



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – TRANSPORTE

*SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT):
Principios de Evaluación de Proyectos para Sistemas
Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido
Tránsito (SITUART) y de Valuación de sus Empresas
Concesionarias.*

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA:
M. en I. ENRIQUE AUGUSTO HERNÁNDEZ RUIZ.

TUTOR PRINCIPAL:
Dr. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES, Facultad de Ingeniería.

COMITÉ DOCTORAL:
Dr. MARCO ANTONIO MURRAY LASSO, Facultad de Ingeniería.
Dr. JORGE CARRERA BOLAÑOS, Facultad de Ingeniería.
Dr. ARNULFO ORTÍZ GÓMEZ, Facultad de Ingeniería.
Dr. ARCADIO MANUEL GAMBOA MEDINA, Asesor externo.

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL.
SEPTIEMBRE DE 2013.

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT): PRINCIPIOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS PARA SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE URBANO CON AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART) Y DE VALUACIÓN DE EUS EMPRESAS CONCESIONARIAS.

El uso de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) ha sido una manera de aliviar problemas de congestión en las ciudades y la incorporación en años recientes de tecnologías para la información y comunicación (programas de cómputo, electrónica, telecomunicaciones e informática) en sistemas de transporte ha dado lugar a este concepto. Se espera que los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) creen vialidades y vehículos más eficientes, usuarios "más inteligentes" y se mejore la operación y la seguridad de los sistemas de transporte.

Estos sistemas incluyen la consideración de diferentes aspectos, como lo es la infraestructura vial y el equipamiento urbano adecuados, la aplicación de tecnología en la operación de las unidades para hacerlas más eficientes y el ofrecimiento de información al usuario completa y expedita.

El objetivo general del trabajo fue explorar las relaciones que pueden existir entre los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) y las tecnologías aplicadas en los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), particularizando en la formulación estratégica del proyecto "HerMoVía" para la ciudad de Hermosillo, Sonora y en la evaluación financiera del mismo con análisis de riesgo.

Se concluyó que se necesitan 4 rutas troncales para ordenar al sistema existente como rutas alimentadoras; que la concesionaria debe tener experiencia en la construcción de infraestructura y equipamiento urbanos, en la operación y mantenimiento de autobuses de pasajeros y en la capacitación y adiestramiento de choferes y mecánicos, esto mediante la constitución de un consorcio mercantil con empresas de esos ramos; que la erogación de los recursos para la creación de "HerMoVía" debe correr a cargo de los gobiernos federal y estatal, incluyendo la iniciativa privada, cada parte con participación específica; finalmente, que el proyecto ejecutivo debe ser completo para presupuestar adecuadamente las inversiones, con lo que se puede mejorar la rentabilidad del proyecto y reducir su riesgo.

INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITS): BASICS FOR EVALUATION OF PROJECTS FOR INTEGRATED URBAN TRANSPORTATION SYSTEMS (IUTS) USING BUS RAPID TRANSIT (BRT) AND THE APPRAISAL OF THEIR CONCESSIONARY COMPANIES.

The use of intelligent transportation systems (ITS) has been a way to alleviate problems of congestion in the cities and the addition in recent years of technologies for information and communication (computer, electronics, telecommunications and computer science programs) in transportation systems has given rise to this concept. It is expected that intelligent transportation systems (ITS) create more efficient roads and vehicles, "smarter" users and improve the operation and safety of transport systems.

These systems include different issues, such as adequate road infrastructure and urban equipment, the application of technology in the operation of the buses to make them more efficient and the information offering to the users in a full and expeditious way.

The overall objective of the study was to explore the relationship that may exist between Integrated Urban Transportation Systems (IUTS) with Bus Rapid Transit (BRT) and the technologies applied in Intelligent Transport Systems (ITS), particularising the strategic formulation of the "HermoVía" project for the city of Hermosillo, Sonora and the financial evaluation of it with a risk analysis.

It was concluded that 4 trunk routes are needed to sort the existing system as feeder routes; that the concessionaire must have experience in the construction of urban infrastructure and equipment, in the operation and maintenance of passengers busses and in training of drivers and mechanics, this through the creation of a commercial consortium with companies of these branches; that the distribution of resources for the creation of "HermoVía" must run in charge of the federal and State Governments including the private sector, each part with specific participation; finally, the Executive project must be full to properly budget for investments, which can improve the profitability of the project and reduce its risk.

2013

M. en I. Enrique Augusto Hernández-Ruiz

***SISTEMAS INTELIGENTES DE
TRANSPORTE (SIT):
PRINCIPIOS DE EVALUACIÓN
DE PROYECTOS PARA
SISTEMAS INTEGRADOS DE
TRANSPORTE URBANO CON
AUTOBUSES DE RÁPIDO
TRÁNSITO (SITUART) Y DE
VALUACIÓN DE SUS EMPRESAS
CONCESIONARIAS***

RESUMEN.

El uso de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) ha sido una manera de aliviar problemas de congestión en las ciudades y la incorporación en años recientes de tecnologías para la información y comunicación (programas de cómputo, electrónica, telecomunicaciones e informática) en sistemas de transporte ha dado lugar a este concepto. Se espera que los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) creen vialidades y vehículos más eficientes, usuarios "más inteligentes" y se mejore la operación y la seguridad de los sistemas de transporte.

Estos sistemas incluyen la consideración de diferentes aspectos, como lo es la infraestructura vial y el equipamiento urbano adecuados, la aplicación de tecnología en la operación de las unidades para hacerlas más eficientes y el ofrecimiento de información al usuario completa y expedita.

El objetivo general del trabajo fue explorar las relaciones que pueden existir entre los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) y las tecnologías aplicadas en los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), particularizando en la formulación estratégica del proyecto "HermoVía" para la ciudad de Hermosillo, Sonora y en la evaluación financiera del mismo con análisis de riesgo.

Se obtuvo como conclusión la articulación programada de 4 rutas troncales para ordenar al sistema existente mediante rutas alimentadoras; que la empresa concesionaria de la operación debería conjugar experiencia en la construcción de infraestructura y equipamiento urbanos, por un lado y, por el otro, experiencia en la operación y mantenimiento de autobuses de pasajeros y en la capacitación y adiestramiento de choferes y mecánicos, esto mediante, quizás, un consorcio mercantil de dos o más empresas de esos ramos; también que la erogación de los recursos para la creación de "HermoVía" debe correr a cargo de los gobiernos federal y estatal, por una parte y, por la otra, la iniciativa privada, cada uno con porcentajes de participación específicos; finalmente, que el proyecto ejecutivo debe generarse con toda amplitud para que se pueda presupuestar adecuadamente las inversiones, con lo que puede ser posible mejorar la rentabilidad del proyecto y reducir su riesgo.

PRESENTACIÓN.

Este documento de investigación doctoral está orientado a definir y enunciar los elementos sistémicos sustanciales con los que se puede formular un Sistema Inteligente de Transporte (SIT) en la Ciudad de Hermosillo, Son., enfocando de manera específica, con este concepto, al modo terrestre de autotransporte urbano de personas, de manera que pueda conducirse la **búsqueda y adecuación en temas emergentes como lo han sido los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) y los Sistemas Integrados de Transporte de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART)**, los cuales se han visto notablemente evolucionados a partir de la segunda mitad de la década de los 80's por los avances logrados en materia de computación, informática y telecomunicaciones en lo que respecta a los primeros, y por la aplicación de tecnologías de mejora electrónica y de potencia en motores con economía de combustibles por lo que hace a los segundos a partir de los inicios de este siglo. Este desarrollo servirá, de manera inductiva, a identificar y definir los límites sobre el término "inteligencia en el transporte", mismo que resulta ser sumamente amplio desde el punto de vista de la Ingeniería de Sistemas.

Particularmente se pretende formular un proyecto sustentable que, como el término lo define, sea técnicamente viable, apropiadamente justificado desde el punto de vista estadístico y prospectivo de mercado, legalmente permitido y financieramente rentable, siendo este último punto el mayormente abordado en este documento.

Como es sabido, para cumplir con el propósito de una valuación es necesario, primeramente, establecer un patrón de medida que permita objetivamente comparar los aspectos más relevantes de elementos similares entre sí y, posteriormente, determinar el valor correcto del objeto que se esté tratando; esto significa que para efectos de valorar un bien, un derecho o un negocio, surge la necesidad de evaluarlo primero. Pero también un tomador de decisiones, para evaluar y elegir su mejor opción de entre un conjunto de posibles alternativas debe valorarlas previamente, es decir que, para valorar es importante evaluar y viceversa, siendo por ello que la toma de decisiones en el ámbito de la valuación se ha convertido en una habilidad clave de las personas dedicadas a este ejercicio profesional, ya que es necesario contar frecuentemente con el conocimiento del valor de los bienes y de los derechos con ellos relacionados, así como también de los negocios y proyectos que se pretende emprender, según sea el caso.

Actualmente, en el mismo sentido de lo anterior, ha surgido la necesidad de contar con técnicas objetivas, replicables y precisas para la evaluación de proyectos de inversión pública y privada, así como para la valuación de empresas relacionadas con ello; se ha motivado la búsqueda de métodos alternos que sean aplicables en este campo, mismas que han ayudado a resolver problemas de diversas áreas del conocimiento, procurando dotar de elementos con los que se logren análisis integrados y objetivos sobre los problemas que se presentan particularmente en esta materia.

Siempre ha sido importante apoyarse en principios y metodologías fundamentales para la determinación del valor de bienes, derechos y obligaciones, haciendo que las valuaciones se realicen sin sesgos, de manera correcta, evitando que el valor de un bien dependa del puro criterio ó “del leal saber y entender”, a menos que este se fundamente no sólo en el conocimiento empírico, sino en el científico primordialmente. En ese sentido, el presente documento busca también auxiliar a quienes se desempeñan profesionalmente en el área de la valuación de negocios y la evaluación de proyectos, exponiendo en su contenido principios y metodologías suficientes para lograr la adecuada y correcta valuación de un negocio en marcha del tipo que se está abordando.

Existe convencimiento que un distintivo de los profesionistas debe ser la de expandir los puntos de vista para tomar una actitud más crítica e interrogadora; deben promover el pensamiento objetivo haciendo énfasis en conceptos amplios y en la aplicación de modelos y técnicas que limiten la influencia de preferencias personales; deben buscar soluciones creativas y adecuadas a los problemas, ayudando a identificar las partes críticas para suministrar una base sólida de carácter cualitativo y cuantitativo que oriente con sanidad el juicio del tomador de decisiones, reduciendo el tiempo de análisis para orientar su actividad más racionalmente. De este modo será posible hacer de práctica común la justificación científica de proyectos sustentables.

CONTENIDO.

RESUMEN.....	III
---------------------	------------

PRESENTACIÓN.....	V
--------------------------	----------

CONTENIDO.....	VII
-----------------------	------------

INTRODUCCIÓN.....	1
--------------------------	----------

Problemática.....	1
Objetivos.....	3
General.....	3
Particulares.....	3
Importancia del Tema.....	4
Alcances.....	5
Consideraciones del Desarrollo del Tema.....	7

<u>SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT) Y SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE URBANO CON AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).....</u>	<u>11</u>
--	------------------

¿Qué es un Sistema Inteligente de Transporte (SIT)?.....	11
Antecedentes de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT).....	19
Antecedentes de los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART).....	24
Importancia de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) y de los Sistemas Integrados de Transporte de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART).....	28
Características de los Sistemas Integrados de Transporte de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART).....	32
Tecnología Inteligente Aplicable en los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART).....	40
Sistemas Avanzados para la Gestión del Tránsito (SAGT).....	40
Sistemas Avanzados de Información al Viajero (SAIV).....	41

<u>NEGOCIOS Y PROYECTOS.....</u>	<u>47</u>
---	------------------

Las Decisiones en los Negocios.....	47
¿Qué es una Empresa y qué un Proyecto?.....	48
El Problema del Valor de los Negocios.....	50

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE UN NEGOCIO.....	50
---	----

FUNDAMENTOS PARA EVALUAR PROYECTOS Y VALUAR EMPRESAS..... 55

Elementos de Estadística Descriptiva.....	55
Análisis de Muestras Aleatorias.....	55
Validación de Muestras con Media Poblacional Estimada.....	61
Valor Esperado en una Población.....	63
Correlación de Parámetros Muestrales.....	66
Elementos de Economía.....	70
Concepto de Mercado “Perfecto”.....	71
Costos, Precios y Valores.....	75
El Valor de la Moneda y su Equivalencia.....	78
Inflación y Pérdida del Poder Adquisitivo.....	81
Tasa de Crecimiento Real del Patrimonio.....	83
Elementos de Contabilidad Financiera.....	85
Antecedentes y Principios.....	85
El Proceso Contable.....	89
Indicadores Contables.....	105
Efectos de la Inflación en la Contabilidad.....	108
La Utilización del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).....	113
Elementos de Matemáticas Financieras.....	116
Teoría del Interés.....	117
Amortizaciones.....	131
Teoría del Descuento.....	135
Equivalencia entre Interés y Descuento.....	139

LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS..... 141

Análisis Bajo Certidumbre.....	142
El Flujo de Efectivo Neto (FEN).....	142
Consideración de la Depreciación y Amortización del Activo Fijo en el Flujo de Efectivo Neto (FEN).....	146
Indicadores para la Evaluación del Flujo de Efectivo Neto (FEN).....	149
Periodo de Pago (PP).....	149
Valor Presente Neto (VPN).....	150
Crecimiento del Patrimonio (VPN').....	152
Tasa Interna de Retorno (TIR).....	153
Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).....	155
Tasa Externa de Retorno (TER).....	156
Tasa Externa de Retorno Modificada (TERM).....	156
Relación Beneficio sobre Costo (B/C).....	157
Índice de Rentabilidad de la Inversión (IRI).....	157
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).....	158
Pago Periódico Equivalente (PPE).....	158
Tasa de Rentabilidad Equivalente (TRE).....	159
Cálculo de la Tasa de Deflactación del Flujo de Efectivo Neto (FEN).....	159
Criterio Económico Conservador.....	159
Criterio de Mercado.....	160
Criterio de Riesgo Sistemático.....	162
Análisis Bajo Riesgo.....	164
Enfoque Bayesiano.....	169

Enfoque de Simulación.....	178
<u>LA VALUACIÓN DE EMPRESAS.....</u>	185
Valuación del Activo Fijo.....	188
Factor por Demérito.....	191
Criterio Contable Tradicional.....	192
Criterio Ross Heidecke.....	193
Criterio HR.....	194
Criterio de Kuentzle.....	195
Criterio de Ezequiel Siller.....	196
Vida Útil Total de Costo Anual Mínimo.....	196
Datos e Información Necesarios.....	200
Valuación de las Ganancias Futuras.....	209
Datos e Información Necesarios.....	209
Proyecciones para Valuación.....	213
Creación de Escenarios.....	215
<u>EVALUACIÓN DE "HERMOVÍA" Y VALUACIÓN DE LA EMPRESA CONCESIONARIA.....</u>	<u>221</u>
Objetivo del Proyecto.....	221
Problemática Particular.....	221
Problemática de Funcionalidad.....	222
Problemática Legal.....	222
Visión de Proyecto.....	223
Visión Funcional.....	223
Visión Legal.....	224
Planteamiento General del Proyecto.....	224
Evaluación del Proyecto.....	236
<u>RESULTADOS, CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.....</u>	<u>255</u>
<u>CONCEPTOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS Y DE VALUACIÓN MERCANTIL.....</u>	<u>267</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>283</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>287</u>
1. Evolución de la Tasa Real Anual Líder Libre de Riesgo en México con Base en los Certificados de la Tesorería (1978-2012).....	287
2. Presentación para la Exposición Oral.....	288

INTRODUCCIÓN.

PROBLEMÁTICA.

Quizá el problema más crítico y destacado en materia de transporte se debe al constante incremento en el número de usuarios y al aumento en los niveles de congestión de las vías de comunicación. Para la solución de este problema se pueden proponer dos clases de medidas: por el lado de la oferta, el incremento de la capacidad por medio de la construcción de nuevos caminos, el mejoramiento de las vías existentes y el uso de mejores controles de tráfico son medidas comúnmente propuestas; por el lado de la demanda, son recomendadas acciones tales como el uso de horarios flexibles de trabajo, aumento en las cuotas de estacionamiento, impuestos a los combustibles o permisos de circulación, carriles preferenciales para vehículos con alta ocupación, tecnologías de información (telemática) y precio por congestión. Para abatir efectivamente los niveles de congestión, se requiere una combinación de ambos tipos de medidas.

Para tener un impacto significativo, el aumento de la capacidad de los sistemas de transporte implica fuertes gastos de inversión. Sin embargo, el incremento en la capacidad así logrado, generalmente, queda por debajo de los incrementos en los niveles de demanda y en un corto tiempo, las rutas aparecen de nueva cuenta congestionadas.

Las medidas para el control de la demanda son generalmente menos costosas, pues éstas se orientan a reducir el número de usuarios en las redes de caminos o redistribuirlos temporalmente para así reducir los niveles de congestión, mediante un uso más eficiente de la red. No obstante, una técnica reciente para lograr el alivio de los problemas de congestión es el uso de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) o ITS por sus siglas en inglés. La incorporación en años recientes de las tecnologías para la información y comunicación (programas de cómputo, electrónica, telecomunicaciones e informática) en sistemas de transporte ha dado lugar a este concepto.

Se espera que por medio de la aplicación de tecnologías de proceso de información, comunicaciones, control y electrónica, los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) creen caminos, vehículos y usuarios "más inteligentes" y, se

espera también, que la aplicación de estas tecnologías mejore la operación y seguridad de los sistemas de transporte al proveer rutas más eficientes y mecanismos de advertencia de colisiones.

Como se hace evidente, estos sistemas incluyen la consideración de diferentes aspectos: la infraestructura vial, la aplicación de tecnología en la operación de las unidades y en el ofrecimiento de información al usuario, este último donde se deben involucrar el conocimiento ya adquirido por los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) o “Intelligent Transportation Systems (ITS)” en el idioma inglés, pero como puede verse **debido a la reciente emergencia del tema, hace falta definir aspectos de planeación, programación, evaluación, operación y administración para esta clase de sistemas que procuren su sustentabilidad evitando el fuerte impacto ambiental, pero procurando también dotar de condiciones de rentabilidad.**

En lo que a su infraestructura se refiere, se comprende una variedad de modalidades que incluye desde carriles para uso exclusivo de los autobuses hasta vías especiales de circulación exclusivas, sitios específicamente determinados para la parada, ascenso y descenso ágil y rápido de pasaje, terminales amplias con sitios amplios para el estacionamiento de vehículos, señalización electrónica inteligente que favorezca la libre circulación de los autobuses, etc., es decir, elementos de infraestructura de bajo costo que puedan aumentar la velocidad y confiabilidad del servicio de los autobuses para estimular su uso y desalentar el del automóvil, no obstante, debe evitarse, en la medida de lo posible, que estos sistemas no interfieran con el tránsito urbano normal.

Particularmente, el tema emergente de los Sistemas de Autobuses de Rápido Tránsito (SART) o “Bus Rapid Transit Systems (BRTS)” en lengua inglesa, ha venido a incorporarse al ámbito de la “inteligencia” aplicada en los sistemas y medios de transporte, de modo que se han vuelto en una solución adoptada por más de 140 ciudades de todo el mundo, siendo el caso en el nuestro las ciudades de Ecatepec, Guadalajara, León, México, Monterrey y Puebla. La formulación y articulación de proyectos en esta materia representan una gran oportunidad para abordar los problemas recurrentes en transporte, especialmente para países en desarrollo como el nuestro, pero debe abordarse desde un punto de vista integrador con los sistemas actuales, de modo que logre mejorarse la calidad del servicio en toda la red de transporte de las ciudades.

OBJETIVOS.

GENERAL.

Explorar las relaciones que pueden existir entre los **Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART)** y las tecnologías aplicadas en los **Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT)**, con el fin de determinar los conjuntos adecuados de equipos con los que se pueden articular este tipo de sistemas de transporte y procurar su mejora continua para lograr su optimización y procurar su calidad constante, tanto en lo que a su operación y administración se refiere, como en su planeación y programación, particularmente sobre el **caso propuesto de la ciudad de Hermosillo, Sonora**, de modo que pueda formularse una alternativa de **solución a una parte de los problemas de transporte público de la ciudad** para que las acciones del sector público y privado se oriente hacia una configuración más adecuada en sus sistemas de transporte regionales.

PARTICULARES.

Estos objetivos son:

1. Definir el tipo de infraestructura requerida para que un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) pueda dotar el servicio que debe y se espera.
2. Investigar, identificar y documentar las tecnologías ya aplicadas a los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) que pueden ser aplicables a los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART).
3. Examinar oportunidades sobre las vialidades existentes para formular un proyecto de Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) con aplicaciones tecnológicas utilizadas ya en los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), así como también con los requerimientos necesarios en materia de infraestructura.

4. Evaluar económica y socialmente el proyecto formulado, incluyendo el análisis cuantitativo de los riesgos que se identifiquen.
5. Definir y cuantificar la repercusión en el valor de tierra que las propiedades puedan tener debido al servicio de este tipo de sistemas, tanto por la existencia de sus equipos, su equipamiento y su infraestructura, de modo que se distinga el posible incremento en cuanto la captación de recursos por el cobro del impuesto predial, por parte de los municipios, pues ello puede servir como aliciente de inversión, junto con un posible esquema de concesión del servicio, lográndose así la integración de los sectores público y privados para buscar soluciones al problema social que se ha referido.
6. Formular las políticas de operación y administración que permitan articular un sistema eficiente de gestión para la realización del proyecto.

IMPORTANCIA DEL TEMA.

La constante y creciente problemática existente en todas las ciudades de nuestro país en materia de transporte urbano, combinada con la escasez de recursos económicos que los estados y municipios enfrentan, hace que debamos enfocarnos en mejorar la eficiencia integral de los sistemas de transporte existentes invirtiendo la menor cantidad de dinero posible, de manera que se logre la optimización en el corto plazo, pero procurándola durante el mayor plazo posible, buscando que pueda ser fácilmente adaptable a acciones de modernización paulatina que se deriva como consecuencia del crecimiento de demanda y que requiere, obviamente, de aumento de oferta. En ese sentido, es destacable la funcionalidad que estos sistemas han logrado en ciudades importantes de países con economías de tipo emergente y, por tal motivo, es importante estar preparados contando con proyectos eficaces y eficientes de visión sustentable y características de rentabilidad para su aplicación en el corto y mediano plazos por parte de los sectores público y privado, antes que las carencias económicas hagan inviable la operación de los actuales sistemas urbanos de transporte de pasajeros.

ALCANCES.

Sin duda alguna nuestro País y sus Estados necesitan aprovechar al máximo su infraestructura de comunicaciones y transportes existente, debido a la ausencia de inversión directa causada por efectos de crisis económicas recurrentes y cada día se incrementa el tráfico que circula por las distintas vías de comunicación en todas las modalidades del transporte; por este motivo es necesario encontrar una tecnología que sea económicamente loable que permita manejar ese incremento de demanda de una manera eficaz y eficiente.

Considerando la definición de una problema como la diferencia existente entre un estado real y otro deseado, podemos señalar que la problemática de índole nacional que da lugar a esta propuesta de investigación, radica en lograr un mejor aprovechamiento de los recursos existentes en el sector comunicaciones y transportes mediante la implantación de una tecnología ya probada por otros países, pero que requiere de ser analizada y adaptada al caso mexicano.

En ese sentido, la tendencia mundial señala a los Sistemas Inteligentes de Transporte como una alternativa que puede en mucho contribuir a la mitigación de esta problemática. El beneficio primario de los Sistemas Inteligentes de Transporte es precisamente su capacidad tecnológica para permitirnos manejar congestionamientos con seguridad y eficiencia, con una alta efectividad económica, respetando los aspectos ambientales y ecológicos de una manera más rigurosa que una simple expansión de infraestructura tradicional.

Esta investigación pretende definir, desde un punto de vista sistémico y general, la manera como deben planearse, operarse, evaluarse y adecuarse los Sistemas Inteligentes de Transporte aplicados a las distintas modalidades del transporte en nuestro país, especialmente los dirigidos al desarrollo de sistemas de autotransporte urbanos de personas, por lo que, en este sentido y de manera específica, la importancia y principal aportación a la Ingeniería de Sistemas de este trabajo radica, fundamentalmente, en los siguientes tres puntos:

1. Se contribuiría a lograr eficiencia del uso de las instalaciones del sistema, ya que podría reducirse la intensidad de uso de las vías en algunos de sus tramos y consecuentemente podría reducirse la erogación que en materia de mantenimiento se realiza en este sistema de transporte urbano, con el fin de que ésta sea invertida en otros rubros prioritarios, tales como la ampliación de la red y del material rodante;

2. En caso de que se averiara algún autobús sólo habría que retirarlo, permitiendo que los demás continúen circulando; y
3. Al adecuar la frecuencia de paso de cada autobús por las distintas estaciones del sistemas, se emplearían únicamente los que fueran necesarios, lográndose así optimizar las inversiones para la compra del material de rodamiento (autobuses).

Es importante señalar que para controlar el flujo de los autobuses en la realidad, habiendo comprobado que este supuesto es posible, habrá que trabajar sobre el desarrollo de dispositivos electrónicos e informáticos para adaptar los sistemas actuales.

Con la aportación de trabajo doctoral, adicionalmente se dará respuesta, entre otras interrogantes, a las siguientes:

- ¿Cuáles son los estándares mínimos para considerar a un sistema de transporte como "inteligente" en materia de autotransporte urbano de personas?;
- ¿Cuáles son los elementos necesarios e indispensables para definir un Sistema Inteligente de Transporte (SIT) mexicano aplicado al modo terrestre del autotransporte urbano de personas?;
- ¿Qué calidad y cantidad de información se requiere para formular un Sistema Inteligente de Transporte (SIT) en este modo de transporte?;
- ¿Qué tipos de Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) son susceptibles de ser implantados en nuestro país para este modo de transporte?;
- ¿Cuáles son las capacidades tecnológicas de un Sistema Inteligente de Transporte (SIT) aplicado en la articulación de un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART)?;
- ¿Cuál es su costo de adquisición?;
- ¿Qué gastos de operación y de mantenimiento se originan con la aplicación de un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART)?;

- ¿Es posible lograr ahorros sustanciales en materia de inversión en infraestructura y equipo formulando un modelo que eficiente la operación del Sistema?

Con estos alcances y aportaciones será posible definir nuevas políticas y condiciones de operación de un sistema de este tipo en la Ciudad de Hermosillo, Sonora.

CONSIDERACIONES DEL DESARROLLO DEL TEMA.

El proceso de la investigación se pretende orientar hacia el planteamiento de una interrogante a la cual se le quiere dar respuesta, es decir, la solución a una problemática. Se reunirán y analizarán datos a través de las herramientas estadísticas tradicionales y se enlazará la información generada mediante una estructura sistémica que permita interpretar y explicar las características propias del problema planteado.

La investigación debe partir de un adecuado planteamiento del problema, pues como afirma R. Ackoff, un problema bien planteado proporciona la mitad de la solución del mismo. Sin embargo, no siempre es posible plantear en forma clara un problema, por las dificultades y complejidades que se presentan en la naturaleza de una investigación; y eso es lo que precisamente debe evitarse al desarrollar este trabajo.

Para lograr el objetivo ya expresado, habrá que analizar la demanda del servicio que es prestado actualmente en la Ciudad de Hermosillo, Son., en cada una de las líneas que actualmente integran la red, desarrollar una estrategia adecuada que permita formular un modelo de análisis sustentado en la simulación, pero con la integración de teoría de decisiones multicriterio, además de estimar los ahorros en gastos e inversiones que pueden lograrse respecto de lo que actualmente se tiene proyectado para el año 2020 y establecer los mecanismos necesarios para evaluar su factibilidad técnica y económica.

Será necesario dividir esta área del conocimiento primeramente en temas genéricos, posteriormente cada tema genérico se subdividirá en temas específicos y se desarrollarán cada uno de ellos. Esto permitirá establecer un contenido

temático apropiado, mismo que se adaptará recursivamente según los avances de la investigación.

Se expresará un *marco conceptual*, integrado fundamentalmente con los programas de estudio y el material documental, bibliográfico y hemerográfico disponible; y después de revisar el material existente sobre esta área del conocimiento elegida y de efectuar las divisiones referidas, se analizará la *realidad concreta*, con lo que se aglutinarán los elementos necesarios para formular el trabajo documental de investigación. Lógicamente, esta línea de investigación será susceptible de reducirse o ampliarse, según conduzca el estudio realizado.

El esquema planteado tiene fundamento en el método científico tradicional, procurando encontrar elementos de innovación que permitan aportar elementos apropiados al estado del arte. Siguiendo el camino de la duda sistemática, se aprovecharán los procedimientos de análisis, síntesis, deducción e inducción como métodos generales para eliminarla.

Se analizarán y criticarán constructivamente los elementos de la investigación documental y de campo, con el objeto de lograr una mejor comprensión de la tecnología "SIT", buscando siempre evitar o resolver los obstáculos que entorpezcan el trabajo.

Se establecerán conceptos, definiciones, hipótesis, variables e indicadores como elementos básicos que proporcionan los recursos e instrumentos intelectuales con los que se construirá el marco teórico y de aplicación del tema seleccionado.

Se plantea iniciar con un esquema de investigación bien planeado, orientado a lograr las metas propuestas en el trabajo de investigación, con lo cual se tendrá una referencia sólida de la tecnología existente en materia de Sistemas de Transporte Inteligente, para posteriormente confrontarlo con la problemática existente en nuestra nación y definir qué puntos específicos son susceptibles de ser "adoptados", y cuáles pueden ser "adaptados" para resolverla, o bien minimarla. Estos aspectos tendrán que ser validados aplicando evaluaciones tecnológicas, legales, financieras, económicas, sociales y políticas.

Los puntos básicos por desarrollar en el presente trabajo de investigación doctoral son los siguientes:

- Diagnóstico de la situación,
- Acotación del problema por resolver,

-
- Definición de parámetros y variables que deberá incluir el modelo de análisis,
 - Obtención de los valores que satisfacen los criterios de decisión y hacen eficiente el modelo,
 - Definición de las alternativas que le pueden dar factibilidad técnica a la solución,
 - Cuantificación de los posibles ahorros y beneficios derivados de los valores anteriores, y
 - Conclusiones y recomendaciones derivadas de la mejor estrategia que pueda dar factibilidad a la solución en el corto plazo.

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT) Y SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE URBANO CON AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).

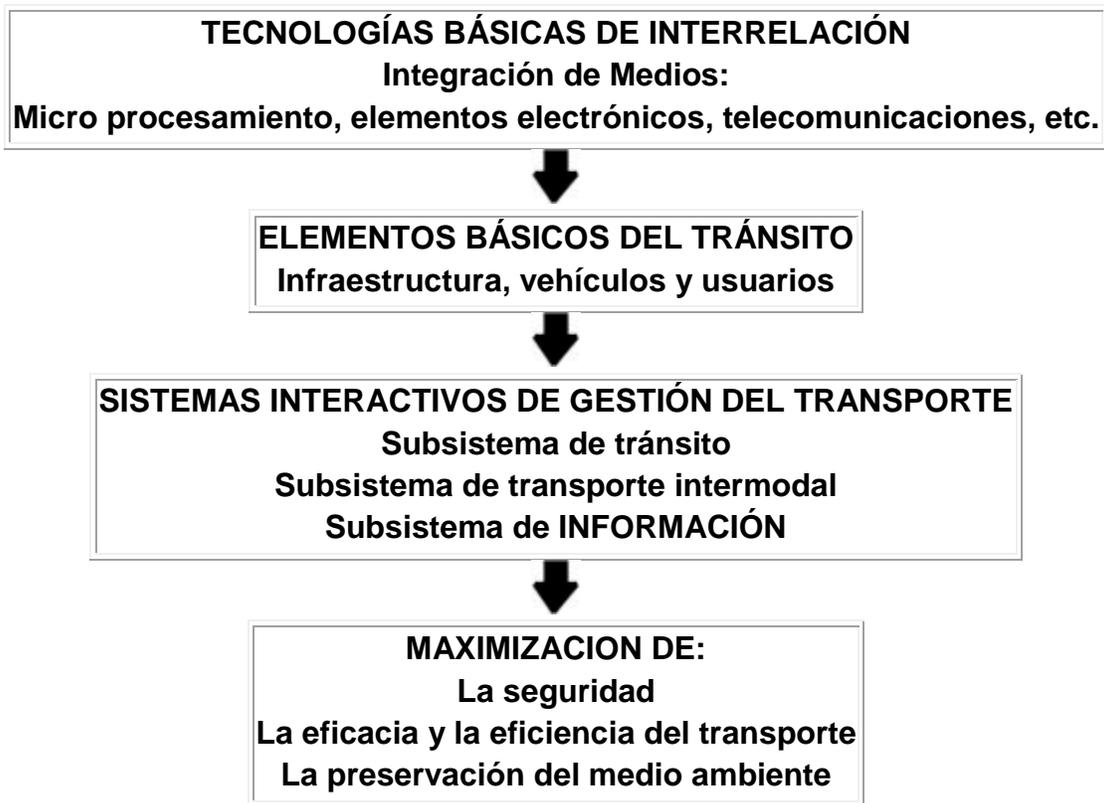
¿QUÉ ES UN SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE (SIT)?

Como ya fue inducido, los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) representan la aplicación de los avances en computación y en tecnologías de telecomunicaciones a la industria del transporte y a sus sistemas operativos, cualquiera que sea el modo en cuestión: aéreo, marítimo o terrestre. Su objetivo es evitar congestionamientos de tráfico, reducir tiempos de traslado e inversiones en infraestructura y superestructura de transporte, mejorar la seguridad y, en términos generales, incrementar la eficiencia y seguridad, reduciendo los impactos negativos al medio ambiente y el consumo de fuentes energéticas que se pueden dedicar a otros usos de la población.

El concepto de Sistema Inteligente de Transporte se ha convertido en un fenómeno global emergente, sobre todo en países desarrollados donde la tecnología está cambiando la forma con la que se diseñan, construyen, operan y administran los sistemas de transporte.

Su definición puede expresarse según el siguiente ordenamiento de etapas¹:

¹ Jorge Acha Daza, *Sistemas Inteligentes de Transporte*, Instituto Mexicano del Transporte, 1999, Internet (<http://www.imt.mx>).



Como se puede observar, se recurre en primer término a las Tecnologías Básicas de Interrelación que, con la inclusión de los diversos medios tecnológicos mencionados en el recuadro correspondiente, integrados e interconectados entre sí, conducen a la etapa de preparación y canalización de determinada INFORMACIÓN, que se relaciona directamente con los Elementos Básicos del Tránsito, perfeccionándose con ello el proceso del Transporte en calles y caminos, y que luego se traduce en Subsistemas y procedimiento de aplicación dentro del marco de la Gestión del Transporte, con los efectos de MAXIMIZACIÓN indicados en el último recuadro.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte pueden definirse como "la optimización de las funciones propias de los elementos básicos del Tránsito –Infraestructura Vial (calles y caminos) y Vehículos– mediante la aplicación de tecnologías avanzadas que interrelacionan tales elementos".

Para la aplicación apropiada de los conceptos que caracterizan los Sistemas Inteligentes de Transporte, se requerirá su estandarización, ya en marcha en algunos países, además de establecerse la institucionalidad que el caso requiera.

Así por ejemplo, la Información transmitida al conductor, en las distintas formas ya expuestas, deberá estar sujeta a determinadas normas (provenientes de la "estandarización").

Como ya lo dimos a entender, todo ello implicará pues tener siempre presente uno de los propósitos de mayor trascendencia, cual es el logro de máxima seguridad para los Usuarios de las vías públicas, además de facilitarse el movimiento de los vehículos con la INFORMACIÓN pertinente en el momento oportuno.

En suma, se trata de la realización de una mejor GESTIÓN y la obtención de mayor productividad en el campo del Transporte, definido éste como el objetivo permanente del proceso del tránsito.

Estos sistemas, bajo esta denominación, han dirigido su potencial innovador hacia la operación y administración del transporte carretero, aunque en términos pragmáticos, esta modalidad resulta ser la aplicación de la tecnología primaria fundamental empleada en otros modos de transporte sobre éste en específico. Muchos de los componentes ahora empleados para los Sistemas Inteligentes de Transporte y sus ideas, surgieron con bastante antelación en el transporte ferroviario, aéreo y portuario, tales como los Sistemas de Posicionamiento Global por citar un ejemplo (GPS por sus siglas en inglés).

Estos dispositivos aplican tecnología de vanguardia en materia de telecomunicaciones e informática para dirigir y mitigar problemas de congestión y seguridad en vías de comunicación, aportando a los operadores y a las autoridades involucradas la mayor y mejor información posible, la cual pueda ser operada por ellos en el momento oportuno para prevenir situaciones que pueda originar conflictos o accidentes de tránsito.

Actualmente, en países desarrollados se emplean sistemas tecnológicos avanzados de vigilancia para detectar tempranamente en qué punto y en qué momento se está originando un congestionamiento, con lo cual el tránsito puede ser conducido de manera oportuna a otras rutas para resolver el problema; asimismo, facilitar un desplazamiento rápido de los viajeros, antes de que se desarrolle un punto crítico de tráfico.

Estos sistemas se aplican también en la recuperación de vehículos robados mediante el uso de cámaras de video y de dispositivos convertidores de señales análogas en digitales, con los que se captan y digitalizan los números y referencias de las placas de los vehículos que pasan por puntos controlados; esta información es confrontada por medios electrónicos e informáticos con la contenida en las bases de datos de la policía.

En pocas palabras, un Sistema Inteligente de Transporte tiene como finalidad: mejorar las condiciones de tránsito y de seguridad, especialmente en el ámbito

urbano e interurbano, procurando reducir la emisión de contaminantes o la proliferación de elementos perjudiciales al medio ambiente.

Actualmente los programas de investigación y desarrollo en esta materia se han integrado con la participación de equipos multidisciplinarios en la aplicación de tecnologías de transporte y de información, con lo que los esfuerzos se han enfocado al diseño conceptual de los Sistemas Inteligentes de Transporte, y al desarrollo de herramientas computacionales para la fabricación del diseño, así como la evaluación de los servicios que estos sistemas aportan.

Estos sistemas integran, dentro del ámbito civil, a un conjunto de elementos tecnológicos y recursos humanos, materiales y económicos que interactúan entre sí y con su medio ambiente con el propósito de coadyuvar al traslado de personas y bienes, contribuyendo de manera sustantiva y puntual a:

1. Hacer un uso más eficiente de la infraestructura involucrada ya existente;
2. Reducir los daños al medio ambiente por la emisión de contaminantes;
3. Incrementar la productividad y la movilidad que de forma básica y tradicional presenta el modo de transporte que se trate (aéreo, marítimo, ferroviario o carretero);
4. Minimizar los tiempos de traslado de personas y bienes; e
5. Incrementar la seguridad de los usuarios y mercancías.

Sin embargo, ésta es una disciplina relativamente nueva, en la cual se están aportando una gran cantidad de conocimientos que concurren hacia un fin común: lograr un transporte más rápido, más seguro y más económico, evitando siempre impactar negativamente al medio ambiente. En ese sentido, los grupos de investigación del mundo han aportado definiciones sobre los Sistemas Inteligentes de Transporte tales como las siguientes²:

- a) Los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) son el uso de tecnología en materia de computación y comunicaciones para dirigir muchos retos que modernizan el aspecto de las sociedades en lo que a transporte se refiere, mejorando la seguridad, productividad y movilidad general, a pesar del incremento de tránsito, de las amenazas que impiden viajar a salvo y con

² Bin Ran, David Boyce, *Modeling Dynamic Transportation Networks, an Intelligent Transportation System Oriented Approach*, ed. Springer, Germany, 1996, 354 pp.

seguridad, y de los presupuestos obligadamente crecientes de agencias de transporte.

- b) Los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) son un grupo de tecnologías que están cambiando la manera en la que se construye, diseña, manejan y operan los sistemas de transporte en todos sus modos. A través de estos cambios se promete aportar beneficios a la sociedad que están relacionados con el nivel de servicio en lo que a transporte se refiere, y con el nivel de construcción de infraestructura industrial necesaria para desarrollar e implantar estas tecnologías.
- c) Los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) son la integración de tecnologías emergentes y actuales en las áreas del proceso de información, comunicaciones y electrónica, aplicadas para resolver problemas en materia de transporte.

No obstante lo anterior, puede afirmarse que los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) representan una evolución de la operación y manejo del tráfico, que se orienta hacia la integración total de los sistemas técnicos del transporte. Están dirigidos, también, para obtener más de ellos que los sistemas actuales de transporte (infraestructura física y medios móviles), mediante el mejor aprovechamiento de los medios disponibles; en ese sentido, representa la vanguardia de la tendencia en ingeniería de transporte a escala mundial, fuera de la construcción de nueva infraestructura y hacia la optimación de los sistemas existentes.

Parte fundamental para el diseño y control de los Sistemas Inteligentes de Transporte son los simuladores, consistentes básicamente en cinco subsistemas de tipo dinámico:

1. Un subsistema de adquisición y ordenamiento de datos;
2. un subsistema manejador de bases de datos (SMBD);
3. un subsistema de modelado y simulación de los elementos involucrados para pronóstico;
4. un subsistema para análisis de datos y generador de reportes; y
5. un subsistema de visualización interactivo de resultados e información.

Esto da lugar al uso de simuladores, por un lado y, por el otro al empleo de controles de monitoreo computarizado, en cuyas pantallas de ambos pueden observarse brillos multicolores que representan objetos estáticos y en movimiento (vehículos) georreferenciados, donde es posible hacer acercamiento o alejamientos, con los fondos de los caminos, puentes, túneles y entronques que en él se encuentran. A cada objeto se le asignan particularidades específicas, con lo cual se tiene un comportamiento virtual en un caso, y real en otro.

Los SIT tienen seis componentes, hasta ahora orientados a la operación de modos de transporte carretero. Dichos componentes incluyen:

1. Sistemas Avanzados de Manejo de Tráfico (SAMT o ATMS en inglés);
2. Sistemas Avanzados de Información para Viajeros (SAIV o ATIS en inglés);
3. Sistemas de Operación de Vehículos Comerciales (SOVC o CVOS en inglés);
4. Sistemas Avanzados de Transporte Público (SATP o APTS en inglés);
5. Sistemas Avanzados de Control de Vehículos (SACV o AVCS en inglés) y;
6. Sistemas Avanzados de Transporte Rural (SATR o ARTS en inglés).

