582	91%	\$ 39,062,731
17%	\$ 18,362,844	42%	\$ 27,961,742	67%	\$ 34,541,147	92%	\$ 39,222,936
18%	\$ 18,820,786	43%	\$ 28,276,606	68%	\$ 34,754,267	93%	\$ 39,381,408
19%	\$ 19,277,837	44%	\$ 28,585,409	69%	\$ 34,967,943	94%	\$ 39,539,613
20%	\$ 19,731,452	45%	\$ 28,887,406	70%	\$ 35,180,652	95%	\$ 39,698,180
21%	\$ 20,167,579	46%	\$ 29,187,104	71%	\$ 35,392,475	96%	\$ 39,851,442

74 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo	%	Vr. Avalúo
22%	\$ 20,601,654	47%	\$ 29,483,983	72%	\$ 35,598,579	97%	\$ 40,002,003
23%	\$ 21,025,418	48%	\$ 29,772,717	73%	\$ 35,801,779	98%	\$ 40,150,535
24%	\$ 21,450,778	49%	\$ 30,055,092	74%	\$ 36,002,051	99%	\$ 40,299,162
25%	\$ 21,861,763	50%	\$ 30,334,242	75%	\$ 36,199,968	100%	\$ 40,447,632

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se encuentra el valor del avalúo para cada uno por ciento de simulaciones, si se toman los valores resultantes para un 10% y 90% de observaciones, se encuentran los valores mínimos y máximos del avalúo, con una probabilidad del 80%, que para el caso son: 15 y 39 millones de pesos. También se puede afirmar que el valor máximo de la maquinaria para una probabilidad del 90% es de 39 millones de pesos.

Tabla 18. Análisis de sensibilidad del parámetro de vida útil para el avalúo del vehículo tipo campero

Parámetro Vida Útil (Años)	Vr. Máximo Avalúo al 90%	Intervalo Vr. Avalúo al 80%	
		Límite Inferior 10%	Límite Superior 90%
5 - 10	\$ 23,818,243	\$ 11,434,924	\$ 23,818,243
5 - 15	\$ 32,951,886	\$ 13,205,478	\$ 32,951,886
5 - 20	\$ 38,901,255	\$ 14,938,233	\$ 38,901,255
10 - 15	\$ 33,728,172	\$ 26,221,369	\$ 33,728,172
10 - 20	\$ 39,434,006	\$ 27,318,102	\$ 39,434,006

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, los valores de los límites inferiores y superiores del avalúo del vehículo, obtenidos con un 80% de probabilidad, presentan diferencias significativas para los intervalos de vida útil que se emplearon al llevar a cabo el estudio. Estas diferencias obedecen al uso y mantenimiento que se le ha dado al bien durante el tiempo que lleva funcionando, ya que de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, este tipo de activos requieren un mantenimiento preventivo, que debe ser realizado en los períodos establecidos en el manual de uso del vehículo y que de no cumplirse afectarán la vida útil del bien y como consecuencia su precio será castigado.

Con el fin de contrastar la bondad de la metodología propuesta y como complemento a lo informado anteriormente, se consultó el valor de mercado del vehículo en la <http://www.tucarro.com.co/>, el día 08 de mayo de 2015 y se encontró que este oscila entre \$

25.000.000 y \$ 28.700.000; valores que se encuentran entre los obtenidos para los avalúos realizados.