La aplicación de estos seis diferentes componentes de los SIT está orientada tanto a ambientes urbanos como rurales; aunque la aplicación de algunos componentes, tales como los de Manejo de Tráfico y los de Transporte Público, redundarán en mayores beneficios en ambientes urbanos, debido a la gravedad de los problemas de congestión que estas regiones enfrentan.

Además de lo anterior, también se han desarrollado equipos especializados que forman los componentes físicos, propiamente dicho, de los Sistemas Inteligentes de Transporte, los cuales pueden ser artefactos fijos, móviles o portátiles, mismos que, a su vez, pueden ser localizados e identificados en:

1. Los módulos o centros de control:
 - Sistemas avanzados de manejo de tráfico,
 - Sistemas avanzados de manejo de emergencias,
 - Sistemas avanzados de administración de peajes,
 - Sistemas avanzados de administración de vehículos comerciales,
 - Sistemas de información a proveedores de servicios,
 - Sistemas de manejo de emisiones contaminantes,

- Sistemas de manejo de transporte público,
 - Sistemas avanzados de información para viajeros,
 - Sistemas de manejo de transportes de carga,
 - Sistemas avanzados de transporte rural y,
 - Sistemas de planeación del transporte.
2. Los vehículos:
- Sistemas avanzados de control de vehículos,
 - Sistemas avanzados de operación de vehículos comerciales y,
 - Sistemas avanzados de transporte público.
3. Las vías de comunicación o en las rutas:
- Sistemas de verificación de vehículos comerciales,
 - Sistemas de manejo de estacionamientos,
 - Sistemas colectores de pagos de derechos e impuestos y,
 - Sistemas de auxilio sobre el camino.
4. Módulos a disposición de los viajeros:
- Sistemas de información personal y,
 - Sistemas de apoyo al viajero.

Para asegurar la atención de las necesidades de transporte es preciso cumplir con la condición de satisfacer, con el mayor grado de efectividad posible, tres exigencias fundamentales:

- a) Seguridad
- b) Eficiencia
- c) Rendimiento económico

La demanda o necesidad de transporte plantea numerosos problemas de tipo técnico y organizacional, de conformidad con su dimensión y características; sin embargo, la seguridad es la más importante de las exigencias que han de cumplir los transportes. Debe considerársele por encima de la eficiencia y del rendimiento económico, por razones que si bien no es siempre posible expresar con total claridad, su índole no escapa al más elemental razonamiento.

Se dirá que un transporte es seguro si todo él está libre de riesgos; en tanto que diremos que es confiable si es de esperarse que, dentro de ciertos parámetros establecidos, puede contarse con que realizará apropiadamente su función de transportar.

Bajo ese punto de vista, el concepto de seguridad adopta tres significados³:

- 1) Seguridad en cuanto a la cantidad y magnitud de siniestros en el que se ven involucradas las unidades de transporte, y sus ocupantes o los bienes que se mueven en ellas;
- 2) Seguridad respecto de la vulnerabilidad ante el delito; y
- 3) Seguridad como sinónimo de confiabilidad, cuya implicación en la calidad de la oferta es patente, es decir, el valor respecto al tránsito.

Es inevitable que todos los transportes, algunos más que otros, cobren su cuota anual de accidentes en la que se incluyen pérdidas económicas y, con lamentable frecuencia, vidas humanas. No obstante la palabra "accidental" posee connotaciones de algo inapropiado o fortuito; sin embargo, es el último eslabón de una cadena de circunstancias que bien pudieran ser evitadas o controladas con mayor o menor dificultad.

Es usual admitir, sobre todo en las postrimerías del siglo, que otro de los rasgos característicos del transporte es su acelerada evolución tecnológica, misma que, además, no es de ninguna manera homogénea. Esto afecta principalmente a los elementos de mayor duración, que pueden quedar obsoletos, tecnológicamente hablando, antes de llegar a perder por completo su capacidad económica de uso. Es difícil entonces justificar su reemplazo a menos que las nuevas instalaciones ofrezcan ventajas indudables.

Más allá de esto, es ya posible contar con datos sobre las condiciones de tráfico en tiempo real mediante sistemas y dispositivos que aplican tecnología de Sistemas Inteligentes de Transporte, y con ello se puede proveer de información valiosa a los conductores de automóviles y tractocamiones, pasajeros en tránsito, administradores de flotas, despachadores y a otros involucrados en la industria del transporte, a efecto de permitirles con ello tomar mejores decisiones sobre los parámetros críticos de viaje, tales como la ruta y el modo a elegir, el horario de viaje y la coordinación de conducción.

Esta es la integración de tecnologías que los Sistemas Inteligentes de Transporte buscan alcanzar; y ahora es posible porque existen los instrumentos y dispositivos telemáticos e informáticos, además de las herramientas analíticas, que permiten detectar, localizar e identificar a vehículos específicos, combinar y manipular esta información mediante procesos que permitan proveer de comandos e indicaciones

³ Ángel Alceda Hernández, *La Operación de los Transportes*, Secretaría de Transportes y Vialidad del Gobierno del Distrito Federal, México, 1997, 396 pp.

de control a cualesquiera de los tres participantes básicos del sistema: al operador, al vehículo o a la infraestructura.

ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT).

Buscando alivio a los problemas de congestionamiento, gobiernos, académicos e investigadores industriales de países desarrollados como Francia, Alemania, Inglaterra, Japón, Australia, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá entre otros, han experimentado con sistemas de información automatizados para el control del tráfico en carreteras, desde el principio de la década de los años 70's, dando origen a la aplicación primaria de los Sistemas Inteligentes de Transporte, pero los trabajos y el financiamiento no fueron constantes en el inicio; sin embargo, a finales de la década de los ochenta, la Unión Europea creó un programa de investigación sobre la telemática aplicada al transporte y, desde entonces, se han invertido en este programa varios miles de millones de dólares y más de 4,000 años-hombre.

En 1990, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology -MIT-) estableció un programa de Sistemas Inteligentes de Transporte (Intelligent Transportation Systems –ITS-) en su campus, dirigido por Moshe Ben-Akiva, profesor de ingeniería civil y ambiental. El programa se integró con unidades de investigación de varios departamentos, centros y laboratorios, entre los cuales se incluyó al Centro para Estudios del Transporte (Center for Transportation Studies), al Centro para la Tecnología (Center for Technology), al Laboratorio de Sistemas Ingenieriles Inteligentes (Intelligent Engineering Systems Lab), al Centro de Investigaciones Electrónicas Lincoln (Lincoln Laboratory Electronics Research Center), al Laboratorio de Sistemas Hombre-Máquina (Man-Machine Systems Laboratory), al Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (Civil and Environmental Engineering Department), al Departamento de Ingeniería Mecánica (Mechanical Engineering Department), al Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Ciencias Computacionales (Electrical Engineering & Computer Science Department), y a la Escuela de Dirección Sloan (Sloan School of Management).

El 20 de noviembre de 1991, fue publicado un reporte del MIT titulado: “Planes Inteligentes para Caminos Congestionados”, el cual informó que se llevaba a cabo

un programa asociado con la industria privada para aplicar las teorías de ingeniería de tránsito. En este proyecto participaban Motorola Inc. y Sumitomo de Japón, entre otras armadoras de automóviles, manufactureras electrónicas y compañías de transporte, con la meta de realizar sistemas con tableros computacionales y ligas electrónicas a centros de control de carreteras y caminos de alta velocidad, mediante una red que dotara de información de tráfico instantánea y exacta, indicando las vías adecuadas para circular más rápidamente.

Un segundo programa del MIT, orientado en este sentido, se dedicó al estudio e investigación de sistemas de control de vehículos, el cual tuvo como fin desarrollar sistemas que automatizaran funciones actualmente realizadas por los conductores, detectando objetos alrededor del vehículo para evitar frenados que propicien colisiones entre vehículos.

Más tarde se estableció un tercer programa dirigido a vehículos de tipo comercial, el cual proveería de funciones especializadas a éstos, tales como: monitoreo de flotillas, pesaje y pago de peajes de camiones, con la finalidad de que estos vehículos cumplan con la normatividad de pesos y dimensiones en los caminos.

Cabe destacar que el Departamento Federal de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (Federal Department of Transportation) es el organismo que sostiene la mayor parte de la investigación en materia de transporte inteligente a lo largo de esa nación, y estimó que cada año los congestionamientos de tránsito originan más de 2 mil millones de horas en retardos, lo cual se traduce en una pérdida de productividad que le cuesta a ese país más de 40 mil millones de dólares. Por esa razón, el Congreso Norteamericano aprobó la aplicación de 20 millones de dólares en investigación en esta materia en 1990, y más de 150 millones en 1991.

Ya para el 13 de diciembre de 1995, Denise Brehm del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental del MIT reportaba que se había desarrollado un simulador con el *estado del arte* de los Sistemas Inteligentes de Transporte, el cual simulaba diferentes tipos de conductores: agresivos, cuidadosos, tímidos y veloces, y como influían en el desplazamiento vehicular. El simulador se ejecutaba en una “estación de trabajo” y recibió el nombre de Simulador de Tráfico Microscópico (Microscopic Traffic Simulator -MITSIM-), permitiendo a los investigadores probar varios sistemas de manejo de tráfico para el tercer túnel y arteria central Harbor (Central Artery/Third Harbor Tunnel -CA/T-), es decir, el gran proyecto de construcción de 8 mil millones de dólares que conduce al Aeropuerto Logan.

El 31 de enero de 1996, se reportó el desempeño del MITSIM aplicado por el Departamento de Transporte de Massachusetts (The Massachusetts Department of Transportation -MASSDOT-). Se señaló que el programa resultó sumamente útil en el diseño del sistema de control de tráfico, con un costo de 54 millones de dólares para una carretera de siete millas de largo. Este sistema incluía una red de 500 cámaras de video y miles de sensores de velocidad incorporados al pavimento; todos ellos suministrando información a un cuarto de monitoreo y control en el sur de Boston, con lo cual se había logrado instalar esencialmente un laboratorio en el que se podían probar nuevas tecnologías de ingeniería de tránsito.

De manera concreta, el MITSIM se integró de manera paulatina con siete subsistemas específicos:

1. Modelos explícitos del comportamiento de los conductores que simulan la respuesta de los operadores a la información y control.
2. Control de entronques y guías con respuesta.
3. Caminos alternos de enrutamiento.
4. Implantación de estrategias generales de control y guías de enrutamiento.
5. Implantación de sistemas generales de sensores.
6. Simulación de redes generales, con la integración de arterias y vías rápidas.
7. Formulación con un software estructurado, flexible, modular y con orientación objetiva diseñado en lenguaje C++.

Se conoce también la existencia de otro desarrollo de este tipo en el año de 1993 para simular el tráfico urbano de Albuquerque, New Mexico; igualmente, este sistema se aplicó en una supercomputadora de Los Alamos, Estados Unidos, para crear un modelo de escenarios de tráfico llamado Sistema de Simulación y Análisis de Transporte (Transportation Analysis Simulation System -TRANSIMS-). El creador de este sistema de simulación fue el investigador Christopher L. Barrett del Laboratorio Nacional Los Álamos (Los Alamos National Laboratory).

El TRANSIMS, patrocinado por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S. Department of Transportation) y la Agencia de Protección al Ambiente (Environmental Protection Agency), representó exitosamente las características observadas del tráfico en esa ciudad, y en su

segunda etapa, la cual se inició a finales de 1995, se pretendió simular el tráfico al Aeropuerto Dallas/Fort Worth, Texas; un área de 3,600 millas cuadradas con 2.3 millones de residentes.

En el inicio de 1998, la investigación se orientó a aplicar el TRANSIMS en una simulación más avanzada de la ciudad de Portland, Oregon; con lo que se buscará incorporar las características reales de la gente cambiando de modo de transporte, por ejemplo, una persona que conduce hasta una estación del tren subterráneo, aborda el metropolitano y después un autobús para llegar a su trabajo.

Actualmente en Europa, por otro lado, están en marcha 64 proyectos relativos a los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), en los que participan más de 500 asociados procedentes de la industria, las administraciones públicas y los centros de investigación. Dentro de estos proyectos se llevan a cabo estudios piloto y experimentos en más de 30 ciudades y en 13 importantes corredores de transporte.

En Canadá, en el año de 1991, hubo 3,700 fatalidades y 248,000 personas lesionadas en las carreteras, lo cual originó pérdidas estimadas en más de 14 billones de dólares; y en el mismo año, la Asociación Canadiense de Transporte (Transportation Association of Canada) reportó que había 16.5 millones de automotores registrados y más de 17.5 millones de conductores, cifras que se esperan continúen creciendo en un orden de 25 a 30% para el año 2001⁴.

Desde principios de los años 50's y 60's, los expertos de la industria del transporte habían previsto "vehículos inteligentes auto guiados" y "carreteras inteligentes", pero estos conceptos parecían un sueño. Sin embargo, mientras más nos acercamos al siglo XXI, la tecnología ha avanzado al punto de transformar esos sueños en realidad, y nos aproximan cada vez más a lograr los objetivos generales y específicos de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

Entre los usuarios de los Sistemas Inteligentes de Transporte se incluyen viajeros que interactúan en todos los modos de transporte, operadores de centros de manejo de transporte, operadores de tránsito, organizaciones metropolitanas de planeación, propietarios de vehículos comerciales y sus operadores, gobiernos estatales y municipales, y muchos otros que se benefician del desarrollo de esta tecnología.

La meta de los Sistemas Inteligentes de Transporte en el ámbito mundial es incrementar la movilidad, eficiencia y seguridad. La movilidad se está convirtiendo

⁴ *Steps for action, getting Intelligent Transportation Systems ready for the year 2000*, U.S. Department of Transportation, 1998, 9 pp.

en una necesidad fundamental del ser humano en la era moderna de la vida urbana, y esa parece ser el proyecto de cada nación industrializada que soporta su actividad económica y social.

Los sistemas de transporte ineficientes son extremadamente costosos, ya que una estimación revela que más de 83 mil millones de millas fueron registradas como viajes de exceso y que 914 mil personas/año fueron desperdiciadas. Esto arroja un déficit de más de 45 billones de dólares en Estados Unidos de Norteamérica, tan sólo en el año de 1987.

Se estimó en 1995 que en Bangkok la congestión de tráfico cuesta más de 13 billones de dólares al año, y en Singapore más de 500 millones, sin contabilizar el impacto económico de esta situación, la congestión endémica y los efectos de contaminación que afectan la calidad de vida de un país.

La tecnología que se aplica en los Sistemas Inteligentes de Transporte ha logrado hacer eficientes los sistemas actuales⁵; por ejemplo:

- En Toronto y Ontario la duración de los incidentes se ha reducido de 86 a 30 minutos, lo que ha permitido ahorrar más de 300,000 horas por retrasos al año aproximadamente, así como la prevención de 200 accidentes catastróficos al año; igualmente se ha encontrado una tasa de retorno del 18% en las inversiones, lo que representa un ahorro de 10 millones de dólares en recursos.
- En Oakland y Michigan se han reducido en un 89% los accidentes en vueltas a la izquierda en vías rápidas, al igual que la disminución en un 27% el total de las lesiones, y en un 100% las mismas consideradas como graves.
- En Minneapolis se han reducido los accidentes en un 25%, no obstante de haberse incrementado en un 35% el promedio de velocidad, y se ha incrementado la capacidad de la infraestructura vial en un 22%.
- En Orlando se redujeron los tiempos de viaje en un 19%.
- En Kansas City y en Missouri, los ahorros en operación ascienden a más de 500 mil dólares al año, y el tiempo de respuesta ante incidentes se redujo de 10 a 1 minuto.

⁵ Lewis Branscomb, James Keller, *Converging Infrastructures: Intelligent Transportation and The National Information Infrastructure*, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1996, 392 pp

- En Oklahoma los costos de operación anuales han descendido en proporciones de 11 a 1 sobre los caminos tradicionales de peaje, y se han reducido los contaminantes que se emiten a la atmósfera (6 a 1 en hidrocarburos, 4 a 1 en monóxido de carbono y 2 a 1 en óxido nítrico).
- En New York las colas de tráfico en vías de cuota ha disminuido de 15 minutos a menos de 30 segundos con la introducción de tecnologías específicas relativas a los Sistemas Inteligentes de Transporte.
- La empresa Greyhound redujo en un 20% los accidentes en las primeras 100 millones de millas de operación con esta tecnología; y una empresa transportista ha mejorado la utilización de una flota de 10,000 tractocamiones en 20 a 25 millas/día/camión.

Las tecnologías de los Sistemas Inteligentes de Transporte permitirán ir más lejos; ahora vemos sistemas de señales de control de tráfico “adaptivas”, las cuales, a través del uso de otras tecnologías de detección de vehículos, se coordinan para adaptar en tiempo real los cambios necesarios que permiten manejar adecuadamente las demandas de los usuarios; tales sistemas incrementan efectivamente la capacidad de un sistema vial, sin una expansión de la infraestructura inmobiliaria.

ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE URBANO CON AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).

Los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART), son una amplia variedad de soluciones de transporte urbano de pasajeros basada, como su nombre indica, en vehículos automotores de pasajeros que pueden ágilmente circular sobre carriles exclusivos y que son denominados como Autobuses de Rápido Tránsito (ART), o bien, “Bus Rapid Transit Systems” en inglés (BRTS), siendo su propósito el de proporcionar servicio de mejor calidad respecto del tradicional con una mayor capacidad de pasajeros desplazados por unidad.

El modelo pionero de este sistema surgió a fines de los años 60's en Lima, Perú, donde se dispusieron vías exclusivas para el tránsito rápido de los autobuses de transporte público que originalmente se construyeron y reservaron para "el metro de Lima", que nunca llegó; sin embargo, las autoridades decidieron aprovechar ese espacio para que fuera recorrido por vehículos de transporte público articulados traídos desde Hungría de la marca Ikarus y que fueron popularmente renombrados como "ícaros". El innovador sistema era operado al principio por la empresa municipal ATPL y luego por la estatal ENATRU y duró hasta 1992 en que finalmente fue liquidado como parte de la política de liberalización del transporte público durante el gobierno de Alberto Fujimori, lo que derivó en su extinción. El sistema limeño también incluía algunas calles y avenidas reservadas sólo para el tránsito de buses de dicha empresa y la modalidad "directa" que consistía en el viaje con un número limitado de paradas (o sin paradas) durante el trayecto entre la zona de partida y la de destino, alcanzando así velocidades de 50 km/h en promedio.



BRT Lima, Perú.

Aunque este tipo de transporte urbano fue ideado análogamente al sistema de tren subterráneo, posee una formulación más económica y de menor caos vial en su construcción, caracterizándose por utilizar un corredor central exclusivo para el tránsito de autobuses y con sistema de semáforos inteligentes o luz especial para este.

Los países pioneros y líderes en la aplicación de este tipo de sistemas de transporte son los países latinoamericanos, en especial Brasil y Colombia. Durante los años 70's Brasil planificó sus ciudades de mayor crecimiento, construyendo a lo largo de los corredores de transporte, este tipo de sistema con puerta derecha, con estaciones tipo "tubo" cilíndricos y transparentes, particularmente en la ciudad de Curitiba, donde se actúa junto con autobuses urbanos tradicionales que circulan por líneas "interbarriales" que llevan el pasaje hasta otras líneas llamadas "alimentadoras" y éstas, a su vez, lo llevan a las "troncales" que son las del tipo BRTS (Bus Rapid Transit Systems), aportando con esto una solución "integral" al problema del transporte urbano de autobuses; y, en 1998, se inició en Colombia el proyecto "Transmilenio", que incluía la puerta izquierda para aprovechar las

estaciones en ambos sentidos, aunque también se usa la puerta derecha, el cual, en las horas pico, transporta 45.000 pasajeros por hora por dirección.

Actualmente los BRTS (Bus Rapid Transit Systems) ya han sido ampliamente adoptados en China, India, Canadá, Estados Unidos, países vinieron a aprender sobre el sistema para implementarlo en sus ciudades y, más recientemente, México, en ciudades como León, el Distrito Federal, Guadalajara, Monterrey y, recientemente, Puebla.



BRT Bogotá, Colombia.



BRT Pune, India.



BRT Sao Paulo, Brasil.



BRT Beijing, China.



BRT Santiago, Chile.



BRT Las Vegas, Estados Unidos de Norteamérica.



BRT Distrito Federal, México.



BRT Adelaide, Australia.

Es un hecho que los Sistemas de Autobuses de Rápido Tránsito (SART) o “BRTS” (Bus Rapid Transit Systems) se están expandiendo en todo el mundo, en ciudades de países desarrollados y en vías de desarrollo. Hasta 1995 había 350 kilómetros de BRT en el planeta y en la década de 2000 aumentó a alrededor de 600 km; hoy hay 3,307 km de BRTS en 117 ciudades de todos los continentes y, en muchas de ellas, de una manera “integral”, es decir, coordinándolos con las líneas convencionales de autobuses urbanos actualmente ya existentes para formar un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART). Por su flexibilidad y alto rendimiento, junto con la velocidad y la operación de bajo costo, el BRT se ha convertido en una buena solución emergente para las ciudades que quieren ofrecer a sus ciudadanos una pronta alternativa a la congestión.

No hay duda que, tanto los BRTS (Bus Rapid Transit Systems), los sistemas de trenes ligeros y el “metro”, son sistemas de alto rendimiento que podrían revolucionar los desplazamientos en una ciudad. Las principales diferencias entre los sistemas ferroviarios y los sistemas BRTS (Bus Rapid Transit Systems) son el costo y el tiempo de construcción, además del tiempo de puesta en marcha, un tema que resulta ser de gran interés para los organismos públicos que deben invertir en el transporte urbano de pasajero de las ciudades que están experimentando expansión por cuestión demográfica.

Desde un punto de vista ambiental, las emisiones procedentes del transporte de los autobuses se van disminuyendo debido a las nuevas tecnologías y combustibles más limpios

Los BRTS (Bus Rapid Transit Systems) han viajado por el mundo como un modelo de transporte con diseño de calidad y alto rendimiento. Como es muy reciente, todavía necesita ajustes en su operación, pero ya está logrando un impacto positivo para los que viven en grandes ciudades, pues el ahorro de tiempo significativo permite utilizarlo para mejor gusto de cada uno de sus habitantes. En

cualquier parte del mundo, el tiempo es uno de los activos más valiosos que existe.

Los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) se están conformando como una industria eficiente y competitiva de soporte a los sistemas actuales y futuros, capaz de competir en igualdad de condiciones con otras alternativas tecnológicas para el transporte público urbano, lo que contribuye a las formulación de soluciones sustentables en términos de su alta demanda por ser legalmente permitidas, técnicamente factibles, económica y financieramente rentables para combatir los graves problemas de movilidad que enfrentan las poblaciones de las ciudades latinoamericanas, a efectos de mejorar la salud, calidad de vida y competitividad de las mismas.

La América Latina ha registrado, en la última década, un aumento significativo de la flota de vehículos individuales y, el resultado de esto es la congestión, la contaminación, los accidentes y la reducción de los espacios públicos, haciendo que las ciudades pierdan la sostenibilidad, la competitividad y condiciones de garantizar a la gente un nivel adecuado de salud y calidad de vida, por lo que, en ese sentido, son plenamente justificados los esfuerzos que se realicen por implantar su funcionamiento en las ciudades que están experimentando un crecimiento acelerado en su expansión territorial y en el crecimiento de su población.

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (SIT) Y DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE DE AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).

La dinámica de la información ha transformando los viajes y el transporte en general. La conjunción de las telecomunicaciones y la informática ya ha dado lugar

a muchos de los inventos telemáticos que son necesarios para conseguir una movilidad sostenible; sin embargo, es necesario estimular y justificar su empleo⁶.

Los Sistemas de Transporte Inteligente son el signo de la evolución de la infraestructura física de una nación en materia de transporte, y son consecuencia de la vertiginosa edad de la globalización de la información. Su importancia es crítica, y radica en el hecho de que la demanda de transporte continúa incrementándose.

En un marco nacional, estos sistemas tienen una amplia perspectiva en lo que concierne a beneficios aportados⁷:

- **Capacidad:** Una infraestructura "inteligente" permitirá optimar los recursos existentes e incrementar su vida útil total, con lo cual podrá enfrentarse los retos emergentes del próximo siglo. En algunos casos, según las referencias consultadas para la realización del presente documento, se ha conseguido satisfacer las necesidades crecientes con la misma infraestructura hasta en un 35%.
- **Seguridad:** Con la aplicación de tecnología, se han logrado reducir substancialmente la incidencia delictiva y de accidentes en las vías de comunicación.
- **Economía:** Estudios internacionales señalan fuertes ahorros tras la aplicación de tecnología en materia de transporte, señalando relaciones Beneficio/Costo superiores a 8 unidades.

Hoy en día, los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), se desarrollan integrando muchas tecnologías sofisticadas: Predicción de congestionamientos, ruteo dinámico, algoritmos para la detección de incidentes del tránsito, dispositivos automatizados de generación de respuestas emergentes, algoritmos de control "adaptivos" en tiempo real para controlar la entrada a rampas de acceso, señalamientos de carriles y flujos principales, entre otros. Sin embargo, aunque los desarrollos se centran fundamentalmente en el transporte por carretera, se busca lograr un futuro más eficiente y competitivo para el transporte combinado, al

⁶ *Marco Organizacional para el Desarrollo de Servicios de Intercambio Electrónico de Datos en México*, Publicación Técnica, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de comunicaciones y Transportes, Sanfandila, Qro., 1995, 110 pp.

⁷ Woodrow Barfield, Thomas A. Dingus, *Human Factors in Intelligent Transportation Systems*, ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey, 1998, 458 pp.

desarrollar sistemas que permitan un trasbordo fácil de un medio de transporte a otro.

Por lo que respecta al transporte ferroviario, aéreo y portuario, aún cuando ya se utilizan algunos de los componentes de los Sistemas Inteligentes de Transporte, tales como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), aún se carece de un esfuerzo sistematizado para agrupar estas aplicaciones bajo un común denominador.

No obstante, son innegables los adelantos tecnológicos existentes en el mundo en materia de electrónica, así como tampoco puede soslayarse su aplicación para mover pasaje y carga de una manera cada vez más eficiente y segura; por ejemplo:

- Los sistemas de gestión del tráfico por carretera procuran manejar y procesar datos expeditamente desde, y hacia los centros de información de tráfico a los vehículos equipados con sistemas de comunicaciones electrónicos de a bordo, con lo que se mejora la seguridad al disminuir la congestión y la contaminación ambiental que ésta causa.
- Los sistemas de gestión del tráfico ferroviario están destinados a sustituir equipo nacional incompatible de gestión y señalización. Al borde de las vías y dentro de las locomotoras se instalan unidades electrónicas que sirven como "auditores" para evitar la intervención del error humano.
- Los sistemas de gestión e información del tráfico de buques se están destinando a mejorar la seguridad y la eficiencia del transporte por vías navegables interiores y por mar, mediante el empleo de sistemas de orientación y vigilancia vía satélite.
- Los sistemas de comunicación para el tráfico aéreo son, sin duda, los más desarrollados en lo que se refiere a navegación, pero aún queda por hacer sistemas eficaces que permitan manejar de manera rápida y económica el pasaje y la carga que por este modo se transporta.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte se han desarrollado notoriamente en muchos países industrializados; han demostrado producir beneficios significativos en lo que se refiere a la seguridad, a la reducción de congestionamientos y al medio ambiente.

Gobiernos europeos, asiáticos y de América del Norte están invirtiendo actualmente cientos de millones de dólares para desarrollar soluciones a sus problemas de transporte que aplican tecnología SIT, misma que puede ser adaptada y aplicada en nuestro país.

Por lo que respecta al transporte ferroviario, aéreo y portuario, aún cuando ya se utilizan algunos de los componentes de los Sistemas Inteligentes de Transporte, tales como los sistemas de posicionamiento global, aún no existe un esfuerzo para agrupar estas aplicaciones bajo algún común denominador. La amplia gama de aplicaciones de los SIT muestra el número de oportunidades de investigación que esta área puede representar.

Los componentes de los SIT se identifican en el orden siguiente como los más prometedores para su puesta en práctica en México: Sistemas Avanzados de Manejo de Tráfico, Sistemas Avanzados de Transporte Público, Sistemas de Operación de Vehículos Comerciales, Sistemas Avanzados de Transporte Rural, Sistemas Avanzados de Información para Viajeros y Sistemas Avanzados de Control de Vehículos.

Se considera que las aplicaciones de los sistemas de Manejo de Tráfico, de Transporte Público y de Información para Viajeros, serían las de mayor beneficio para un ambiente urbano, y dado el alto costo de los componentes de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) y que los Sistemas Avanzados de Control de Vehículos se encuentran en etapas tempranas de desarrollo, se estima que los sistemas en los que en primer término debiera profundizarse en su estudio para su aplicación en transporte interurbano serían los Sistemas de Operación de Vehículos Comerciales y Sistemas Avanzados de Transporte Rural. Aún cuando la mayoría de las operaciones de los vehículos comerciales se efectúa en ambientes urbanos, la parte que se realiza en ambientes interurbanos o rurales representa un importante campo de investigación.

En resumen, los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) son un conjunto de tecnologías, sistemas y conceptos de operación de transporte que, colectivamente, ayudan a que el transporte sea más eficiente y seguro, por lo que, este es un campo multidisciplinario, más que un simple sistema monolítico; en otras palabras, es un sistema de sistemas que merece nuestra atención como una alternativa que aporte y oriente aplicaciones adecuadas a nuestra realidad nacional y regional.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE DE AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).

El "transporte público urbano de alta calidad para todos" es la búsqueda que gobiernos municipales y estatales están realizando para gestionar un sistema integral de transporte público eficaz en las ciudades crecientes en su población y, para lograr este objetivo, necesitan crear y apoyar las mejores organizaciones y expertos de todo el mundo para abordar los temas que son prioritarios:

1. Políticas públicas de transporte urbano sustentable;
2. Financiamiento de sistemas transporte que puedan integrarse con los ya existente;
3. Mecanismos que provean mejoras a la seguridad vial;
4. Calidad de servicio y satisfacción del usuario;
5. Imagen del sistema de transporte.

Sobre ello es importante discutir en profundidad cómo ofrecer servicios de transporte con calidad y satisfacer a los usuarios con bases y consistencias científicas, distinguiendo tres temas "clave": gestión de la opinión de los usuarios, indicadores de rendimiento y mecanismos contractuales.

Para resolver el problema pueden ocuparse sistemas de transporte ya conocidos basados en:

- Trenes férreos o neumáticos.
- Trenes ligeros.
- Tranvías.
- Trolebuses.
- Autobuses



Tren Neumático



Tren Férreo



Tren Ligero



Tren Ligero



Tranvía



Tranvía



Trolebús



Trolebús



El modelo que actualmente conviene revisar es el adoptado inicialmente por Brasil, es decir, el de las líneas alimentadoras y troncales, pues son las que dan lugar a los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART). Este tipo de transporte urbano de pasajeros ha adelantado y mejorado el transporte masivo en América Latina, pues buscan la conjugación en el ámbito profesional, tecnológico, científico, financiero, comercial e institucional para fortalecer la capacidad y la efectividad de éstos medios y de sus sistemas.

Los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) buscan promover el intercambio de conocimiento para crear las mejores prácticas para la gestión y operación del transporte colectivo urbano y su disseminación. Se estima un potencial de implementación a más de 7.000 km de corredores tipo BRT (Bus Rapid Transit) de alto desempeño en las 100 ciudades más grandes de América Latina y, en la actualidad, se ofrecen servicios a más de 20 millones de usuarios al día a través de más de 700 km de líneas exclusivas.

Pueden ser diversas y muy diferentes las maneras en que funcionan los autobuses que circulan por todo el mundo para procurar cubrir la demanda de las zonas a las que sirven, ahora podemos ver que unos funcionan con combustibles tradicionales, algunos con electricidad y otros con medios híbridos. Los avances tecnológicos de la última década, en la que se ha visto un mejoramiento sustantivo, no sólo en la eficiencia de sus motores, sino también en su relación peso/potencia, haciendo posible la existencia de autobuses de alta capacidad y rendimiento, o sea, vehículos automotores para pasajeros que pueden trasladar, con bajos costos de operación, alrededor de 120 personas por vez, incluso más de 160, y es esta cualidad lo que ha permitido incorporar estas unidades a los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) como parte fundamental en su operación.



Autobús de Rápido Tránsito (ART) -Articulado-

Claro es que la articulación de un sistema de transporte público que incorpore Autobuses de Rápido Tránsito debe ser un proceso de análisis minucioso y de planeación estratégica y táctica eficaz; ciertamente debe tomar en consideración factores externos tales como la infraestructura existente, disposiciones legales, estructuras demográficas, además de las expectativas de los usuarios, de los operadores y de las autoridades municipales, pero, además, esa planeación conlleva la toma de decisiones acerca de infraestructura, vehículos, financiamiento, cobro de pasaje, etc.

Evidentemente el proceso de configuración y planeación de estos sistemas puede variar considerablemente según la ciudad hacia la que están dirigidos y sus circunstancias, pero, definitivamente, se debe desarrollar y conceptualizar una visión que se fundamente en estudios de factibilidad técnica y en análisis de evaluación de proyectos de inversión. Los primeros diseñando los aspectos físicos y operativos del sistema y los segundos con base en un adecuado plan de negocio.

Aunque, conforme la evolución de las necesidades y las circunstancias originalmente observadas, habrá un proceso continuo de modificación y adaptación, en términos generales, las rutas troncales de los Sistemas Integrados de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) siempre deben considerar estos puntos específicos:

- a) Desde el punto de vista de la infraestructura, carriles separados del tráfico general con prioridad en los semáforos para garantizar un servicio sin retrasos ni interrupciones.
- b) Desde el punto de vista del equipamiento, acceso cómodo a los vehículos a través de estaciones y terminales de fácil ingreso y egreso universal.
- c) Desde el punto de vista operativo, la posibilidad de utilizar vehículos de mayor capacidad y de adaptar la frecuencia de paso a la demanda de pasajeros, optimizando el grado de ocupación y evitando viajes con autobuses vacíos.
- d) También desde el punto de vista operativo, el cobro y verificación de pasajes en las estaciones y terminales para minimizar los tiempos de parada.
- e) Desde el punto de vista de la integración del transporte, la capacidad de articularse como un sistema que apoye y favorezca al ya existente como sistema de alimentación de éste con el fin de lograr una cobertura amplia de la demanda de viajes.
- f) Desde el punto de vista de conformación como Sistema Inteligente de Transporte (SIT), un control flexible del sistema en su conjunto con una gestión moderna y eficiente del parque vehicular.
- g) Igualmente, desde el punto de vista de configuración como Sistema Inteligente de Transporte (SIT), el uso de medios electrónicos con aplicación de las tecnologías informáticas modernas para la comunicación informativa al usuario en tiempo real.

Con ese orden de ideas, los Autobuses de Rápido Tránsito (ART) ofrecen una alternativa sustentable a los problemas de vías congestionadas por el tránsito vehicular urbano, de medios de transporte públicos repletos y de elevados niveles de contaminación ambiental, viéndolos, ahora, como mecanismos de alta calidad, fiables y atractivos con los cuales es posible mitigar la problemática de movilidad en las ciudades y sus zonas metropolitanas mediante un nivel de costos accesible que, dependiendo de las necesidades específicas, sus componentes particulares pueden configurarse y combinarse de manera flexible, pero integrándose a la red de transporte urbano bajo los siguientes principios:

- I. Diseñarse como parte de una red integrada de autobuses que sirven a toda la ciudad, siendo los autobuses de rápido tránsito los que conformen las

líneas troncales que permitan la transferencia a otras rutas de carácter alimentador también de alta calidad operacional con una estructura tarifaria similar.

- II. Relacionados con la gestión del uso del suelo, proporcionando una visión global al transporte urbano.

Cabe acotar que el diseño de la infraestructura y del equipamiento para este tipo de sistemas dependerá en gran medida de las circunstancias locales, como son el clima, la topografía, especificaciones funcionales de los autobuses (dimensiones, velocidad comercial y maniobrabilidad), restricciones financieras y preferencias culturales; para los usuarios, los elementos más notables serán las estaciones y las terminales desde el punto de vista de su accesibilidad, así como también el confinamiento de los carriles y su integración con las vialidades. Será importante la correcta planeación de la ubicación física de las paradas, su aspecto urbanístico, su capacidad para resguardar al pasajero y la facilidad para su acceso.

Un objetivo destacado es desarrollar un nuevo marco para la planificación, diseño, articulación y operación de los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito en diferentes áreas urbanas, otorgando guías claras para tomadores de decisión sobre cuándo y cómo estos proyectos pueden efectivamente mejorar la movilidad y resolver las necesidades de accesibilidad. Estas directrices permitirán a los tomadores de decisiones enfrentar de mejor manera los planes de inversión y diseño de sistemas de movilidad urbana.

Otro objetivo esencial es identificar los elementos que son transferibles entre sistemas existentes y futuros y cuáles elementos son específicos de cada sistema particular, para con ello promover proactivamente la adopción de Sistemas Integrados de Transportes Rápidos como una solución segura, eficiente y sustentable para el transporte urbano, procurando las el desarrollo de estudios de “mejores prácticas” para generar conocimiento orientado hacia la mejora sustancial de la planeación, gestión, estandarización y operación del transporte público urbano.

Todo ello conduce a vislumbrar la necesidad de formular soluciones de transporte que sean amigables con el ambiente y sean financieramente sustentables para mejorar la calidad de vida en las ciudades que requieren del desarrollo de la calidad del transporte público urbano masivo.

Tomando en cuenta lo anterior es que se puede apreciar a los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART)

como soluciones emergentes de buen rendimiento para corredores urbanos con alta demanda de transporte, diseñados como una alternativa al Sistema de Transporte Colectivo Metro y al Sistema de Tren Ligero, que son más caros en su inversión inicial, tardan más tiempo en ponerse en funcionamiento y son menos flexibles que los Autobuses de Rápido Tránsito (ART).

Los Autobuses de Rápido Tránsito (ART) o BRTS (Bus Rapid Transit System) son articulados o biarticulados, es decir, se trata de un autobús con otra sección adosada a la principal, unidos a un sistema de articulación para girar a derecha o izquierda, el piso puede ser bajo o a nivel de plataforma alto, pero sin escalones, para que el usuario aborde y baje rápidamente, incluyendo personas en silla de ruedas y de la tercera edad, aunque se han implementado también, en algunas regiones, con escalones, con puerta derecha y combinando corredores exclusivos o mixtos. Al contar con estaciones adecuadas, no sólo son de rápido abordaje y descenso, sino de fácil acceso y salida, ya que el usuario entra a la terminal o estación intermedia comprando un boleto tipo “sistema metro”, o bien, accede mediante una tarjeta de prepago.

Ciertamente, el tipo de autobús empleado determina, en esencia, la capacidad, eficiencia, compatibilidad medioambiental y el confort de uso del sistema, ya que en el vehículo es donde tiene lugar la mayor parte de la experiencia del usuario y es uno de los elementos más visibles para las personas que transitan junto a los carriles exclusivos. Las cualidades operativas son, por supuesto, otro factor determinante en la operación del sistema, mismas que dependerán de la configuración física de los autobuses, esto es, el tamaño y la altura del piso, la tecnología de propulsión para determinar la capacidad de aceleración, la velocidad, el consumo de combustible y la cantidad de emisiones al aire.

Así pues, los Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) son, en realidad, una solución adecuada de transporte masivo que puede competir con la tecnología del transporte “meramente ferroviario”; sin embargo, pueden integrar “trolebuses” “tranvías” y “trenes ligeros”, además, obviamente, del transporte tradicional con autobuses urbanos “normales”, que suele ser tardado en su abordaje.

La falta de políticas claras por parte de los gobiernos en materia de transporte sustentable y la priorización del transporte público es un desafío para las ciudades que tratan de desarrollar un Sistemas Integrados de Transporte Urbano con Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) y, aunque algunos gobiernos tienen políticas de transporte avanzadas que se orientan hacia la movilidad sustentable, afecta la limitada capacidad institucional con respecto a la infraestructura (sector público) y las operaciones de vehículos (sector privado), así como las limitadas

opciones de financiamiento disponibles a los gobiernos regionales. Estos problemas son aún mayores cuando los gobiernos municipales y locales tienen que buscar opciones de financiamiento sin apoyo de niveles superiores de gobierno. Los fondos disponibles están empezando a aumentar, pero la falta de capacidad institucional a nivel municipal y local impide que los créditos e inversiones se apliquen debidamente, resultando en la pérdida de oportunidades para mejorar el transporte público.

El desafío de incrementar la capacidad del operador privado de vehículos es de suma importancia; la mayoría de los servicios de transporte que proporcionan se hace a través de autobuses o minibuses con niveles de servicio muy deteriorados que operan bajo estructuras empresariales pobres. Los sistemas vinculados a los autobuses de rápido tránsito (art) operados a cargo de las empresas modernas y profesionales han resultado ser la excepción, particularmente cuando son vinculados a sistemas integrados de transporte.

Este es, sin duda, un tema sensible para la transformación del transporte público en nuestro país; la calidad del transporte privado merece un amplio estudio a fin de comprender mejor la forma de cambiar las operaciones tradicionales por operadores profesionales y modernos de los sistemas de transporte públicos urbanos.

Por su propia naturaleza, el sector público es el que suele asumir el financiamiento de proyectos de transporte público urbano, así como las responsabilidades de su regulación; el sector privado, en general, opera y gestiona las flotas de autobuses y conductores, recibiendo una subvención del gobierno para operar durante varios años. Por lo tanto, una acción combinada entre los sectores público y privado es esencial para evitar situaciones negativas que se generan en el transporte urbano masivo, tales como el uso ineficiente del suelo (la congestión y el caos urbano) y el impacto negativo en la salud pública (accidentes, la contaminación, la falta de espacio público para actividades físicas), aspectos totalmente costosos para los gobiernos, las empresas y las familias.

Es claro que se requiere la presencia del sector público combinado con la eficiencia de la gestión y los profesionales del sector privado que incorpora el actual "estado del arte" de la tecnología para proporcionar los niveles de servicio esperados; por esta razón debe haber un alineamiento de mentes y voluntades orientado hacia la satisfacción de las necesidades de los ciudadanos con la vista puesta en cómo esas necesidades se empatan con los intereses del sector privado.

TECNOLOGÍA INTELIGENTE APLICABLE EN LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE URBANO CON AUTOBUSES DE RÁPIDO TRÁNSITO (SITUART).

SISTEMAS AVANZADOS PARA LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO (SAGT).

La rápida evolución en los sistemas electrónicos y en la tecnología en lo general, presenta más y más requerimientos específicos para el modelado dinámico de redes de transporte. Recíprocamente, está siendo cada vez más importante para el diseño y evaluación de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) la formulación de modelos dinámicos.

Los modelos dinámicos de redes de transporte pueden ser considerados para varias aplicaciones SIT, incluyendo los SAIV (ATIS en inglés) y SAGT (ATMS en inglés), así como para sistemas automatizados para autopistas y vías férreas (AHS). Entre las varias posibilidades de formulación que pueden ser identificadas, podemos mencionar las siguientes cuestiones: predicción de tráfico, guía dinámica de rutas, sistemas integrados de control de tráfico e información, gestión de incidentes, valuación de congestionamientos, análisis automatizado de sistemas carreteros o ferroviarios y planeación del transporte. Adicionalmente, cómo estos modelos pueden servir a la operación y evaluación del funcionamiento en sistemas SIT que sean examinados.

La era de los Sistemas Inteligentes de Transporte ha estado introduciendo alta tecnología para el manejo del tráfico, especialmente en los modos terrestres (transporte carretero y ferroviario). Se ha incorporado la integración de información y equipos de proceso de datos para predecir los grandes volúmenes de nuevos datos que ya son disponibles en tiempo real, sobre el total de información que es utilizable por los conductores y/o usuarios. De hecho, algunos sistemas avanzados pueden emplear automatización en las rutinas de toma de decisiones y acciones

que apoyan al control por parte de los usuarios operadores, para que de este modo se estandaricen las respuestas de los mismos ante situaciones típicas.

Es así como surgen los Centros de Manejo de Tráfico (CMT), los ganglios primarios en redes de obtención y proceso de datos, de comunicación y de dispositivos electrónicos de control. Desde su puesta en marcha, los operadores y las computadoras centrales monitorean el estado del tráfico, formulando e implantando las medidas necesarias para reducir los flujos que se presentan en las vías de circulación.

Los sistemas avanzados para la gestión de tráfico (ATMS por sus siglas en inglés) utilizan nuevas fuentes de información para optimizar los sistemas de señales, controlar los accesos y salidas de vías rápidas y cambiar las indicaciones colocadas sobre de las mismas, interactuando con los sistemas tratados a continuación el siguiente punto.

SISTEMAS AVANZADOS DE INFORMACIÓN AL VIAJERO (SAIV).

Los sistemas avanzados de información al viajero (SAIV) son capaces de proveer información histórica y pronosticar en tiempo real soporte para las decisiones de viaje; esto influencia las decisiones de viaje de individuos y, consecuentemente, mejoran el tiempo y calidad de su viaje.

Normalmente, para aliviar la congestión de las vías de tránsito y para mejorar el desempeño de los medios de transporte, se han realizado amplios esfuerzos para integrar información en tiempo real a la actividad del conductor para que éste mejore las decisiones que toma para desplazarse, aspecto donde se incorpora el concepto de Sistema Avanzado para la Información al Viajero (SAIV), los cuales emplean sensores, equipos de cómputo, equipos de comunicación de radio y ópticos, así como tecnologías de control electrónico para regular el flujo de vehículos a lo largo de carreteras y vías.

Durante mucho tiempo, las técnicas tradicionalmente empleadas para reducir la congestión de tráfico se enfocaron a la construcción de nuevas carreteras con más carriles o a la ampliación de las existentes y, en el caso del transporte ferroviario, a la construcción de nuevas vías para incorporar un nuevo sentido. Ahora, con el concepto de “inteligencia en el transporte” la ingeniería de sistemas y la ingeniería

electrónica ha desarrollado, para tal fin, Sistemas Avanzados de Información al Viajero (SAIV), mismos que tan sólo con uno de los muchos posibles enfoques que podrían aplicarse para reducir la congestión de tráfico y la complejidad de los problemas asociados con el movimiento de personas.

En este sentido, las soluciones fundamentadas en el manejo de información para problemas de transportación hacen que existan características atractivas: son relativamente baratas comparadas con otras soluciones, tienen un bajo impacto social y ambiental, además de que sus metas primarias para inducir eficiencia a los medios de transporte pueden producir una cantidad importante de beneficios indirectos derivados de la comunicación al público de mensajes informativos y culturales.

Específicamente es esperado que la formulación de un SAIV (ATIS por sus siglas en inglés, acrónimo resultado de Advanced Traveler Information Systems) afecte de manera favorable cuatro aspectos en el comportamiento de un conductor y/o usuario de un medio de transporte: el tiempo de salida, el uso de medios de transporte (autobuses, trenes, carros y taxis), la selección de la ruta de viaje y la modificación de las rutas ya tomadas.

Estos sistemas proveen información sobre cómo llegar de un lugar a otro y, con ello, siete componentes funcionales son identificados.

1. El plan de viaje, lo cual involucra planeación para viajes a destinos lejanos o múltiples. Puede involucrar la identificación de rutas escénicas y sitios históricos, así como también coordinación para acomodamientos en hoteles, restaurantes y servicio de información de taxis (esto para viajeros turistas y para viajeros rutinarios en los casos que aplique).
2. La coordinación y planeación de viajes multimodales, característica que provee al usuario de coordinación para el trasbordo por diferentes modos de transporte tales como autobuses, trenes, subterráneos, etc.). Esta información puede incluir actualizaciones en tiempo real.
3. La selección de la ruta de viaje y destino, función que permite al usuario seleccionar cualquier punto de llegada o forma de acceso al mismo. Estas selecciones incluyen la selección o alimentación de un destino específico, un tiempo de salida deseado o requerido y una ruta para el destino. Un sistema con esta característica debe incluir información en tiempo real o histórico de congestionamientos, tiempos estimados de viaje y rutas que optimen una variedad de parámetros específicos de decisión.

4. Selección de rutas dinámicas, componente que comprende actualizaciones del tráfico presente e información de incidentes que pueden afectar la selección de la ruta del conductor o usuario del medio de transporte; en adición, este sistema puede alertar si se planea una ruta incorrectamente o si se comete un error durante el viaje y, en ese sentido, el sistema puede generar una nueva ruta.
5. Guía de ruta, capacidad que incluye información direccional en forma de rutas luminosas sobre mapas electrónicos, con íconos que indican cambios de dirección en un monitor o instrucciones de voz grabadas.
6. Guía de navegación, función que provee de información auxiliar al conductor de un medio de transporte para que éste llegue a un destino seleccionado, pero no incluye la guía de ruta, esto hace entender que está dirigida al usuario que es conductor. Suple la información que típicamente es encontrada en mapas de papel comerciales con la nomenclatura de calles, sentidos de circulación, sitios de servicios y centros de atracción o de importancia urbana.
7. Colector automático de peajes: Este sistema permite al viajero adquirir en un solo sitio los boletos necesarios para llegar al destino seleccionado, tarifas que pueden ser deducidas a través de un sistema de pago anticipado o de un sistema de crédito o débito de plástico.

Respecto de los aspectos tecnológicos, debe decirse que un Sistema Avanzado de Información al Viajero (SAIV) aplica los mecanismos que actualmente son empleados para la transmisión de datos y voz, como son dispositivos infrarrojos, bandas de frecuencia modulada, servicios móviles de satélite, sistemas celulares, redes de datos, sistemas de ciclos inductivos y sistemas de radio troncal, por citar algunos ejemplos.

Las tecnologías de visualización de información, necesariamente ligadas a cualquier Sistema Avanzado de Información al Viajero (SAIV), versan sobre dispositivos de desplegado fluorescente al vacío, tubos de rayos catódicos, pantallas de cristal líquido, entre otras.

Los monitores fluorescentes al vacío son, actualmente, los más comúnmente utilizados, con disponibilidad de color azul, verde, amarillo verdoso, verde amarillento, amarillo anaranjado, naranja y amarillo rojizo, aunque con el uso de filtros las combinaciones se incrementan. Esta tecnología provee de alta

luminosidad al costo de bajo voltaje, son altamente distinguibles y tienen una vida útil de más de diez mil horas de funcionamiento.

Los tubos de rayos catódicos son comúnmente vistos en computadoras y en pantallas de televisión. Tienen alta resolución, pueden presentar muchos colores y, debido a su naturaleza, son actualmente la tecnología más cara para desplegado de información.

Los dispositivos con despliegue de cristal líquido son los que han recibido la mayor atención de parte de los desarrolladores de estas tecnologías en los últimos años, aunque para la creación de pantallas gigantes resulta ser una tecnología muy cara, la cual debe más de la mitad de su costo al proceso mismo de fabricación.

El método más común, empleado por los Sistemas Avanzados de Información al Viajero (SAIV) para presentar información al usuario o conductor de un medio de transporte es, evidentemente, usar monitores de video que puedan desplegar mapas de áreas específicas como puede ser la de la posición actual del viajero. No obstante, algunos sistemas también pueden usar grabaciones de voz sintetizada para transmitir mensajes, de hecho, mucho desarrollo tecnológico debe orientarse hacia la determinación de las propiedades adecuadas para la voz que se utilice para situaciones de conducción y las correctas para situaciones de uso meramente.

Los mensajes de voz pueden sintetizarse o digitalizarse, aunque los segundos son más comprensibles que los primeros. La comprensibilidad es particularmente importante en medios ambientales que son frecuentemente ruidosos, ya que puede transcurrir un tiempo largo antes que la comprensibilidad sea de calidad suficiente para motivar al usuario a tomar una decisión, particularmente en sistemas de síntesis de voz de bajo costo requeridos para uso en el interior de un vehículo.

En el marco de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), los sistemas avanzados de información al viajero (ATIS por sus siglas en inglés) son capaces de proveer información histórica y pronosticar en tiempo real soporte para las decisiones de viaje; esto influencia las formas de viaje de individuos y consecuentemente mejoran el tiempo y calidad del viaje. Sucesivas generaciones de sistemas avanzados para la guía de rutas mejorarán la utilización de la capacidad de las vías de circulación y se emplearán sistemas de tránsito para reducir tiempos de traslado, congestión y accidentes.

Por la temprana detección de incidentes y congestionamiento en las redes de transporte, los sistemas para la guía de rutas redistribuyen el tráfico entre los

modos y rutas disponibles cuando existe exceso de capacidad en algunas partes de las redes carreteras o ferroviarias, o bien, cambian los tiempos de salida de viajeros para evitar el congestionamiento en horas pico cuando no existe capacidad disponible en los caminos. Además, los sistemas para la guía de rutas proveen a los viajeros con exactitud, información actualizada en las redes de tránsito y caminos, lo que hace posible que algunos motoristas puedan analizar sus propias relaciones de tiempo y costo para cambiar el tránsito si es apropiado.

Las sucesivas generaciones de sistemas avanzados para la guía de rutas mejorarán la utilización de la capacidad de rutas y sistemas de tránsito para reducir tiempos de traslado, congestión de vías de circulación y accidentes. Por la temprana detección de incidentes y congestionamiento en las redes de transporte, los sistemas para la guía de rutas redistribuirán el tráfico entre los modos y rutas disponibles cuando existe exceso de capacidad en algunas partes de las redes viales o férreas, o cambiarán los tiempos de salida de viajeros para evitar el congestionamiento en horas pico cuando no exista capacidad disponible en los caminos. Además, los sistemas para la guía de rutas proveerán a los viajeros con exactitud, información actualizada en las redes de tránsito y caminos, lo que hará posible que algunos pasajeros puedan analizar sus propias relaciones de tiempo y costo para cambiar su modo de transporte si es apropiado.

Finalmente, las características del conocimiento requerido por los conductores y/o usuarios de un medio de transporte implica restricciones sobre la cantidad y calidad de información que les debe ser proporcionada, especialmente en un modo de transporte como el que nos ocupa, además de cómo debe ésta ser mostrada. Consecuentemente a esto, es necesario formular definiciones específicas para cada caso relativas a los requerimientos y formatos de despliegue y control de la información, pues ésta también debe ser comprendida por los analistas mediante estudios minuciosos sobre cuestiones importantes del comportamiento en materia de decisiones de los conductores o usuarios, según sea el caso, y sobre descripciones funcionales de su interacción con las tecnologías aplicadas.

NEGOCIOS Y PROYECTOS.

LAS DECISIONES EN LOS NEGOCIOS.

Durante las últimas décadas muchas compañías han experimentado una profunda transformación en sus negocios y en el entorno en que operan; la globalización, los constantes cambios tecnológicos y el incremento en la sofisticación de los mercados indican que las empresas se encuentran bajo una presión que nunca antes habían conocido. Viven en tiempos de cambio coyuntural que genera crisis, ante la cual sólo hay dos posibilidades: éxito o fracaso.

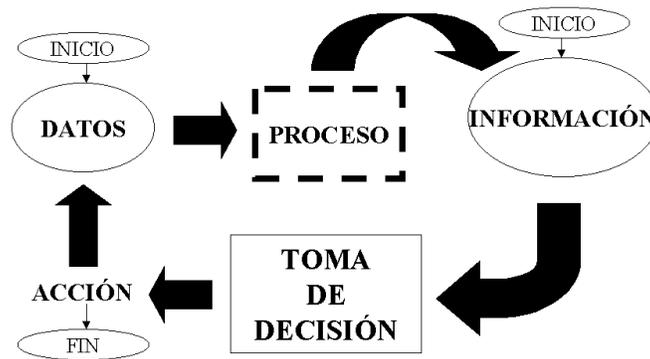
Las empresas reconocen que tener productos o servicios de excelencia ya no es suficiente, tampoco lo es enfocarse sólo en las utilidades. La clave para ser exitoso hoy en día es generar rendimientos sobre el capital superiores a los de la competencia, alcanzar niveles de crecimiento sostenibles y administrar de manera activa los riesgos a los que están expuestas, en otras palabras, las compañías deben buscar de manera genuina y comprometida la creación de valor para los accionistas.

En los negocios, para evaluar un conjunto de alternativas de acción es necesario, primeramente, valuar cada una de ellas para que, con esta base, los responsables de tomar decisiones puedan emprender caminos convenientes que conduzcan al cumplimiento del objetivo primordial de cualquier negocio: *“incrementar la riqueza de sus accionistas”*; en ese sentido es que la toma de decisiones se convierte en una habilidad clave que las personas de negocios deben desarrollar independientemente de su iniciativa emprendedora.

Los directivos de cualquier empresa deben contar frecuentemente con el conocimiento del valor, expresado en términos económicos, de sus negocios y proyectos con ellos relacionados, así como también de los bienes y los derechos involucrados en el proceso productivo y, aunque algunas veces las decisiones se fundamentan en razonamientos o en análisis sencillos, en la mayoría dependen de una combinación de experiencia general, juicio, especulación e incertidumbre, donde siempre existe el *riesgo* de que una decisión tomada en determinado momento no sea tan buena como otra que se tome posteriormente; por esta razón, los tomadores de decisiones buscan herramientas que ofrezcan soluciones

nuevas, eficaces y más eficientes para aquellos problemas que se consideran de rutina y repetitivos.

Para tomar una decisión, los individuos primeramente establecen variables y parámetros de comparación con base en sus conveniencias, preferencias y gustos; después, a partir de los “valores” asignados a los parámetros o calculados para las variables, se selecciona el mejor elemento de un posible conjunto de soluciones mediante un proceso iterativo de comparación que confronta a cada una de ellas con todas las demás. Este proceso puede entenderse como un ciclo que se desarrolla junto con el paso del tiempo, cuyo esquema es el siguiente:



Cada elemento del posible conjunto de soluciones recibe el nombre de “alternativa”, de donde aquella que aporte los mayores beneficios, o bien, los menores perjuicios, se llamará “opción”. Puede existir el caso que más de una alternativa aporte al tomador de decisiones los mismos beneficios o perjuicios, por lo que será posible que en un conjunto de alternativas exista más de una opción.

Con base en esto, para encontrar la opción buscada en un momento dado, los tomadores de decisiones y sus analistas se apoyan en procedimientos estadísticos, económicos, contables, financieros y matemáticos tales como los que en este documento se exponen; y para destacar la importancia de la valuación en materia de negocios y sus proyectos relacionados, obsérvese el caso que se expone a continuación.

¿QUÉ ES UNA EMPRESA Y QUÉ UN PROYECTO?

Una empresa, entendida como una entidad económica o como un negocio en marcha, tiene como finalidad obtener una ganancia, lucro o utilidad, es decir, su

misión es la creación de nueva riqueza que incremente el patrimonio de sus inversionistas. Estará constituida por un conjunto de activos fijos (bienes, derechos y otras tecnologías que le permiten producir nuevos bienes o prestar servicios en condiciones definidas de calidad y costo.

Un proyecto es una planificación que consiste en integrar un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; la razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso previamente definidos, en otras palabras, un proyecto es un emprendimiento que tiene lugar durante un tiempo limitado y que apunta a lograr un resultado único. Su realización requiere de la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas específicas.



Ciclo de un proyecto.

Los proyectos surgen con base en una necesidad acorde con la visión de la empresa, aunque éstos pueden cambiar en función de los avances que se vayan obteniendo y el interés que en ellos tengan sus inversionistas. Un proyecto finalizará cuando se obtiene el resultado deseado, cuando desaparece la necesidad inicial o cuando se agotan los recursos disponibles.

En pocas palabras, aunque ambos casos podemos referirlos como “negocios”, una “empresa” es un *negocio en marcha* que posee antecedentes técnicos, financieros y contables, mientras que un “proyecto” es un *plan de negocio* integrado por programas específicos de carácter operativo, administrativo y económico que le darán al mismo la posibilidad de convertirse en realidad. El proyecto se formula y articula para que lo realice la empresa misma como parte de su ampliación o fortalecimiento, o bien, para la creación de una nueva.

Determinados proyectos requieren evaluarse bajo la hipótesis de “negocio en marcha” para ser jerarquizados y comparados contra otras alternativas de inversión, teniendo presente nueva riqueza que podrían generar para la empresa misma y sus inversionistas y sobre esta base, resulta que la evaluación misma de proyectos y la valuación de empresas son fundamentales en todas las operaciones comerciales de adquisición, de venta, de fusión, de análisis de inversiones, de colocación de capitales en bolsa y, en muchos casos, también para evaluar y remunerar a directivos; sin mencionar que permite medir el impacto de las políticas y estrategias aplicadas por una entidad económica.

EL PROBLEMA DEL VALOR DE LOS NEGOCIOS.

En la comunidad financiera nacional e internacional existe el consenso de que las métricas financieras tradicionales no muestran la situación real e integral del desempeño histórico y futuro de las empresas y, por ende, no son suficientes para conocer el valor de mercado del patrimonio de los accionistas.

Puede decirse entonces que la compra o venta de una empresa es, por lo general, un proceso trascendente en la vida económica, tanto de quien compra como de quien vende y, sin duda, una fase crítica dentro de dicho proceso es la determinación del valor, donde son aspectos de primerísimo orden los siguientes: la sensibilidad, el soporte que representa una asesoría económica y financiera adecuada, el planteamiento de un plan de negocios firme y razonado, además de la capacidad para expresar ese plan en términos cuantitativos y calcular su rentabilidad. En este sentido, si bien son inherentes al desarrollo empresarial una serie de riesgos e imponderables, la presentación y análisis serio de la inversión, la aplicación de una metodología de valuación adecuada y calidad técnica para estimar la rentabilidad son condiciones necesarias para evitar errores graves en la determinación del valor.

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE UN NEGOCIO.

Suponiendo su continuidad, puede apreciarse que el valor de una empresa o de un proyecto proviene, por una parte de la capacidad que posea para generar dinero (flujo de efectivo) para los propietarios, razón por la que el valor que mejor

representa al derecho de los inversionistas sobre un negocio es el “valor de uso”, ya que este valor representa la potencialidad para generar beneficios determinados en el futuro durante un periodo definido (flujos de efectivo futuros esperados); por la otra, de la acreditación del valor de su activo fijo, aunque ambas cosas son independientes entre sí.

No obstante, la cuantía del valor de un negocio depende de sus condiciones actuales y futuras, de un conjunto de factores internos y externos que son denominados “debilidades y fortalezas” los primeros y “amenazas y oportunidades” los segundos, mismos que pueden o no interactuar entre sí y de los cuales depende la operación y estructura administrativa del negocio y, por lo tanto, los “valores de oportunidad” que puede adquirir el negocio. El valor de oportunidad mide las expectativas de rentabilidad futura de un bien o servicio.

Entre los principales factores, podemos mencionar cuatro: aspectos económicos, el posicionamiento competitivo del negocio dentro de su sector de producción, las características propias del negocio y las motivaciones de los agentes económicos.

Los aspectos económicos influyen en el valor de oportunidad del negocio de acuerdo con las perspectivas actuales y futuras de la economía o economías a las cuales pertenece el mercado objetivo del negocio por valorar, así como también su tamaño o extensión.

Para definir la influencia del posicionamiento competitivo en el sector al que pertenece el negocio sobre su valor de oportunidad es necesario formular y responder preguntas tales como: ¿qué fuerzas mueven a la competencia en un sector productivo?, ¿quiénes son los competidores potenciales?, ¿cuál es la fuerza de los proveedores, la fuerza de los compradores, los productos sustitutos y la rivalidad de los competidores actuales en el sector?

El análisis de las características propias del negocio, tales como tecnología, procesos, esquemas de comercialización, canales de distribución, proveedores, organización, administración, recursos humanos, entre otros, permitirá identificar valores ocultos en la empresa que pueden ser explotados a través de reestructuraciones, nuevos esquemas de inversión, sinergias o economías de escala.

El último de los factores, las motivaciones de los agentes económicos, considera que los análisis para determinar el valor del negocio en marcha se realizan desde las perspectivas de los agentes económicos, reales o potenciales, interesados en comprar o vender el negocio. En general, un negocio tiene distintos valores de oportunidad para diversos compradores y también puede tener distinto valor para

comprador y vendedor; esto se debe principalmente a las diferentes percepciones de los agentes económicos participantes.

Como ejemplo considérese una empresa extranjera muy avanzada tecnológicamente, que desea adquirir otra empresa nacional para penetrar en nuestro mercado aprovechando el renombre de la marca local. En este caso el comprador extranjero sólo valorará la marca y no las instalaciones, maquinaria y otros activos fijos, ya que él mismo dispone de activos tecnológicamente más avanzados; por otro lado, el vendedor sí valorará sus recursos materiales, ya que están en situación de continuar produciendo. Desde el punto de vista del primero, se trata de determinar el valor máximo que debería estar dispuesto a pagar por lo que le aportará la empresa a adquirir y, desde el punto de vista del vendedor, se trata de determinar cuál será el valor mínimo al que debería aceptar la operación. Estas dos cifras establecen así un espacio de negociación a partir del cual, finalmente, se acuerda un precio ubicado en algún punto intermedio.

Pero también el valor del negocio puede ser distinto para los agentes económicos participantes, en función de la percepción que cada uno de ellos tiene del riesgo del negocio y, por esta razón, debemos medirlo en términos de probabilidad a efecto de poder tomar una decisión respecto del mencionado valor.

Con base en este razonamiento podemos apreciar que a un negocio en marcha se le asigna un valor de oportunidad que dependerá del espectro de análisis de los aspectos endógenos y exógenos que en él intervendrán en el futuro, por lo que se generará una gama de valores que establecerán un "espacio de negociación", este espacio es un rango de valores con un límite máximo y uno mínimo, dentro del que se determinará el precio del negocio en función del valor de oportunidad, tanto para el vendedor como para el comprador y, eventualmente, también para un tercero.

El valor de oportunidad que puede adquirir un negocio se puede describir mediante el "Pentágono de Explotación de Oportunidades":



1) Valor de mercado actual, es el valor de mercado que tiene el negocio; también se considera el valor que el vendedor cree que tiene su negocio.

2) Valor en las condiciones actuales, es el valor del negocio valuado en las condiciones que opera el día de hoy, esto es, sin realizar ninguna explotación de oportunidades en los factores internos y externos.

Nota.- Estos dos valores previos definen una brecha de percepción de valor.

3) Valor potencial con explotación de oportunidades internas, es el valor que adquiere el negocio valuado una vez que se realizó la identificación y explotación de los factores internos. Con la explotación de las oportunidades internas se corrigen deficiencias, se mejoran y optimizan procesos y se explotan nuevas oportunidades estratégicas, obteniéndose así un mayor valor del negocio.

4) Valor potencial con explotación de oportunidades externas, es el valor que adquiere el negocio una vez que se realizó la identificación y explotación de oportunidades externas. Con la explotación de las oportunidades externas se generan acciones estratégicas para los negocios del potencial comprador de la empresa valuada o para un tercero; esto es, el negocio representa un valor de oportunidad para los negocios del comprador o de un tercero y, por lo tanto, éstos podrían estar dispuestos a pagar por arriba del valor en las condiciones actuales y del valor potencial con explotación de oportunidades internas.

5) Valor potencial máximo, es el valor que adquiere el negocio valuado una vez que se realizó la identificación y explotación de las oportunidades de ingeniería financiera. Es el máximo valor que podría tener el negocio para el comprador potencial.

Para valorar cada uno de los valores del Pentágono de Explotación de Oportunidades se plantean diversos escenarios de análisis (pesimista, optimista y esperado, sea de forma tendencial, o bien, normativa), mediante la estructuración de flujos de efectivo que permitan incorporar la identificación y explotación de dichas oportunidades, así como los riesgos relevantes asociados a los flujos.

Los escenarios de análisis pesimista y optimista formulados, serán la base para establecer la variabilidad de los flujos de efectivo, la cual, al ser integrada con el escenario esperado, permitirá medir el riesgo que existe en el negocio y, consecuentemente, será posible establecer una tasa de productividad que incorpore adecuadamente el riesgo del mercado desde la perspectiva del agente económico que se esté analizando. Obviamente, dicha tasa será mayor que una tasa libre de riesgo, pues ésta agregará una “prima de riesgo”.

Finalmente, otra variable que tiene un impacto importante en el valor del negocio, es el horizonte de valuación, que dependerá de las características propias de cada negocio en marcha, al final del cual se deberá considerar un valor de rescate de los activos. El horizonte de valuación deberá cubrir un período suficientemente extenso que permita al negocio añadir valor, además de un lapso adicional para que se establezca el valor agregado, siempre tomando en cuenta los ciclos económicos y los de la propia empresa, definidos en términos generales como crecimiento, equilibrio y declinación, procurando incorporar ciclos completos en los análisis, pues de otra manera el valor de la empresa tendrá un “sesgo” y, posiblemente, sería sobrevaluada ó subvaluada.

Pero antes de entrar en materia se debe mencionar que será necesario integrar un equipo de análisis con diversos especialistas del conocimiento. La valuación de empresas y la evaluación de proyectos requieren, generalmente, de la participación de un equipo consultor multidisciplinario integrado por especialistas relacionados con la actividad del negocio por valorar o del proyecto por evaluar, a saber: ingenieros, arquitectos, economistas, contadores financieros y fiscalistas, abogados, ambientalistas, entre otros; por tal razón, se abordarán distintos aspectos del conocimiento que se incluyen en un proceso estándar de valuación de empresas y de evaluación de proyectos.

FUNDAMENTOS PARA EVALUAR PROYECTOS Y VALUAR EMPRESAS.

ELEMENTOS DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

ANÁLISIS DE MUESTRAS ALEATORIAS.

El resultado de un experimento estadístico puede registrarse como un valor numérico o como una representación descriptiva, y es por eso que la estadística se interesa principalmente por el análisis de datos numéricos. En un estudio particular, el número de posibles observaciones puede ser pequeño, grande pero finito, o bien infinito.

Siempre que trabajemos en el muestreo, debemos contar con un plan preciso para delimitar el tamaño de la muestra que deseamos extraer de una población para cumplir con los objetivos de la investigación. Un error muy común consiste en pensar que una muestra debe ser grande para que realmente sea representativa de la población, pero quizá esto no suministre información adecuada sobre el parámetro en cuestión; sin embargo, sí mermará en mucho los recursos económicos que se empleen para llevar a cabo esta actividad

La totalidad de las observaciones que interesan, sea su número finito o infinito, constituye lo que se llama una “población”; esta palabra considera las observaciones acerca de algo de interés, ya sean grupos de personas, animales u objetos, y el número de observaciones en la población se define como el tamaño de ésta.

En otros términos, se llamará población al conjunto formado por la totalidad de resultados obtenidos, o posibles, al realizar un experimento cualquiera.

Como ejemplo de una población de tamaño finito podemos citar, entre otros, los números de los naipes de la baraja, las estaturas de los residentes de una ciudad

y las longitudes de los peces atrapados en un lago. El experimento de lanzar dados, las observaciones obtenidas al medir la presión atmosférica todos los días, desde el pasado remoto hasta el futuro, o todas las mediciones de la profundidad de un lago en cualquier punto concebible, son ejemplos de poblaciones de tamaño infinito. Algunas poblaciones finitas son tan grandes, que en teoría se supone que son infinitas.

En el campo de la inferencia estadística, interesa lograr conclusiones concernientes a una población cuando es imposible o impráctico observar el conjunto total que forma a la población, y es por eso que se depende de un subconjunto de ésta para poder realizar estudios relativos a la misma. Esto ha conducido al desarrollo de la teoría del muestreo.

A los datos obtenidos al realizar un experimento determinado número de veces se le conocerá como “muestra de la población”, por lo que una muestra será entendida como un subconjunto de su población, y para que sean válidas las inferencias que se realicen se deben obtener “muestras representativas” de la citada población.

Con frecuencia, al elegir una muestra se seleccionan los elementos que se consideran más convenientes de la población; pero tal procedimiento puede conducir a inferencias erróneas. Los procedimientos de muestreo que generan inferencias que sobrestimen o subestimen de manera consistente algunas características de la población reciben el nombre de “sesgados”.

Para eliminar cualquier posibilidad de sesgo en el procedimiento de muestreo, es deseable recurrir al manejo de “muestras aleatorias”, las cuales se seleccionan de modo independiente y al azar, cuyo principal objeto es presentar información representativa acerca de los parámetros de la población que son desconocidos.

Para analizar características específicas de una muestra aleatoria, misma que se considerará representativa de una población, se emplearán los parámetros conocidos como estadísticos, mismos que reciben también el nombre de “medidas de tendencia central”. Un estadístico o medida de tendencia central será cualquier función (expresión matemática) que involucre a las variables aleatorias que constituyen una muestra aleatoria.

Los estadísticos más comunes utilizados para determinar el punto medio de un conjunto de datos, dispuestos en orden de magnitud, son la media, la mediana y la moda.

Si X_1, X_2, \dots, X_n constituyen una muestra aleatoria de tamaño “n”, donde cada una de ellas tiene la misma probabilidad de ocurrencia, entonces la “media muestral” se define con el estadístico:

$$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_j$$

y en caso de que cada una de estas variables posea su propia y respectiva probabilidad de ocurrencia, el estadístico de la media muestral será:

$$\mu_x = \sum_{j=1}^n X_j P(X_j)$$

Si X_1, X_2, \dots, X_n constituyen una muestra aleatoria de tamaño “n”, dispuesta en orden creciente de magnitud, entonces la “mediana de la muestra” se define con el estadístico siguiente:

$$\text{Si “n” es impar: } m_x = X_{\frac{n+1}{2}}$$

$$\text{Si “n” es par: } m_x = \frac{1}{2} \left(X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n}{2}+1} \right)$$

Si X_1, X_2, \dots, X_n , que no son necesariamente diferentes, constituyen una muestra aleatoria de tamaño “n”, entonces la “moda muestral” es el valor de la observación que ocurre más a menudo o con la mayor frecuencia. La moda será referida con la letra “ M_x ”, la cuál puede no existir y cuando existe no es necesariamente única.

De las tres medidas de tendencia central definidas anteriormente, será la media en la que centraremos nuestra atención, pues servirá para definir otras características de índole estadística que referirá la dispersión que existe de los datos muestrales respecto de su media. Esta información que es referida recibe el nombre de momento de orden “k” con respecto a la media; el cuál, cuando los valores de la muestra tienen la misma probabilidad de ocurrencia, es definido de la siguiente manera:

$$m_x^k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \mu_x)^k$$

pero cuando los valores de dicha muestra poseen distintas probabilidades de ocurrencia, la expresión aplicable será:

$$m_X^k = \sum_{j=1}^n P(X_j)(X_j - \mu_X)^k$$

En lo sucesivo, será el momento de orden dos con respecto a la media el que nos interesará, el cuál será denominado como varianza de la muestra y se determinará con la siguiente expresión cuando exista la misma probabilidad de ocurrencia en los valores de la muestra:

$$\sigma_X^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (X_j - \mu_X)^2$$

y como se ha venido señalando, en caso de que los valores que integran la muestra tengan distinta probabilidad de ocurrencia, la expresión anterior será modificada del siguiente modo:

$$\sigma_X^2 = \sum_{j=1}^n P(X_j)(X_j - \mu_X)^2$$

A la raíz cuadrada de la varianza se le conocerá con el nombre de desviación estándar, misma que se expresará de la forma siguiente:

$$\sigma_X = (\sigma_X^2)^{1/2}$$

Adicionalmente es posible determinar de una manera relativa o porcentual la dispersión de los datos analizados en una muestra con respecto de su media, la cual se fundamenta en la determinación de un índice conocido como “coeficiente de variación”, mismo que guarda la siguiente equivalencia:

$$V_X = \frac{\sigma_X}{\mu_X}$$

No obstante, existe una cuarta medida de dispersión que no depende de la media de la muestra, ésta recibe el nombre de “rango de la muestra aleatoria”. Si X_1, X_2, \dots, X_n son elementos de una muestra aleatoria, el rango se define como $X_n - X_1$, donde X_n y X_1 son, respectivamente, las observaciones mayor y menor de la muestra.

En adición a lo expuesto, es posible calificar a una muestra con base en su distribución simétrica respecto de su media y con base en su aplanamiento o exceso (kurtosis), es decir, podemos inducir el cálculo de dos índices: el primero denominado coeficiente de simetría, y el segundo llamado coeficiente de kurtosis.

El coeficiente de simetría se calcula con la siguiente relación:

$$\beta_1 = \frac{m_3^2}{m_2^3}$$

Si el valor de este coeficiente es igual a cero, significará que la curva de distribución de la muestra es simétrica, es decir, que existe el mismo número de elementos a la derecha y a la izquierda de la media. En cambio, si el valor del coeficiente de simetría es mayor que cero, se dirá que existe una asimetría “positiva”, e indicará que el valor de la moda es menor que el de la media; si por el contrario, el valor del coeficiente es menor que cero, la asimetría será “negativa”, y el valor de la moda será mayor que el de la media de la muestra,

Por su parte, el coeficiente de kurtosis o de aplanamiento se determinará con este cociente:

$$\beta_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$$

Para calificar el grado de aplanamiento de la distribución de una muestra, se le comparará con una distribución teórica de gran importancia, la cual es llamada “normal estándar”. El valor del coeficiente de kurtosis para la distribución normal es equivalente a tres unidades (mezokúrtica), por lo que, si éste coeficiente resulta ser menor que tres, la distribución de la muestra será “platokúrtica”, es decir, más aplanada que la curva de la distribución normal; si por el contrario, el valor calculado fuera mayor que tres, la curva de distribución de la muestra será “leptokúrtica”, o sea, menos aplanada que la distribución normal.

Una curva de distribución platokúrtica (achatada) indica que los datos muestrales se encuentran muy dispersos respecto de su media, ya que su altura es menor que la curva de distribución normal, en cambio, una curva leptokúrtica (alta y estrecha en el centro) indica que los elementos de la muestra son concentrados, es decir, poseen valores cercanos a la media.

Con base en lo anteriormente descrito y fundado, cabe destacar que la media es fácil de calcular y emplea toda la información disponible, por esa razón los

métodos utilizados en inferencia estadística se basan en la media de la muestra. La única desventaja importante de la media es que puede ser afectada en forma nociva por los valores extremos.

La mediana tiene la ventaja de ser fácil de calcular si el número de observaciones es relativamente pequeño, y no es influida por valores extremos. Al considerar muestras tomadas de poblaciones, las medias muestrales por lo general no varían tanto de una muestra a otra como lo harían las medianas, por consiguiente, la media es más estable que la mediana si se intenta estimar el punto central de una población con base en un valor de muestra. En consecuencia, una media muestral ha de estar probablemente más próxima a la media de la población que la mediana de su muestra.

La moda es la medida menos utilizada de las tres medidas de tendencia central ya referidas. Para conjuntos pequeños de datos su valor es casi inútil, si es que existe. Tiene un valor significativo sólo en el caso de una gran cantidad de datos. Sus dos principales ventajas son que:

1. no requiere cálculo y que,
2. se puede utilizar para evaluar datos cualitativos o cuantitativos.

Sin embargo, las tres medidas de tendencia central definidas no dan por sí solas una descripción adecuada de los datos. Se necesita saber en qué grado las observaciones se apartan del promedio, y es entonces donde cobran relevancia las medidas de dispersión, ya que es posible tener dos conjuntos de observaciones con la misma media o mediana que difieran considerablemente en la variabilidad de sus mediciones con respecto a su respectiva media.

El rango puede ser una medida de variabilidad deficiente, en particular si el tamaño de la muestra o población es grande. Tal medida considera sólo los valores extremos y no expresa nada acerca de la distribución de valores comprendidos entre ellos.

La varianza contrarresta la desventaja del rango, y estas dos medidas de dispersión las complementa la desviación estándar.

Si se toma una población finita o infinita con distribución desconocida, con media " μ " y varianza σ^2/n , la distribución de la media de una muestra aleatoria de tamaño " n " de la misma será aún aproximadamente normal, siempre que el tamaño de la muestra sea muy grande. Este sorprendente resultado es una consecuencia inmediata del siguiente teorema llamado "teorema del límite central":

Teorema del límite central: Si μ_x es la media de una muestra aleatoria de tamaño “n” tomado de una población con media μ y varianza finita σ^2 , entonces la forma límite de la distribución de

$$Z = \frac{\mu_x - \mu}{\frac{\sigma}{n^{1/2}}}$$

cuando $n \rightarrow \infty$, es la distribución normal $n(z; 0, 1)$.

La aproximación normal para “ μ_x ” será aceptable si $n > 30$, independientemente de la forma de la población. Si $n < 30$, la aproximación es aceptable sólo si dicha población no es muy diferente de una distribución normal y, si se sabe que la población es normal, la distribución muestral de “ μ_x ” seguirá con exactitud una distribución normal, sin que importe qué tan pequeño sea el tamaño de las muestras.

De hecho, este teorema se extiende hacia la sumatoria de variables aleatorias independientes, estableciendo que la distribución de probabilidad de dicha sumatoria es aproximadamente “normal” bajo una amplia variedad de condiciones.

VALIDACIÓN DE MUESTRAS CON MEDIA POBLACIONAL ESTIMADA.

Al conocer una media muestral y la desviación estándar correspondiente, es posible aplicar la distribución normal a la delimitación del nivel confianza que nos brindará. La fórmula con que se calcula el tamaño necesario de la muestra para estimar la media de la población es:

$$n = \frac{Z^2 \sigma_x^2}{E_x^2}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

- Z: Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza.
- σ_x : Desviación estándar de la población (conocida o estimada a partir de estudios anteriores).
- E_x : Error, o diferencia máxima entre la media muestra y la media de la población que se está dispuesto a aceptar en el nivel de confianza fijado.

La mayor dificultad al determinar el tamaño de la muestra necesaria para estimar la media de la población consiste en calcular la desviación estándar de la población; después de todo, si tuviéramos un conocimiento completo sobre la población, no habría necesidad de realizar una investigación sobre sus parámetros estadísticos. Si no podemos confiar en los trabajos anteriores, para calcular la desviación estándar de la población, las alternativas incluyen el juicio o el empleo de estudios exploratorios con muestras pequeñas para conocer su valor.

Si lo preferimos, podemos abordar este mismo tipo de problema desde el punto de vista del “*error permisible relativo*” en vez del “error absoluto”. En este caso la desviación estándar “ σ ” y el error permisible “E” se expresan en función de su porcentaje de la media verdadera de la población connotada como “ μ ”. La ecuación más apropiada en este caso se parece a la que acabamos de presentar y será:

$$n = Z^2 \frac{\left(\frac{\sigma_x}{\mu_x} \right)^2}{\left(\frac{E_x}{\mu_x} \right)^2}$$

o bien:

$$n = \frac{Z^2 v_x^2}{e_x^2}$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra.
- Z: Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza.
- σ : Desviación estándar de la población (conocida o estimada a partir de estudios anteriores).
- μ : Media de la población.

- v: Coeficiente de variación.
 E: Error, o diferencia máxima entre la media muestra y la media de la población que está dispuestos a aceptar en el nivel de confianza que hemos indicado.
 e: Error relativo entre la media de la muestra y la media de la media poblacional.

El valor que corresponde a la variable aleatoria “Z” se determinará de acuerdo con el grado de confianza que convenga aplicar al caso, a través del siguiente despeje:

$$Z = \sqrt{\frac{ne_x^2}{v_x^2}}$$

A continuación, en la siguiente tabla, se refieren los valores de la variable aleatoria “Z” con diferentes niveles de confianza que van del 90 al 99%:

NIVEL DE CONFIANZA (%)	VALOR APLICABLE DE “Z”
90	1.645
91	1.695
92	1.750
93	1.810
94	1.880
95	1.960
96	2.055
97	2.170
98	2.330
99	2.575

Relación del nivel de confianza y del parámetro “Z”.

VALOR ESPERADO EN UNA POBLACIÓN.