Como complemento a la metodología anteriormente planteada, en el momento de llevar a cabo la elaboración del informe de valuación se deben tener en cuenta el contenido mínimo establecido por la Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS S 03 Contenido de Informes de Valuación, dicho informe deberá contener los siguientes aspectos:

1. Exponer de manera clara y precisa los resultados de la valuación de forma que no conduzca a confusión.
2. Identificar al cliente, el uso que se pretende dar a la valuación y las siguientes fechas:
 - Fecha a partir de la cual la estimación del valor será de aplicación.
 - Fecha del informe.
 - Fecha de la visita o verificación del bien objeto de valuación.
3. Especificar la base de valuación, incluyendo el tipo y definición del valor; se debe informar por separado el valor de mercado y el valor distinto al valor de mercado cuando cualquier componente del bien no esté valorado sobre una base de mercado.
4. Identificar y describir:
 - Los derechos de propiedad o intereses que han de valorarse.
 - Las características físicas y jurídicas del bien.
 - Las clases de bienes incluidas en la valuación, distintas de la categoría principal de cada bien.
5. Describir el alcance/extensión del trabajo realizado para llevar a cabo la valoración.
6. Especificar todas las hipótesis y condiciones restrictivas de las que depende el valor de la valuación.
7. Identificar hipótesis especiales e incluir una predicción de cuán probable resulta que dichas hipótesis realmente ocurran.

76 Propuesta metodológica para la realización de avalúos de propiedad, planta y equipo o medición de la razonabilidad de los mismos, con sujeción a las Normas Internacionales de Información Financiera

8. Incluir una descripción de la información y datos examinados, del análisis de mercado llevado a cabo, de los enfoques o métodos de valuación y los procedimientos seguidos y la argumentación que respalda los análisis, opiniones y resultados contenidos en el informe.
9. Contener una cláusula que prohíba la publicación parcial o total del informe, o las cifras de valuación contenidas en él o los nombres y afiliación profesional de los valuadores sin el consentimiento escrito del valuador
10. Incluir una declaración de cumplimiento en la que se indique bajo que normas técnicas se ha desarrollado la valuación, manifestando cualquier excepción a los requisitos de dichas normas y justificándola según lo especificado por la NTS S 04; la declaración de cumplimiento deberá confirmar que:
11. Incluir el nombre, cualificación profesional y firma del valuador.

5. Capítulo 5. Conclusiones

En este documento se desarrolla una propuesta concreta, a través de la cual se pueden efectuar avalúos de propiedades, planta y equipo o medir la razonabilidad de los mismos, cumpliendo las exigencias establecidas por las Normas Internacionales de Información Financiera adoptadas en Colombia. La metodología propuesta es una herramienta útil que permite de una manera ágil y confiable revisar y objetar estudios de valuación y medir la razonabilidad de las cifras consignadas en ellos; adicional a lo anterior, los auditores y revisores fiscales, contarán con un instrumento que les permita medir la razonabilidad de las cifras de los avalúos que sean consignadas en los estados financieros y por lo tanto dictaminar sobre su razonabilidad.

Con la implementación de la metodología propuesta, los costos en que incurren las empresas por concepto de estudios de valuación se disminuirán, ya que por su fundamento matemático se elimina la subjetividad que se tiene comúnmente en este tipo procesos, además permite que los estudios de valuación puedan ser realizados por personal interno de la empresa, que posiblemente tenga un mejor conocimiento de la maquinaria en cuanto a su estado de conservación y protocolos de mantenimiento que un agente externo.

Las Normas Internacionales de Contabilidad, utilizan como punto de partida para el cálculo del valor razonable los valores de mercado o datos de entrada nivel uno, pero en la práctica existe una gran cantidad de bienes que no son comercializados y algunos otros son únicos en el país, situación que implica la utilización de datos no observables o de nivel 3 para el cálculo del valor razonable; con la metodología propuesta se genera un procedimiento que permite hallar de una manera confiable el valor razonable para elementos del rubro de propiedad, planta y equipo.

Dado que para muchas empresas es importante cumplir con los requerimientos de las Normas Internacionales de Contabilidad, en el momento de elaborar sus Estados Financieros, encuentran necesario hallar el valor razonable de los bienes que conforman el rubro de propiedades, planta y equipo, por ser estos los más representativos. Lo anterior para cumplir con un requisito legal y además para conocer el estado real de la empresa; más no por una situación comercial que

implique la venta de los bienes, es por ello que la implementación de la metodología se convierte en una herramienta que satisface las necesidades de la entidad sin tener que recurrir a una transacción comercial.