Para calcular el valor esperado en la población, teniendo como base los datos obtenidos del análisis de su muestra, se partirá de la suposición que dicha población, y muestra, presentan un comportamiento con distribución beta, cuya expresión general es:

$$f(V_E) = k(V_E - V_{\min})^\alpha (V_{\max} - V_E)^\gamma,$$

siendo “k”, “ α ” y “ γ ” funciones de los tres valores representativos de la muestra, esto es, el valor mínimo, el valor medio y el valor máximo, representados como “ V_{\min} ”, “ V ” y “ V_{\max} ” respectivamente. Para igualar la densidad de esta función de distribución a uno, se comenzará por hacer que el recorrido valga la unidad, esto es:

$$V_{\max} - V_{\min} = 1,$$

y haciendo un cambio de variable:

$$x = \frac{V_E - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}$$

La moda o valor normal vendrá dada entonces por la siguiente expresión:

$$m = \frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}$$

Introduciendo ahora las funciones “ α ” y “ γ ”, tales que:

$$\begin{aligned}\alpha &= V - V_{\min} \\ \gamma &= V_{\max} - V\end{aligned}$$

se obtiene para la moda la expresión:

$$m = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma}$$

La varianza de “x” estará dada por la siguiente fórmula:

$$\sigma_x^2 = \frac{(\alpha + 1)(\gamma + 1)}{(\alpha + \gamma + 2)^2(\alpha + \gamma + 3)}$$

y admitiendo la *hipótesis simplificativa* de que la desviación típica o estándar “ σ_x ” es igual a la sexta parte del recorrido:

$$\sigma_x = \frac{(V_{\max} - V_{\min})}{6}$$

$$\sigma_x = \frac{1}{6}$$

Y se obtiene que:

$$\frac{(\alpha+1)(\gamma+1)}{(\alpha+\gamma+2)^2(\alpha+\gamma+3)} = \frac{1}{6}$$

Ahora, considerando el valor “m” obtenido para la moda, resulta la ecuación cúbica mostrada enseguida:

$$\alpha^3 + (36m^2 - 36m^2 + 7m)\alpha^2 - 20m^2\alpha - 24m^3 = 0$$

Sabiendo que el valor medio de “x” viene dado por la expresión:

$$E(x) = \frac{\alpha+1}{\alpha+\gamma+2}$$

y conociendo los valores de “ V_{\min} ”, “V” y “ V_{\max} ”, mismos que corresponden al valor mínimo, al valor medio y al valor máximo, como ya se mencionó, se puede determinar el valor de “E(x)” mediante la aplicación de la ecuación siguiente:

$$V_E = \frac{V_{\min} + 4V + V_{\max}}{6}$$

Sin embargo, este procedimiento supone la resolución de la ecuación cúbica expuesta, pero si para distintos valores de “m” obtenemos los correspondientes de “ α ”, posteriormente, en función de éstos los de “E(x)”, y los llevamos a un gráfico, cuyos ejes representen valores de “m” y “E(x)”, se apreciará que la función que los relaciona es prácticamente “lineal”, pudiéndolo sustituir por la recta:

$$E(x) = \frac{4m+1}{6}$$

Sustituyendo en esta expresión el valor de “m” ya expuesto, e igualando al valor de “E(x)” dado por la fórmula:

$$E(x) = \frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}$$

Se llega al resultado ya expuesto, por lo que, en concreto, las expresiones aplicables serán las siguientes:

$$V_E = \frac{V_{\min} + 4V + V_{\max}}{6}$$

$$\sigma_x = \frac{(V_{\max} - V_{\min})}{6}$$

Donde:

- V_E : Valor esperado aplicable.
- V_{\min} : Valor mínimo de la muestra.
- V : Valor medio o promedio.
- V_{\max} : Valor máximo.
- σ_x : Desviación estándar o típica del valor esperado.

CORRELACIÓN DE PARÁMETROS MUESTRALES.

En diversas ocasiones, al correlacionar datos entre sí o al realizar análisis de regresión de los mismos, se observa que éstos siguen una tendencia que podría modelarse mediante la expresión de un polinomio entero de grado “n” del tipo:

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_nx^n,$$

Donde:

- $P(x)$: Variable dependiente o valor del polinomio.
- a_i : Coeficientes de la variable independiente.
- x : Variable independiente.
- n : Grado del polinomio al que se desean ajustar pares de datos.

Un polinomio es una expresión matemática que en la mayor parte de las ocasiones logra correlacionar las variables involucradas en “pares ordenados” que representan la correspondiente correlación entre variables y, una manera que permite determinar el grado adecuado del polinomio y los coeficientes de la variable independiente incluida en el mismo, es la aplicación del método de los “Mínimos Cuadrados”.

El método de los “Mínimos Cuadrados” es empleado cuando se desea ajustar una curva a un conjunto de datos obtenidos mediante la aplicación de un proceso experimental o de medición “in situ”, tales como los que se obtienen en estudios estadísticos por ejemplo.

Uno de los requisitos para ajustar una curva a los datos es que el proceso no sea ambiguo, es decir, que si los datos ajustados por una persona son distintos a los que obtiene otra, el método resulta ineficaz, impráctico e inconsistente.

También es conveniente, en algún sentido, minimizar la desviación de los datos respecto de los puntos de la curva ajustada o “lugar geométrico”, entendiéndose por “lugar geométrico” la sucesión de puntos que obedecen a una condición definida en términos algebraicos. Estas desviaciones serán medidas por las distancias existentes entre los datos experimentales y los puntos de la línea de ajuste en sentido vertical, es decir, medidas en sentido paralelo al eje de las “ordenadas”.

En términos matemáticos, se establecerá la magnitud y el signo de una desviación como la diferencia del punto de la curva o polinomio de ajuste al dato experimental, esto es:

$$e_i = Y_i - y_i$$

Donde:

- e_i : Desviación o diferencia entre el polinomio de ajuste y el dato experimental.
- Y_i : Valor del polinomio de ajuste, es decir, $P(x_i)$.
- y_i : Dato experimental.

Las desviaciones pueden minimarse estableciendo una condición que análogamente minimice su suma, o dicho en otros términos, minimando la suma de las magnitudes de los errores.

El método acepta el criterio de hacer a la magnitud del error máximo en mínimo, o sea, minimar el máximo error, lo cual es conocido como el criterio de “MinMax”.

Sin embargo, tal como puede apreciarse, el signo algebraico de unos errores tendrá signo positivo y el de otros negativo, por lo que es recomendable minimar entonces la suma de los cuadrados de los errores. De este proceder toma el método su nombre.

Con base en lo anterior y considerando que los datos integran un conjunto de pares ordenados definidos como “(x_i, y_i)”, el método establece la siguiente ecuación matricial:

$$\begin{pmatrix} N & \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \cdots & \sum x_i^n \\ \sum x_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \cdots & \sum x_i^{n+1} \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \cdots & \sum x_i^{n+2} \\ \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \sum x_i^6 & \cdots & \sum x_i^{n+3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \sum x_i^n & \sum x_i^{n+1} & \sum x_i^{n+2} & \sum x_i^{n+3} & \cdots & \sum x_i^{2n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \\ \sum x_i^2 y_i \\ \sum x_i^3 y_i \\ \vdots \\ \sum x_i^n y_i \end{pmatrix}$$

La varianza de los datos experimentales respecto de la curva de ajuste se determinará mediante la siguiente equivalencia:

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N e_i^2}{N - n - 1}$$

Donde:

- σ_x: Desviación estándar de los valores de “x”.
- e_i: Diferencia entre el polinomio de ajuste y el dato experimental.
- n: Grado del polinomio al que se desean ajustar pares de datos.
- N: Número de pares de datos experimentales que se están ajustando.

Para decidir cuál es el polinomio de grado “n” que mejor modele el comportamiento del conjunto de datos experimentales en estudio, primeramente habrá que generar varios polinomios, cada uno de ellos de diferente grado; aquel que presente la menor varianza será el más adecuado.

Otra manera de decidir al respecto será definiendo el coeficiente de correlación, el cual se define de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{Cov(x, Y)}{\sigma_x \sigma_Y}$$

Donde:

- ρ: Coeficiente de correlación.
- x: Variable aleatoria independiente.
- Y: Variable dependiente valuada mediante la aplicación de P(x).

- Cov(x,Y): Covarianza de los valores de las variables “x” y “Y”.
- σ_x : Desviación estándar de los valores de “x”.
- σ_Y : Desviación estándar de los valores de “Y”.

La covarianza de “x” y “Y” se determinará aplicando la siguiente expresión:

$$Cov(x,Y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)(Y_i - \mu_Y)$$

Donde:

- x_i : Cada uno de los valores experimentales de la variable aleatoria independiente.
- Y_i : Cada uno de los valores de la variable dependiente valuados mediante la aplicación de P(x).
- N: Número de pares de datos experimentales que se están ajustando.
- μ_x : Media de los valores experimentales de la variable aleatoria independiente.
- μ_Y : Media de los valores valuados con la aplicación de P(x).

El coeficiente de correlación es un indicador que establece, en términos porcentuales, la calidad del ajuste entre los datos obtenidos experimentalmente y el modelo polinómico entero de grado “n” que pretende emplearse para tal propósito. En otras palabras, es una medida de la relación que existe entre dos variables aleatorias, ya que si el valor de este coeficiente fuera igual a cero, indicará que las variables aleatorias “x” y “y” son estocástica o estadísticamente independientes y, por lo tanto, la relación polinómica entera que las intenta correlacionar es completamente inconveniente; si por el contrario, el valor absoluto de éste fuera equivalente a la unidad, indicará que el modelo polinómico representa perfectamente la relación de ambas variables, por lo que si es el caso, se adoptará aquel polinomio cuyo valor absoluto de coeficiente de variación se encuentre más cercano a la unidad para modelar matemáticamente el comportamiento que éstas guardan.

La existencia de un signo negativo en el valor del coeficiente de correlación establece que las variables aleatorias “x” y “y” mantienen una correlación inversa, es decir, cuando una crece la otra disminuye y viceversa. Si en contrapunto, el signo que se presentara fuera positivo, indica que la correlación es de tipo directo, es decir, ambas crecen simultáneamente y viceversa.

De lo anteriormente expresado se entenderá que:

$$-1 < \rho < 1$$

Al cuadrado del coeficiente de correlación (ρ^2) se le conocerá con el nombre de coeficiente de determinación, el cual mide en qué porcentaje el comportamiento de una de las variables explica el comportamiento de la otra; por ejemplo, si el coeficiente de correlación de dos variables fuera de 0.96, consecuentemente el coeficiente de determinación sería equivalente a 0.9216, lo cual significaría que el valor de la primera variable explica en un 92.16% el valor de la segunda variable.

ELEMENTOS DE ECONOMÍA.

La economía es la rama de las ciencias sociales que estudia el proceso de producción y distribución de los bienes y servicios que se generan en una sociedad. Organiza las actividades orientadas a definir qué bienes producir, cuántos, cómo y para quién producirlos, en un contexto de recursos limitados y necesidades ilimitadas. En otras palabras, puede definirse a la economía como la ciencia que estudia la organización social de la actividad de la producción y la forma en que la sociedad resuelve la distribución de dicha producción.

Por un lado existen deseos o necesidades ilimitadas y por el otro existen recursos o satisfactores limitados que tienen usos alternativos. De la interacción de estos dos conceptos se origina la escasez, la cual surge cuando la cantidad de recursos no satisface las necesidades que existen a un precio igual a cero.

La escasez nos obliga a elegir alternativas con base en el criterio de la satisfacción; sin embargo, elegir significa hacer a un lado alternativas. Un postulado básico en economía sostiene que la toma de decisiones se realiza con base en los costos y beneficios de cada posible alternativa.

Cuando elegimos algo, estamos desechando otras alternativas. La mejor alternativa sacrificada es el costo de oportunidad. Una de las grandes “verdades” de la economía es que todo tiene costo de oportunidad.

Un supuesto clave en economía es que los agentes económicos (familias, empresas y gobierno) son racionales, es decir, tienen un objetivo y lo persiguen de una manera consistente. Las personas tienen como objetivo maximizar su utilidad sujetos a las restricciones que enfrentan, es decir, incrementar su patrimonio. En lo sucesivo se considerará que el concepto de utilidad es equivalente al concepto bienestar.

Así como el objetivo de las personas es maximizar su nivel de bienestar, el objetivo de las empresas es maximizar su utilidad o la riqueza de sus accionistas.

A escala interna de las economías nacionales, las unidades económicas básicas son: las unidades familiares, las empresas, el gobierno, las instituciones sin fines de lucro y el mercado.

El mercado es el espacio físico o virtual donde confluyen compradores y vendedores de bienes y servicios (productores y consumidores), intercambiándolos e interactuando a través del sistema de costos, valores y precios. Si alguno de estos agentes o de dicho sistema dejaran de existir, el mercado sería inexistente.

Cuando sea el caso que exista equivalencia entre los valores dispuestos a ser pagados por los compradores y los que están dispuestos a recibir los vendedores para intercambiar determinados bienes o servicios (demanda y oferta), se dirá que existe *equilibrio de mercado*. El mercado es el conjunto de mecanismos por medio del cual la sociedad resuelve la mayor parte de los problemas económicos (qué, cuánto, cómo y para quién producir).

CONCEPTO DE MERCADO “PERFECTO”.

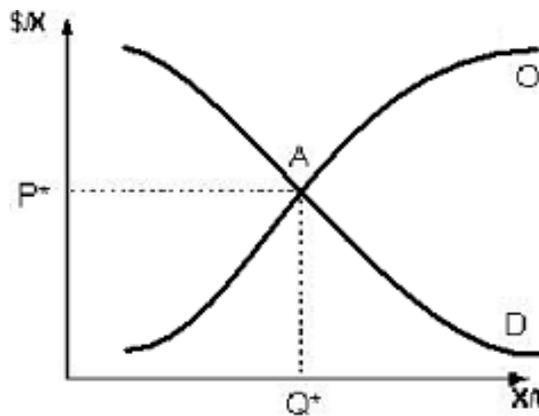
Para que exista competencia perfecta se requiere:

- a) Homogeneidad del producto.
- b) Movilidad de recursos sin costos.
- c) Gran número de compradores (demandantes) y productores (oferentes), de tal manera que ninguno de ellos tenga poder para modificar el precio.
- d) Información perfecta y sin costo.

El concepto de mercado perfecto refiere que hay una óptima asignación de recursos, que existe equilibrio entre la oferta y la demanda, con base en que ni compradores ni vendedores pueden ejercer influencia alguna en el precio de los productos. Si los mercados son perfectos y no existe discrepancia entre valores sociales y privados, hay una solución óptima social, de otra manera, habrá distorsiones del mercado que pueden generar monopolios y monopsonios.

En el monopolio el vendedor puede manejar el precio y en el monopsonio es el comprador quien puede hacerlo.

Obsérvese la siguiente figura, donde se han graficado las curvas de la oferta y la demanda. Si hablamos de la oferta, en el eje de las abscisas identificaremos los valores correspondientes al número de unidades producidas por cada oferente y en el eje de las ordenadas el precio que se pretende recibir por cada una de ellas; puede apreciarse que mientras más unidades produzcan y dispongan en el mercado, el precio buscado por cada una de ellas será mayor. En cambio, si hablamos de la demanda, en el eje horizontal ubicaremos los valores que corresponden al número de artículos demandados en un momento dado y en el eje vertical el costo que se está dispuesto a pagar por cada uno de ellos; del mismo modo, puede notarse que mientras más unidades se consuman por adquisición en el mercado, el precio que se desea pagar será menor en términos unitarios.

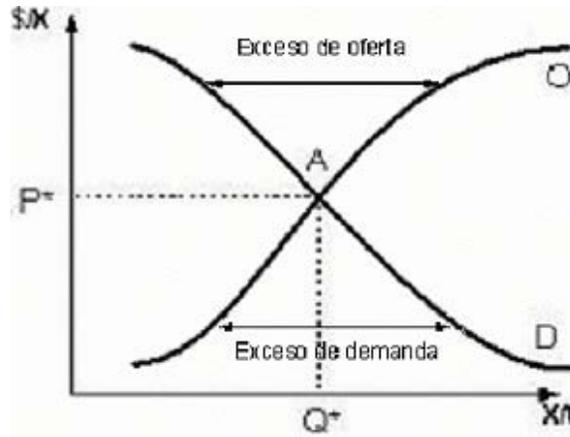


Curvas de oferta y demanda.

Las demandadas por cada individuo, según sea el caso de oferentes o demandantes, y sobre las ordenadas se ubicó el precio que están dispuestos a pagar los demandantes por cada artículo (D). Se desea encontrar el precio y la cantidad de equilibrio. ¿Es P_1 el precio de equilibrio? En la gráfica siguiente se observa el equilibrio con " P^* " y " Q^* ". Si el precio se ubicará por debajo de " P^* ", la cantidad demandada es mayor que la cantidad ofrecida. Debido a este exceso de demanda, entonces el precio subirá hasta que se iguale la cantidad demandada con la ofertada.

Deténgase un momento y piense ¿qué pasará si un precio se ubica por encima de " P^* "? La respuesta será que existirá un exceso de oferta, es decir, si el precio de un bien o servicio se encontrara por encima del de equilibrio, entonces la demanda disminuirá su consumo, y si la cantidad ofrecida es mayor a la cantidad demandada, entonces el precio disminuirá hasta que se equilibre la cantidad

demandada y la cantidad ofrecida. Esto significa que los precios se ajustarán de acuerdo con el comportamiento del mercado. Esto puede apreciarse en la figura siguiente.



Exceso de oferta y exceso de demanda.

La curva de oferta puede definirse mediante dos ideas fundamentales: por un lado, como la relación que nos indica cuál es la máxima cantidad de un producto o varios que una o varias personas físicas o morales están dispuestas a disponer en el mercado a un precio dado por vez, esto en un instante determinado, ya que después de un lapso se producirán ajustes naturales por la interacción con la demanda (por esta razón se dice que la función de la oferta es dinámica, pues cambia con el tiempo de conformidad con lo establecido por la timografía, concepto que se explicará en el siguiente punto del documento); y por el otro se define como el mínimo precio que exigirán los oferentes para producir una cierta cantidad del producto o productos en cuestión si es que existe la libertad de ofrecer esa cantidad u otra al precio mínimo que se determine, igualmente por vez y en un instante específico. La primera idea establece que:

$$X_o / t = f(P_o / X_o)$$

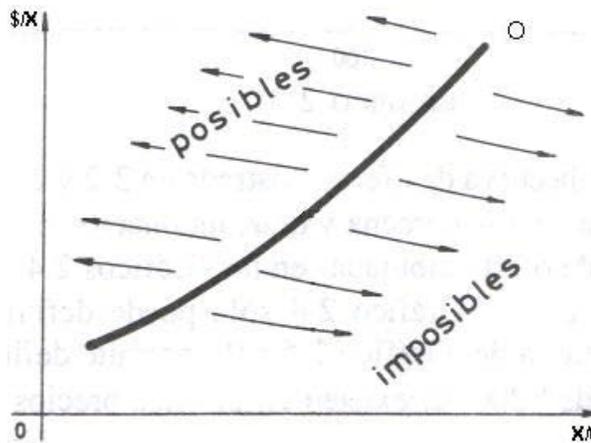
en la que “ X_o/t ” son los bienes o servicios (cantidad de productos) que los productores (oferentes de dichos bienes o servicios) ofrecen en el mercado por vez, mientras que “ P_o/X_o ” es el precio que los oferentes requieren por cada uno de sus productos. Con la misma nomenclatura, la segunda idea sostiene que:

$$P_o / X_o = f(X_o / t)$$

La primera idea formula a la cantidad de productos dispuestos por vez en el mercado como variable dependiente del precio unitario solicitado, mientras que la segunda establece lo contrario.

Se quiere decir “por vez” que la función representa un flujo, o sea, nos referimos a “tantas unidades” por día, semana, mes, año, etc., y al hablar por instante se quiere decir que la función no necesariamente permanece constantes, sino que es susceptible de cambiar y, por tanto, su estudio es complicado.

Por “máxima cantidad” debe entenderse que los oferentes estarán dispuestos a producir esa cantidad como máximo y que, por tanto, estarán dispuestos también a ofrecer menos que ese máximo (ello significa una reducción en la variable independiente, pero manteniendo constante la dependiente); entonces la curva de la oferta puede también interpretarse como una frontera que separa dos áreas: una, alojada por arriba de la función, con posibles pares ordenados compuestos por cantidades de bienes o servicios ofrecidas por vez en un determinado instante junto con los precios solicitados por cada una de ellas, es decir, cantidad de oferta vs. precio unitario; y la otra de puntos imposibles ubicados por debajo de la función de oferta, como se puede observar en la figura mostrada a continuación:



Lo mismo ocurrirá con la demanda. Tomando en cuenta las dos ecuaciones siguientes:

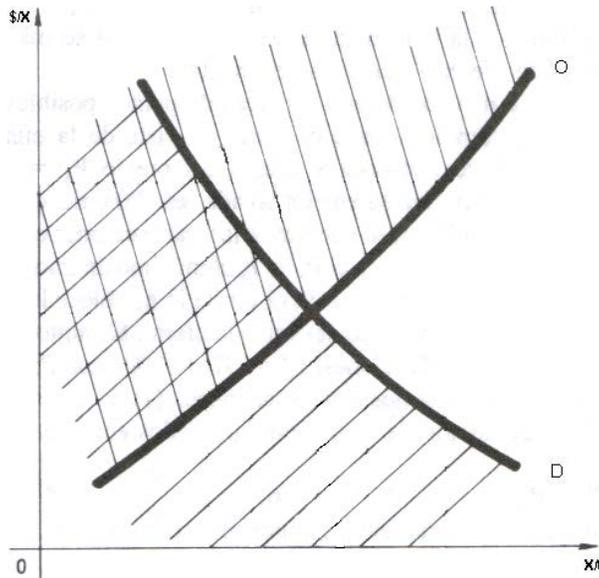
$$X_D / t = f(P_D / X_D)$$

$$P_D / X_D = f(X_D / t)$$

donde “ X_D/t ” son los bienes o servicios (cantidad de productos) que los consumidores (demandantes de los bienes o servicios en cuestión) demandan en el mercado por vez, mientras que “ P_D/X_D ” es el precio que estos demandantes están dispuestos a pagar por cada productos que consumen; pero en este caso, se entenderá que los demandantes están dispuestos a pagar un menor precio unitario por una cantidad constante de bienes o servicios a consumir (ello significa

la cantidad de consumo se mantendrá constante, pero mostrando reducciones en la variable dependiente); entonces la curva de la demanda puede interpretarse, al igual que la de la oferta, como una frontera que separa dos áreas: la primera donde se ubican posibles puntos que representan las cantidades de bienes o servicios consumidos por vez en un determinado instante y los precios que serán pagados por cada una de esas cantidades (cantidad de demanda vs. precio unitario); y la otra de puntos imposibles, como se puede observar en la figura mostrada a continuación, en la que se ilustra la región de pares ordenados posibles por debajo de la función, y la de los imposibles por arriba de la misma:

Considerando las regiones posibles de ambas funciones (la de la oferta ubicada por encima de su función y la de la demanda que se encuentra por debajo de ésta), puede ubicarse una intersección de áreas que nos representará los pares ordenados que pueden representar, en un momento dado, el valor de cambio común de los bienes o servicios que se producen y consumen por vez en un instante determinado, o sea, que son intercambiados por las personas físicas o morales que ofrecen y demandan productos específicos. El área que resulta de esta intersección se ilustra en el siguiente esquema:



COSTOS, PRECIOS Y VALORES.

El valor de un bien puede ser apreciado bajo dos esquemas básicos:

1. Valor de uso.

2. Valor de cambio.

El valor de uso es aquel que poseen los bienes por su capacidad de proporcionar una satisfacción. Este valor es asignado subjetivamente por cada individuo, dependiendo del grado de utilidad que recibe; por tanto, el grado de satisfacción será distinto de una persona a otra y su expresión objetiva puede ser que se establezca en términos distintos a los monetarios.

Por otra parte, el valor de cambio de los bienes, es aquel que toman en los mercados al momento de su intercambio, y se identifica a través del equilibrio de las funciones de oferta y demanda.

Cabe llamar la atención en el sentido de que el concepto de valor debe ser diferenciado de los de costo y precio, pues por **costo** entendemos que se trata de la cuantía monetaria que debe erogar el productor de un bien y/o servicio para producirlo y ponerlo a disposición en el mercado; y por **precio** nos referimos a la cuantía también monetaria que pretende recibir dicho productor del bien y/o servicio por su venta, es decir, por su intercambio y que, eventualmente, podría lograrlo.

Puede decirse que el precio está formado por el costo más una cuantía monetaria adicional que es referida en términos contables como “utilidad”, aunque económicamente es entendida como “plusvalía”, la cual es originada por la existencia de ciertos factores que hacen atractivo adquirir una cosa.

Las cuantías del valor, del costo y del precio son iguales únicamente al momento de llevar a cabo el intercambio del bien y/o servicio entre el oferente y el demandante del mismo, pues desde el momento en que una persona paga por adquirirlo, por esa simple acción, queda establecido su valor en un instante dado; después, por distintas circunstancias (inflación, cambio en las condiciones de mercado, oferta y demanda, etc.), éste puede cambiar, aunque el hecho histórico contable se conserva y mantiene el monto del precio y del costo para el vendedor y el comprador respectivamente.

No obstante, en momentos de recesión económica, el precio puede llegar a ser igual o menor que el costo, en la inteligencia que se tiene urgencia y premura por vender el bien, llevando esta situación a su remate.

Con base en lo anterior, se definirá al **valor** como la cuantía económica, expresada en nuestra época en términos monetarios, dispuesta a ser cambiada por la posesión de una cosa en términos comunes y generales; es decir, con la cual se llevan a cabo los intercambios de bienes y/o servicios entre los oferentes

de los mismos y sus demandantes en mercados específicos. Esto significa que el valor debiera entenderse, en términos económicos, como la manifestación de una variable aleatoria con una distribución específica y, por tanto, podrá caracterizarse mediante una medida de tendencia central y otra de dispersión; sin embargo, en términos legales, como la cantidad de intercambio que presenta la mayor probabilidad (la aplicación actual de las diversas metodologías conjugadas con los propósitos planteados en las valuaciones así lo demuestran).

Por su capacidad de conservar el valor, algunos bienes son mercancías acumuladoras de valor, es decir, tienen el potencial de conservarlo, y de incrementarlo en el tiempo en términos reales. Esta clase de bienes toma la forma de capital, destinado a la producción o como capital financiero.

Es importante considerar que el valor de los bienes son meras manifestaciones estadísticas de un componente intrínseco del bien que es expresado por el productor o productores del mismo (precio); de este modo podemos admitir que el valor es función de un precio potencial, o sea, el precio que podría alcanzar un bien en un determinado mercado y momento.

Si se atiende al comportamiento de los precios en el mercado, la predictibilidad aproximada de los precios se basa en principios que dan a tal pronóstico un fundamento científico; la ciencia resultante se llama “timografía”. La timografía se integra por cinco principios fundamentales: permanencia, coherencia, equivalencia, proporcionalidad y normalidad. Tales principios configuran un modelo que explica con aproximación satisfactoria la realidad.

Por el principio de permanencia sabemos que hay un lapso durante el cual los precios se mantienen; esto admite la variabilidad de los precios, pero siempre habrá un intervalo durante el cual el precio pronosticado tiene vigencia.

El principio de coherencia refiere las diversas manifestaciones del precio de un bien, las cuales guardan una relación lógica entre sí.

El principio de equivalencia sostiene que dos bienes equivalentes en mercados equivalentes tendrán el mismo precio.

El principio de proporcionalidad afirma que dos bienes semejantes en mercados semejantes tienen precios semejantes y que la diferencia de precios es proporcional a las diferencias entre sus características (de bienes y de mercados).

El principio de normalidad asegura que todos los pronósticos de precio obtenidos

para un mismo bien en un mismo mercado tienen una distribución estadística llamada “distribución normal”.

Los primeros cuatro principios timográficos inducen a la comparación como técnica para el pronóstico de los precios, en virtud de que el precio no se calcula, sino que se mide, y toda medición implica comparación.

Es necesario acotar que, al haber definido las ideas de costo, precio y valor, se ha referido también el concepto de “unidades monetarias”, las cuales pretenden ser el reflejo del valor de las cosas; sin embargo, dichas unidades monetarias pueden ser de dos tipos:

- a) constantes o reales.
- b) corrientes o nominales.

Si hablamos de una serie de flujos de efectivo expresados en unidades monetarias constantes, significará que todos ellos están ligados a una misma fecha y que cada unidad monetaria expresada tendrá el mismo poder adquisitivo que las demás, entendiendo por poder adquisitivo el índice de la cantidad de bienes que se pueden intercambiar por una unidad monetaria. Si por el contrario, hablamos de flujos de efectivo expresados en unidades monetarias corrientes, se querrá decir que cada flujo de efectivo de un periodo específico estará afectado por una tasa inflacionaria y por una tasa de productividad efectiva respecto de los flujos anteriores o posteriores, por lo que cada unidad monetaria tendrá distinto poder adquisitivo de las otras.

EL VALOR DE LA MONEDA Y SU EQUIVALENCIA.

La exposición hasta ahora hecha sobre este tema ha inducido que los bienes y servicios son deseados y consecuentemente apreciados por ser elementos que proporcionan satisfacción o mitigación de necesidades específicas, bien sean del individuo o de la sociedad, y que este factor conduce a que posean un determinado valor en el tiempo. Sin embargo, su adquisición por parte de los demandantes se efectúa mediante el intercambio de otro bien o servicio, o mediante la entrega de una pieza acuñada conocido como moneda, la cual sirve como elemento de medición del valor de las cosas.

Debe comprenderse que con un conjunto de monedas se refiere el valor de las cosas, pero el valor individual de ellas como elemento económico dependerá de la cantidad de bienes y servicios que puedan ser adquiridos por cada una de ellas.

Este razonamiento da lugar al concepto del *poder adquisitivo de la moneda*, el cual se define con el cociente o índice que a continuación se expresa:

$$\delta = \frac{UV}{UM}$$

donde el término “UV” expresa la cantidad de bienes y servicios ofrecidos en una economía determinada, en un instante específico y medidos en “unidades de valor”; mientras que el término “UM” representa el número de “unidades monetarias” en circulación, expresadas en términos de su nominación, en el mismo instante y en la misma economía.

Cabe señalar que las unidades de valor y las unidades monetarias son análogas, es decir, se denominan con el mismo nombre (pesos, dólares, libras, pesetas, etc.), pero eso no significa que idénticas. Por ejemplo, supóngase que una economía produjo y ofreció, hasta un determinado momento, bienes y servicios equivalentes a novecientos cincuenta y tres millones de pesos, los cuales fueron adquiridos e intercambiados (comercializados) por la puesta en circulación de un conjunto monetario cuyas nominaciones suman seiscientos treinta y siete millones de pesos; el valor de cada unidad monetaria será:

$$\delta = \frac{953}{637}$$
$$\delta = 1.4961$$

La cantidad de bienes y servicios dispuestos por una economía puede ser conocida mediante el indicador económico llamado Producto Interno Bruto (PIB), ya que éste mide la producción realizada por los agentes residentes en un país, independientemente de quién sea su propietario.

Con base en lo anterior, considerando que los bienes y/o servicios tendrán la misma apreciación en cualquier economía por parte de los consumidores, ya que dichos bienes y/o servicios son idénticos, o similares, o con calidad equivalente, será posible determinar el valor de la moneda de una economía respecto de otra tomando como punto de comparación el índice de poder adquisitivo que cada una posee. Como ejemplo, supóngase la existencia de tres economías con las siguientes características:

Economía “A”: PIB = 846 u.v. (unidades de valor).
 Circulación monetaria de 756 u.m. (unidades monetarias).

Economía “B”: PIB = 531 u.v. (unidades de valor).
Circulación monetaria de 567 u.m. (unidades monetarias).

Economía “C”: PIB = 469 u.v. (unidades de valor).
Circulación monetaria de 254 u.m. (unidades monetarias).

Con estos datos será posible determinar el valor de cada moneda en las tres economías, así como la equivalencia entre ellas calculando los respectivos índices de poder adquisitivo y estableciendo la siguiente “matriz de tipo cambiario” mostrada en la siguiente tabla:

		$\delta_A = a$	$\delta_B = b$	$\delta_C = c$
1	$\delta_A = a$	δ_A / δ_A	δ_B / δ_A	δ_C / δ_A
2	$\delta_B = b$	δ_A / δ_B	δ_B / δ_B	δ_C / δ_B
3	$\delta_C = c$	δ_A / δ_C	δ_B / δ_C	δ_C / δ_C

Matriz de tipo cambiario

Aplicando esta idea al caso planteado se tendrá que:

$$\delta_A = \frac{846}{756} = 1.1191$$

$$\delta_B = \frac{531}{567} = 0.9365$$

$$\delta_C = \frac{469}{254} = 1.8465$$

obteniendo la matriz de tipo cambiario que a continuación se muestra:

	$\delta_A = 1.1191$	$\delta_B = 0.9365$	$\delta_C = 1.8465$
$\delta_A = 1.1191$	$1.1191/1.1191=1.0000$	$0.9365/1.1191=0.8368$	$1.8465/1.1191=1.6500$
$\delta_B = 0.9365$	$1.1191/0.9365=1.1950$	$0.9365/0.9365=1.0000$	$1.8465/0.9365=1.9717$
$\delta_C = 1.8465$	$1.1191/1.8465=0.5749$	$0.9365/1.8465=0.5072$	$1.8465/1.8465=1.0000$

La matriz de tipo cambiario debe interpretarse en sentido horizontal, de modo que, para el ejemplo planteado, una unidad monetaria de la economía “A” se intercambiará por 0.8368 unidades monetarias de la economía “B” o por 1.6500 de la “C”. Una unidad monetaria de la economía “B” equivaldrá a 1.1950 de la “A” y a 1.9717 unidades monetarias de la economía “C”. Por último, una unidad monetaria

de la economía “C” podrá cambiarse por 0.5749 de la economía “A” o por 0.5072 unidades monetarias de la “C”.

Lo anterior refiere un punto de equilibrio que se deriva de los supuestos que fundamentan este modelo; sin embargo, las monedas también llegan a conformarse como bienes que ostentan un valor de cambio. Cuando llega ese momento, cambian éstas su valor partiendo de dicho punto de equilibrio y variándolo con base en las fuerzas de oferta y demanda que existan en un determinado momento en el mercado.

INFLACIÓN Y PÉRDIDA DEL PODER ADQUISITIVO.

En términos conceptuales macroeconómicos, la inflación es el aumento medido en términos porcentuales del nivel agregado de precios entre dos fechas determinadas en un mercado general, o bien, de bienes específicos; si por el contrario, entre dichas fechas correspondiera una disminución en lugar de un aumento, se dirá que ocurrió deflación. El nivel agregado de precios es la media de los precios de los bienes y/o servicios de la economía en relación con una fecha base dada.

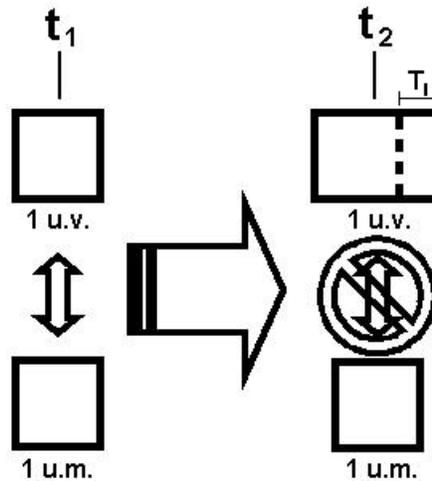
Es importante notar que la definición de inflación o deflación, según proceda, es relacionada con el precio y no con el valor, ya que si en términos de intercambio de bienes existiera aumento o disminución, se dirá que existe plusvalía (utilidad) o minusvalía (pérdida) correspondientemente.

Como ya fue explicado, los precios de mercado están ligados con la oferta y la demanda y, consecuentemente, la inflación o deflación dependerá de las reacciones del mercado ante los cambios en la oferta y la demanda.

Cuando en una economía se presenta inflación continua combinada con recesión o estancamiento de la actividad económica durante un periodo determinado, a dicho periodo se le llama “estanflación”, situación que es frecuentemente vista en economías de tipo emergente.

Se mencionó que la inflación es medida como un porcentaje, misma que tiene como consecuencia inherente la pérdida del poder adquisitivo, concepto también macroeconómico que se define como la cantidad porcentual de bienes o servicios que una unidad monetaria deja de adquirir.

Debe entenderse que la inflación y la pérdida del poder adquisitivo son conceptos diferentes, la primera tiene como consecuencia la segunda, por lo que de ningún modo les corresponderá el mismo valor porcentual como medida de cada una de ellas. Como ejemplo, obsérvese la figura que a continuación se muestra:



Esquema explicativo del concepto “pérdida del poder adquisitivo”.

En la figura anterior, en una primera fecha (t_1) existe una debida correspondencia entre una unidad monetaria (moneda) y una unidad de valor (cantidad determinada de bienes y/o servicios), pero en otra posterior (t_2), el incremento en los precios hace que la misma unidad monetaria no pueda adquirir la unidad de valor que ha sufrido un incremento debido al alza de los precios en el mercado, alza que es denominada “inflación” y es expresada en términos porcentuales (T_1). Surgen entonces dos preguntas: ¿qué nueva porción de bienes y/o servicios adquiere en la segunda fecha la unidad monetaria? y, ¿cuánto deja de adquirir dicha unidad monetaria?

Se sabe que ahora el 100% de los bienes y/o servicios son ahora la unidad de valor más la tasa inflacionaria (T_1), la porción de estos bienes y/o servicios que adquiere la unidad monetaria se determinará planteando, en términos aritméticos, una relación directa de tres parámetros, es decir, la llamada “regla de tres directa”:

$$P = \frac{1}{1+T_1}$$

Consecuentemente, la cantidad porcentual de bienes y/o servicios que se dejan de adquirir será la diferencia de “P” con la unidad porcentual, o sea:

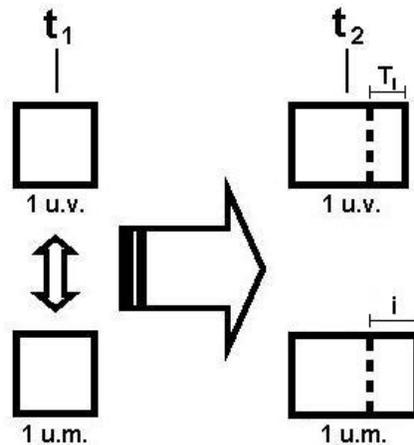
$$PPA = 1 - \frac{1}{1+T_1}$$

Reduciendo la expresión anterior, puede afirmarse que la pérdida del poder adquisitivo (PPA) de la moneda es función de la tasa inflacionaria (T_I), misma que guarda la siguiente equivalencia:

$$PPA = \frac{T_I}{1+T_I}$$

TASA DE CRECIMIENTO REAL DEL PATRIMONIO.

Con base en lo expuesto en el punto inmediato anterior, surge ahora la interrogante ilustrada en la figura mostrada: si se considera que, además de existir inflación, la unidad monetaria es invertida en la fecha “ t_1 ” y produce para la segunda fecha “ t_2 ” un beneficio agregado, medido en términos porcentuales “ i ” (tasa efectiva del periodo definido entre las dos fechas), que hace a dicha unidad monetaria más grande, ¿en qué proporción es mayor o menor la nueva unidad monetaria respecto de la nueva unidad de valor?



Esquema explicativo del concepto “tasa de crecimiento real del patrimonio”.

Para contestar esta pregunta debe medirse la proporción de cambio de la nueva unidad monetaria respecto de la nueva unidad de valor y, consecuentemente, la tasa de crecimiento real del patrimonio (unidad monetaria) corresponderá a la diferencia de esta proporción de cambio con la unidad, a saber:

$$1+T_R = \frac{1+i}{1+T_I}$$

$$T_R = \frac{1+i}{1+T_I} - 1$$

A esta relación que vincula el rendimiento efectivo de un determinado periodo y a la inflación ocurrida dentro del mismo a través del concepto de la tasa de crecimiento real del patrimonio se le suele denominar “efecto de Fisher”.

Por ejemplo, si la inflación de un periodo fuera del 14% y la tasa efectiva del mismo que gana una inversión fuera del 19%, de ninguna manera deberá decirse que la tasa de crecimiento real del patrimonio fue del 5% (19%-14%); esto sería falso. Dicha tasa sería equivalente al 4.39%:

$$T_R = \frac{1+0.19}{1+0.14} - 1 = 0.04385 \approx 4.39\%$$

Pero, ¿qué pasaría si la tasa inflacionaria fuera mayor que la tasa efectiva? Supóngase que los valores de estas tasas fueran 21% y 16% respectivamente. Entonces la tasa real sería negativa, a saber:

$$T_R = \frac{1+0.16}{1+0.21} - 1 = -0.04132 \approx -4.13\%$$

Esta situación resulta lógica de pensar si se toma en cuenta que la media del cambio en el nivel agregado de precios fuera mayor que los rendimientos otorgados por las inversiones, es decir, no solamente habría pérdida del poder adquisitivo como consecuencia inherente de la inflación, sino que además existiría una disminución real en el patrimonio. Casos como el descrito suelen verse frecuentemente en economías de tipo emergente.

Así pues, la tasa de crecimiento real del patrimonio considera en su valor, además de los de las tasas inflacionarias que se registran periódicamente en una economía como consecuencia del aumento generalizado en los precios, las efectivas que provienen de los instrumentos de inversión a los cuales se puede acceder y que hacen ganar intereses o beneficios por el hecho de invertir productivamente un determinado capital, es decir, se toma en cuenta, simultáneamente, los efectos inflacionarios inducidos en una determinada economía y los que se originan por la inversión de recursos en mecanismos productivos que proveen cierta rentabilidad. Por lo tanto, existe la certeza de que la “tasa real de crecimiento patrimonial” es una tasa plenamente conveniente cuando se aplica sobre cantidades expresadas en unidades monetarias “constantes” exclusivamente, pues si se emplearan las “corrientes”, habrían de aplicarse separadamente las tasas efectivas y las inflacionarias.

ELEMENTOS DE CONTABILIDAD FINANCIERA.

ANTECEDENTES Y PRINCIPIOS.

Durante el siglo XV se gestaron las bases de la contabilidad; en esa época, un monje llamado *Luca Paccioli* formalizó un esquema rudimentario para registrar las operaciones mercantiles que realizaba la congregación de la cual formaba parte. La aportación de Luca Paccioli a la contabilidad consistió en recopilar los usos y costumbres de los comerciantes de Génova y Venecia en su libro “Summa”, publicado en 1494, donde habla de la contabilidad por partida doble (cargo y abono) entre otras valiosas contribuciones.

La contabilidad es una técnica empleada para producir, sistemática y estructuradamente, información de orden cuantitativo respecto de las transacciones que realiza una entidad económica (persona física o persona moral); dicha información es expresada en unidades monetarias corrientes y registrada con el objeto de facilitar la toma de decisiones a los interesados en relación con dicha entidad económica.

Podemos decir entonces que es un medio con el cual se puede medir la situación financiera de la entidad en un momento determinado, pero para comparar situaciones específicas correspondientes a distintos puntos del tiempo habrá que utilizar conceptos de la matemáticas financieras y análisis de inversiones, los cuales se abordarán más adelante. Sin embargo, la contabilidad integra tres objetivos generales:

1. Proporcionar información útil para las actuales y prospectivas inversiones que deban realizarse.
2. Preparar información que ayude a los usuarios a determinar los montos, la oportunidad y la incertidumbre de los proyectos asociados con la realización de inversiones dentro de la entidad económica.

3. Informar acerca de los recursos de una entidad económica, los derechos sobre de éstos, los efectos de las transacciones y los acontecimientos que cambian esos recursos y los derechos sobre aquellos.

Al reconocer a la contabilidad como el idioma de los negocios y como medio para facilitar información financiera a las entidades económicas, al gobierno, a particulares y a otros grupos, surgió como consecuencia la necesidad de establecer normas que aseguren la confiabilidad y la comparabilidad en la información contable. Estas normas se conocen como “Principios de Contabilidad” que, en el caso específico de México, son emitidos por el Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP) a través de la Comisión de Principios de Contabilidad.

Los Principios de Contabilidad son un conjunto de postulados generalmente aceptados que norman el ejercicio profesional de la contaduría pública. Se considera que, en general, son aceptados porque han operado con efectividad en la práctica y han sido aceptados por todos los contadores, de hecho, son los medios a través de los cuales la profesión contable se asegura que la información financiera cumpla con las características deseadas.

Los principios básicos en que se sustenta una técnica, como la contable, tiene su origen en principios con una connotación más amplia; Con esto se quiere decir que tales principios pudieran ser de aplicación a todas las esferas de la vida. En este caso, los principios de contabilidad generalmente aceptados están estructurados en conceptos básicos alrededor de tres áreas:

- a) Principios que identifican y delimitan al ente económico o negocio del cual se pretende informar.
- b) Principios que definen la base para cuantificar las operaciones del negocio, es decir, para llevar a cabo el registro.
- c) Principios que hacen referencia a la presentación de información financiera de las organizaciones.

Los principios que identifican y delimitan al ente son tres, a saber:

1. **Entidad.** Este principio postula la identificación de la entidad económica como un ente independiente en su contabilidad, tanto de sus accionistas o propietarios, de sus acreedores o deudores, como de otras entidades económicas. El objetivo de este principio es evitar la mezcla en las

operaciones económicas que celebre la entidad económica con alguna otra organización o individuo.

2. **Realización.** Cuantifica las operaciones económicas que realiza una entidad económica, tanto con otros entes económicos, como los ocurridos por transformaciones internas o por eventos económicos externos que afectan a la entidad, es decir, la contabilidad cuantifica en términos monetarios las operaciones que realiza una entidad con otros participantes en la actividad económica y ciertos eventos económicos que la afectan.
3. **Periodo contable.** Divide la vida económica de la entidad en periodos predeterminados para conocer los resultados de cada uno de éstos de manera independiente a su continuidad como institución. Implica dividir las actividades económicas de la entidad económica en periodos tales como un mes, un trimestre o un año, por ejemplo.

Los tres principios que definen la base para cuantificar las operaciones del negocio son:

1. **Valor histórico original.** Este principio establece que los bienes y derechos deben registrarse con su costo de adquisición o fabricación; sin embargo, admite que éstas cifras deben modificarse en caso de que ocurran eventos posteriores que les hagan perder su significado, aplicando métodos de ajuste en forma sistemática que preserven la imparcialidad y objetividad de la información contable.
2. **Negocio en marcha.** Presupone la permanencia de la entidad en el mercado perennemente, excepto el caso de entes en liquidación. Permite suponer, salvo prueba en contrario, que la entidad económica seguirá operando por tiempo indefinido, debido a eso no resulta válido usar valores de liquidación al cuantificar sus recursos y obligaciones.
3. **Partida doble o dualidad económica.** Este es, quizá, el más importante de la contabilidad; es un principio fundamental que implica que toda transacción de la entidad debe registrarse mostrando el efecto sobre los activos, pasivos y/o capital.

Por último, los principios que hacen referencia a la presentación de la información financiera de las organizaciones también son tres:

1. **Revelación suficiente.** Considera el hecho de que los estados financieros deben ser claros y comprensibles para juzgar los resultados de operación y

la situación financiera de la entidad. Por este motivo, los estados financieros estarán acompañados de notas aclaratorias que informarán sobre el procedimiento seguido para la elaboración de los mismos.

2. **Importancia relativa.** Propone que en la elaboración de la información financiera se debe equilibrar el detalle y multiplicidad de los datos con los requisitos de utilidad y finalidad de la información.
3. **Consistencia.** Establece que los principios y reglas con las cuales se obtuvo la información contable deben continuar aplicándose permanentemente para facilitar su comparación. Asimismo establece que cuando exista algún cambio, éste se justifique y se anote el efecto que produce en las cifras contables.

Como puede apreciarse, los principios de contabilidad son de gran relevancia en la práctica, debido a que son un medio útil para generar información en apoyo a la toma de decisiones, asegurando con ello una información contable de calidad; no obstante, como es de entenderse, en cada tipo de negocio existen intereses distintos, lógicamente será necesario preparar y presentar diferentes tipos de información que satisfagan tales necesidades. La contabilidad, al adecuarse para fines específicos, adopta facetas que a continuación se listan en forma enunciativa pero no limitativa:

- a) **Contabilidad Financiera.** Su objetivo es presentar información financiera de propósito general para audiencia y usos externos.
- b) **Contabilidad Administrativa.** Esta orientada al uso estrictamente interno.
- c) **Contabilidad de Costos.** Permite conocer el costo de producción de los bienes y/o servicios que ganará la entidad así como su precio de venta.
- d) **Contabilidad Fiscal.** Incluye el registro y preparación de informes para la presentación de informes y pagos de impuestos.
- e) **Contabilidad Gubernamental.** Incluye la contabilidad llevada por la entidad económica del sector público de manera interna así como también todas las actividades del país incluyendo sus ingresos y sus gastos.

EL PROCESO CONTABLE.

Los registros que aluden los principios contables se efectúan en “cuentas” específicas que refieren la situación de conceptos plenamente identificados. Dichas cuentas pueden ser clasificadas en los siguientes tipos:

- Activo.
- Pasivo.
- Capital.
- Resultados.

Las cuentas de activo son aquellas en las que se registran aquellos recursos económicos propiedad de una entidad, es decir, los bien o derechos de los cuales se espera rindan beneficios en el futuro. Los tipos de activos varían con relación a la naturaleza de cada entidad económica, pero en general se clasifican en:

- a) Activo Circulante. Corresponde a todos los movimientos de liquidez de la entidad económica.
- b) Activo Fijo. Son todos los derechos y pertenencias propias para que la entidad lleve a cabo su proceso de producción, los cuales deberán cumplir con requisitos mínimos, establecidos con antelación por la propia entidad, en lo relativo a su costo de adquisición (Costo de Reposición Nuevo -CRN-) y de su vida útil total referida en términos técnicos o económicos.
- c) Activo Diferido. Son aquellos activos que al paso del tiempo se trasladan a cuentas de gastos, por ejemplo, aquellos pagos que la entidad realiza por anticipado.

Por su parte, las cuentas de pasivo representan lo que el negocio debe a otras personas o entidades conocidas como proveedores y acreedores; sabiendo que los proveedores y acreedores tienen derecho prioritario sobre los activos del negocio en caso de disolución o cierre del mismo, antecediendo a los dueños, quienes siempre vendrán en último lugar, se puede decir que la equivalencia numérica de estas cuentas representa la obligación prioritaria que le corresponde a una entidad.

Cabe señalar que cuando se trata de la escisión de una entidad económica, con el producto de la venta de los activos se debe pagar primero a los trabajadores; en segundo lugar a los acreedores legales y el remanente queda para los dueños.

Es uso y costumbre contable que las cuentas de pasivo se clasifiquen con base en su carácter temporal, es decir, en relación con el tiempo en que debe liquidarse la obligación. Esta clasificación es la siguiente.

- a) Pasivo a Corto Plazo. Corresponde a todos los compromisos de la entidad económica que deben liquidarse antes de un año.
- b) Pasivo a Largo Plazo. Son los compromisos de la entidad económica que deben liquidarse en plazo equivalente o mayor de un año.
- c) Pasivo Diferido. Son aquellos pasivos que al paso del tiempo se trasladan a cuentas de ingresos, por ejemplo, aquellos cobros que la entidad recibe por anticipado.

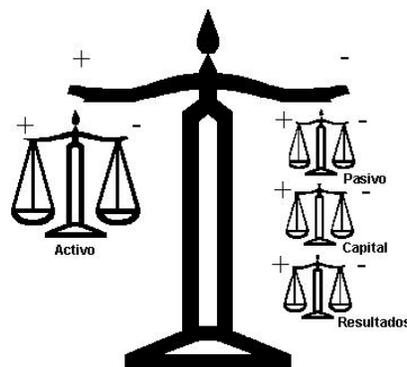
El capital son las aportaciones realizados por los dueños (conocidos como accionistas) para la creación y sostenimiento de la entidad; Capital Contable y Capital Neto son otros términos de uso frecuente para designarlas.

Y finalmente, las cuentas de resultados involucran los ingresos ganados por la entidad, así como sus costos y gastos incurridos en el proceso productivo, dividiéndose básicamente en dos rubros: Utilidades Acumuladas y Utilidad del Ejercicio (ultimo ejercicio realizado).

La relación que deben guardar los cuatro tipos de cuentas enunciados puede expresarse mediante la siguiente ecuación contable:

$$\text{Activo} = \text{Pasivo} + \text{Capital} + \text{Resultados}$$

Esta igualdad puede visualizarse en forma de una “balanza”, misma que recibe el nombre de “Balanza Contable” y es mostrada a continuación en la figura:



Balanza Contable.

Se podrá observar que, en la figura anterior, cada balanza expuesta presenta un signo positivo de su lado izquierdo y un signo negativo del derecho, los cuales serán empleados para dar operatividad al principio fundamental de la contabilidad: el principio de la partida doble, mismo que fue expuesto anteriormente.

Del lado izquierdo, donde se ubica el signo positivo, se aplicarán los movimientos que recibirán el nombre de “cargo” o “debe” o “débito”, mientras que del lado derecho, donde está el signo negativo, serán aplicados los movimientos referidos como “abono” o “haber” o “crédito”.

Es necesario recordar que la representación gráfica de la “balanza” es la abstracción de una cuenta que es llamada “cuenta T”, nombre que obedece a la forma de la balanza y que es empleada para fines didácticos. Una “cuenta T” es el lugar donde se anotarán los aumentos o disminuciones de cada partida derivada de las actividades contables, representados por los movimientos de “cargo y abono”.

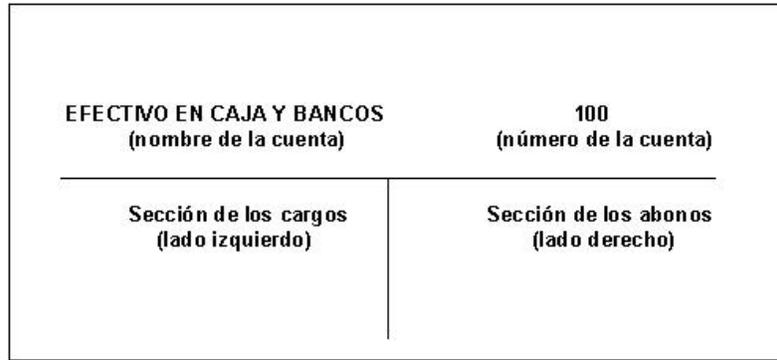
En términos formales, cada cuenta, sea que se clasifique como de activo, de pasivo, de capital o de resultados, tendrá el formato reflejado en la figura mostrada a continuación que será integrada con los siguientes elementos:

1. Encabezado o nombre (título).
2. Número de cuenta.
3. Columna para fecha.
4. Columna para cargos o debe
5. Columna para abonos o haber.
6. Saldo de la cuenta.

EFECTIVO EN CAJA Y BANCOS			CUENTA Núm. 100
Fecha	Debe	Haber	Saldo
199x			
Ene.3	500.00		500.00
5		250.00	250.00
9		150.00	150.00
10	100.00		200.00
30	80.00		280.00
			Saldo deudor

Esquema formal de una cuenta contable.

Obsérvese ahora la siguiente figura que muestra didácticamente el esquema de una “cuenta T”:



Esquema de una “cuenta T”.

Es importante señalar que se efectuarán movimientos en las “balanzas” o “cuentas T” de activo, pasivo, capital o resultados vigilando que se mantenga el equilibrio de la balanza mayor, que correspondería a respetar la ecuación contable ya expuesta; para ello, deberán hacerse movimientos que tengan una equivalencia en magnitud y signo en ambos lados de la gran balanza, considerando que los signos finales se obtendrán mediante el producto de los parciales. Por ejemplo, si se realiza un movimiento del lado derecho de una cuenta de activo, el signo final de la operación será negativo, ya que el activo se encuentra del lado izquierdo de la balanza mayor y se determinaría el producto de dos signos contrarios, lo que da como resultado un signo negativo; por el contrario, si se efectuase un movimiento del lado derecho de una cuenta de pasivo, el signo final sería positivo, ya que el pasivo se ubica del lado derecho y se determinaría el producto de dos signos iguales.

El saldo o “cantidad restante” de una “cuenta T” se determina a través de la diferencia entre la sumatoria de los movimientos deudores y la sumatoria de los movimientos acreedores, es decir, mediante la diferencia entre su “debe” y su “haber”.

Con fundamento en lo anterior, puede afirmarse que la sumatoria de los movimientos correspondientes a los cargos debe ser de igual magnitud a la sumatoria de los movimientos correspondientes a los abonos. Igualmente, se pueden formular las siguientes condicionantes:

- El cargo en una cuenta de activo representa el aumento de la misma y por contrapartida le corresponderá un abono en otra cuenta de activo, de pasivo, de capital o de resultados.
- El abono en una cuenta de activo representa la disminución de la misma y por contrapartida le corresponderá un cargo en otra cuenta de activo, de pasivo, de capital o de resultados.

- El cargo en una cuenta de pasivo, de capital o de resultados representa la disminución de la misma y por contrapartida le corresponderá un abono en otra cuenta de activo, pasivo, capital o resultados.
- El abono en una cuenta de pasivo, de capital o de resultados representa el aumento de la misma y por contrapartida le corresponderá un abono en otra cuenta de activo, de pasivo, de capital o de resultados.

Supóngase que el arrendador de un edificio recibe \$5'000,000.00 por concepto del pago anticipado de la renta por el uso de un edificio, pero al transcurrir dos meses le es desocupado el edificio y se le solicita la devolución de las rentas no devengadas, a lo cual accede en buenos términos. Los asientos contables que se realizarían son los siguientes:

+		-	
+ BANCOS -		+ COBROS ANTICIPADOS -	
(1) 5,000,000	4,166,666 (4)	(2) 416,667	5,000,000 (1)
833,334		(3) 416,667	
		833,334	5,000,000
			4,166,666
		(4) 4,166,666	
		+ VENTAS -	
			416,667 (2)
			416,667 (3)
			833,334

Nótese que se ha referido cada movimiento con un número ordinal contenido entre paréntesis. El primer asiento, por ejemplo, involucró una cuenta de activo y otra de pasivo; si se verifican las magnitudes involucradas se verá que son iguales, igualmente si se verifican los signos se observará que también son iguales, ya que el asiento de la cuenta de activo (bancos) se realizó del lado izquierdo (cargo), y el movimiento de la cuenta de pasivo (cobros anticipados) se realizó del lado derecho (abono), o sea, el signo final del movimiento hecho en la “cuenta T” llamada “BANCOS” es positivo (pues el producto es de dos signos iguales positivos), del mismo modo, el signo final del movimiento realizado en la “balanza” llamada “COBROS ANTICIPADOS” es también positivo (debido que el producto es de signos iguales negativos).

El saldo de cada cuenta se obtiene restando su suma de los cargos de su suma de los abonos asentados. La naturaleza del saldo dependerá de qué sumatoria es mayor; si la sumatoria del lado izquierdo fuera la mayor, el saldo será de tipo “deudor”, pero si la sumatoria mayor fuera la del lado derecho, el saldo será “acreedor”.

Analícese ahora un segundo ejemplo, en el cual una entidad económica adquiere un vehículo que destinará para el reparto de mercancías; es adquirido de contado y al paso de dos años se realiza la depreciación que es aplicable:

+	-
+ BANCOS -	+ GASTOS DE OPERACIÓN -
200,000 (1)	(2) 43,478
200,000	(3) 43,478
+ EQUIPO TRANSPORTE -	86,956
(1) 173,913	+ IVA POR PAGAR -
173,913	(1) 26,087
+ DEPRECIACIÓN TRANSP. -	26,087
43,478 (2)	
43,478 (3)	
86,958	

Cabe aclarar que la depreciación debe ser entendida como el proceso contable mediante el cual se recuperan las inversiones realizadas en bienes del activo fijo (edificios, muebles, maquinaria, equipo, etc.), a través de las cuentas de gastos. Si es el caso de hablar de la recuperación de las inversiones hechas por el uso de derechos (patentes, marcas, gastos de instalación, etc.), entonces se tratará con el concepto de amortización, la cual se determina por el mismo mecanismo aplicado en la depreciación. Es muy importante señalar que este concepto será empleado para determinar los flujos de efectivo para evaluación, como será visto en el apartado correspondiente.

Para verificar que los asientos realizados son correctos, es posible formular una “Balanza de Comprobación”, la cual contendrá los saldos de cada una de las cuentas contables según su naturaleza “deudora” o “acreedora” (debe o haber) y seguirá el esquema ilustrado a continuación:

BALANZA DE COMPROBACIÓN AL 31 DE DICIEMBRE DE 20XX.

Cuentas	S A L D O	
	Debe	Haber
Activo		
<i>Circulante</i>		
Caja	500.00	
Bancos	600.00	
Mercancías	1,500.00	
Clientes	900.00	
Documentos por cobrar	500.00	
Deudores diversos	500.00	
<i>Fijo</i>		
Edificios	1,900.00	
Mobiliario y Equipo de oficina	1,800.00	
Equipo de reparto	1,300.00	
<i>Diferido</i>		
Gastos de instalación	400.00	
Pasivo		
<i>A corto plazo</i>		
Proveedores		1,200.00
Documentos por pagar		1,000.00
Acreedores diversos		800.00
<i>A largo plazo</i>		
Acreedores hipotecarios		800.00
<i>Diferido</i>		
Rentas anticipadas		200.00
Capital		
Capital Contable		5,900.00
SUMA	9,900.00	9,900.00

Para llevar a cabo los asientos contables que procedan, se deberá tener presente que la contabilidad financiera debe guardar una estructura y un proceso. La estructura se refiere a:

- Principios de contabilidad generalmente aceptados.
- Los conceptos básicos.
- Las reglas de contabilidad de operaciones.
- Los catálogos de cuentas utilizadas.

e) Manuales o instructivos de contabilidad.

La estructura es precisamente el aspecto que da forma a la actividad, mientras que el proceso se realiza mediante de una serie de pasos que se denominan como “*ciclo contable*” el cual refiere:

- a) Registro de transacciones.
- b) Clasificación de movimientos contables.
- c) Suma de resultados por cuenta.
- d) Generación de estados financieros.

Derivado de lo anterior, es fundamental decir que la función práctica de la contabilidad financiera está orientada a presentar la información de la entidad mediante cuatro formas básicas denominadas “Estados Financieros”, mismos que son:

- a) Estados de situación financiera.
- b) Estados de resultados de operación.
- c) Estados de cambios en la situación financiera.
- d) Estados de cambios en la inversión de los propietarios.

Para los efectos pretendidos por el presente texto, solamente serán referidos los primeros tres expuestos, ya que son los que resultan tener importancia para fines de valuación. El primero de ellos refiere al denominado “Balance General”, mismo que es mostrado en el Anexo 1, y tiene la siguiente estructura general, donde la suma de las cuentas del activo deberá ser equivalente a la suma de las de pasivo y capital:

	Activo circulante
más	
	Activo fijo
más	
	Activo diferido
igual	
	<u>Suma del activo</u>

	Pasivo a corto plazo
más	
	Pasivo a largo plazo
más	
	Capital social
más	
	Resultado del ejercicio
más	
	Resultado de ejercicios anteriores

igual

Suma del pasivo y capital

Recordemos que en la introducción de este documento se mostró un Balance General, mismo que ahora también sirve para ejemplificar la estructura mencionada:

EMPRESA HOTELERA, S.A. DE C.V.**BALANCE GENERAL**

CONCEPTO		
	\$	%
ACTIVO		
ACTIVO CIRCULANTE		
Caja	10,000.00	2.3
Bancos	40,000.00	9.19
Cuentas por cobrar	230,000.00	52.9
Otros	155,009.00	35.6
Suma el activo circulante	435,009.00	100
ACTIVO FIJO		
Terreno	5	0
Construcción	20	0
Depreciación acumulada	-9	0
Suma el activo fijo	16	0
TOTAL DE ACTIVO	435,025.00	100
PASIVO		
Cuentas por pagar	100,000.00	23
Otros	35,000.00	8.05
Suma el pasivo	135,000.00	31
CAPITAL CONTABLE		
Capital social	25	0.01
Resultados acumulados	300,000.00	69
Actualización del capital	0	0
Suma el capital	300,025.00	69
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	435,025.00	100

El segundo de los estados, denominado “Estado de Resultados” o “Estado de Pérdidas y Ganancias” seguirá el planteamiento a continuación enunciado:

	Ventas
menos	Devoluciones sobre ventas
menos	Rebajas sobre ventas
igual	<u>Ventas netas</u>
menos	Inventario inicial
menos	Compras
más	Devoluciones sobre compras
más	Rebajas sobre compras
más	Inventario final
igual	<u>Utilidad Bruta</u>
menos	Gastos de venta
igual	<u>Utilidad sobre ventas</u>
menos	Gastos de administración
igual	<u>Utilidad mercantil</u>
menos	Gastos operativos
igual	<u>Utilidad operativa</u>
menos	Gastos financieros
más	Productos financieros
igual	<u>Utilidad financiera</u>
menos	Otros gastos
más	Otros productos
igual	<u>Utilidad antes de impuestos</u>
menos	Impuesto sobre la renta (ISR)
menos	Impuesto al activo fijo (IMPAC)

menos

Impuesto sobre nóminas (ISN)

menos

Impuestos sobre adquisición de activos (ISAAC)

menos

Cuotas patronales al IMSS

menos

Cuotas patronales al INFONAVIT

menos

Cuotas patronales al Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR)

igual

Utilidad para reparto

menos

Participación a los trabajadores sobre utilidades (PTU)

igual

Utilidad o Pérdida Neta

Cabe señalar que las cantidades de las cuentas “inventario inicial”, “compras”, “devoluciones sobre compras”, “rebajas sobre compras” e “inventario final” pueden ser sustituidas por la cantidad contenida en cuenta “costo de lo vendido”, la cual se restará de las “ventas netas” para obtener la “utilidad bruta”. Esta sustitución es posible realizarla dado que se establece que:

Inventario inicial

más

Compras

menos

Devoluciones sobre compras

menos

Rebajas sobre compras

menos

Inventario final

igual

Costo de lo vendido

Enseguida se expone un breve ejemplo sobre la determinación de un estado de resultados de una entidad económica cualquiera:

ESTADO DE RESULTADOS DEL 1º DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 20XX.

	1	2	3	4
Ventas Totales			1,950.00	
Menos: Devoluciones sobre ventas		30.00		
Menos: Rebajas sobre ventas		20.00	50.00	
Ventas Netas				1,900.00
Inventario Inicial			1,250.00	
Compras	800.00			
Mas: Gastos de Compra	20.00			
Compras Totales		820.00		
Menos: Devoluciones sobre compras	60.00			
Menos: Rebajas sobre compras	10.00	70.00		
Compras Netas			750.00	
Total de mercancías			2,000.00	
Menos: Inventario final			600.00	
Costo de lo vendido				1,400.00
Utilidad Bruta				500.00
Gastos de operación:				
Gastos de venta:				
Renta del almacén	17.00			
Propaganda	9.00			
Sueldos de agentes y dependientes	32.00			
Comisiones de agentes	16.00			
Consumo de luz	1.00	75.00		
Gastos de administración:				
Renta de oficinas	12.00			
Sueldos de personal de oficinas	43.00			
Papelería y útiles	3.00			
Consumo de luz	2.00	60.00	135.00	
Productos financieros:				
Intereses a nuestro favor	7.00			
Descuentos sobre compras	5.00	12.00		
Gastos financieros:				
Intereses a nuestro cargo	5.00			
Descuentos sobre ventas	4.50			
Gastos de situación	0.50	10.00	2.00	133.00
Utilidad de operación				367.00
Otros gastos:				
Perdida en venta de mobiliario		20.00		
Perdida en ventas de acciones		6.00	26.00	
Otros productos:				
Comisiones cobradas		2.00		
Dividendos cobrados		4.00	6.00	20.00
Utilidad del ejercicio				<u>347.00</u>

Abriendo un paréntesis, pues es importante indicar que, eventualmente, al ser proyectado periódicamente este estado financiero, los rubros correspondientes a

las ventas y/o a los ingresos o beneficios podrán modelarse a través de la siguiente ecuación:

$$V_j = V_E \left[1 - \frac{n}{c \left\{ 100 \frac{j}{n} + 1 \right\}} \right]$$

Donde:

- V_j : Ventas en el j-ésimo año de estudio.
- V_E : Ventas esperadas según estudio de mercado.
- n : Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.
- c : Coeficiente de calibración.
- j : Tiempo en que se determina el monto de las ventas.

El coeficiente de calibración puede establecerse con base en el porcentaje de ventas que pudiera lograrse en el “tiempo inicial” de operación, el cual se esperaría fuera inferior que la unidad, calculándose del siguiente modo:

$$c = \frac{n}{1 - \%V_0}$$

Esto haría que la ecuación anteriormente expresada se aplicara de la siguiente forma:

$$V_j = V_E \left[1 - \frac{1 - \%V_0}{100 \frac{j}{n} + 1} \right]$$

Donde:

- V_j : Ventas en el j-ésimo año de estudio.
- V_E : Ventas esperadas según estudio de mercado.
- $\%V_0$: Porcentaje de las ventas esperadas que pudieran alcanzarse en el tiempo inicial de operación.
- j : Tiempo en que se determina el monto de las ventas.
- n : Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.

Si se presume que las ventas, ingresos o beneficios esperados pueden sujetarse, por un lado, a cambios en función de un determinado coeficiente de variación, es decir, a “oscilaciones” en torno de un valor medio determinado y, por otro, a un determinado crecimiento periódico, es posible establecer dos posibilidades de proyección con base en las siguientes expresiones:

$$V_j = V_E (1+t)^j \left[1 - \frac{1 - \%V_0}{100 \frac{j}{n} + 1} + v \sin\left(\frac{2\pi j}{T}\right) \right]$$

$$V_j = V_E (1+t)^j \left[1 - \frac{1 - \%V_0}{100 \frac{j}{n} + 1} + v \cos\left(\frac{2\pi j}{T}\right) \right]$$

Donde:

- V_j : Ventas en el j-ésimo año de estudio.
- V_{max} : Ventas máximas esperadas según estudio de mercado.
- t : Tasa esperada de crecimiento periódico real de las ventas.
- $\%V_0$: Porcentaje de las ventas máximas esperadas que podría lograrse al inicio de la operación del negocio o del proyecto, es decir, en el primer periodo proyectado en el análisis del mismo.
- j : Tiempo en que se determina el monto de las ventas.
- n : Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.
- v : Coeficiente de variación de las ventas esperadas.
- sen: Función trigonométrica seno operada con base en radianes.
- cos: Función trigonométrica coseno operada con base en radianes.
- T : Periodo de estacionalidad, el cual corresponde al tiempo en que se presentarán el máximo y mínimo de las ventas proyectadas, también conocido como “periodo de retorno”.
- π : Valor de 3.1415926535897932384626433832795.

Por lo que hace a los costos, gastos o perjuicios, cuando sea que se aplique algún criterio de optimización del sistema productivo operante a lo largo de la proyección que se efectúe, podría utilizarse una de dos consideraciones: que la reducción y estabilización de los costos sea acelerada o aletargada.

Un posible modelo de reducción acelerada podría ser el siguiente:

$$C_j = C_E t + \frac{\left[\frac{n-j}{n} C_E (1-t) \right]^2}{C_E (1-t)}$$

Cuando la función pretenda modelar a los costos iniciando en el nivel esperado y terminando en el nivel mínimo, “t” será:

$$t = \frac{C_{\min}}{C_E}$$

En cambio, cuando los costos deban reducirse partiendo del nivel máximo registrado hasta el esperado, entonces “t” se calculará del siguiente modo:

$$t = \frac{C_E}{C_{\max}}$$

Y este valor se aplicará sobre la siguiente expresión modificada:

$$C_j = C_{\max} t + \frac{\left[\frac{n-j}{n} C_{\max} (1-t) \right]^2}{C_{\max} (1-t)}$$

Donde:

- C_j : Costos en el j-ésimo año proyectado.
- C_E : Costos esperados según estudio estadístico o técnico que al efecto se elabore.
- C_{\max} : Costos máximos registrados o esperados según sea el caso.
- C_{\min} : Costos mínimos registrados o esperados según sea el caso.
- t: Tasa de relación existente entre un valor menor y uno mayor de los costos.
- j: Tiempo en que se determina el monto de los costos.
- n: Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.

Como modelo de reducción aletargada, podrá aplicarse el siguiente cuando se busque partir del valor numérico máximo y concluir en el esperado:

$$C_j = C_E + \frac{(C_{\max} - C_E)^3}{\left(j \frac{5(C_{\max} - C_E)}{n} \right)^2 + (C_{\max} - C_E)^2}$$

Pero si se desea iniciar el periodo de proyección con el valor correspondiente al esperado y terminarlo con el mínimo, la expresión anterior se transforma de la manera a continuación mostrada:

$$C_j = C_{\min} + \frac{(C_E - C_{\min})^3}{\left(j \frac{5(C_E - C_{\min})}{n}\right)^2 + (C_E - C_{\min})^2}$$

Donde, como se señaló para el caso primeramente mencionado:

- C_j : Costos en el j-ésimo año proyectado.
 C_E : Costos esperados según estudio estadístico o técnico que al efecto se elabore.
 C_{\max} : Costos máximos registrados o esperados según sea el caso.
 C_{\min} : Costos mínimos registrados o esperados según sea el caso.
 j : Tiempo en que se determina el monto de los costos.
 n : Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.

Es importante señalar que, si así se desea, en vez de involucrar los valores esperados solamente con los máximos o los mínimos, pueden relacionarse los máximos y los mínimos excluyendo a los esperados, haciéndolo de manera acorde a la que se siguió al establecer las fórmulas anteriormente indicadas.

Igualmente importante es mencionar que, al igual como se planteó en el caso expuesto de las ventas, ingresos o beneficios, es posible considerar la dispersión estadística que en su momento haya sido calculada, o bien, que sea supuesta para el caso mismo de los costos, gastos o perjuicios. Ésta consideración podría reflejarse sumando en las fórmulas ya presentadas el siguiente término:

$$C_E v \sin\left(\frac{2\pi j}{T}\right)$$

O bien:

$$C_E v \cos\left(\frac{2\pi j}{T}\right)$$

Cerrando el paréntesis indicado y prosiguiendo con el punto que se está tratando, el tercero de los estados financieros citados, el “Estado de Cambios en la Situación Financiera de la Entidad” se integra con la siguiente estructura básica:

Orígenes o fuentes:

Utilidad neta del ejercicio
más
Depreciaciones del periodo
más
Amortizaciones del periodo
más
Aportaciones de capital
más
Financiamiento

igual

Suma de los orígenes o fuentes**Destinos o aplicaciones:**

Pérdida neta del ejercicio
más
Pago de pasivo a corto plazo
más
Pago de dividendos a los accionistas
más
Inversión en activo fijo
más
Otras inversiones imprevistas

igual

Suma de los destinos o aplicaciones

Estos tres estados financieros serán aplicados más adelante para fines de valuación, en el apartado correspondiente al análisis de inversiones.

INDICADORES CONTABLES.

Los indicadores contables son una medición de la información financiera para proporcionar datos del desarrollo de la empresa desde el punto de vista contable, es decir, son coeficientes o razones que indican las proporciones que guardan algunos rubros contables respecto de otros, convirtiéndose éstos en parámetros de comparación de una entidad económica. Estos indicadores o razones son obtenidos a partir de lo asentado en los Estados Financieros de la entidad económica y versan básicamente sobre tres puntos de interés:

- a) Solvencia a corto plazo (menos de un año natural)
- b) Endeudamiento o apalancamiento

c) Rentabilidad

Las razones de solvencia a corto plazo miden la capacidad que posee una entidad económica cualquiera para cumplir sus obligaciones financieras en el futuro inmediato. Estas son:

1. Razón circulante
2. Razón ácida
3. Razón de efectivo
4. Capital de trabajo
5. Razón capital de trabajo a activos

La razón de circulante es un indicador que pretende reflejar si una empresa tiene capacidad o no para solventar sus compromisos a corto plazo en función de sus activos líquidos o circulantes. Se calculará del siguiente modo:

$$\text{Razón circulante} = \text{Activo circulante} / \text{Pasivo circulante}$$

Si esta razón es superior a la unidad indicará que hay “liquidez” y que la probabilidad de presentarse un quebranto en el futuro inmediato es baja, pues como puede observarse, sería consecuencia de que existe, para ese caso específico, más activo circulante que pasivo circulante; si por el contrario, esta razón fuera igual o inferior a la unidad, señalará que existe riesgo de quebranto inmediato. Por otro lado, si la razón de circulante fuera muy alta, reflejaría que la empresa tiene excedentes de recursos financieros, que la empresa está siendo administrada ineficientemente, pues existe una fuerte cantidad de dinero ocioso que debería invertirse en actividades productivas o venderse.

Si la actividad de entidad económica le impide realizar rápidamente sus inventarios, se recomienda calcular la razón ácida que es la siguiente, misma que considera la reducción del inventario respecto del total del activo circulante:

$$\text{Razón ácida} = (\text{Activo circulante} - \text{Inventarios}) / \text{Pasivo circulante}$$

Esta razón es comúnmente determinada, por ejemplo, en empresas inmobiliarias, de venta de automóviles o de equipo de súper cómputo, ya que, como puede entenderse, efectúan ventas poco constantes, inclusive las llevan a cabo unas cuantas veces al año. Evidentemente sus inventarios tardan mucho en convertirse en efectivo, por eso es que su grado de solvencia en el corto plazo, aunque no se celebre venta alguna, se mide con esta razón.

Por su parte, la razón de efectivo, que mide la disposición que se tiene en chequera y caja, se determina con la siguiente expresión:

$$\text{Razón de efectivo} = \text{Efectivo} / \text{Pasivo circulante}$$

El diferencial que existe entre el activo circulante y el pasivo circulante se le denomina capital de trabajo, concepto que mide simplemente la liquidez que tiene la entidad económica para llevar a cabo sus actividades comerciales y propias de su giro, considerando el descuento de sus obligaciones en el futuro inmediato. Su cálculo es el siguiente:

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

La razón de capital de trabajo a activos proporciona una medida respecto del dinero con que la entidad se desarrolla y de sus actitudes de inversión. Si esta razón permanece constante de un ejercicio a otro, por ejemplo, se reflejaría que se tienen nuevas inversiones en activo fijo en caso de que la entidad crezca; sin embargo, como puede apreciarse, es una razón que por sí sola aporta pocos elementos informativos, por lo que debe ser comparada conjuntamente con otros indicadores. El cálculo de su valor es:

$$\text{Razón capital de trabajo a activos} = \text{Capital de trabajo} / \text{Activos totales}$$

El endeudamiento o apalancamiento está asociado con la manera en que la entidad usa deuda para financiar sus actividades y los principales indicadores asociados con este punto son:

1. Razón de deuda total
2. Factor multiplicador

La razón de deuda total mide la proporción de la deuda total contraída por la entidad económica respecto de sus activos totales, indicando esto que, en caso extremo de un quebranto total, después de liquidar a los socios, también se pueden pagar los compromisos con los acreedores (si esta razón es inferior a la unidad). Si el valor de este indicador fuera igual o superior a la unidad, querrá decir que no se cubrirán las obligaciones contraídas en caso de quebranto y, como consecuencia, habría problemas fuertes de tipo legal para los accionistas. Esta razón se calcula del siguiente modo:

$$\text{Razón deuda total} = (\text{Activos totales} - \text{Capital contable}) / \text{Activos totales}$$

Por su parte, el factor multiplicador es un indicador orientado hacia los accionistas respecto de la proporción que les corresponde de la empresa contra sus acciones, es decir, las unidades en valor que corresponden de activo por unidad de valor en el capital. La razón es la siguiente:

$$\text{Factor multiplicador} = \text{Activos totales} / \text{Capital contable}$$

Desde el punto de vista de rentabilidad, las razones más usadas que se fundamentan en la medición de las utilidades de la empresa son:

1. Margen de utilidad
2. Rendimiento en activos (ROA)
3. Rendimiento en capital contable (ROE)

El margen de utilidad mide la proporción de las ganancias generadas por una entidad, considerando el pago de todos los gastos, costas e impuestos, respecto de sus ingresos brutos. Este margen se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Margen de utilidad} = \text{Utilidad neta} / \text{Ventas}$$

Por su parte, el rendimiento en activos y el rendimiento en capital contable se calculan con las dos fórmulas siguientes:

$$\text{Rendimiento en activos (ROA)} = \text{Utilidad operativa} / \text{Activos totales}$$

$$\text{Rendimiento en capital contable (ROE)} = \text{Utilidad operativa} / \text{Capital contable}$$

EFFECTOS DE LA INFLACIÓN EN LA CONTABILIDAD.

Si se acepta que la inflación es un cambio en la unidad con que medimos valores económicos, el hecho de que exista este fenómeno no cambia el valor intrínseco de los bienes sustantivos como son los terrenos, edificios, plantas industriales e inventarios, pero sí cambia el monto o cifra con que este valor se expresa (costo o precio, según sea el caso). Por el contrario, los bienes y obligaciones de naturaleza monetaria (representados por dinero, derecho a recibir una determinada cantidad de dinero, y obligaciones que se liberan mediante la entrega de una determinada cantidad de dinero) no cambian en monto con la inflación,

pero sí pierden valor real porque son una representación fiduciaria de la unidad de medida que se está reduciendo de tamaño.

Resulta entonces evidente que los efectos de la inflación distorsionan las cifras presentadas en los estados financieros (a mayor antigüedad de los registros mayor distorsión), por lo que cobra relevancia la necesidad de reflejar dichos efectos de la inflación en los mismos. Ante esta situación, en el año de 1983, entró en vigor el **Boletín B-10 “Reconocimiento de los efectos de la inflación en la información financiera”**, emitido por el Instituto Mexicano de Contadores Públicos, cuyo objetivo es establecer las reglas relativas a la evaluación y presentación de la información financiera de todas las entidades que preparan estados financieros básicos en un entorno inflacionario, haciendo una clasificación de partidas monetarias y no monetarias. Las primeras que son aquellas que pierden poder adquisitivo, y las segundas que son aquellas que incrementan su valor.

La necesidad de actualizar la información financiera es producida por las diferencias que existen entre los registros de las operaciones al costo, bajo el principio de contabilidad de “valor histórico original” y los valores actuales que son mayores normalmente, debido, principalmente, a la pérdida del poder adquisitivo de la moneda y a las modificaciones, casi siempre por incremento en los costos específicos de los bienes y servicios utilizados por el ente.

Los conceptos que son susceptibles de actualización para reflejar adecuadamente los efectos de la inflación son:

- Inventarios,
- Costo de ventas,
- Inmuebles,
- Maquinaria y equipo, así como su depreciación acumulada y del periodo,
- Capital contable,
- Resultado por tenencia de activos no monetarios,
- Resultado por posición monetaria y,
- Costo integral de financiamiento.

El *resultado por tenencia de activos no monetarios* existe únicamente cuando se sigue el método de costos específicos. Se calcula comparando el incremento real en el valor de las partidas no monetarias, actualizadas por el método de costo de reposición, con el que se hubiera logrado de haber aplicado factores derivados del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

El resultado por posición monetaria lo origina la disminución del poder adquisitivo de activos y pasivos monetarios en una época inflacionaria, ya que siguen manteniendo su valor nominal.

Los activos monetarios producirán una pérdida al recibir una cantidad igual en valor nominal, pero con un poder adquisitivo menor y los pasivos monetarios producen utilidad porque se liquida un pasivo con cantidades de dinero de menor poder adquisitivo. De la comparación de utilidades contra pérdidas, por estos conceptos, se obtiene el resultado por posición monetaria.

En una época inflacionaria el concepto de costo integral de financiamiento se amplía para incluir, además de los intereses y fluctuaciones cambiarias, el resultado por posición monetaria.

La actualización de partidas no monetarias con fines meramente contables de reexpresión de los estados financieros de una entidad específica, se practica con dos métodos de actualización: el primero llamado **ajuste por cambios en el nivel general de precios**, que consiste en corregir la unidad de medida empleada por la contabilidad tradicional, utilizando pesos constantes en vez de pesos nominales, empleando para ello el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) que publica el Banco de México (Banxico) a partir de 1950; y el segundo denominado de **costos específicos o valores de reposición**, que se funda en la medición de valores que se generan en el presente, en lugar de valores provocados por intercambios realizados en el pasado, que se determina mediante valuación de un perito independiente.

Es muy importante señalar que la información obtenida con cada uno de los métodos no es comparable, debido a que tienen bases diferentes y se emplean criterios distintos; de hecho, se recomienda no mezclar los dos métodos en la actualización de los inventarios y en los activos fijos. La mezcla de métodos sólo podrá aplicarse entre conceptos diferentes y nunca dentro del mismo rubro. Las entidades económicas que consoliden información financiera deberán manejar en las entidades los mismos métodos para que las cifras consolidadas tengan significado.