El valor de rescate, es una expresión comúnmente empleada para referirse al valor que tendrá un bien, al finalizar su vida útil esperada de acuerdo con las funciones y el tiempo de uso para el que fue adquirido y no implica necesariamente que esta haya terminado, ya que el bien puede reconstituirse con nuevos repuestos quedando en óptimas condiciones de uso; en los casos extremos el valor de rescate será el valor que se obtenga por vender el bien como chatarra. Este parámetro puede ser calculado con la metodología propuesta, si se calcula el avalúo para el período de vida útil que se tenga planteado inicialmente para el bien y de esta manera la empresa sabrá qué valor de la inversión realizada puede rescatar en caso de venderlo.

Si se comparan los resultados de los avalúos realizados para los bienes que sirvieron de ilustración, para mostrar las bondades de la metodología propuesta en el presente estudio, con los valores que se están ofertando en el mercado para bienes usados de iguales características; se puede observar que no existen mayores diferencias, lo cual valida la propuesta metodológica que incluye procesos de simulación y estudios de sensibilidad los cuales hacen aún más confiable su utilización.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los análisis de sensibilidad realizados en cada uno de los casos de estudio planteados, en el momento de asignar valores a los intervalos de vida útil que se utilizará para llevar a cabo el cálculo del avalúo, se deberá analizar cuidadosamente cual es el estado de conservación del bien en la actualidad y como han sido los protocolos de mantenimiento durante su tiempo de uso para de esta manera asignar el intervalo de vida útil que mejor refleje sus condiciones actuales y hallar el valor de avalúo que mejor se ajuste a dichas condiciones.

6. Anexo A: Scripts en R Project para calcular el valor del cargador de llantas Caterpillar 924H Serie HXC01352

"CASO No. 1"

"1. Descripción e identificación del elemento para el que se requiere calcular su valor actual

Avalúo : CARGADOR DE LLANTAS CATERPILLAR 924H Serie HXC01352

Fecha adquisición : 23.10.2009

Fecha Avalúo : 30.04.2015

Costo Histórico : 360161172

Vida útil : 5 a 20 años"

"2. Definición de variables

Vutil = Vida técnica esperada del bien en años

Ctohistorico = Costo de adquisición del bien

Fhistorico = Fecha en la cual se adquirió el bien

Favaluo = Fecha en la cual se realiza el avalúo

Tuso = Tiempo de uso del bien: Calculado por la diferencia en años existente entre la fecha de avalúo y la fecha de adquisición

IFavaluo = Valor del indicador en la fecha de avalúo

IFcompra = Valor del indicador en la fecha de adquisición

Fajuste = Factor de ajuste del costo histórico

Vajustado = Valor del bien expresado a pesos de la fecha del avalúo

Vavaluo = Valor del avalúo"

"3. Borrar memoria"

```
rm(list = ls()) #Borra la memoria#
```

```
ls() #Verifica que la memoria haya sido realmente borrada#
```

"4. Cálculo del factor de ajuste"

```
IFcompra <- 142.86
```

```
IFavaluo <- 170.29
```

```
Fajuste <- IFavaluo/IFcompra
```

```
Fajuste
```

"5. Cálculo del Costo Histórico Ajustado"

```
Ctohistorico <- 360161172
```

```
Vajustado <- Fajuste*Ctohistorico
```

```
Vajustado
```

"6. Cálculo del Desgaste"

```
Tuso <- 5+(6/12)
```

```
Sim <- 1000000
```

```
Vidaesperada <- runif(Sim,5,20)
```

```
Desgaste <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)*Tuso)
```

"7. Cálculo del Avalúo"

```
Avaluo <- (1- Desgaste)*Vajustado
```

"8. Generación de la distribución de los valores del avalúo para cada uno por ciento y se muestran los resultados"

```
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Avaluo , probs = seq (0, 1, 0.01))))
```

```
Disavaluo
```

7. Anexo B: Scripts en R Project para calcular el valor del vibrocompactador Caterpillar CS-423E Serie EAE00553

"CASO No.2"

"1. Descripción e identificación del elemento para el que se requiere calcular su valor actual

Avalúo : VIBROCOMPACTADOR CATERPILLAR CS-423E Serie EAE00553

Fecha adquisición : 04.09.2009

Fecha Avalúo : 30.04.2015

Costo Histórico : 247223550

Vida útil : 5-20"

"2. Definición de variables

Vutil = Vida técnica esperada del bien en años

Ctohistorico = Costo de adquisición del bien

Fhistorico = Fecha en la cual se adquirió el bien

Favaluo = Fecha en la cual se realiza el avalúo

Tuso = Tiempo de uso del bien: Calculado por la diferencia en años existente entre la fecha de avalúo y la fecha de adquisición

IFavaluo = Valor del indicador en la fecha de avalúo

IFcompra = Valor del indicador en la fecha de adquisición

Fajuste = Factor de ajuste del costo histórico

Vajustado = Valor del bien expresado a pesos de la fecha del avalúo

Vavaluo = Valor del avalúo"

"3. Borrar memoria"

```
rm(list = ls()) #Borra la memoria#
```

```
ls() #Verifica que la memoria haya sido realmente borrada#
```

"4. Cálculo del factor de ajuste"

```
IFcompra <- 143.04
```

```
IFavaluo <- 170.29
```

```
Fajuste <- IFavaluo/IFcompra
```

```
Fajuste
```

"5. Cálculo del Costo Histórico Ajustado"

```
Ctohistorico <- 247223550
```

```
Vajustado <- Fajuste*Ctohistorico
```

```
Vajustado
```

"6. Cálculo del Desgaste"

```
Tuso <- 5+(7/12)
```

```
Sim <- 1000000
```

```
Vidaesperada <- runif(Sim,5,20)
```

```
Desgaste <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)*Tuso)
```

"7. Cálculo del Avalúo"

```
Avaluo <- (1- Desgaste)*Vajustado
```

"8. Generación de la distribución de los valores del avalúo para cada uno por ciento y se muestran los resultados"

```
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Avaluo , probs = seq (0, 1, 0.01))))
```

```
Disavaluo
```

8. Anexo C: Scripts en R Project para calcular el valor de la motoniveladora Caterpillar 120 H Serie 5FM02924

"CASO No. 3"

"1. Descripción e identificación del elemento para el que se requiere calcular su valor actual

Avalúo : MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120 H Serie 5FM02924

Fecha adquisición : 14.08.2003

Fecha Avalúo : 30.04.2015

Costo Histórico : 567420066

Vida útil : 5 a 20 años"

"2. Definición de variables

Vutil = Vida técnica esperada del bien en años

Ctohistorico = Costo de adquisición del bien

Fhistorico = Fecha en la cual se adquirió el bien

Favaluo = Fecha en la cual se realiza el avalúo

Tuso = Tiempo de uso del bien: Calculado por la diferencia en años existente entre la fecha de avalúo y la fecha de adquisición

IFavaluo = Valor del indicador en la fecha de avalúo

IFcompra = Valor del indicador en la fecha de adquisición

Fajuste = Factor de ajuste del costo histórico

Vajustado = Valor del bien expresado a pesos de la fecha del avalúo

Vavaluo = Valor del avalúo"

"3. Borrar memoria"

```
rm(list = ls()) #Borra la memoria#
```

```
ls() #Verifica que la memoria haya sido realmente borrada#
```

"4. Cálculo del factor de ajuste"

```
IFcompra <- 105.19
```

```
IFavaluo <- 170.29
```

```
Fajuste <- IFavaluo/IFcompra
```

```
Fajuste
```