El método de ajustes por cambios en el nivel general de precios parte del reconocimiento de que toda entidad operativa posee dos clases de valores: unos, los monetarios, cuya representación en un número determinado de unidades monetarias no se modifica por la inflación; otros, los no monetarios, cuya representación en unidades monetarias sí se modifican en función de la misma. Ejemplo de los primeros sería un crédito a largo plazo de \$1'000,000.00 que independientemente de los intereses que causa, continuaría siendo de

\$1'000,000.00 hasta que se redima, y ejemplo de los segundos sería un terreno, cuyo costo de adquisición de 1'000,000.00 tendría un valor de mercado de \$1'500,000.00, si al cabo de un año la inflación hubiera sido del 50% medida a través del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

El número de unidades monetarias representativas de los valores monetarios no se modifica en un periodo de inflación; sin embargo, el poder adquisitivo de las mismas se erosiona gradualmente representando este fenómeno una pérdida en el caso de valores monetarios activos o una utilidad en el caso de pasivos monetarios. En cambio, por lo que respecta a los valores no monetarios en que sí se modifica el número de unidades monetarias que los representan, la inflación no los erosiona en principio, ya que el precio de éstos va ajustándose en función del índice inflacionario.

El método de ajustes por cambios en el nivel general de precios actualiza los valores no monetarios en función del porcentaje de inflación habido entre la fecha de su adquisición, contratación o aportación y aquella en que se elaboran los estados financieros periódicos. En periodos subsecuentes se parte de cifras actualizadas aplicando el factor del periodo correspondiente. Así por ejemplo, en el caso del terreno, si la inflación en el segundo año fuera del 60%, tendría un incremento de \$900,000.00 calculados sobre el \$1'500,000.00 a que se ajustó al finalizar el primero, es decir, un nuevo valor de \$2'400,000.00.

En las condiciones anteriormente señaladas, resulta evidente que el ajuste por cambios en el nivel general de precios es aquel que actualiza, en función de pesos de poder adquisitivo constante, los valores no monetarios de la entidad (inventarios, activos fijos tangibles, inversiones permanentes en valores, capital contable, costos y gastos derivados de dichas actualizaciones, como son el costo de ventas y la depreciación, etc.) y determina un resultado monetario representativo de la erosión que la inflación causa en el neto de valores monetarios (posición monetaria) que la entidad económica ha manejado a través de un periodo o ejercicio determinado. Si esta posición neta ha sido activa (activos monetarios superiores a pasivos monetarios), la erosión es sufrida por la entidad económica al no poder incrementar el monto de esos activos monetarios netos para conservar su poder de compra; si, en cambio, los pasivos monetarios exceden a los activos monetarios (posición monetaria corta), el pasivo neto de la entidad económica, al no incrementarse, produce un beneficio monetario a expensas de los acreedores.

Dentro de ese método, lo que en realidad ocurre es que se aplican rigurosamente las normas tradicionales del costo histórico en función de unidades monetarias de poder adquisitivo constante, prescindiéndose de cualquier otra consideración

distinta a la del factor inflacionario. Por ejemplo, en el propio caso del terreno citado, éste podría tener un monto de valuación de \$1'800,000.00 al finalizar el primer año y de \$2'300,000.00 al finalizar el segundo; sin embargo, el valor que se registraría bajo este método que no toma en cuenta su valuación, sería de \$1'500,000.00 (\$300,000.00 menos que la valuación) y de \$2'400,000.00 (\$100,000.00 más que la valuación).

Por su parte, el método de actualización por costos específicos no constituye una simple opción diferente respecto del anterior, se trata de un concepto de actualización distinto que, al menos parcialmente, puede presentarse en ámbitos inflacionarios. Sin inflación, en cambio, el método de actualización por el nivel general de precios simplemente no existiría.

Como fue explicado, en método de ajuste por cambios en el nivel general de precios, las actualizaciones efectuadas se fundan invariablemente en los datos históricos, sólo que reexpresados en unidades monetarias constantes, en función de la inflación; el principio del costo, que ha regido por décadas a la contabilidad tradicional, no se afecta con las actualizaciones implicadas por este método, lo único que se hace es ajustar las cifras en función un una unidad de medida cada vez más pequeña, como es la moneda afectada por la inflación. El método de actualización por costos específicos, en cambio, se aparta totalmente del principio del costo histórico, actualizando los rubros no monetarios del activo y, eventualmente, del pasivo, así como los costos derivados de los mismos en función de sus valores específicos de reposición, con toda la gama de modalidades que este último concepto implica, constituyendo una primera etapa hacia la consecución de un objetivo que se ha planteado desde hace muchos años a la técnica contable y que ésta no se había decidido a encarar por la complejidad y subjetividad implícitas: la de los valores actuales.

La percepción de esta diferencia conceptual entre ambos métodos es indispensable para un conocimiento cabal de la problemática involucrada en la actualización de la información financiera. La metodología de la actualización por costos específicos puede desarrollarse con dos técnicas diferentes, que no necesariamente convergen en las mismas cifras finales de actualización:

- a) En la primera de ellas puede partirse de las cifras históricas directamente, modificándolas con todos aquellos aspectos que cambian los costos de reposición de los distintos activos no monetarios que se actualizan, para lo cual se hace necesaria la práctica de una valuación específica.
- b) En la segunda se desarrolla la actualización en dos etapas: primeramente las cifras históricas se actualizan a pesos constantes al momento presente

usando el método del nivel general de precios ya descrito y, finalmente, partiendo de las cifras así actualizadas, ajustar éstas para reexpresarlas a su valor de reposición.

Evidentemente ambos métodos mantienen aún algunas deficiencias que deberán ser resueltas en el futuro: el método de **ajuste por cambios en el nivel general de precios** tiene consistencia, ya que si se parte del mismo costo histórico y aplicando los índices oficiales, dos personas distintas llegarán al mismo valor actualizado, pero tiene el defecto que dichos índices oficiales no siempre reflejan los cambios precisos en costos y precios existentes en los mercados propios de los bienes muebles e inmuebles; el método de **costos específicos o valores de reposición** es inconsistente, ya que dos valuadores que emitan dictamen sobre el mismo bien reportaran dos valores diferentes, ya que cada uno de ellos partirá de indagaciones y estudios estadísticos en el mercado distintos, pero en ambos casos se tomará en cuenta aquellos aspectos que influyen en el valor de los bienes (plusvalía o minusvalía).

LA UTILIZACIÓN DEL ÍNDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR (INPC).

El método de **ajuste por cambios en el nivel general de precios** actualiza o refiere los valores en función del porcentaje de inflación habido entre dos fechas y, en ese sentido, el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es el instrumento estadístico por medio del cual se mide ese fenómeno económico, entendido como el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios que se expenden en una economía. El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es importante porque permite conocer cuál es la inflación promedio en el país durante un periodo específico.

Los principales componentes del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) se agrupan en ocho categorías, de acuerdo con la forma en que los consumidores distribuyen su gasto:

1. Alimentos, bebidas y tabaco;
2. Ropa, calzado y accesorios;
3. Vivienda;
4. Muebles, aparatos y accesorios domésticos;
5. Salud y cuidado personal;
6. Transporte;

7. Educación y esparcimiento; y
8. Otros servicios.

Para la elaboración del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) se hace un seguimiento continuo de los precios de productos específicos. Sin embargo, para fines de cálculo del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) estos específicos se agrupan para formar conjuntos aproximadamente homogéneos de bienes y servicios que se denominan genéricos. Estos últimos constituyen la menor unidad de ponderación dentro del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). En la práctica, cada mes se recopilan 170,000 cotizaciones de productos específicos que se agrupan en 313 conceptos genéricos.

El Banco de México (Banxico) publica el nivel del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) en el Diario Oficial de la Federación los días 10 y 25 de cada mes o, en su caso, el día hábil inmediato anterior. Además de la publicación quincenal del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), también se cuenta con una mensual, que se divulga el día 10 de cada mes. Cabe señalar que el dato del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) mensual y del quincenal es un promedio del periodo respectivo.

Al hablar del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es necesario referir un año base, el cual es el punto de referencia en el tiempo a partir del cual se efectúan las comparaciones del cambio en los precios. La teoría moderna sobre la medición de la inflación señala que a medida que la canasta y la base de ponderación de los índices de precios se alejan del período de comparación o punto de referencia, la inflación estimada tiende a presentar un sesgo al alza. Si bien dicho sesgo resulta casi imperceptible en un punto en el tiempo, a medida que se acumule puede resultar importante.

Según la teoría sobre la estimación de la inflación (Baker (1999)), a medida que los ponderadores del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) se alejan de su período base, la medición resultante tiende a sobreestimar el incremento promedio. Esta diferencia puede ser poco significativa en un punto en el tiempo, pero dado que se vuelve sistemática en periodos sucesivos tiende a generar un mayor sesgo acumulado.

Para evitar lo anterior la base del Índice Nacional de Precios al Consumidor es la segunda quincena de junio de 2002, de manera que se obtiene concordancia y se elimina la ocurrencia del mencionado sesgo. Sin embargo, la estructura de los precios corresponde al consumo del año 2000, pero valuada con los precios de la segunda quincena de junio de 2002.

Con base en lo anterior, se establece que para relacionar dos valores en el tiempo, las expresiones que deben aplicarse son, según sea el caso:

$$V_{actual} = V_{referencia} \frac{INPC_{actual}}{INPC_{referencia}}$$

$$V_{referencia} = V_{actual} \frac{INPC_{referencia}}{INPC_{actual}}$$

Donde:

V_{actual} : Valor en la fecha de actualización (presente).

$V_{referencia}$: Valor en la fecha anterior a la actualización (pasado).

$INPC_{actual}$: Índice Nacional de Precios al Consumidor de la fecha presente.

$INPC_{referencia}$: Índice Nacional de Precios al Consumidor de fecha anterior.

Cabe indicar que en nuestro país hubo una transformación en el valor monetario y un periodo de transición en la denominación de la moneda; lo primero consistió en que a partir del 1 de enero de 1992, para referir cualquier cantidad monetaria, ésta debía ser dividida por mil de manera permanente, esto significó que el punto decimal de todas las cantidades debía recorrerse hacia la izquierda tres posiciones para situarse a la derecha de los millares; lo segundo consistió en que del 1 de enero de 1992 al 31 de diciembre de 1993 la unidad monetaria se llamó “nuevo peso”, y todas las cantidades que hacían referencia a ella se les antecedía el símbolo “N\$”. A partir del 1 de enero de 1994 la moneda recuperó su nombre “peso” y a las cantidades monetarias de nueva cuenta se les antecedía el símbolo “\$”.

Lo anterior se traduce en que al referir:

- a) Cantidades en fechas anteriores al 1 de enero de 1992, éstas deberán ser multiplicadas por mil y denominadas “pesos corrientes en la fecha referida”.
- b) Cantidades monetarias del 1 de enero de 1992 y el 31 de diciembre de 1993 deberán denominarse como “nuevos pesos corrientes en la fecha referida”.
- c) Cantidades de fechas posteriores al 31 de diciembre de 1993 deberán ser simplemente “pesos corrientes en la fecha referida”.

También cabe señalar que las unidades monetarias de la fecha referida serán de carácter “corriente”, pues esa es la naturaleza del INPC, índice que se utiliza para el fin sobre el cual versa este punto.

ELEMENTOS DE MATEMÁTICAS FINANCIERAS.

Los movimientos económicos existentes en la sociedad en general han creado desde hace mucho tiempo el concepto de préstamo o “mutuo”. Un préstamo es la facilitación que una persona con excedentes de recursos económicos hace a otra para quien esos recursos son escasos, a cambio de la reintegración de ese mismo recurso económico más un “interés” en un momento posterior.

El “interés” es la cantidad o cuantía monetaria que se debe pagar, en el momento establecido, por el uso del recurso económico ajeno referido, sin menoscabo de su reintegración a quien lo prestó. A este recurso económico prestado se le denomina “suerte principal”.

Como es lógico de pensar, un préstamo es regido por usos y costumbres de índole comercial, por lo que será necesario definir fundamentos que servirán de principio para el desarrollo de la “teoría del interés” y de la “teoría del descuento”.

Se comenzará por denominar al recurso económico prestado como “suerte principal”; se llamará “plazo” al tiempo total en que debe ser reintegrado el préstamo y su interés generado, y “periodo” al tiempo que transcurre entre la aplicación de un interés y otro. Debe tenerse presente que el plazo y el periodo no necesariamente son equivalentes, es más, puede decirse que el plazo es el conjunto de periodos que transcurren para la reintegración de la suerte principal y su interés generado.

Sin embargo, existen lapsos menores al periodo en que suele calcularse el interés que corresponde para integrarlo a la suerte principal, de tal manera que ésta será mayor la siguiente vez que vuelva a calcularse el interés respectivo. A esta forma de generación de intereses se le conoce como “interés compuesto”, y a los lapsos referidos en esta idea se le conocen como “subperiodos”. Habrá que entender que un conjunto de subperiodos formará un periodo, y como anteriormente se dijo, un conjunto de periodos formarán el plazo.

Para efectos de nomenclatura, se designará a cada subperiodo con la literal “m”, a cada periodo con la literal “n”, y el plazo quedará referido consecuentemente con el producto “mn”. La suerte principal se denotará con la sigla “C₀”, y el monto que se debe reintegrar en un momento determinado se entenderá como “C₁, C₂, C₃, ..., C_{mn}”, el cual será equivalente a la suerte principal original, más los intereses generados al momento; lo anterior significa que “m” se variará desde la unidad y hasta el número total de subperiodos que tenga cada periodo, y de manera análoga, “n” se variará también desde la unidad y hasta el número total de periodos que tenga el plazo.

Con lo anterior se deduce que, siempre y cuando el interés sea diferente de cero, las cantidades en el tiempo serán diferentes entre sí, es decir que:

$$C_0 \neq C_1 \neq C_2 \neq C_3 \neq \dots \neq C_{mn-2} \neq C_{mn-1} \neq C_{mn}$$

Por esta razón se afirma que un recurso económico tiene valor en el tiempo, denominando a la cantidad de la extrema izquierda como “valor presente” respecto de los valores a su derecha, y a la cantidad de la extrema derecha como “valor futuro” respecto de los que están a su izquierda. Si la tasa de interés es positiva, entonces las cantidades de la derecha (valores futuros) serán mayores que las de la izquierda (valores presentes), pero esta situación será expuesta más adelante, bajo la teoría del interés y bajo la teoría del descuento también.

TEORÍA DEL INTERÉS.

El interés que se pacta pagar por el préstamo en cada subperiodo se establecerá como una proporción de la suerte principal, es decir, se calculará mediante el producto de la misma por una “tasa” expresada en términos porcentuales, y denotada como “i”; con lo cual se obtiene que:

$$I' = C_0 i'$$

y si se desea conocer la “tasa de interés nominal del periodo”, entonces bastará con multiplicar el número total de subperiodos de cada periodo por la tasa de cada subperiodo, es decir:

$$i_{(m)} = mi'$$

donde “m” es el número de subperiodos que tiene cada periodo, “i” es la tasa de interés aplicable en cada subperiodo para el cálculo del interés, y la tasa de interés nominal del periodo “ $i_{(m)}$ ” se conocerá simplemente con el nombre de “tasa nominal de interés”.

Con esto, es posible definir la tasa de interés aplicable en cada subperiodo de la siguiente manera:

$$i' = \frac{i_{(m)}}{m}$$

Ahora bien, si nos referimos a los montos “ $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{mn}$ ” indicados anteriormente, esta tasa tiene la siguiente equivalencia:

$$i' = \frac{C_{k+1} - C_k}{C_k}$$

donde el subíndice “k” señala el monto de un subperiodo específico, y variará desde cero, haciendo referencia a la suerte principal, hasta el valor del producto “mn”.

La teoría del interés parte de esta última expresión, en la cual la tasa de interés es vista como un cociente o razón de cambio de la diferencia entre el monto siguiente y el anterior, respecto del monto anterior.

Ahora se puede deducir otra expresión que calcule el siguiente monto a pagar con fundamento en lo anterior de la siguiente manera:

$$C_k i' = C_{k+1} - C_k$$

$$C_{k+1} = C_k + C_k i'$$

$$C_{k+1} = C_k (1 + i')$$

Sin embargo, habrá que considerar la idea del interés compuesto introducida anteriormente, pues cuando un interés no es pagado en el subperiodo correspondiente, es costumbre que éste se adicione a la suerte principal; y con este nuevo monto incrementado, se calculará el interés del siguiente subperiodo.

Si esta situación se repite, aplicando la misma tasa en cada subperiodo, se aplicará la misma mecánica, generalizándola de la siguiente manera:

$$C_1 = C_0(1+i')$$

$$C_2 = C_1(1+i')$$

$$C_2 = C_0(1+i')(1+i')$$

$$C_2 = C_0(1+i')^2$$

$$C_3 = C_2(1+i')$$

$$C_3 = C_0(1+i')^2(1+i')$$

$$C_3 = C_0(1+i')^3$$

.....

$$C_k = C_{k-1}(1+i')$$

$$C_k = C_0(1+i')^{k-1}(1+i')$$

$$C_k = C_0(1+i')^k$$

con lo cual se da lugar a la expresión general del interés compuesto:

$$C_k = C_0(1+i')^k$$

Si se restringe el valor del subíndice “k” desde cero hasta el número de subperiodos que tiene cada periodo, la diferencia entre “C_k” y “C₀” es el interés total que “efectivamente” se generó durante los “m” subperiodos por el préstamo del recurso ajeno, desprendiéndose de esta situación el concepto de “tasa efectiva de interés del periodo”, que será distinguida con la literal simple “i”, y que tendrá la siguiente equivalencia:

$$i = \frac{C_m - C_0}{C_0}$$

De donde se desprende que:

$$C_m = C_0 + C_0i$$

Sustituyendo el valor de “ C_m ” en la expresión general del interés compuesto, y teniendo presente que “ k ” tomará el valor de “ m ”, se llega a que:

$$C_0 + C_0 = C_0(1+i')^m$$

Si se divide lo anterior entre el término “ C_0 ” se obtiene la expresión que relaciona a la tasa efectiva con la tasa de interés aplicable en cada subperiodo, que es la siguiente:

$$1+i = (1+i')^m$$

$$i = (1+i')^m - 1$$

Los valores de “ i ” y de “ $i_{(m)}$ ” son referidos a una misma amplitud de tiempo: el periodo; pero la primera es de índole efectivo y la otra de índole nominal.

Para obtener la relación de la tasa efectiva de interés con la tasa nominal de interés, ambas referidas al periodo como se ha mencionado, se sustituye el valor de la tasa de interés aplicable a cada subperiodo por la equivalencia correspondiente, quedando:

$$i = \left(1 + \frac{i_{(m)}}{m}\right)^m - 1$$

Despejando de lo anterior a la tasa nominal de interés se obtiene que:

$$i_{(m)} = m \left[(1+i)^{1/m} - 1 \right]$$

En términos de la tasa de interés aplicable en cada subperiodo, esta expresión se transforma a lo siguiente:

$$i' = (1+i)^{1/m} - 1$$

Tomando la expresión general del interés compuesto, y considerando que “ k ” puede ser variada desde cero hasta el valor del producto “ mn ”, se tendrá lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0(1+i')^{mn}$$

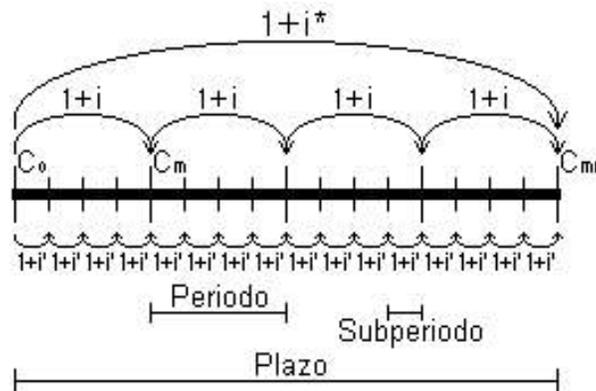
o bien, si se considera la tasa efectiva del periodo:

$$C_{mn} = C_0(1+i)^n$$

donde “m” es el número de subperiodos que tiene cada periodo, y “n” el número de periodos que tiene el plazo, por lo que el producto “mn” corresponderá al número total de capitalizaciones que pueden realizarse dentro del plazo.

Por ejemplo, con las bases ya planteadas, si deseamos en un plazo de cinco años generar intereses doce veces al año (serán cinco periodos con duración cada uno de un año y se tendrán en cada periodo doce subperiodos con duración cada uno de un mes), el exponente al que habrá que elevar el binomio “(1 + i)” será igual a sesenta, cantidad proveniente de multiplicar doce por cinco, es decir, el valor aplicable de “m” en este caso es de doce, y el de “n” igual a cinco. Cabe mencionar con este ejemplo, que al proceso de generar intereses en cada subperiodo, se le denomina como “capitalización de la tasa”.

Con base en lo hasta ahora explicado, es posible realizar un esquema con los conceptos planteados de tasas efectivas referidas a los subperiodos, periodos y plazo de la operación, así como las cuantías de valor involucradas en cada punto de la barra del tiempo como se esquematiza en la figura siguiente, donde “i” es la tasa efectiva del subperiodo y servirá como base para determinar el valor de “i”, misma que es la tasa efectiva del periodo y que se empleará para determinar a “i*”, que es la tasa efectiva del plazo.



Esquematización del concepto de plazo, periodo y subperiodo.

Estas tres tasas, junto con la nominal del periodo, están relacionadas entre sí mediante las siguientes expresiones matemáticas:

$$i = (1+i')^m - 1$$

$$i = \left(1 + \frac{i_{(m)}}{m}\right)^m - 1$$

$$i^* = (1 + i')^{mn} - 1$$

$$i^* = \left(1 + \frac{i_{(m)}}{m}\right)^{mn} - 1$$

$$i^* = (1 + i)^n - 1$$

Consecuentemente, las relaciones de capital serán las siguientes:

$$C_m = C_0(1 + i')^m$$

$$C_{mn} = C_0(1 + i)^n$$

$$C_{mn} = C_0(1 + i')^{mn}$$

Los valores de “m” y “n” podrán calcularse de la siguiente manera, procurando conformar las divisiones, es decir, que correspondan las mismas unidades de tiempo en el numerador y en el denominador:

$$m = \frac{Pe}{Su}$$

$$n = \frac{Pl}{Pe}$$

$$mn = \frac{Pl}{Su}$$

Donde:

- m: Número de subperiodos en cada periodo.
- n: Número de periodos en el plazo.
- mn: Número de capitalizaciones que pueden realizarse en el plazo.
- Su: Subperiodo o intervalo de capitalización expresado en unidades de tiempo.
- Pe: Periodo expresado en unidades de tiempo.

PI: Plazo o intervalo que transcurre entre la suerte principal y el monto, expresado también en unidades de tiempo acordes con las dos anteriores.

Es muy importante destacar que, no obstante todo lo anterior, el producto “mn” puede inclusive ser definido en el campo de los número reales, es decir, puede tener valores numéricos con cifras decimales; sin embargo, esta demostración no será abordada en este documento.

Es prudente aclarar que “i*” es la tasa de interés que será pagada al transcurrir todo el tiempo que durará la operación comercial, y puede ser calculada también de la siguiente manera:

$$i^* = \frac{C_{mn} - C_0}{C_0}$$

Pero enfoquemos ahora nuestra atención en la fórmula antes vista que relaciona una tasa efectiva de interés con una nominal:

$$i_{(m)} = m \left[(1+i)^{1/m} - 1 \right]$$

Ambas tasas son referidas a una misma amplitud de tiempo como se ha venido reiterando, es decir, si una es expresada en términos anuales, la otra será referida también a un año, por ejemplo.

Planteado este caso, ¿qué ocurriría si, manteniendo constante el valor de la tasa efectiva de interés, esta proviniera de la capitalización semestral de una tasa nominal de interés?. La respuesta es la siguiente:

$$i_{(2)} = 2 \left[(1+i)^{1/2} - 1 \right]$$

Si proviniera de una capitalización trimestral, se tendría que:

$$i_{(4)} = 4 \left[(1+i)^{1/4} - 1 \right]$$

si se tratara de una capitalización bimestral, procedería lo siguiente:

$$i_{(6)} = 6 \left[(1+i)^{1/6} - 1 \right]$$

si la capitalización se realizara de forma mensual, se llegaría a que:

$$i_{(12)} = 12 \left[(1+i)^{1/12} - 1 \right]$$

si existiese una capitalización diaria, la expresión aplicable sería la indicada a continuación:

$$i_{(365)} = 365 \left[(1+i)^{1/365} - 1 \right]$$

y así, es factible proseguir, hasta llegar al caso de tratar con una “capitalización instantánea”, es decir, una en la que “m” tuviera un valor sumamente grande.

Continuando con la emulación de este procedimiento, se definirá el concepto denominado “fuerza de interés”, el cual es representado con la sigla “ δ ”. Este valor puede ser definido con los principios de límite expresados por el cálculo diferencial, como a continuación se muestra:

$$\delta = \lim_{m \rightarrow \infty} i_{(m)}$$

$$\delta = \lim_{m \rightarrow \infty} m \left[(1+i)^{1/m} - 1 \right]$$

Para encontrar este límite, es necesario hacer el siguiente cambio de variable:

Si $x = 1/m$:

$$\delta = \lim_{x \rightarrow 0} i_{(m)}$$

$$\delta = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{[(1+i)^x - 1]}{x}$$

Aplicando el Teorema de L’hopital nos queda:

$$\delta = \lim_{x \rightarrow 0} (1+i)^x \ln(1+i)$$

$$\delta = \ln(1+i)$$

Si se desea despejar de aquí la tasa efectiva de interés del periodo, queda lo siguiente:

$$e^{\delta} = 1 + i$$

$$i = e^{\delta} - 1$$

Como ya fue expresado, existe la siguiente relación entre la tasa efectiva de interés y la tasa de interés aplicable a cada subperiodo:

$$1 + i = (1 + i')^m$$

por lo que resultan válidas estas expresiones:

$$e^{\delta} = (1 + i')^m$$

$$e^{\delta n} = (1 + i')^{mn}$$

lo cual significa que la expresión del interés compuesto antes vista:

$$C_{mn} = C_0(1 + i')^{mn}$$

puede escribirse también como:

$$C_{mn} = C_0 e^{\delta n}$$

Para ejemplificar lo anterior, supongamos que deseamos determinar la tasa nominal de interés que corresponde a una efectiva de interés del 13.8%, para distintos subperiodos de capitalización:

Si $m=1$:

$$i_{(1)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{1}} - 1 \right]$$

$$i_{(1)} = 13.8000\%$$

Si $m=2$:

$$i_{(2)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{2}} - 1 \right]$$

$$i_{(2)} = 13.3542\%$$

Si $m=3$:

$$i_{(3)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{3}} - 1 \right]$$

$$i_{(3)} = 13.2098\%$$

Si $m=4$:

$$i_{(4)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{4}} - 1 \right]$$

$$i_{(4)} = 13.1384\%$$

Si $m=6$:

$$i_{(6)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{6}} - 1 \right]$$

$$i_{(6)} = 13.0675\%$$

Si $m=12$:

$$i_{(12)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{12}} - 1 \right]$$

$$i_{(12)} = 12.9971\%$$

Si $m=24$:

$$i_{(24)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{24}} - 1 \right]$$

$$i_{(24)} = 12.9621\%$$

Si $m=52$:

$$i_{(52)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{52}} - 1 \right]$$

$$i_{(52)} = 12.9433\%$$

Si $m=365$:

$$i_{(365)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{365}} - 1 \right]$$

$$i_{(365)} = 12.9295\%$$

Si $m=8,760$:

$$i_{(8,760)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{8,760}} - 1 \right]$$

$$i_{(8,760)} = 12.9273\%$$

Si $m=525,600$:

$$i_{(525,600)} = 1 \left[(1 + 0.138)^{\frac{1}{525,600}} - 1 \right]$$

$$i_{(525,600)} = 12.9272\%$$

Como puede observarse, a medida que crece “ m ”, “ $i_{(m)}$ ” concurre a un valor que puede determinarse mediante la expresión de la “fuerza del interés”:

$$\delta = \ln(1 + i)$$

$$\delta = \ln(1 + 0.138)$$

$$\delta = 12.9272\%$$

Esto quiere decir que “ δ ” tiene un significado análogo al de “ $i_{(\infty)}$ ”, con lo cual se concluye que, dada una tasa efectiva de interés, no existirá tasa nominal de

interés alguna que sea menor que la efectiva, ni mayor que la fuerza del interés, es decir:

$$\delta \leq i_{(m)} \leq i$$

Por otro lado, en materia de comprobación, la validez de la expresión general del interés compuesto puede verificarse, para el conjunto de los número naturales, por el método de Inducción Matemática de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} C_{mn} &= C_{mn-1}(1+i') \\ C_{mn} &= C_0(1+i')^{mn-1}(1+i') \\ C_{mn} &= C_0(1+i')^{mn} \end{aligned}$$

Si $mn = 0$:

$$\begin{aligned} C_0 &= C_0(1+i')^0 \\ C_0 &= C_0 \end{aligned}$$

Si $mn = 1$:

$$\begin{aligned} C_1 &= C_0(1+i')^1 \\ C_1 &= C_0(1+i') \end{aligned}$$

Si $mn = k$:

$$C_k = C_0(1+i')^k$$

Si $mn = k+1$:

$$C_{k+1} = C_0(1+i')^{k+1}$$

o bien:

$$\begin{aligned} C_{k+1} &= C_k(1+i') \\ C_{k+1} &= C_0(1+i')^k(1+i') \\ C_{k+1} &= C_0(1+i')^{k+1} \end{aligned}$$

El ser las dos expresiones idénticas y equivalentes, queda demostrada la validez de la expresión general para el conjunto de los números naturales.

Así mismo, la expresión puede verificarse también para el conjunto de los números reales, como fue mencionado con anterioridad; pero hay que considerar que el incremento en “ C_k ” estará dado por el número real “ $1/m$ ”, el cual representa a cada subperiodo en que es capitalizada la tasa; situación que dirige al siguiente análisis:

$$i' = \frac{i_{(m)}}{m}$$

$$i' = \frac{C_{k+1/m} - C_k}{C_k}$$

Si “ m ” tiende al infinito, puede observarse que la diferencia de “ $C_{k+1/m}$ ” y “ C_k ” es tendiente a cero por su parte, lo que es equivalente a tener:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} i' = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{i_{(m)}}{m}$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{i_{(m)}}{m} = \frac{\delta}{m}$$

$$\frac{\delta}{m} = \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{C_{k+1/m} - C_k}{C_k}$$

Haciendo el siguiente cambio de variable se tiene:

Si $\Delta m = 1/m$:

$$i' = (\Delta m)i_{(m)}$$

$$i' = \frac{C_{k+\Delta m} - C_k}{C_k}$$

Igualando ambas expresiones y despejando “ $i_{(m)}$ ” se obtiene:

$$i_{(m)} = \frac{C_{k+\Delta m} - C_k}{(\Delta m)C_k}$$

El límite de esta función cuando “m” tiende al infinito, es equivalente a aplicar el límite de la función cuando “Δm” tiende a cero, pero si se observa el segundo cociente de la expresión, se notará que al aplicar este límite se tratará con el teorema fundamental del cálculo diferencial, por lo que se obtiene que:

$$\lim_{\Delta m \rightarrow 0} i_{(m)} = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \frac{C_{k+\Delta m} - C_k}{(\Delta m)C_k}$$

$$\delta = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} i_{(m)}$$

$$\delta = \frac{C_k'}{C_k}$$

donde la sigla “C_k’”, representa la derivada de la función “C_k”.

No obstante lo anterior, se necesita conocer el valor de la función y no el de su derivada, por lo que debe integrarse la afirmación anterior y, para ello, es necesario hacer lo siguiente:

Si $C_k = C_\tau$:

$$\delta = \frac{C_\tau'}{C_\tau}$$

Multiplicando ambos términos por “dτ” se obtendrá que:

$$\delta(d\tau) = \frac{C_\tau'}{C_\tau} d\tau$$

Se debe tener presente que se ha partido de la expresión fundamentada en la tasa efectiva de interés al hacer tender a la literal “m” al infinito, es decir, la amplitud del subperiodo es equivalente a la del periodo, y consecuentemente ambos resultan ser iguales (cada periodo solamente tendrá un subperiodo), por lo que sólo en este caso, bajo esa condición se tiene que:

$$i = i' = i_{(m)}$$

Al integrar definitivamente la última expresión, donde se obtuvo la relación de “ $\delta(d\tau)$ ”, desde “0” hasta “n”, que es el intervalo de interés en virtud de lo anterior, y recordando el principio del cálculo integral que afirma que la integración del cociente de la derivada de una función entre dicha función es equivalente al logaritmo natural de la misma más una constante de integración, se tiene:

$$\int_0^n \delta(d\tau) = \int_0^n \frac{C_\tau'}{C_\tau} d\tau$$

$$\delta n = \ln(C_{mn}) - \ln(C_0)$$

$$\delta n = \ln \frac{C_{mn}}{C_0}$$

$$e^{\delta n} = \frac{C_{mn}}{C_0}$$

$$C_{mn} = C_0 e^{\delta n}$$

pero se sabe que:

$$e^{\delta n} = (1+i')^{mn}$$

$$C_{mn} = C_0 (1+i')^{mn}$$

Con lo cual, queda demostrado que la expresión es válida también para el conjunto de los números reales.

Habrá que hacer notar, que al efectuar la integral de la demostración anterior, el término “ C_{mn} ” aparece debido a que la amplitud del subperiodo es equivalente a la del periodo como se mencionó, y se trató con una expresión donde se involucra la tasa efectiva de interés “i”, por lo que “ C_τ ” en realidad equivale a “ C_m ”, que al integrarse genera a “ C_{mn} ”.

AMORTIZACIONES.

En matemáticas financieras el concepto de “amortización” es diferente del concepto contable, pues ésta se definirá como el elemento de un conjunto de pagos iguales, realizados a intervalos iguales de tiempo para liquidar una cuantía monetaria. La amortización suele conocerse también con el nombre de “anualidad”, pero a pesar de este nombre, no necesariamente los pagos deben ser hechos anualmente.

La amortización es el procedimiento con el que se salda gradualmente una deuda por medio de una serie de pagos que, generalmente, son iguales y se realizan en periodos equivalentes como se muestra en la siguiente figura:

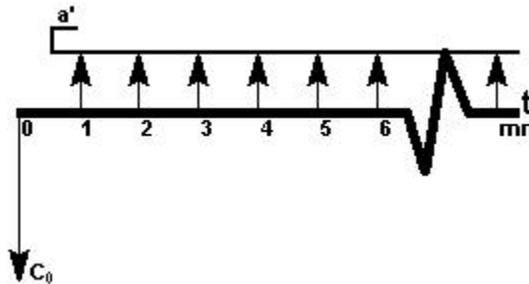


Diagrama de flujo de una amortización.

En el cálculo del monto de estos pagos influye la teoría del interés y se relaciona con el concepto matemático de las progresiones geométricas.

Para conocer el valor presente de una serie de ingresos periódicos, referidos subsecuentemente con la literal “a”, se generaría la siguiente sumatoria:

$$C_0 = a(1+i)^{-1} + a(1+i)^{-2} + a(1+i)^{-3} + \dots + a(1+i)^{-(n-1)} + a(1+i)^{-n}$$

La expresión corresponde evidentemente a una progresión geométrica, que se define como una serie de cantidades que guardan entre sí una relación constante, donde para determinar el siguiente término de la serie, deberá multiplicarse el elemento anterior por la razón conocida “r”, que para este caso específico resulta ser equivalente a “(1+i)”.

Cabe destacar que, tanto el ingreso periódico “a” como la tasa de interés “i”, son referidos a la misma amplitud de tiempo, es decir, el subperiodo es equivalente al periodo. En caso de que ambos no coincidan, habrá que aplicar la tasa de interés del subperiodo “i” que corresponda, y la literal “n” será sustituida por el término “mn”, así como la amortización será entonces “a”.

Si se formula la solución a este problema con fundamento al concepto matemático de la suma de una progresión geométrica se llega al siguiente desarrollo:

$$C_0 = a'(1+i')^{-1} + a'(1+i')^{-2} + a'(1+i')^{-3} + \dots + a'(1+i')^{-(mn-1)} + a'(1+i')^{-mn}$$

Si se multiplica la expresión anterior por el término “ $-(1+i')^{mn}$ ” se llega a que:

$$-C_0(1+i')^{mn} = -a'(1+i')^{mn-1} - a'(1+i')^{mn-2} - a'(1+i')^{mn-3} - \dots - a'(1+i') - a'$$

Multiplicando esta ecuación por la razón negativa de interés “ $-(1+i')$ ” se obtiene:

$$C_0(1+i')^{mn+1} = a'(1+i')^{mn} + a'(1+i')^{mn-1} + a'(1+i')^{mn-2} + \dots + a'(1+i')^2 + a'(1+i')$$

Ahora, se sumarán ambas ecuaciones anteriores, generando lo siguiente:

$$C_0(1+i')^{mn+1} - C_0(1+i')^{mn} = a'(1+i')^{mn} - a'$$

$$C_0(1+i')^{mn} (1+i'-1) = a'[(1+i')^{mn} - 1]$$

$$C_0 = \frac{a'}{i'} [1 - (1+i')^{-mn}]$$

Donde “ C_0 ” corresponde a la suerte principal y “ a ” el monto del pago periódico que amortizará una deuda considerando el esquema del interés.

De la expresión anterior puede despejarse fácilmente el pago periódico “ a ” de la siguiente manera:

$$a' = \frac{C_0 i'}{1 - (1+i')^{-mn}}$$

Debe hacerse hincapié en que con esto se ha considerado un esquema de pagos vencidos, es decir, el primer pago se liquidará una vez transcurrido el primer subperiodo, el segundo al final del siguiente, y así sucesivamente.

Relacionando las expresiones anteriores con el monto, es decir, con el valor futuro de una suerte principal se tendrá lo siguiente:

$$C_{mn} = \frac{a'}{i'} [(1+i')^{mn} - 1]$$

$$a' = \frac{C_{mn} i'}{(1+i')^{mn} - 1}$$

donde las literales “a” e “i” corresponden al pago periódico y a la tasa de interés aplicables en cada subperiodo respectivamente.

No obstante lo anterior, en finanzas existen casos en los cuales se efectúan amortizaciones de “suertes principales” mediante la aportación de pagos constantes que duran un periodo muy grande, que incluso puede considerarse como indefinido; dando lugar de este modo al concepto de “amortizaciones perpetuas”, las cuales son pagos constantes que se realizan a lo largo de un tiempo muy amplio para igualar un valor presente.

En matemáticas, esto se traduce a la consideración de un plazo tan grande que tiende al “infinito”, es decir, el número de periodos son tantos, que hacen que el plazo se vuelva en un valor sumamente grande.

Siguiendo las ideas planteadas por el concepto de amortización, es posible determinar valores presentes y futuros con esta nueva condición, efectuando el siguiente límite:

$$\lim_{mn \rightarrow \infty} C_0 = \lim_{mn \rightarrow \infty} \frac{a'}{i'} [1 - (1+i)^{-mn}]$$

Evidentemente el término “ $(1+i)^{-mn}$ ” tenderá al valor de cero al aplicar las sustituciones correspondientes, quedando la siguiente expresión:

$$C_0 = \frac{a'}{i'}$$

misma que resulta ser la equivalencia de un valor presente con una sucesión de amortizaciones perpetuas. Sin embargo, este proceso sólo es aplicable de manera práctica hacia un valor presente, no así para un valor futuro, pues como puede observarse, si se aplica el límite a la expresión que liga a una amortización con un valor futuro, éste generará un valor tan grande, comparable solamente con el del “infinito”.

TEORÍA DEL DESCUENTO.

El descuento es una cantidad equivalente en monto al interés; pero la determinación de la tasa aplicable en cada subperiodo se obtiene con la siguiente ecuación:

$$d' = \frac{C_{k+1} - C_k}{C_{k+1}}$$

donde el subíndice “k”, al igual que lo visto bajo la teoría del interés, señala el monto de un subperiodo específico, y variará desde cero, haciendo referencia a la suerte principal, hasta el valor del producto “mn”. También se hará referencia a los montos “C₁, C₂, C₃, ..., C_{mn}” ya indicados anteriormente.

La teoría del descuento sostiene que la tasa de descuento es un cociente o razón de cambio de la diferencia entre el monto siguiente y el anterior, respecto del monto siguiente.

El descuento se calculará mediante el producto del valor futuro de la suerte principal por una “tasa” expresada en términos porcentuales, y denotada como “d’”; con lo cual se obtiene que:

$$D' = C_{mn} d'$$

y si se desea conocer la “tasa de descuento del periodo”, entonces bastará con multiplicar el número total de subperiodos de cada periodo por la tasa de cada subperiodo, es decir:

$$d_{(m)} = m d'$$

donde “m” es el número de subperiodos que tiene cada periodo, “d’” es la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo para el cálculo del descuento, y la tasa de descuento del periodo “d_(m)” se conocerá con el nombre de “tasa nominal de descuento”.

Con esto, es posible definir la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo de la siguiente manera:

$$d' = \frac{d_{(m)}}{m}$$

De manera análoga a lo hecho en la teoría del interés, se puede deducir una expresión que calcule el siguiente monto a pagar del modo siguiente:

$$C_{k+1}d' = C_{k+1} - C_k$$

$$C_{k+1}(1 - d') = C_k$$

$$C_{k+1} = C_k(1 - d')^{-1}$$

y con este razonamiento se puede llegar a la expresión general del descuento compuesto:

$$C_k = C_0(1 - d')^{-k}$$

Si se restringe el valor del subíndice “k” desde cero hasta el número de subperiodos que tiene cada periodo, la diferencia entre “C_k” y “C₀” es el descuento total que “efectivamente” se generó durante los “m” subperiodos por el préstamo de un recurso ajeno, desprendiéndose así el concepto de “tasa efectiva de descuento”, que será distinguida con la literal simple “d”, y que tendrá la siguiente equivalencia:

$$d = \frac{C_m - C_0}{C_m}$$

de donde se desprende que:

$$C_m = C_0(1 - d)^{-k}$$

Sustituyendo el valor de “C_m” en la expresión general del descuento compuesto, y teniendo presente que “k” tomará el valor de “m”, se llega a que:

$$C_0(1 - d)^{-1} = C_0(1 - d')^{-m}$$

Si se divide lo anterior entre el término “C₀” se obtiene la expresión que relaciona a la tasa efectiva de descuento con la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo, que es la siguiente:

$$1 - d = (1 - d')^m$$

$$d = 1 - (1 - d')^m$$

Para obtener la relación de la tasa efectiva de descuento con la tasa nominal de descuento, se sustituye el valor de la tasa de descuento aplicable a cada subperiodo por la equivalencia correspondiente, quedando:

$$d = 1 - \left[1 - \frac{d_{(m)}}{m} \right]^m$$

Despejando de lo anterior a la tasa nominal de descuento se obtiene que:

$$d_{(m)} = m \left[1 - (1 - d)^{1/m} \right]$$

En términos de la tasa de descuento aplicable en cada subperiodo, esta expresión se transforma a lo siguiente:

$$d' = 1 - (1 - d)^{1/m}$$

Tomando la expresión general del descuento compuesto, y considerando que “k” puede ser variada desde cero hasta el valor del producto “mn”, se tendrá lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0 (1 - d')^{-mn}$$

donde “m” es el número de subperiodos que tiene cada periodo, y “n” el número de periodos que tiene el plazo.