"5. Cálculo del Costo Histórico Ajustado"

```
Ctohistorico <- 567420066
```

```
Vajustado <- Fajuste*Ctohistorico
```

```
Vajustado
```

"6. Cálculo del Desgaste"

```
Tuso <- 11+(8/12)
```

```
Sim <- 1000000
```

```
Vidaesperada <- runif(Sim,5,20)
```

```
Desgaste <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)*Tuso)
```

"7. Cálculo del Avalúo"

```
Avaluo <- (1- Desgaste)*Vajustado
```

"8. Generación de la distribución de los valores del avalúo para cada uno por ciento y se muestran los resultados"

```
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Avaluo , probs = seq (0, 1, 0.01))))
```

```
Disavaluo
```

9. Anexo D: Scripts en R Project para calcular el valor del MONTERO V 11 Vna MECÁNICO MITSUBUSHI 2400 Modelo 2006

"CASO No. 4"

"1. Descripción e identificación del elemento para el que se requiere calcular su valor actual

Avalúo : MONTERO V 11 Vna MECÁNICO MITSUBUSHI 2400 Modelo 2006

Fecha adquisición : 22.09.2005

Fecha Avalúo : 30.04.2015

Costo Histórico : 45000000

Vida útil : 5-20"

"2. Definición de variables

Vutil = Vida técnica esperada del bien en años

Ctohistorico = Costo de adquisición del bien

Fhistorico = Fecha en la cual se adquirió el bien

Favaluo = Fecha en la cual se realiza el avalúo

Tuso = Tiempo de uso del bien: Calculado por la diferencia en años existente entre la fecha de avalúo y la fecha de adquisición

IFavaluo = Valor del indicador en la fecha de avalúo

IFcompra = Valor del indicador en la fecha de adquisición

Fajuste = Factor de ajuste del costo histórico

Vajustado = Valor del bien expresado a pesos de la fecha del avalúo

Vavaluo = Valor del avalúo"

"3. Borrar memoria"

```
rm(list = ls()) #Borra la memoria#
```

```
ls() #Verifica que la memoria haya sido realmente borrada#
```

"4. Cálculo del factor de ajuste"

```
IFcompra <- 117.33 # Se toma septiembre de 2005, debe recordsarse que el modelo del carro sale con un año anterior
```

```
IFavaluo <- 170.29
```

```
Fajuste <- IFavaluo/IFcompra
```

```
Fajuste
```

"5. Cálculo del Costo Histórico Ajustado"

```
Ctohistorico <- 45000000
```

```
Vajustado <- Fajuste*Ctohistorico
```

```
Vajustado
```

"6. Cálculo del Desgaste"

```
Tuso <- 9+(7/12)
```

```
Sim <- 1000000
```

```
Vidaesperada <- runif(Sim,5,20)
```

```
Desgaste <- 1- exp(-(1/Vidaesperada)*Tuso)
```

"7. Cálculo del Avalúo"

```
Avaluo <- (1- Desgaste)*Vajustado
```

"8. Generación de la distribución de los valores del avalúo para cada uno por ciento y se muestran los resultados"

```
Disavaluo <- cbind(c(quantile (Avaluo , probs = seq (0, 1, 0.01))))
```

```
Disavaluo
```

10. Anexo E: Precios de mercado maquinaria pesada

Caterpillar 924H

[Volver](#)

Características (Ref. : WL-2104379) Caterpillar 924H - 09/05/2015

Marca :	Caterpillar
Modelo :	924H
	maquinaria de ocasión
Año :	2009
Horas :	8814 h
Potencia :	NC
Número de serie :	HXC01130
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	85 000 USD ▼
Localización :	USA (Kansas)

Comentarios :
MACHINE IS ON CONSIGNMENT BY A LOCAL CONTRACTOR
feature1 : EROPS,
feature2 : AIR CONDITIONER,
feature3 : RIDE CONTROL,
feature4 : COUPLER, QUICK,

Caterpillar 924H



► Servicios

Caterpillar 924H

[Volver](#)

Características (Ref. : WL-2055771) Caterpillar 924H - 09/05/2015

`javascript:history.go(-1)`

Marca :	Caterpillar
Modelo :	924H
	maquinaria de ocasión
Año :	2009
Horas :	2015 h
Potencia :	NC
Número de serie :	HXC01171
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	105 338 USD ▼
Localización :	Canadá (Alberta)

Comentarios :
feature1 : CC2.,
feature2 : CAB WITH AIR.,
feature3 : QUICK COUPLER.,
feature4 : 2.5 CU. YD. GENERAL PURPOSE BUCKET.,
feature5 : FORKS.,
feature6 : 17.5 R25 TIRES: FRONTS 95%, REARS 45% REMAINING.,
feature7 : SUPPLEMENTAL STEERING.,
feature8 : RIDE CONTROL.,

Caterpillar 924H



► Servicios

► Herramientas

- > Añadir a mi selección
- > Imprimir el anuncio
- > [Comunicar un problema en este anuncio](#)
- > Enviar a un amigo
- > Alertas por email
- > Busco

Caterpillar 924H

[Volver](#)

Características (Ref. : WL-2059164) Caterpillar 924H - 09/05/2015

Marca :	Caterpillar
Modelo :	924H
	maquinaria de ocasión
Año :	2009
Horas :	11058 h
Potencia :	NC
Número de serie :	HXC01080
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	70 300 USD ▼
Localización :	USA (Kansas)

Caterpillar 924H



► Servicios

Caterpillar 924H

[Volver](#)

Características (Ref. : WL-1739257) Caterpillar 924H - 28/04/2015

Marca :	Caterpillar
Modelo :	924H
	maquinaria de ocasión
Año :	2009
Horas :	3767 h
Potencia :	NC
Número de serie :	HXC01228
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	89 500 USD ▼
Localización :	USA (Florida)

Comentarios :

feature1 : EROPS,

feature2 : AIR CONDITIONER,

feature3 : COUPLER, QUICK,

feature4 : GP BUCKET,

feature5 : 3V 2L HYDRAULICS,

feature6 : 20.5 X 25 TIRES,

► Servicios

► Herramientas

- > Añadir a mi selección
- > Imprimir el anuncio
- > [Comunicar un problema en esta anuncio](#)
- > Enviar a un amigo
- > Alertas por email
- > Busco

Caterpillar CS-423E

[Volver](#)

Características (Ref. : VSDS-1657778) Caterpillar CS-423E - 08/05/2015

Marca :	Caterpillar
Modelo :	CS-423E
	maquinaria de ocasión
Año :	2009
Horas :	82 h
Peso :	NC
Número de serie :	AST00698
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	79 000 USD ▾
Localización :	México
Comentarios :	
feature1 :	OROPS,
feature2 :	DRUMS, SMOOTH,

Caterpillar CS-423E



► Servicios

► Herramientas


Caterpillar 120H

[Volver](#)

Características (Ref. : MG-2055413) Caterpillar 120H - 09/05/2015

Marca :	Caterpillar
Modelo :	120H
Año :	2003
Horas :	5992 h
Número de serie :	6YN00348
Estado :	NC
Precio (Sin IVA) :	107 500 USD ▾
Localización :	USA (Michigan)
Comentarios :	
feature1 :	AIR CONDITIONER,
feature2 :	CAB, LOW PROFILE,
feature3 :	PUSHBLOCK,
feature4 :	SIDE SHIFT,
feature5 :	LIGHTING,
feature6 :	BLADE FLOAT,
feature7 :	LOW PROF CAB, AC, HTR, MQC, PUSHBLOCK,
feature8 :	SIDE SHIFT, BLADE FLOAT, 14' BLD W/ 18" EXT, 17.5-R25
feature9 :	TIRES~40%,
	feature8 : PLEASE CALL FOR MACHINE LOCATION,
	feature9 : SERVICE COMPLETED @ 5992HRS;
	CONDITION HOURS AND ATTACHMENT SUBJECT TO
	CHANGE,