En términos de la tasa de descuento efectiva, la relación anterior queda de la siguiente forma:

$$C_{mn} = C_0 (1 - d)^{-n}$$

De manera análoga a lo tratado bajo la teoría del interés, a continuación se definirá el concepto denominado “fuerza de descuento”, representado con la sigla “ δ ”. Este valor puede ser definido con el concepto de límite, formulado en el cálculo diferencial, como a continuación se muestra:

$$\delta' = \lim_{m \rightarrow \infty} d_{(m)}$$

$$\delta' = \lim_{m \rightarrow \infty} m \left[1 - (1-d)^{1/m} \right]$$

Para encontrar este límite, es necesario hacer el siguiente cambio de variable:

Si $x = 1/m$:

$$\delta' = \lim_{x \rightarrow 0} d_{(m)}$$

$$\delta' = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - (1-d)^x}{x}$$

Aplicando el Teorema de L'hospital nos queda:

$$\delta' = \lim_{x \rightarrow 0} (1-d)^x \ln(1-d)$$

$$\delta' = -\ln(1-d)$$

Si se desea despejar de aquí la tasa efectiva de descuento del periodo, queda lo siguiente:

$$e^{-\delta'} = 1-d$$

$$d = 1 - e^{-\delta'}$$

Como ya fue expresado, existe la siguiente relación entre la tasa efectiva de descuento y la tasa de descuento aplicable a cada subperiodo:

$$1-d = (1-d')^m$$

por lo que es válida la siguiente expresión:

$$e^{-\delta'} = (1-d')^m$$

$$e^{\delta'n} = (1-d')^{-mn}$$

lo cual significa que la expresión del descuento compuesto antes vista:

$$C_{mn} = C_0(1-d')^{-mn}$$

puede escribirse también como:

$$C_{mn} = C_0e^{\delta'n}$$

Esta última expresión es equivalente a la análoga determinado bajo los conceptos de la teoría del interés, es decir:

$$C_0e^{\delta'n} = C_0e^{\delta n}$$

por tal motivo, puede afirmarse que la fuerza de interés es equivalente en valor a la fuerza de descuento.

La validez de la expresión general del descuento compuesto puede ser verificada, para el conjunto de los número naturales y para el conjunto de los números reales, de maneras análogas a las desarrolladas en la teoría del interés, razón por la cual las demostraciones respectivas se omitirán en este apartado.

EQUIVALENCIA ENTRE INTERÉS Y DESCUENTO.

Tras lo expuesto hasta ahora, surge la interrogante respecto de la existencia de alguna relación entre la teoría del interés y la del descuento, cuya respuesta es evidente, pues se conoce lo siguiente:

$$C_{mn} = C_0(1+i)^n$$

$$C_{mn} = C_0(1-d)^{-n}$$

de donde basta con igualar ambas relaciones, y dividir la resultante entre el término "C₀", obteniendo:

$$C_0(1+i)^n = C_0(1-d)^{-n}$$

$$(1+i)^n = (1-d)^{-n}$$

$$1+i = (1-d)^{-1}$$

$$i = (1-d)^{-1} - 1$$

o bien:

$$i = \frac{d}{1-d}$$

y de forma análoga, se desprende también que:

$$d = \frac{i}{1+i}$$

lo cual resulta ser la equivalencia entre la tasa efectiva de interés y la tasa efectiva de descuento, con las cuales es posible relacionar un mismo valor presente con un mismo valor futuro, aplicando la teoría respectiva.

Cuando se haga referencia a planteamientos de índole financiera, debe tenerse presente que la tasa aplicable a un esquema derivado de la teoría del interés, puede ser mencionada simplemente como “la tasa”, es decir, la palabra “interés” puede ser omitida; pero, en cambio, al tratar con esquemas derivados de la teoría del descuento, habrá que precisar que la tasa tratada es “la tasa de descuento”.

LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS.

Es sabido que el objetivo preciso de un inversionista es incrementar su patrimonio, y por eso necesita una base sólida sobre la cual fundamente la toma de una buena decisión respecto de qué alternativa elegir con tal efecto; es decir, el inversionista debe determinar y comparar parámetros e indicadores que le permitan eliminar de inmediato las alternativas no viables según la rentabilidad que cada alternativa le aporte a él.

Para lograr este objetivo, es conveniente y necesario seguir los lineamientos de un proceso estructurado, en el cual se distinguen cuatro etapas fundamentales:

- 1) Identificación de la necesidad de una decisión o de una oportunidad de inversión.
- 2) Formulación de alternativas de acción para satisfacer la necesidad, o bien para aprovechar la oportunidad que se presenta (proyectos de inversión).
- 3) Evaluación de las alternativas de inversión en términos de su contribución para el alcance de las metas.
- 4) Selección de una o varias alternativas de inversión para su implantación.

Habiendo identificado una necesidad de inversión, el paso a seguir es la formulación de alternativas de acción, y en ese sentido debe señalarse que para tomar la mejor decisión es fundamental tratar de agotar las diferentes alternativas que “a priori” cumplen con las restricciones establecidas para cada caso específico; es decir, se definirá el mejor esquema preoperativo y operativo para el diseño, desarrollo y comercialización del proyecto o negocio, conformando un plan de ventas y estrategias de comercialización adecuadas, que otorguen el mejor desempeño financiero del mismo.

ANÁLISIS BAJO CERTIDUMBRE.

Una vez determinados los “proyectos de inversión”, se procederá en consecuencia a la evaluación determinística (condiciones de certidumbre) y jerarquización de los mismos para determinar la contribución o utilidad de cada uno de ellos al logro de las metas establecidas por el inversionista. Generalmente la contribución de los proyectos se expresa en términos de retornos monetarios como base de comparación entre cada acción a emprender.

Con base en los resultados obtenidos en la evaluación y considerando que la pretensión es maximizar la utilidad susceptible de ser generada, se seleccionará la mejor alternativa de inversión, y para ello se deberá seleccionar el, o los subconjuntos de proyectos que maximicen la utilidad global respectiva, toda vez que cumplan con las restricciones de tipo tecnológico, económico y de financiamiento que en su caso procedan.

Suponiendo la certeza de las características cuantitativas de un proyecto, se estructurarán, al menos, tres escenarios que permiten clasificar las inversiones en favorables (rentables) o desfavorables (no rentables) en términos del crecimiento patrimonial del inversionista; estos son: el escenario optimista, que supone como ciertos los máximos ingresos y beneficios, así como los mínimos costos y perjuicios; el escenario pesimista, que asume la seguridad de incurrir en los menores ingresos y en los mayores costos; y el escenario esperado, el cual se articulará mediante ingresos y egresos tendenciales, o bien, ingresos y egresos normativos. Las características de la tendencia de derivarán del comportamiento estadístico del negocio o del proyecto, considerando otros similares; mientras que el normativo se extrae a partir del estado común financiero y contable del negocio, pero aplicando paulatinamente el cumplimiento de un programa inscrito en un plan específico. Si en el análisis que se efectúe se consideran ambas situaciones, estaremos hablando de un total de cuatro escenarios, a saber: el optimista, el pesimista, el tendencial y el normativo, estos dos últimos como escenarios esperados.

EL FLUJO DE EFECTIVO NETO (FEN).

El Flujo de Efectivo Neto del periodo “t” (FEN_t) será la cantidad calculada como la diferencia que existe entre los ingresos generados y las erogaciones causadas en el mismo periodo; pero cuando a esta diferencia le corresponda un signo negativo,

el Flujo de Efectivo Neto será entendido como el “déficit” o costo neto incurrido en el punto “t” del tiempo (C_t), mientras que si su signo es positivo será referido como un “superávit” o beneficio neto (B_t) a favor del proyecto o negocio en marcha, según sea el caso, de modo que:

FEN_t - Flujo de Efectivo Neto del periodo “t”.

B_t - Beneficio generado por el proyecto durante el período “t”.

C_t - Costo causado por el proyecto en el período “t”.

n.- Horizonte de la inversión dividido en periodos.

En este contexto, para efectos de egresos monetarios se utilizarán las estimaciones de las inversiones, costos de operación, comisiones, infraestructura general considerada, etc., y por otra parte, se hará lo propio para el cálculo de los ingresos con base en tarifas, demanda y beneficios generales de tipo financiero.

Con estos elementos indicados se calcularán indicadores que denoten la conveniencia o inconveniencia de realizar una inversión, o bien, en caso de analizar un conjunto de alternativas de inversión, cuáles son las más adecuadas para incrementar el patrimonio del inversionista y cuáles no. Dichos indicadores son los siguientes:

1. Periodo de Pago (PP).
2. Valor Presente Neto (VPN).
3. Crecimiento del Patrimonio (VPN').
4. Tasa Interna de Retorno (TIR).
5. Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).
6. Tasa Externa de Retorno (TER).
7. Tasa Externa de Retorno Modificada (TERM).
8. Relación Beneficio sobre Costo (B/C).
9. Índice de Rentabilidad de la Inversión (IRI).
10. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).
11. Pago Anual Equivalente (PAE).

12. Tasa de Rentabilidad Equivalente (TRE).

Los Flujos de Efectivo Neto forman el conjunto básico y fundamental que deberá determinarse para proceder con el cálculo de estos indicadores, sin ellos es imposible efectuar el análisis de una inversión o de varias. Primeramente habrá que conocer la utilidad o la pérdida neta integrando una proyección “proforma” de los Estados de Resultados que se esperan obtener a lo largo del plazo u horizonte de vida del proyecto de inversión, periodo por periodo con base en elementos contables que fueron abordados en el apartado inmediato anterior.

Como siguiente paso se elaborará una proforma denominada “Origen y Aplicación de Recursos” o “Fuentes y Destinos de Recursos”, misma que corresponde al concepto contable de “estado de cambios en la situación financiera” ya expuesto anteriormente. Esta pro forma, al igual que los Estados de Resultados, contendrá los mismos periodos proyectados.

La diferencia que exista entre la suma de los orígenes y la suma de los destinos representará a la cuantía monetaria que existirá como fondo de recursos líquidos en la entidad, es decir, será el flujo de efectivo neto propiamente dicho que mantendrán sus arcas (chequeras, cajas, etc.). Dicha cuantía necesariamente será igual o mayor que cero en cada lapso de análisis del horizonte de planeación y, con esta base, puede identificarse que la suma por periodo de las aportaciones de capital que deberán hacer los socios del proyecto y del financiamiento que deberá ser conseguido para que éste sea llevado al cabo quedará determinada con la siguiente expresión:

$$ACyF \geq IAF + OI + PP - UN + PN - D - A$$

Donde, por cada periodo del horizonte de planeación analizado:

ACyF: Es la suma de la aportación de capital y del financiamiento requerido por el proyecto (monto de los recursos líquidos necesarios exhibidos como aportación de capital),

IAF: Es la inversión en activo fijo,

PP: Es el pago de pasivos,

OI: Son los recursos que se destinarán a otras inversiones,

UN: Es la utilidad,

PN: Corresponde a la pérdida neta,

D: Es la depreciación de los bienes que forman parte del activo fijo y,

A: Son las amortizaciones de los servicios y derechos que se integraron al activo fijo del proyecto.

Cabe señalar que el monto de inversión y de financiamiento está imposibilitado a ser negativo; además, cuando dicho monto sea equivalente a cero y el flujo de efectivo del proyecto (considerando el pago de intereses por concepto de financiamiento) sea mayor que cero, podrá considerarse destinar dicho flujo de efectivo al pago de dividendos a los inversionistas del proyecto en cuestión, o bien, al apoyo de otros proyectos de la entidad.

Con la finalidad de verificar la validez de los cálculos efectuados en los pasos anteriores, habrá que establecer una proforma de "Balance General", considerando como cuenta de Activo Circulante a la diferencia de la suma de los orígenes y la suma de los destinos (efectivo en caja y bancos), como cuentas de Activo Fijo a las inversiones correspondientes (inversión en activo fijo y recursos que se destinarán a otras inversiones) y a la acumulación de sus depreciaciones y/o amortizaciones que se calcularon en la proforma de los Estados de Resultados, como cuenta de Pasivo al financiamiento requerido (aportación de capital mediante préstamo) y, finalmente, como cuentas de Capital Contable al capital social exhibido (inversión de accionistas correspondiente como aportación de capital), al resultado del ejercicio (utilidad o pérdida neta, según sea el caso), y a la acumulación de los resultados de ejercicios anteriores.

Hay que recordar que, en el Balance General, la suma de los Activos debe ser igual a la suma de los Pasivos más la suma del Capital Contable; así mismo, es importante considerar que, para fines de valuación, conviene utilizar unidades monetarias constantes y tasas reales de deflactación, ambos elementos referidos a un período determinado de planeación; sin embargo, haciendo las consideraciones adecuadamente pertinentes se podrán usar unidades monetarias corrientes y tasas efectivas de deflactación.

El Flujo de Efectivo Neto para Evaluación de cada periodo que se empleará para evaluar el proyecto se obtendrá de la proforma de "Origen y Aplicación de Recursos" o "Fuentes y Destinos de Recursos", y será igual a la suma de los orígenes menos la suma de los destinos menos las aportaciones de capital que correspondan igualmente en cada periodo. En esta evaluación se integrará el pago de intereses por los financiamientos que sean necesarios para dar marcha al proyecto, pero se excluirá el pago de dividendos a los inversionistas y el apoyo a otros proyectos.

CONSIDERACIÓN DE LA DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DEL ACTIVO FIJO EN EL FLUJO DE EFECTIVO NETO (FEN).

El aspecto fundamental para una adecuada valuación de cualquier proyecto o negocio en marcha es la correcta determinación de la variación del patrimonio en el mencionado proyecto o negocio en marcha, lográndose esto medir a través del Flujo de Efectivo Neto (FEN) que será sometido al proceso de valoración.

Antes de todo, habrá que evitar el error de confundir el concepto de Flujo de Efectivo Neto (FEN) con el de Utilidad Neta del Ejercicio (UNE); el primero determina las variaciones en el patrimonio del inversionista y el segundo es resultado del proceso contable. La diferencia básica entre ambos consiste en que el Flujo de Efectivo Neto (FEN) considera el total de las inversiones en el instante en que se ejercen, mientras que la Utilidad Neta del Ejercicio (UNE) toma en cuenta, en lugar de éstas, las depreciaciones y amortizaciones.

Como ya se sabe, el proceso de recuperación periódica y paulatina de las inversiones que la entidad realice en activo fijo a través de las cuentas de costos y/o gastos recibe el nombre de depreciación cuando se trata de bienes, y de amortización en el caso de derechos o intangibles.

Teniendo presente que el objetivo es medir el incremento o decremento que se genera en el patrimonio, y habiendo definido al patrimonio como el conjunto de bienes, derechos y obligaciones que pertenecen a una entidad, debe entenderse que la Utilidad Neta del Ejercicio de ésta no representa el comportamiento que su patrimonio podría presentar en un momento dado; para demostrar esto se planteará un ejemplo.

Supóngase que para un negocio de reparto de mercancías se adquiere un equipo de transporte en un costo de adquisición de \$180,000.00 y de una vida útil técnica de 5 años, con el cual se generarán ventas anuales por \$120,000.00, incurriendo en gastos de operación y administración de \$40,000.00 al año; considerando la aplicación de una tasa fija de impuesto del 32%, el flujo de efectivo sería el siguiente:

	CONCEPTO	AÑO					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	Ventas	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	600,000.00
menos							
	Inversión en Activo	180,000.00	-	-	-	-	180,000.00
menos							
	Gastos de Op. y Admon.	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	200,000.00
igual							
	Utilidad Antes de Impuestos	-100,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	220,000.00
menos							
	Impuestos	-	-	19,200.00	25,600.00	25,600.00	70,400.00
igual							
	Flujo de Efectivo	-100,000.00	80,000.00	60,800.00	54,400.00	54,400.00	149,600.00
	Flujo de Efectivo Acumulado	-100,000.00	-20,000.00	40,800.00	95,200.00	149,600.00	
	VPN(10%)	\$101,002.66					

No obstante, la utilidad neta contable correspondería a la calculada en el siguiente esquema:

	CONCEPTO	AÑO					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	Ventas	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	600,000.00
menos							
	Costo de Venta (Depreciación)	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	180,000.00
menos							
	Gastos de Op. y Admon.	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	200,000.00
igual							
	Utilidad Antes de Impuestos	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00	220,000.00
menos							
	Impuestos	14,080.00	14,080.00	14,080.00	14,080.00	14,080.00	70,400.00
igual							
	Utilidad Neta	29,920.00	29,920.00	29,920.00	29,920.00	29,920.00	149,600.00
	Utilidad Neta Acumulada	29,920.00	59,840.00	89,760.00	119,680.00	149,600.00	
	VPN(10%)	\$124,762.37					

Como puede observarse en la primera tabulación, durante los dos primeros años de operación no se causan impuestos, debido a que se tiene una pérdida de \$100,000.00 antes de impuestos en el primer año y una pérdida acumulada en el segundo de \$20,000.00. La acción de repercutir directamente las inversiones realizadas en los estados de pérdidas y ganancias perjudica al sistema fiscal del estado, pues sabiendo que un impuesto es el gravamen que una entidad debe pagar al estado para que éste lo aplique con fines públicos sociales, redistribuyendo la riqueza generada bajo políticas de gobierno, la acción de no pagar causa un quebranto con perjuicio público social; por ello las normas fiscales ordenan aplicar el segundo esquema expuesto.

Con base en ello, resulta que el primer esquema sufre modificaciones en el rubro que corresponde a los impuestos, quedando éste de la siguiente forma:

	CONCEPTO	AÑO					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	Ventas	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	600,000.00
menos							
	Inversión en Activo	180,000.00	-	-	-	-	180,000.00
menos							
	Gastos de Op. y Admon.	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	200,000.00
igual							
	Utilidad Antes de Impuestos	-100,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	80,000.00	220,000.00
menos							
	Impuestos	14,080.00	14,080.00	14,080.00	14,080.00	14,080.00	70,400.00
igual							
	Flujo de Efectivo	-114,080.00	65,920.00	65,920.00	65,920.00	65,920.00	149,600.00
	Flujo de Efectivo Acumulado	-114,080.00	-48,160.00	17,760.00	83,680.00	149,600.00	
	VPN(10%)	\$94,877.53					

Ahora debe apreciarse que existe discordancia entre el Valor Presente Neto (VPN) de ambos esquemas, resultando ser mucho menor el del último expuesto que es el correcto, toda vez que el inversionista efectivamente tiene que aportar inicialmente \$114,080.00, que sumados a los ingresos de 120,000.00, cubrirán en total la inversión en activo de \$180,000.00, los gastos de operación y administración de \$40,000.00 y los \$14,080.00 de impuestos.

Sin embargo, es importante recordar que necesariamente debe acudir al cálculo del esquema contable, ya que es el que determinó la cuantía de los impuestos que deberán pagarse, de no haberse aplicado, no habría sido posible calcular la magnitud real de éstos, aunque para establecer el flujo de efectivo que servirá para el análisis del mismo se formulará la siguiente tabulación:

	CONCEPTO	AÑO					TOTAL
		1	2	3	4	5	
	Utilidad Neta	29,920.00	29,920.00	29,920.00	29,920.00	29,920.00	149,600.00
más							
	Costo de Venta (Depreciación)	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	180,000.00
menos							
	Inversión en Activo	180,000.00	-	-	-	-	180,000.00
igual							
	Flujo de Efectivo	-114,080.00	65,920.00	65,920.00	65,920.00	65,920.00	149,600.00
		-114,080.00	-48,160.00	17,760.00	83,680.00	149,600.00	
	VPN(10%)	\$94,877.53					

Por estas razones es que para determinar el flujo de efectivo neto (FEN), si se parte de una utilidad contable, deberá sumarse la depreciación de los bienes integrados al activo de la entidad, además de las amortizaciones de los derechos,

en su caso, también agregados al mismo; esto mediante de un mecanismo análogo al establecido en el estado de origen y aplicación de recursos, ya expuesto anteriormente.

Con esta información adecuadamente integrada se propondrá y justificará un costo de capital central, con el cual será posible calcular los indicadores de rentabilidad de la inversión, mismos que ya fueron enunciados y se definirán por separado en su punto respectivo que a continuación se expone.

INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO (FEN).

PERIODO DE PAGO (PP).

Este método consiste en cuantificar el período en que será recuperada la inversión inicial “C₀”, tomando como parámetro principal el costo total del proyecto (inversión total), respecto de los ingresos obtenidos periódicamente durante el horizonte de inversión del mismo.

El periodo de recuperación de una inversión puede ser definido como el tiempo requerido para que el flujo de ingresos producido por una inversión sea igual al desembolso original; con lo cual es posible medir la liquidez del proyecto, la recuperación de su aportación de capital y su ganancia o utilidad. Para determinar el periodo de pago de una inversión se debe establecer la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^{PP} FEN_t (1+i)^{-t} = 0$$

donde el valor de “t” será variado desde uno y hasta el valor del periodo de recuperación de la inversión, mismo que es la incógnita a resolver mediante tanteos, por aproximaciones sucesivas o mediante la aplicación de un método numérico.

Para calcular este indicador es recomendable acumular en cada periodo los Flujos de Efectivo Neto de manera deflactada, es decir, el Flujo de Efectivo Neto Acumulado Deflactado en cualquier periodo será igual a su Flujo de Efectivo Neto

referido en valor presente más el Flujo de Efectivo Neto Acumulado Deflactado del periodo inmediato anterior, encontrándose el Periodo de Pago (PP) entre los dos periodos que presenten un cambio de signo en sus Flujos de Efectivo Neto Acumulados Deflactados.

Bajo el criterio del Periodo de Pago se considerará que una inversión es rentable si el periodo de recuperación de la misma es menor o igual que el horizonte o plazo de ejecución del proyecto o periodo de vida del negocio en marcha; es decir:

$$PP \leq n,$$

y será considerada como no rentable en caso que esto no ocurra.

Es importante decir que este método es conocido también con el nombre de “periodo de recuperación de la inversión” o “periodo de recuperación actualizado”.

VALOR PRESENTE NETO (VPN).

El método del Valor Presente Neto es uno de los criterios financieros más ampliamente utilizado en el Análisis de Inversiones. Para entender su concepto, y también posteriormente el de Tasa Interna de Retorno, consideremos el siguiente esquema mostrado en la figura a continuación mostrada que recibe el nombre de Diagrama de Flujo de Efectivo, en el cual se representan, como su nombre lo indica, los flujos de efectivo para una inversión.

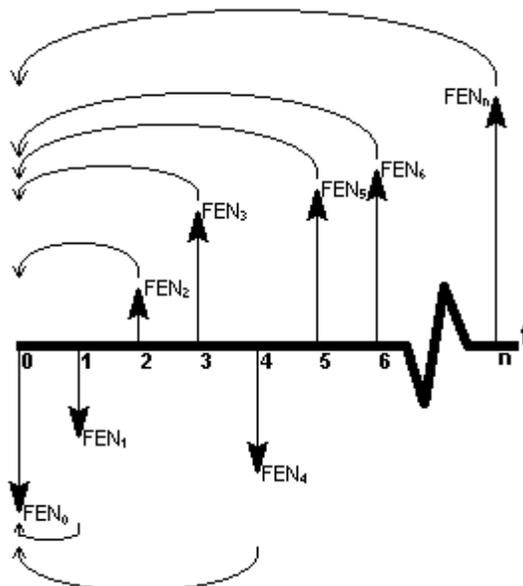


Diagrama de Flujo de Efectivo.

En este proyecto de inversión se efectúa un desembolso inicial de efectivo “FEN₀”, y posteriormente se presenta una sucesión de Flujos de Efectivo Neto al paso del tiempo, desde el primer periodo y hasta el horizonte de la inversión donde se presenta el flujo de efectivo final, quedando éstos representados como “FEN₁”, “FEN₂”, “FEN₃”, ..., “FEN_n”. Los subíndices colocados corresponden a la variación del contador “t”, el cual representa al t-ésimo periodo.

En la figura anterior, la inversión inicial es denotada con la sigla “FEN₀” y se representa gráficamente con una flecha hacia abajo de la línea de tiempo, lo cual significa que es una erogación de efectivo. Los posteriores flujos de efectivo “FEN₁” y “FEN₄” también son hacia abajo en la línea de tiempo y representan flujos de efectivo negativos, es decir, son erogaciones, egresos o costos. Los flujos positivos son representados con flechas hacia arriba y representan ingresos o beneficios que el proyecto le aporta al inversionista.

El valor presente neto se calcula sumando la inversión inicial al valor actualizado de los Flujos de Efectivo Neto futuros; es decir, a la inversión inicial (representada por un flujo de efectivo negativo) se le suman algebraicamente los Flujos de Efectivo Neto traídos a valor presente mediante una “tasa” con la aplicación de la teoría del interés, tratada ya anteriormente. Dicha tasa será conocida como Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA).

La Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA) es una tasa de interés que indica el rendimiento mínimo que se espera tenga el proyecto o negocio en marcha.

En resumen, el método del Valor Presente Neto (VPN) consiste en actualizar los flujos de efectivo a través de una tasa de interés y compararlos con la inversión inicial mediante la siguiente relación:

$$VPN_i = \sum_{t=0}^n FEN_t (1+i)^{-t}$$

Se considerará que la inversión es rentable si el Valor Presente Neto (VPN) tiene un valor positivo, y en caso contrario será no rentable; por lo que se deduce entonces que el resultado que se obtiene refleja si el proyecto será capaz de generar utilidades o pérdidas respectivamente.

Este método tiene las ventajas que a continuación se numeran:

1. Considera el valor del dinero en el tiempo mediante la aplicación de la teoría del interés.
2. Existe verdadera facilidad para calcularlo.
3. Tiene solución única por cada tasa de interés que se aplique.

Sin embargo, la desventaja es que el resultado obtenido depende de la tasa de interés para “deflactación” que sea utilizada. En lo sucesivo, se entenderá por *deflactación* al procedimiento mediante el cual un Valor Futuro es transformado en un Valor Presente. Al proceso inverso se le conocerá como *reflectación*.

CRECIMIENTO DEL PATRIMONIO (VPN’).

El crecimiento patrimonial es la cantidad que se define como la diferencia existente entre el valor presente neto que corresponde al costo de capital de evaluación o valuación (según sea el caso), menos el valor presente neto a tasa cero, es decir, menos la sumatoria de los flujos de efectivo para valuación o evaluación.

Éste es un indicador suplementario del Valor Presente Neto (VPN), cuya cantidad representa la riqueza excedente del mismo, es decir, si se considera toda la riqueza que se asume ingresará a las arcas del proyecto o de la empresa en todo el horizonte de planeación previsto y, a ésta misma, se le resta su cantidad equivalente en valor presente, el remanente que resulta es el resto de la riqueza captada que pasa a formar parte del nuevo patrimonio generado por el proyecto o por la empresa, pero que, por efecto de la deflactación realizada para poder establecer una comparación en unidades monetarias corrientes de la fecha de la valuación o evaluación (según corresponda), se reduce, pero que, en realidad, ingresará al patrimonio de los inversionistas para crecer o incrementar el ya existente.

La sumatoria de los flujos de efectivo para valuación o evaluación en su respectivo valor futuro, o bien, deflactados a tasa cero, constituye la riqueza generada por el negocio, siempre y cuando ésta sea positiva, pues el caso contrario representaría una pérdida; y al restársele la sumatoria del valor presente de dichos flujos de efectivo, lo que se obtiene es el remanente de esa riqueza que, de cualquier manera, al inversionista o al tomador de decisiones interesa para poder ponderar la alternativa de inversión en relación con otras posibles.

Es importante señalar que el crecimiento del patrimonio se incrementará en razón que el costo de capital aumente, pero, cuanto el valor presente neto se vuelva negativo, el crecimiento patrimonial se hará constante.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

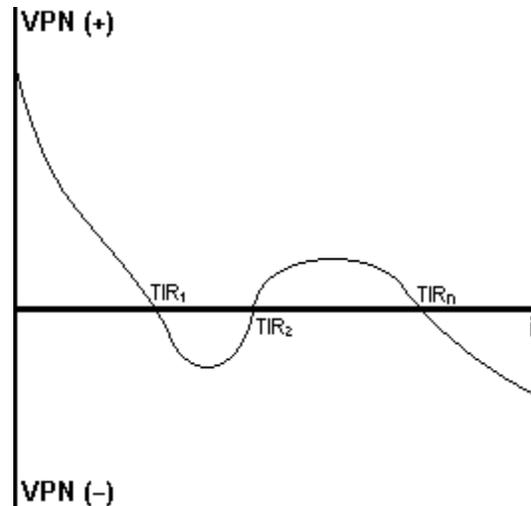
La Tasa Interna de Retorno (TIR), considerada también como tasa interna de rendimiento financiero, se define como la tasa de interés de deflactación que hace que el Valor Presente Neto de todos los Flujos de Efectivo Neto de una inversión o proyecto, sea igual a cero, satisfaciendo la siguiente ecuación:

$$f(TIR) = \sum_{t=0}^n FEN_t (1 + TIR)^{-t} = 0$$

donde la Tasa Interna de Retorno (TIR) es la solución o raíz de dicha ecuación. Es necesario observar que la ecuación anterior representa el desarrollo de un polinomio de grado "t".

Este método tiene una desventaja, la cual radica en el hecho que, la anterior es una ecuación de grado "t", como ya se menciono, la cual tendrá hasta "t" raíces o soluciones; algunas comprendidas, por pares conjugados, en el campo de los números complejos, y el resto existirán en el campo de los números reales, aunque podría ser el caso que no exista alguna solución en este conjunto.

Lo anterior significa que, cuando existe uno o más Flujos de Efectivo Neto negativos, pueden traer como resultado la obtención de Tasas Internas de Retorno múltiples; en otras palabras, cuando tratamos casos con características no típicas, pueden obtenerse varias soluciones (Tasas Internas de Retorno) que hacen que el Valor Presente Neto de una inversión sea igual a cero, por lo que para tomar una decisión, es necesario apoyarse en un mecanismo gráfico como el que se ilustra a continuación en esta figura:



Representación gráfica del polinomio del VPN.

Las soluciones o raíces del polinomio que representa el comportamiento del Valor Presente Neto, pueden encontrarse mediante la aplicación de algún método numérico, como puede ser el “Método de Newton”. Para resolver la ecuación representativa del Valor Presente Neto, el Método de Newton resulta ser eficaz y eficiente, siempre y cuando existan soluciones pertenecientes al campo de los números reales, por tal razón es uno de los métodos numéricos más ampliamente utilizados para resolver polinomios, de hecho, es un método que converge más rápidamente que cualquiera otro (de manera cuadrática en términos del error obtenido en cada paso).

Este método es de aproximaciones sucesivas, es decir, se obtendrá una mejor solución mientras más iteraciones se realicen. Se aplicará comenzando a partir de una estimación inicial que esté cercana a la raíz, extrapolando a lo largo de la tangente del polinomio en cuestión hasta su intersección con el eje de las abscisas y se le tomará a ese valor como la siguiente aproximación, continuando así hasta que los valores sucesivos de la solución que se esté buscando se encuentren lo suficientemente cercanos entre ellos, o bien, el valor de la función sea lo suficientemente próximo a cero.

La expresión postulada por el método, adaptada para encontrar el valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es la siguiente:

$$TIR_{k+1} = TIR_k - \frac{f(TIR_k)}{f'(TIR_k)}$$

En términos prácticos, habrá que obtener la primera derivada de la función particular que represente al Valor Presente Neto (VPN), partir de un valor supuesto para la Tasa Interna de Retorno (cero, por ejemplo), y sustituir dicho

valor en la función y en su derivada como lo indica la expresión anterior. El nuevo valor obtenido servirá para que, de nueva cuenta, se sustituya en la función y en su derivada y, con este procedimiento iterativo, se obtenga a cada paso un mejor valor que se aproxime al verdadero de la Tasa Interna de Retorno.

Es importante acotar que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es independiente de la tasa o tasas de deflactación elegidas para calcular el Valor Presente Neto (VPN), el único vínculo que existe entre ambos indicadores es que si los Flujos de Efectivo Neto se deflactan con esta tasa y suman, la sumatoria será igual a cero.

TASA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TIRM).

La Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), es un indicador aplicable en el caso que no exista una solución o raíz en el conjunto de los números reales para el polinomio formado por la sumatoria del valor presente de los Flujos de Efectivo Neto (Valor Presente Neto) de una inversión o proyecto al ser igualada a cero.

Cuando esto ocurre, primeramente se calculará el cociente que resulte de dividir la sumatoria del valor futuro de los Flujos de Efectivo Neto que sean positivos (Beneficios) entre la sumatoria del valor presente de los que sean negativos (Costos); seguidamente, se obtendrá la raíz de índice “n” (horizonte de planeación o análisis del proyecto, inversión o negocio); y finalmente, al número generado se le restará la unidad.

Lo anterior puede expresarse de la siguiente manera:

$$TIRM_i = \left[\frac{\sum_{t=0}^n B_t(1+i)^{n-t}}{\sum_{t=0}^n C_t(1+i)^{-t}} \right]^{1/n} - 1$$

De esta expresión se induce que por cada tasa de deflactación que se aplique, se obtendrá una Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).

TASA EXTERNA DE RETORNO (TER).

El cálculo de la Tasa Externa de Retorno (TER) se realiza aplicando la misma expresión señalada en el punto inmediato anterior, pero se deberán modificar los Flujos de Efectivo Neto; para ello se deberán agregar en las proformas de Estados de Resultados los productos financieros que puedan ser generados por la inversión de las utilidades netas en otros proyectos diferentes a los que se está evaluando y, también, la eventual venta de activo fijo.

Con dicha inversión, estos recursos monetarios accederán a tasas exógenas al mismo, y por tal motivo, el indicador recibe este nombre.

Cabe señalar que la Tasa Externa de Retorno (TER) tiene las mismas características, desde el punto de vista matemático, que la Tasa Interna de Retorno (TIR); sin embargo, cuando la segunda es indefinida o presenta más de un valor numérico, la primera puede sí serlo o ser única, según sea el caso, pero sin ser ello una regla. Entendiendo que ambas tasas resultan ser indicadores de decisión, se recomienda proceder con este cálculo solamente cuando se presente esa situación.

TASA EXTERNA DE RETORNO MODIFICADA (TERM).

Al igual que la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), éste es un indicador aplicable cuando no existe una solución o raíz en el conjunto de los números reales para el polinomio formado por la sumatoria del valor presente de los Flujos de Efectivo Neto (Valor Presente Neto) de una inversión o proyecto al ser igualada a cero, pero considerando en dichos flujos la inclusión de los productos y costos financieros que se generen.

Se determinará el cociente ya expresado en el cálculo de la Tasa Interna de Retorno Modificada:

$$TERM_i = \left[\frac{\sum_{t=0}^n B_t (1+i)^{n-t}}{\sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t}} \right]^{1/n} - 1$$

Evidentemente, por cada tasa de deflactación que se aplique, se calculará una Tasa Externa de Retorno Modificada (TERM).

RELACIÓN BENEFICIO SOBRE COSTO (B/C).

Este indicador se define como la relación entre los Beneficios (Flujos de Efectivo Neto positivos) y los Costos (Flujos de Efectivo Neto negativos) de un proyecto a valores actuales (Valor Presente). Si la relación Beneficio sobre Costo (B/C) es mayor que la unidad, el proyecto deberá aceptarse pues indica que sus beneficios son mayores que sus costos, y por lo tanto es conveniente para el o los inversionistas (inversión rentable). Si por el contrario, esta relación fuera menor que uno, se debe rechazar el proyecto pues indica que sus costos son mayores a sus beneficios y por lo tanto el proyecto no es rentable.

La relación Beneficio sobre Costo (B/C) se calculará aplicando la siguiente relación:

$$B / C_i = \frac{\sum_{t=0}^n B_t (1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t}}$$

ÍNDICE DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN (IRI).

Este índice será calculado con la siguiente ecuación:

$$IRI_i = \frac{VPN_i}{\sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t}}$$

Se considerará rentable un proyecto del que su Índice de Rentabilidad de Inversión sea positivo; y como no rentable el caso negativo.

TASA DE RENTABILIDAD INMEDIATA (TRI).

Habrá que considerar únicamente el Flujo de Efectivo Neto del primer año en que éste sea positivo, determinándose esta tasa a través del cociente que resulte de dividir dicho Flujo de Efectivo Neto positivo entre la sumatoria del valor presente de cada uno de los Costos (Flujos de Efectivo Neto negativos) del proyecto, esto es:

$$TRI_i = \frac{B_k(1+i)^{-k}}{\sum_{t=0}^n C_t(1+i)^{-t}}$$

donde el subíndice “k” corresponde al periodo en que ocurre el primer Flujo de Efectivo Neto positivo, es decir, el momento en que existe el primer beneficio en el Diagrama de Flujo.

Sabiendo que la rentabilidad medida al final del Diagrama de Flujo de Efectivo es equivalente al Índice de Rentabilidad de la Inversión (IRI), la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es una medida de la rentabilidad inicial; como es evidente, la rentabilidad variará en razón creciente al paso del tiempo, comenzando en el valor determinado a través de la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), y culminará en el que corresponde al Índice de Rentabilidad de la Inversión (IRI). Sin embargo, existen opiniones que sostienen que, considerando a esta tasa como una medida de la rentabilidad inicial de los proyectos, únicamente deben incluirse en el cálculo de este indicador los costos que anteceden al primer beneficio que se presente en el Diagrama de Flujo de Efectivo, por lo que la expresión anterior quedaría de la siguiente manera:

$$TRI_i = \frac{B_k(1+i)^{-k}}{\sum_{t=0}^k C_t(1+i)^{-t}}$$

PAGO PERIÓDICO EQUIVALENTE (PPE).

Con el método del Pago Periódico Equivalente (PPE), todos los ingresos y gastos que ocurran dentro del tiempo analizado son convertidos a una cantidad periódica equivalente (uniforme). Cuando dicha cantidad periódica es positiva, el proyecto generará utilidades y es conveniente llevarlo a cabo; si es negativo ocurre lo inverso.

El Pago Periódico Equivalente (PPE) será determinado con la expresión siguiente y con base en el número de intervalos uniformes en el que será dividido el horizonte de inversión analizado (“mn”), mismos que constituirán los periodos de distribución del Valor Presente Neto (VPN):

$$PPE_i = \frac{VPN_i i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

TASA DE RENTABILIDAD EQUIVALENTE (TRE).

habiendo calculado el Pago Periódico Equivalente (PPE), se hará la suposición que éste es el valor presente de una renta periódica, la cual es generada por la inversión en el proyecto de los Flujos de Efectivo Neto negativos (Costos) en Valor Presente, por lo que el cálculo de esta tasa se realizará de la siguiente manera:

$$TRE_i = \frac{PPE_i}{\sum_{t=0}^n C_t (1 + i)^{-t}}$$

CÁLCULO DE LA TASA DE DEFLACTACIÓN DEL FLUJO DE EFECTIVO NETO (FEN).

CRITERIO ECONÓMICO CONSERVADOR.

El cálculo de la Tasa de Productividad Real, también llamada de “capitalización”, es referido generalmente en términos anuales, ya que ese es el periodo al cual, por uso y costumbre, se suelen acumular los ingresos que un bien genera para fines de análisis de su valor de uso y, conforme este criterio, también llamado de Fisher, dicha tasa se calculará aplicando la siguiente expresión:

$$T.P.R._x = \frac{1 + T.P.E.}{1 + T.I.A.} - 1$$

Donde:

T.P.R._x: Tasa de productividad real aplicable al objeto de valuación
 T.P.E.: Tasa de productividad efectiva
 T.I.A.: Tasa inflacionaria anual

La Tasa de Productividad Efectiva es expresada también en términos anuales, y será calculada con base en el valor de las tasas de interés libres de riesgo en mercados financieros abiertos (v.gr. CETES) y siguiendo la teoría del interés, mientras que el valor de la Tasa Inflacionaria Anual se tomará de la publicada por fuentes oficiales (Banco de México por ejemplo).

CRITERIO DE MERCADO.

Bajo este criterio, la Tasa de Productividad Real será medida directamente del mercado específico de bienes que se esté tratando, para lo cual será necesario integrar un par de muestras: una con valores de cambio de los bienes en el mencionado mercado, y otra con rentas que estos generan en el mismo en términos netos, en la que evidentemente se deberán conocerse las vidas útiles remanentes de los respectivos bienes que la formen.

La primera de dichas muestras quedará debidamente integrada al aplicar el método del valor de cambio, de donde se utilizará sobre cada uno de los elementos que conforman la segunda muestra, el valor calculado de " $\mu_{v.c.}$ ", que representa a la media de la muestra examinada por dicho método, con lo cual podrá aplicarse la siguiente expresión, en caso de ignorar las particularidades resultantes de la vida útil de los bienes:

$$T.P.R._j = \frac{R.N.A._j}{\mu_{v.c.}}$$

Pero en el caso de considerarla, habría que establecer la siguiente función que surge de la analogía con el concepto de amortización, la cual habrá que resolverla por algún método numérico, como puede ser el de Newton:

$$f(T.P.R._j) = \frac{R.N.A._j}{T.P.R._j} \left[1 - (1 + T.P.R._j)^{-v.U.R._j} \right] - \mu_{v.c.}$$

Donde:

- R.N.A._j: Renta neta anualizada de cada elemento que integra la muestra relativa a las rentas de mercado.
- V.U.R._j: Vida útil remanente de cada elemento de la muestra o tiempo restante que se piensa durará (caso de los bienes) o será vigente (caso de los derechos) el mismo.
- T.P.R._j: Tasa de productividad real de cada uno de los elementos muestrales.
- μ_{v.c.}: Media muestral del valor de cambio.