Caterpillar 120H











► Servicios

► Herramientas

- > Añadir a mi selección
- > Imprimir el anuncio
- > [Comunicar un problema en este anuncio](#)
- > Enviar a un amigo
- > Alertas por email
- > Busco

Fuente. Página <http://es.machineryzone.com/>

11. Anexo F: Precios de mercado Montero V 11 Vna Mecánico Mitsubishi 2400 Modelo 2006

 <p>Mitsubishi Montero V11 Mt 2400cc 3p Aa \$ 25.500.000 2006 94.000 Km Bogotá D.c.</p>	 <p>Mitsubishi Montero 2.4 Mt 2400... \$ 25.000.000 2006 111.000 Km</p>	 <p>Mitsubishi Montero \$ 28.700.000 2006 100.000 Km</p>
 <p>Mitsubishi Montero \$ 27.500.000 2006 121.500 Km</p>	 <p>Mitsubishi Montero \$ 26.800.000 2006 110.000 Km</p>	
 <p>Mitsubishi Montero 2.4 Mt 2400cc 3p \$ 26.500.000 2006 173.000 Km Concesionaria - Antioquia</p>	 <p>Mitsubishi Montero Hard Top V... \$ 27.000.000 2006 132.000 Km</p>	 <p>Mitsubishi Montero \$ 25.500.000 2006 193.678 Km</p>

Fuente. Página <http://www.tucarro.com.co/>

12. Bibliografía

Alonso, J. C. (Diciembre de 2004). Números índices. *Apuntes de economía* , 28.

Álvarez Álvarez, H. (2009). La dicotomía valorativa en el modelo contable NIC-NIFF: una reflexión a la luz de la teoría económica del valor. *Lúmina* , 59-97.

Álvarez Álvarez, H., & Álvarez Yepes, J. S. (2010). El valor razonable, la eficiencia y la ineficiencia del mercado. El caso de Colombia en la perspectiva de la ley 1314 de 2009. *Lúmina* , 40-97.

Arias Bello, M. L., & Sánchez Serna, A. d. (2011). Valuación de activos: una mirada desde las Normas Internacionales de Información Financiera, los estándares internacionales de valuación y el contexto actual colombiano. *Cuadernos de Contabilidad* , 95-126.

Carmona, F. (2001). *Números índices*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Católico Segura, D. F., Pulido Ladino, J. R., & Cely Angarita, V. R. (2013). Revelación de la información financiera sobre propiedad, planta y equipo en empresas industriales cotizadas en Colombia. *Cuadernos de Contabilidad* , 14 (36), 943-970.

Consejo Técnico de la Contaduría Pública. (2012). *Direcconamiento estratégico del proceso de convergencia de las normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de la información, con estándares internacionales*. Bogotá D.C.: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo .

DANE. (Marzo de 2015). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/>

Ferguson, N. (2011). *El triunfo del dinero*. España: Debate.

IFRS Foundation. (2003). Norma Internacional de Contabilidad 16. *Propiedades, Planta y Equipo* .

IFRS Foundation. (2008). Norma Internacional de Contabilidad 36. *Deterioro del Valor de los Activos* .

IFRS Foundation. (2011). Norma internacional de información financiera 13. *Medición del valor razonable* .

Levin, R. I., & Rubin, D. S. (2004). *Estadística para administración y economía* (Séptima edición ed.). México: Pearson Educación.

Ley 1314 de 2009. (13 de Julio de 2009). Ley 1314 de 2009. *Diario Oficial* , págs. 1-4.

López Ávila, C. O., & Zea Lourido, F. (2011). Convergencia a estándares internacionales de información financiera y de aseguramiento en Colombia: análisis de documentos de direccionamiento estratégico del CTCP. *Revista internacional Legis de contabilidad y auditoria* , 97-134.

Lucko, G. (2003). *A Statistical Analysis and Model of the Residual Value of Different Types of Heavy Construction Equipment*. Blacksburg, Virginia.

Maya, G. (1993). La teoría neoclásica: reflexiones. *Ensayos de Economía* , 163-188.

Melo Hidalgo, A. M., & Quintero Giraldo, D. C. (2011). Propuesta Metodológica para Estimar Valores Residuales de Bienes Muebles e Inmuebles Mediante Procesos de Simulación. *Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2011* , 24.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (27 de Diciembre de 2012). Decreto número 2706. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (28 de Diciembre de 2012). Decreto número 2784. *Decreto número 2784* . Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (27 de Diciembre de 2013). Decreto número 3022 de 2013. Bogotá D.C., Colombia.

Montgomery, D., & Runger, G. (1998). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. México: McGRAW-HILL.

Mora Navarro, R. E. (2012). *Valuación de planta maquinaria y equipo*. Bucaramanga: Biblioteca de la Construcción.

Müller, A. (2013). Las nuevas reglas del valor razonable. *Asociación de Antiguos Alumnos del Centro de Estudios Financieros (ACEF)* .

Newbold, P., Carlson, W. L., & Thorne, B. M. (2013). *Estadística para administración y economía* (Octava edición ed.). Madrid: Person Educación, S.A.

Núñez Scarpellini, J. Á. (2008). *Depreciación de bienes - nuevo concepto "Método de Jans" para bienes inmuebles, y bienes muebles, maquinarias y equipo*. Obtenido de <http://www.mrcf.com.br/upav/21.pdf>

OIT, FMI, OCDE, Europeas, O. E., Unidas, N., & Mundial, B. (2006). *Manual del índice de precios al consumidor teoría y práctica*. Washington: Departamento de Tecnología y Servicios Generales.

R Core Team. (2014). Recuperado el 2015, de R-project.org: URL <http://www.R-project.org/>.

Rodriguez Izquierdo, O. (27, 28, 29 y 30 de Marzo de 2012). Valoración de maquinarias y equipos agrícolas. *Valoración de maquinarias y equipos agrícolas*. Bogotá, Colombia: Encuentro Panamericano de Valuación Rural.

Rojas Medina, R. A. (2010). *Desarrollo de una metodología objetiva y reproducible para establecer o medir razonabilidad de valores en avalúos de propiedad planta y equipo sin incluir terrenos y construcciones*. Pereira.

Rojas, R. (1999). *Fundamentos estadísticos en las finanzas*. Manizales: Editorial Andina.

Silva, P. (2011). Valor razonable: un modelo de valoración incorporado en las normas internacionales de información financiera. *Estudios gerenciales*, 97-114.

Suarez, G. (2013). La conversión a IFRS. Lo que la administración de las empresas debería saber y hacer. *Convergencia hacia las normas internacionales de información financiera y aseguramiento de la información (NIIF)*. Colombia: Ministerio de Industria y Turismo.

Tong, L.-I., Chen, K., & Chen, H. (2002). Statistical testing for assessing the performance of lifetime index of electronic components with exponential distribution. *Emerald*, 812-824.

Unidad Sectorial de Normalización de la Actividad Valuadora y el Servicio de Avalúos, USN AVSA. (19 de 11 de 2014). Metodología para valoración de maquinaria planta y equipo a valor de mercado. *Metodología para valoración de maquinaria planta y equipo a valor de mercado*. Bogotá D.C., Colombia: Instituto colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Vargas, G. (2006). *Introducción a la teoría económica un enfoque latinoamericano*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Walpole, R. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.

Zapata, C. (2010). *Análisis probabilístico y simulación*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.