La primera fórmula expuesta considera a la vida útil remanente de los bienes tan grande que puede asumirse que ésta “tiende al infinito” (caso específico planteado por la teoría del interés en una amortización perpetua), y la segunda asume de forma ortodoxa que esto no ocurre y toma el debido valor considerado por el analista de mercado, aunque esto implicará resolver un sistema más complicado.

Si se decide aplicar el método numérico de “Newton”, se debe establecer el postulado fundamental del mismo, es decir:

$$(T.P.R._j)_{k+1} = (T.P.R._j)_k - \frac{f\{(T.P.R._j)_k\}}{f'\{(T.P.R._j)_k\}}$$

Esto significa que se debe obtener, para cada elemento de la segunda muestra, la primera derivada de la función referida al caso de considerar la vida útil remanente de los bienes, seguidamente aplicar un valor supuesto para la Tasa de Productividad Real (cero, por ejemplo), y sustituir dicho valor en la función y en su derivada como lo indica la expresión anterior. El nuevo valor obtenido servirá para que, de nueva cuenta, se sustituya en la función y en su derivada y, con este procedimiento iterativo, se obtenga a cada paso un mejor valor que se aproxime al verdadero de esta tasa.

La derivada de la función de la Tasa de Productividad Real de cada elemento que conforme la muestra de rentas es:

$$f'(T.P.R._j) = \frac{R.N.A._j}{T.P.R._j} \left[V.U.R._j (1 + T.P.R._j)^{-V.U.R._j-1} - 1 \right] - \frac{R.N.A._j}{T.P.R._j^2} \left[1 - (1 + T.P.R._j)^{-V.U.R._j} \right]$$

Con la Tasa de Productividad Real de cada uno de los elementos de la segunda muestra, corresponderá aplicar al caso de valuación la siguiente:

$$T.P.R._x = \frac{T.P.R._{\min} + 4\mu_{T.P.R.} + T.P.R._{\max}}{6}$$

Calculando la media de la tasa de productividad a través de la siguiente fórmula.

$$\mu_{T.P.R.} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T.P.R._j$$

Donde:

- T.P.R._x: Tasa de productividad real aplicable al objeto de valuación.
 T.P.R._j: Tasa de productividad real de cada uno de los elementos muestrales (objetos comparables).
 T.P.R._{min}: Tasa de productividad mínima del conjunto muestral.
 T.P.R._{max}: Tasa de productividad máxima del conjunto muestral.
 $\mu_{T.P.R.}$: Media de la tasa de productividad real de los objetos comparables.
 n: Tamaño de la muestra o cantidad de objetos comparables.

Es importante acotar que considerar el valor medio de la muestra representativa del valor de cambio equivale a compararlo en equivalencia al valor de uso, hipótesis que permite identificar de este modo a la Tasa de Productividad Real; sin embargo, podría efectuarse alguna otra hipótesis que considerara alguna proporción que correlacione a ambos valores (el de uso y el de cambio); adicionalmente, cabe mencionar que este criterio implica realizar indagaciones periódicas a los diferentes mercados de bienes para determinar las tasas que corresponderán aplicarse en un momento determinado, pues si se pretende efectuar este procedimiento para valuaciones esporádicas, podría eventualmente ser difícil contar con los datos necesarios y suficientes para su aplicación.

CRITERIO DE RIESGO SISTEMÁTICO.

La parte inesperada de un rendimiento, es decir, la parte que resulta de la “sorpresa”, constituye el riesgo de cualquier inversión, ya que, después de todo, si siempre se recibiera exactamente lo que se un inversionista espera, dicha inversión sería totalmente predecible y, por definición, estaría completamente libre de riesgo.

El riesgo proviene entonces de las sorpresas o acontecimientos inesperados que afectan de igual manera a un gran número de instrumentos de inversión al que acceden varios tipos de inversionistas, como por ejemplo las condiciones económicas generales de oferta y de demanda, las tasas de interés o la tasa de inflación, denominándose a dichos acontecimientos como “riesgo sistemático” o “riesgo de mercado”; aunque existen también factores específicos que sólo influyen sobre determinadas inversiones y en casos particulares de inversionistas, denominándose a éstos como “riesgo no sistemático”, “riesgos únicos” o “riesgos específicos de la inversión”. En ese sentido puede decirse que el riesgo total asociado con cualquier inversión se compone de dos partes: una parte riesgo sistemático y otra de riesgo no sistemático.

No obstante, la distinción entre un riesgo sistemático y uno no sistemático nunca es en realidad tan precisa por lo difícil que resulta su determinación en términos cualitativos, por ello el “principio de riesgo sistemático” señala que la ganancia por incurrir en un riesgo depende sólo del sistemático, esto es, que independientemente del riesgo total que tenga una inversión, sólo la parte sistemática es relevante para determinar el rendimiento esperado de la misma y su prima de riesgo; de conformidad con esto, se ha demostrado que una buena medida del riesgo sistemático asociado con una inversión es el coeficiente “beta” del CAPM (Capital Asset Pricing Model), el cual se define de la siguiente forma:

$$\beta = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

$$Cov(R_i, R_m) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{[R_i - E(R_i)][R_m - E(R_m)]\}$$

$$Var(R_m) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [R_m - E(R_m)]^2$$

Donde:

- R_i : Rendimiento de la inversión en el periodo de estudio.
- R_m : Rendimiento de mercado en el mismo periodo de estudio.
- $E(R_i)$: Esperanza del rendimiento de la inversión, misma que corresponde a la media presentada en el periodo de estudio.
- $E(R_m)$: Esperanza del rendimiento de mercado, misma que corresponde a la media presentada en el periodo de estudio.
- $Var(R_m)$: Esperanza del rendimiento de mercado, misma que corresponde a la media presentada en el periodo de estudio.

- Cov(R_m): Covarianza del rendimiento de la inversión y del rendimiento de mercado.
- n Número de datos muestrales, tanto del rendimiento de la inversión como del rendimiento de mercado al que pertenece la inversión.

Con lo anterior, el rendimiento de la inversión estudiada estadísticamente quedará dado por:

$$R = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Donde:

- R_f : Rendimiento libre de riesgo.
- R_m : Rendimiento de mercado.
- R: Rendimiento de la inversión.
- β : coeficiente "beta" de la inversión correspondiente al mercado en el que se encuentra según el CAPM (Capital Asset Pricing Model).

Finalmente, el rendimiento calculado de la inversión deberá transformarse en una "tasa de productividad efectiva anualizada (T.P.E.)" como se ha venido insistiendo, y conforme el criterio de Fisher, incluyendo la tasa de inflación también anualizada (T.I.A.), se procederá a calcular la Tasa de Productividad Real del sujeto por valuar (T.P.R._x), tal como se ilustró en el punto relativo al cálculo de esta tasa por el criterio económico conservador.

ANÁLISIS BAJO RIESGO.

Dos problemas fundamentales están presentes en toda propuesta de inversión: el primero se refiere a la conversión de los flujos de efectivo futuros de acuerdo a cualquiera de los criterios económicos ampliamente utilizados (VPN, TIR, etc.), y el segundo al entendimiento y evaluación de la incertidumbre. En ese sentido, el segundo nivel de una evaluación se referirá al tratamiento del riesgo para el indispensable apoyo al análisis determinístico y a la toma de decisiones; esto es, incorporando el hecho de que los flujos de efectivo son variables aleatorias, tal como se expondrá más adelante.

El segundo punto referido es a menudo de mayor importancia, pero desafortunadamente ha recibido menos atención que el primero, por consiguiente, cuando una propuesta de inversión es analizada, se recomienda, incluir en el

análisis alguna variable o medida que considere el riesgo inherente de la propuesta evaluada. Lo anterior es muy aconsejable, puesto que una inversión razonablemente segura con un rendimiento determinado, puede ser preferida a una inversión más riesgosa con un rendimiento esperado mayor.

La consideración del riesgo en la evaluación de una propuesta de inversión se puede definir como el proceso de desarrollar la distribución de probabilidad de alguno de los criterios económicos ya conocidos. Las distribuciones de probabilidad que comúnmente se obtienen en una evaluación corresponden al VPN, TIR y PPE; sin embargo, para determinar las distribuciones de probabilidad de estas bases de comparación se requiere conocer las distribuciones de probabilidad de los elementos inciertos del proyecto como son la vida del mismo, los precios de venta, el tamaño, la porción y la razón de crecimiento del mercado, la inversión requerida, las tasas de inflación, las tasas impositivas (impuestos), gastos de operación, gastos fijos, las tasas de interés involucradas, los cambios de paridad monetaria, valores de rescate de los activos, etc.

En otras palabras, en los estudios de inversión generalmente la información utilizada es determinística; sin embargo, debe reconocerse que por lo regular este no es el caso, ya que los flujos de efectivo que ocurren en un periodo determinado son a menudo una función de un gran número de variables y la información contiene incertidumbre que debe tomarse en cuenta en la valuación de inversiones, proyectos o negocios.

El análisis de inversiones consiste en identificar la “mejor” alternativa de inversión entre un grupo de contendientes. Para ello, es necesario cuantificar los costos y beneficios que se derivan de cada una de las alternativas en cuestión y compararlas de acuerdo con algún criterio de evaluación.

Para la estimación de costos y beneficios se puede recurrir, por ejemplo, a comparaciones con proyectos similares, al análisis de información proporcionada por posibles proveedores o consumidores potenciales, o bien, a la elaboración de estudios de producción o de mercado; no obstante, resulta evidente que las estimaciones serán inciertas en mayor o menor grado y que servirán únicamente como guías generales y no como estimaciones firmes. Posteriormente, el analista al reconocer esta incertidumbre y apoyándose en su experiencia, modificará la información con que se alimenta al modelo de evaluación.

Este procedimiento bosquejado generalmente conduce a resultados satisfactorios, pero no permite cuantificar la incertidumbre asociada con la bondad de las alternativas, lo cual puede necesitarse en algunos casos; en particular, en aquellos en que el proyecto, o las condiciones del mismo, se alejen de los cánones

convencionales, o en los cuales el analista no se encuentre suficientemente familiarizado con el problema bajo estudio. En otras palabras, los valores asignados a las variables que intervienen en los modelos de evaluación son inciertos en mayor o menor grado y, en muchos casos, dichos valores deben de servir únicamente como indicaciones de las tendencias de sus comportamientos y no como estimaciones firmes.

Será necesario recurrir a un análisis más formal en el cual se tome en cuenta, de manera explícita, el efecto de la incertidumbre de cada una de las componentes del problema y se cuantifique la variabilidad en la eficiencia de las alternativas. Asimismo, deberá ser posible identificar a las variables más importantes, desde el punto de vista del análisis de incertidumbre, lo cual servirá para interpretar los resultados de la evaluación y para reconocer los aspectos más relevantes del problema.

La incertidumbre la medimos con números denominados probabilidades que varían de cero a uno, donde por convención es aceptado que la unidad representa la probabilidad de lo que acontece con certeza y el cero la probabilidad del evento imposible. Todos los eventos imposibles tienen probabilidad cero, aunque no todos los eventos con probabilidad cero son imposibles.

La teoría de la probabilidad es un conjunto de deducciones derivadas de los axiomas formulados por Kolmogorov, que son los siguientes:

1. Una probabilidad es un número entre cero y uno asignado a una consecuencia, mismo que representa su posibilidad de ocurrencia.
2. La suma de las probabilidades que les corresponden a las consecuencias mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivas, debe ser equivalente a la unidad.
3. La probabilidad de una consecuencia compuesta por consecuencias mutuamente excluyentes es la suma de sus probabilidades.

Con fundamento en la fuente del conocimiento de la probabilidad, ésta puede dividirse en dos tipos: la subjetiva o a priori y la objetiva, estadística o a posteriori; la primera se formula con suposiciones hechas por el decisor y la segunda se fundamenta en el análisis de hechos consumados.

Cuando se cuenta con un conjunto de datos ordenado por clases estadísticas, la frecuencia con que se presentó cada una de ellas determinará su probabilidad de

ocurrencia en el futuro, por lo que la frecuencia relativa calculada en un estudio estadístico, se convertirá automáticamente en una probabilidad.

La incertidumbre asociada a los sucesos cambia al variar nuestro conocimiento sobre sus causas y sus efectos, por lo que las probabilidades estarán condicionadas por dicho conocimiento.

Al tener conocimiento de una nueva información habrá una nueva probabilidad, conocida como probabilidad condicional. Dicha probabilidad se calcula como el cociente que resulta de dividir la probabilidad de que ocurran simultáneamente, el evento cuya nueva probabilidad se quiere obtener y el evento condicionante, entre la probabilidad del evento condicionante, es decir:

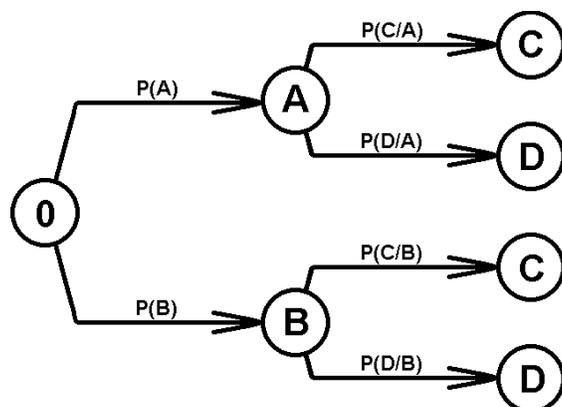
$$P(\alpha / \beta) = \frac{P(\alpha \cap \beta)}{P(\beta)}$$

$$P(\alpha \cap \beta) = P(\alpha)P(\beta)$$

Este concepto fundamentará la formulación de árboles de probabilidad, los cuales son la representación gráfica que esquematiza secuencialmente situaciones falibles, es decir, que pueden ocurrir o no como una dependencia del azar.

Un árbol de probabilidad se conformará con nodos de incertidumbre que dependerán de otros y, a su vez, otros dependerán de ellos. Su principal característica es que, sobre un nodo de incertidumbre, no se tiene ningún control, es decir, no hay certeza sobre su acontecimiento.

Los nodos de incertidumbre se representarán gráficamente mediante el uso de circunferencias y las relaciones que entre ellos existan con líneas rectas o con un solo quiebre. Ejemplo de un árbol de probabilidad es el que a continuación se muestra:



Árbol de probabilidad.

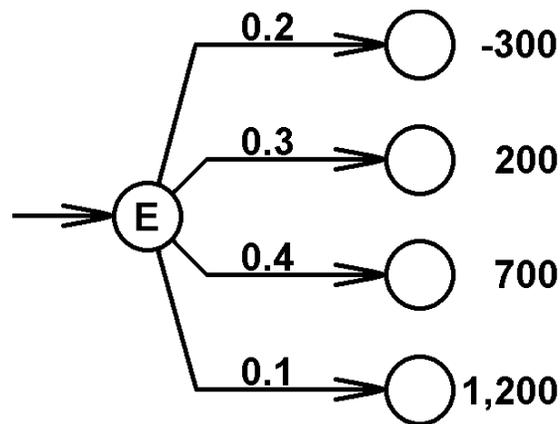
El desarrollo de este proceso puede sintetizarse como la aplicación del teorema de Bayes, el cual afirma que si se conocen las probabilidades *a priori* $P(H_i)$ de un conjunto de tamaño “n” de eventos mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos; si se conocen además las probabilidades $P(\alpha/H_i)$ donde “ α ” es un evento que se verifica cuando alguno de los eventos “ H_i ” ocurre; y se pretenden determinar las probabilidades de que al ocurrir “ α ” se verifique uno de los “ H_i ”, esto es, se quieren calcular las probabilidades $P(H_i/\alpha)$ conocidas como probabilidades *a posteriori*, se deberá aplicar la siguiente expresión:

$$P(H_i / \alpha) = \frac{P(H_i)P(\alpha / H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(\alpha / H_i)}$$

Un nodo de incertidumbre con “m” ramas deberá ser entendido como la representación gráfica de la lotería: $L[r_1, r_2, r_3, \dots, r_m; p_1, p_2, p_3, \dots, p_m]$; por lo tanto será posible determinar su valor esperado. El valor esperado de un nodo de incertidumbre se define como la suma de los productos que resultan al multiplicar cada consecuencia por su respectiva probabilidad como anteriormente fue definido, es decir:

$$V_E = \sum_{i=1}^m r_i P(r_i)$$

El valor esperado de un nodo de incertidumbre es una cantidad equivalente que podrá sustituir al nodo de incertidumbre en cuestión; esta acción servirá para jerarquizar y seleccionar las mejores alternativas que sean expresadas en un árbol de probabilidad o de decisión. Por ejemplo, obsérvese la Figura 2.3; si en una de las ramas de un árbol de probabilidad se expresó la lotería: $L[-300, 200, 700, 1,200; 0.2, 0.3, 0.40, 0.1]$, y se desea determinar su valor esperado para sustituir el nodo de incertidumbre en dicho árbol, deberá hacerse lo siguiente:



Árbol de probabilidad para síntesis.

Remplazando las cuatro ramas del nodo "E" de este ejemplo por su valor esperado, el cual se calculará de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 V_E &= (-300)(0.20) + (200)(0.30) + (700)(0.40) + (1,200)(0.10) \\
 V_E &= -60 + 60 + 280 + 120 \\
 V_E &= 400,
 \end{aligned}$$

Por lo que la representación de esa sección del árbol de probabilidad quedará ahora como se muestra en la figura:



Determinación del valor esperado de un nodo de incertidumbre.

ENFOQUE BAYESIANO.

Para esto se presenta un modelo probabilístico en el cual las variables aleatorias se caracterizan por sus valores esperados y sus covarianzas. De hecho, no es necesario especificar las funciones de densidad de cada una de las variables en cuestión.

El modelo se apoya en un marco bayesiano, lo cual permite cuantificar, con base en consideraciones racionales y de carácter subjetivo, la variabilidad de los flujos de efectivo para evaluación y la interrelación estocástica de los mismos. Se

requiere, desde luego, de las estimaciones de los coeficientes de variación y de los coeficientes de correlación (matriz de covarianza), para lo cual es de suma importancia entender tanto las relaciones existentes entre las variables como los mecanismos que las generan.

En el modelo propuesto, cada uno de los flujos de efectivo para evaluación constituyen variables consideradas aleatorias. Debe tenerse presente que el valor esperado de cada variable aleatoria será el calculado de manera determinística, recordando lo siguiente:

$$\sigma_{FEN_j} = v_{FEN_j} FEN_j$$

$$Cov(FEN_j, FEN_k) = \rho \sigma_{FEN_j} \sigma_{FEN_k}$$

Donde:

- σ_{FEN_j} : Desviación estándar del flujo de efectivo neto del periodo "j".
- v_{FEN_j} : Coeficiente de variación del flujo de efectivo neto del periodo "j".
- FEN_j : Flujo de efectivo neto del periodo "j".
- $Cov(FEN_j, FEN_k)$: Covarianza entre el flujo de efectivo neto del periodo "j" y el de un periodo posterior "k".
- ρ : Coeficiente de correlación entre los flujos de efectivo neto "j" y "k".

Es importante señalar que todos los flujos de efectivo neto (FEN) deben conceptualizarse como variables aleatorias, pues pueden caracterizarse por una medida de tendencia centra y otra de dispersión (típicamente su media y su desviación estándar) y, en ese sentido, si las variables no están correlacionadas, o sea, si éstas son probabilísticamente independientes, el coeficiente de correlación será igual a cero.

En concreto, se deberá determinar la probabilidad de que el VPN no sea menor que algún número no negativo "s" ($P\{VPN \geq s\}$), en donde $s \in \mathbb{R}^+ \cup \{0\}$ y \mathbb{R}^+ es el conjunto de los números reales positivos). Para cada instancia, se debe proponer con sustento el rango de "s" y las distribuciones probabilísticas utilizadas; asimismo, no se aconseja hacer hipótesis simplistas de independencia estocástica ni de desarrollos polinomiales para ignorar *a priori* términos de segundo o tercer grado en adelante, tal como es el enfoque probabilístico de primer grado. Como ejemplo de esto se puede citar el caso de trabajar el VPN con el costo de capital (tasa de deflactación) como variable aleatoria, en la que dicha variable queda

integrada con un polinomio de grado “n”, donde “n” equivale al número de periodos analizados como horizonte de inversión.

La característica fundamental de un enfoque probabilístico de primer orden es que, cuando se tengan funciones no lineales de las variables aleatorias, primero habrá que eliminar la “no-linealidad” de dichas funciones por medio de expansiones en series de Taylor, las cuales no es el objetivo desarrollarlas en este texto; dicha expansión se hace alrededor del valor esperado de la variable aleatoria mediante la inclusión de la derivada de la función con respecto a la variable evaluada en el valor esperado de la misma, y una vez linealizada la función, se conservan únicamente los términos lineales (términos de primer orden) y se procede a calcular la esperanza y la varianza de la expresión resultante por medio de métodos conocidos.

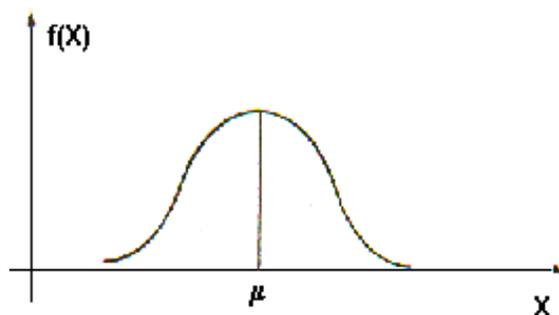
Las distribuciones de probabilidad de las variables aleatorias generalmente se desarrollan con base en probabilidades subjetivas. Típicamente, entre más alejado del presente esté un evento, más incertidumbre habrá con respecto al resultado del mismo y, por consiguiente, si la varianza es una medida de la incertidumbre, es lógico esperar que las variancias de las distribuciones de probabilidad crezcan con el tiempo.

Entre las distribuciones de probabilidad teóricas más comúnmente utilizadas en análisis de riesgo se pueden mencionar: la distribución normal y las distribuciones triangulares.

La distribución normal es, en muchos aspectos, la piedra angular de la teoría estadística. Una variable aleatoria “X” se dice que tiene una distribución normal con parámetros $(-\infty < \mu < \infty)$ y $\sigma^2 > 0$ si tiene la función densidad dada por la ecuación siguiente e ilustrada en la figura:

$$f(X) = \left[\sigma(2\pi)^{1/2} \right]^{-1} e^{-1/2 \left(\frac{X-\mu}{\sigma} \right)^2}$$

$$\forall -\infty < X < \infty$$



Densidad de probabilidad normal.

La distribución normal es tan utilizada que una notación simplificada $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ es comúnmente usada para indicar que una variable aleatoria "X" es distribuida normalmente con parámetros μ y σ^2 . Algunas propiedades de la distribución normal son:

- a) $f(X) \geq 0 \forall X$
- b) $\lim_{m \rightarrow \infty} f(X) = 0$ y $\lim_{m \rightarrow -\infty} f(X) = 0$
- c) $f(\{x+\mu\}) = f(-\{x-\mu\})$

La propiedad a) es requerida por todas las densidades de probabilidad y la propiedad c) indica que la densidad es simétrica sobre μ . Por otra parte, la media y la variancia de la distribución normal son:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} X \left[\sigma(2\pi)^{1/2} \right]^{-1} e^{-1/2 \left(\frac{X-\mu}{\sigma} \right)^2} \delta X = \mu$$

$$VAR(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (X - \mu)^2 \left[\sigma(2\pi)^{1/2} \right]^{-1} e^{-1/2 \left(\frac{X-\mu}{\sigma} \right)^2} \delta X = \sigma^2$$

Puesto que la distribución normal solamente se puede integrar por métodos numéricos, es conveniente hacer un cambio de variable que facilite los cálculos de probabilidad. Dicho cambio de variable es:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Esta transformación hace que la evaluación de probabilidades sea independiente de μ y de σ . Con esta transformación, la distribución normal original se convierte en:

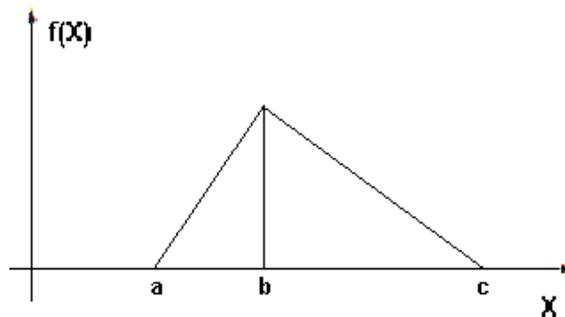
$$\Phi(Z) = (2\Pi)^{-1/2} e^{-Z^2/2}$$

$$\forall -\infty < Z < \infty$$

la cual tiene una media de 0 y una variancia de 1, esto es, $Z \sim N(0,1)$, y esta variable se dice que sigue una distribución normal estándar. La ventaja de esta distribución es que ha sido tabulada y sus resultados se encuentran disponibles en cualquier libro de estadística.

La distribución triangular, por su parte, al igual que la distribución β son ampliamente utilizadas al introducir riesgo en proyectos de inversión o negocios en marcha. Ambas distribuciones se basan en una estimación pesimista, una más probable, y una optimista. Sin embargo, la distribución triangular, por su sencillez, es más fácilmente comprendida por el analista y por las personas encargadas de interpretar los resultados del estudio de riesgo. La distribución triangular estará definida por la expresión siguiente que es ilustrada en la figura:

$$f(X) = 2[(c-a)(b-a)]^{-1} (X-a) \forall a \leq X \leq b; -2[(c-a)(c-b)]^{-1} (X-c) \forall b \leq X \leq c$$



Densidad de probabilidad triangular

Puesto que la distribución triangular se va a utilizar ampliamente en los ejemplos que se presentarán en las secciones subsiguientes, a continuación se muestra el procedimiento utilizado para evaluar su media y su variancia:

$$E(X) = \int_a^b 2X(X-a)[(c-a)(b-a)]^{-1} \delta X - \int_b^c 2X(X-c)[(c-a)(c-b)]^{-1} \delta X$$

$$E(X) = \frac{1}{3}(a+b+c)$$

$$VAR(X) = \int_a^b 2X^2(X-a)[(c-a)(b-a)]^{-1} \delta X - \int_b^c 2X^2(X-c)[(c-a)(c-b)]^{-1} \delta X - \left[\frac{1}{3}(a+b+c) \right]^2$$

$$VAR(X) = \frac{1}{18}(a^2 + b^2 + c^2 - ab - ac - bc)$$

Evidente es que cuando la distribución triangular es simétrica, es decir, $b=(a+c)/2$, las formulas anteriores se transforman en:

$$E(X) = \frac{a+c}{2} = b$$

$$VAR(X) = \frac{1}{24}(c-a)^2$$

El valor presente neto de una propuesta de inversión, sin considerar inflación, se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VPN_i = \sum_{j=0}^n X_j (1+i)^{-j}$$

donde X_j ahora es una variable aleatoria que represente el flujo de efectivo neto del periodo j y cuya media y variancia son μ_j y σ_j^2 respectivamente. La fórmula anterior también puede ser expresada como:

$$VPN_i = X_0 + X_1(1+i)^{-1} + X_2(1+i)^{-2} + \dots + X_n(1+i)^{-n}$$

Ahora, si se considera que el término $(1+i)^{-j} = C_j$, entonces la ecuación se transforma en:

$$VPN_i = \sum_{j=0}^n C_j X_j$$

De acuerdo con las ecuaciones anteriores, es evidente que el valor presente neto es una variable aleatoria en lugar de ser una constante, por consiguiente, para propósitos de evaluar un proyecto, el procedimiento usual sería determinar la media y la variancia del valor presente neto.

Dado que el valor esperado de una suma de variables aleatorias es dado por la suma de valores esperados de cada variable, entonces, el valor esperado del valor presente vendría dado por:

$$E(VPN_i) = \sum_{j=0}^n C_j E(X_j) = \sum_{j=0}^n C_j \mu_j$$

A la expresión anterior generalmente se le considera como el valor presente neto; sin embargo, es necesario aclarar que aun cuando el valor esperado del valor presente neto sea positivo, existe cierta probabilidad de que el valor presente sea negativo. Por consiguiente, es posible que ciertos proyectos sean rechazados aunque el valor esperado de sus valores presente sea positivo, por otra parte, es conveniente mencionar que generalmente al comparar alternativas mutuamente exclusivas, se tiende a seleccionar aquellas alternativas para la cual el valor esperado del valor presente es máximo. Sin embargo, este criterio de decisión no es válido universalmente, es decir, no todos los tomadores de decisiones tienen el mismo comportamiento hacia el riesgo. Algunas personas prefieren sacrificar utilidades a cambio de reducir el riesgo del proyecto.

Para determinar la variancia del valor presente, es necesario considerar primero que X_0, X_1, \dots, X_n son variables aleatorias independientes, consecuentemente, bajo este supuesto y de acuerdo al teorema del límite central, el VPN está normalmente distribuido, donde la media está dada por la ecuación anteriormente expresada y la variancia por:

$$VAR(VPN_i) = \sum_{j=0}^n C_j^2 \sigma_j^2$$

antes de ilustrar el uso de esta información, se considera el caso de que las variables aleatorias X_j no son independientes (los flujos de efectivo de un periodo a otro están correlacionados). Para esta nueva situación, la ecuación anterior se transforma en:

$$VAR(VPN_i) = \sum_{j=0}^n C_j^2 \sigma_j^2 + 2 \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n C_j C_k Cov(X_j, X_k)$$

El valor esperado del valor presente sigue siendo dado por la ecuación:

$$E(VPN_i) = \sum_{j=0}^n C_j E(X_j) = \sum_{j=0}^n C_j \mu_j$$

El “Teorema del Límite Central” establece que, si una variable aleatoria “Y” puede ser representada como la suma de “n” variables aleatorias independientes que

satisfacen ciertas condiciones, entonces para una “n” suficientemente grande, “Y” sigue aproximadamente una distribución normal. Lo anterior expresado en forma de teorema sería: X_0, X_1, \dots, X_n es una secuencia de “n” variables aleatorias estocásticamente dependientes con $E(X_j)=\mu_j$ y $VAR(X_j)=\sigma^2$ (ambas finitas) y $Y=C_0X_0+C_1X_1+\dots+C_nX_n$, entonces bajo ciertas condiciones generales:

$$Z = \frac{s - \sum_{j=0}^n C_j \mu_j}{\left[\sum_{j=0}^n C_j^2 \sigma_j^2 + 2 \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n C_j C_k Cov(X_j, X_k) \right]^{1/2}}$$

o bien:

$$Z = \frac{s - E(VPN_i)}{[VAR(VPN_i)]^{1/2}}$$

donde “Z” tiene una distribución $N(0,1)$ a medida que “n” se aproxima a infinito, aunque tratándose de variables aleatorias independientes la expresión aplicable se transforma en:

$$Z = \frac{s - \sum_{j=0}^n C_j \mu_j}{\left[\sum_{j=0}^n C_j^2 \sigma_j^2 \right]^{1/2}}$$

La demostración de este teorema, así como la discusión rigurosa de las suposiciones que soportan este teorema, están más allá del alcance de esta presentación. Lo importante es el hecho de que “Y” sigue aproximadamente una distribución normal, independientemente del tipo de distribuciones que tengan cada una de las “X_j’s”.

Puesto que el teorema establece que “Y” está normalmente distribuida cuando “n” se aproxima a infinito, la pregunta que surge en la práctica sería: ¿Qué tan grande debe ser “n” de modo que la distribución obtenida para “Y” sea bastante parecida a la distribución normal?

La respuesta a esta pregunta no es tan sencilla puesto que la respuesta dependerá de las características de las distribuciones de las “X_j’s”, así como del significado de “resultados razonables”. Desde un punto de vista práctico, se puede decir que el valor de “n” depende del tipo de distribución de las “X_j’s”. Por ejemplo,

si las “ X_j ’s” siguen distribuciones simétricas, el valor de n debe ser mayor o igual a 4; por el contrario, si las “ X_j ’s” siguen distribuciones uniformes, el valor de “ n ” debe ser mayor o igual a 12. No obstante, se recomienda que $n \geq 100$ si las distribuciones de las “ X_j ’s” son irregulares.

Desgraciadamente en la práctica es mayormente asumida la independencia entre las variables aleatorias. Las razones son dos: 1) la falta de información histórica de las variables aleatorias (flujos de efectivo) dificulta significativamente el cálculo de los coeficientes de correlación “ ρ ” y, por ende, la evaluación de la matriz de covariancias; y 2) no se puede determinar con precisión la distribución de probabilidad del valor presente, por lo que evaluaciones de probabilidades en forma exacta no pueden ser hechas. Para estos casos, la única alternativa de evaluar un proyecto o comparar varios, es usar la desigualdad de Tchebycheff.

En adición a lo expuesto, conviene decir que las fórmulas anteriores relativas al valor presente neto fueron obtenidas sin tomar en cuenta la inflación; si una tasa inflacionaria “ T_i ” es introducida, las ecuaciones expuestas siguen siendo válidas, sólo que $(1+i)^{-j}(1+T_i)^j=C_j$.

El tratamiento del riesgo en estos términos deberá ser explicado de manera formal, pero también dentro de un marco pragmático que con facilidad permita su interpretación en el contexto de fortalecer los resultados determinísticos de rentabilidad financiera y, por ende, la toma de decisiones.

La estimación de las tendencias centrales y de las incertidumbres de las variables en cuestión no presenta dificultad, lo que en algunas ocasiones puede resultar un poco más difícil es la estimación de los coeficientes de correlación. Para esto, será importante entender los fenómenos que controlan las relaciones entre las variables y, en última instancia, invocar hipótesis de independencia o de correlación perfecta según sea el caso, lo cual significa considerar al coeficiente de correlación equivalente a cero o a la unidad respectivamente; sin embargo, aunque sea de manera aproximada, la correlación entre las variables debe de incluirse en el análisis.

En algunas ocasiones será razonable aceptar la hipótesis de independencia probabilística para algunas de las variables en un momento dado, pero en general no será posible argumentar esta hipótesis para los costos o beneficios incurridos en varios períodos de tiempo, es decir, debido a que estas cantidades pueden ser funciones de las mismas variables durante diferentes períodos, en general esta correlación será alta y su ignorancia puede conducir a una variabilidad del VPN mucho menor que la verdadera y, por lo tanto, del lado de la inseguridad.

Es importante reconocer que en muchos casos la esperanza de la efectividad de las inversiones se puede incrementar a expensas de los riesgos inherentes en su adopción, lo que quiere decir que puede presentarse un conflicto entre la esperanza y la variabilidad de las inversiones. En este caso, la selección de alternativas de inversión debe de tomar en cuenta las actitudes del decisor con respecto a la incertidumbre y al riesgo.

La metodología aquí propuesta es útil no sólo en el proceso de selección de alternativas sino también en la cuantificación de la bondad del proyecto en general, ya que es posible calcular la probabilidad de que el VPN sea menor de cero si se supone una ley de probabilidades y se estiman las esperanzas y las covarianzas de las variables aleatorias en cuestión (flujos de efectivo para evaluación).

Vale la pena mencionar que los resultados obtenidos con este, y con otros tipos de análisis, constituyen tan solo aproximaciones a las soluciones exactas, esto debido a que el número de flujos de efectivo para evaluación con los que se determina el VPN es finito, no obstante lo sostenido por el teorema del límite central. El grado de aproximación dependerá de los supuestos que sean considerados para establecer los valores de los coeficientes de variación y de los coeficientes de correlación, mismos que dependerán de la experiencia y sensibilidad que el analista posea, o bien del estudio que pueda establecerse a partir de registros históricos de negocios comparables al evaluado en materia de sus flujos de efectivo.

Sin embargo y a pesar de lo anterior, el enfoque empleado es sencillo, pero al mismo tiempo incorpora de manera racional los efectos de la incertidumbre en los análisis de inversión y, por este motivo, los modelos de este tipo han encontrado una gran aceptación en muchas industrias, las cuales lo han empleado regularmente y lo consideran en la evaluación de nuevas propuestas de inversión y en la planeación estratégica de corto, mediano y largo.

ENFOQUE DE SIMULACIÓN.

A la par con el gran desarrollo tecnológico de las computadoras, muchos investigadores han desarrollado y perfeccionado un gran número de técnicas útiles para tratar el riesgo y la incertidumbre. Estas técnicas van de las más simples a las altamente sofisticadas, aunque no han recibido una amplia aceptación por parte de ejecutivos y administradores; las razones son que el problema debe ser

especialmente formulado para que se ajuste al modelo y un alto entendimiento de la teoría de probabilidad es requerido.

A diferencia de los métodos probabilísticos, los cuales tienden a ser difíciles de entender, la simulación puede ser fácilmente entendida después de un pequeño esfuerzo; sin embargo, su realización requiere del empleo de una computadora. Desde sus inicios, durante la Segunda Guerra Mundial, la simulación ha sido una técnica muy valiosa para analizar problemas que involucran incertidumbre y relaciones complejas entre sus variables aleatorias.

Es posible que los valores de las variables aleatorias sean independientes o estén correlacionados y, eventualmente, el desarrollo analítico de la distribución de probabilidad del criterio económico utilizado generalmente no es fácil modelarlo respecto de las situaciones del mundo real. Para estas situaciones es recomendado el enfoque de simulación.

Este hecho es el que hace que las cosas difieran de lo que se supuso en el análisis determinístico, ya que la ocurrencia de eventos es una cuestión aleatoria, es decir, puede depender del azar; por esta razón es recomendable prepararse para las mejores y las peores condiciones, formulando las condiciones más probables que constituirán un escenario optimista, un escenario pesimista y un escenario esperado, ya sea tendencial o normativo.

El escenario optimista se formulará con la determinación de las mejores condiciones que pueden desarrollarse en el negocio o proyecto, o sea, se considerarán los menores egresos y los mayores beneficios, esto bajo mínimas duraciones de las actividades y también con la mayor disposición de recursos económicos (materiales, financieros y humanos); por el contrario, el escenario pesimista se formará determinando la ocurrencia de las peores condiciones de trabajo en el proyecto o negocio, es decir, se supondrá que se alcanzarán las mayores erogaciones y los menores beneficios.

El escenario esperado resulta ser uno intermedio de los dos anteriores obviamente, pero no necesariamente a la mitad de ambos; su generación se logra simulando el acontecimiento de las situaciones más probables que pueden ocurrir en el futuro, por eso mismo es que este escenario también puede ser llamado "escenario más probable". Un método de simulación muy empleado para este fin es el denominado *Monte Carlo*.

El modelo de Monte Carlo, llamado también método de ensayos estadísticos, es una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables mediante la selección aleatoria de

valores, donde la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidad.

El mecanismo a seguir para realizar tales ensayos estadísticos obedece a estos pasos:

1. Seleccionar un conjunto representativo de proyectos ya realizados para tomar de ellos los parámetros que nos interesan simular en la creación del escenario más probable del proyecto que se pretende realizar.
2. Se formarán clases estadísticas con los datos elegidos, estableciendo un intervalo o amplitud que sea conveniente en las mismas; posteriormente se calculará el valor medio en cada clase, la frecuencia con que se presentó cada clase en el conjunto seleccionado, la frecuencia relativa y la frecuencia relativa acumulada, tal como se ejemplifica en la siguiente tabla:

Valor Medio del Estrato de la Variable "X"	Frecuencia	Frecuencia Relativa P(X)	Frecuencia Relativa Acumulada
200	11	0.1058	0.1058
250	27	0.2596	0.3654
300	34	0.3269	0.6923
350	16	0.1538	0.8462
400	9	0.0865	0.9327
450	5	0.0481	0.9808
500	2	0.0192	1.0000
Suma	104	1.0000	

La frecuencia, frecuencia relativa y frecuencia relativa acumulada deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$n = \sum_{i=1}^k f_i$$

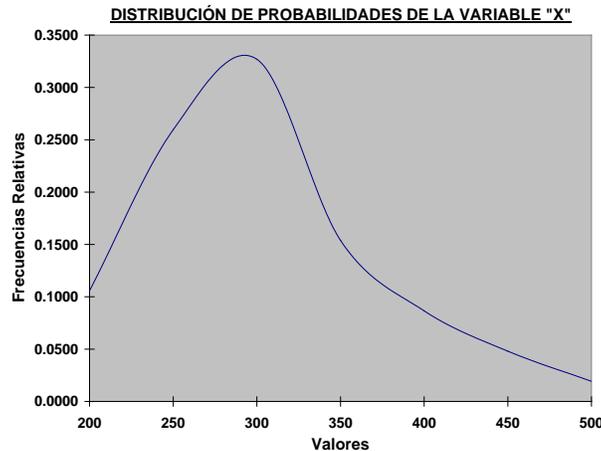
$$fr_i = \frac{f_i}{n}$$

$$fra_i = \sum_{j=1}^i fr_j$$

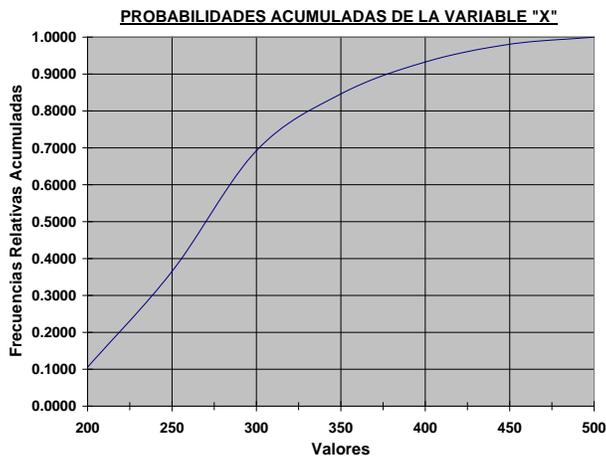
donde "n" es el número de elementos que integra el conjunto en estudio, "f_i" el número de elementos del conjunto en estudio que incurren en el estrato

“ i ”, “ fr_i ” y “ fra_i ” la frecuencia relativa y la frecuencia relativa acumulada que corresponden al estrato “ i ”.

- Con la frecuencia relativa calculada puede conocerse la distribución de probabilidades de los parámetros tratados, la cual se apreciará en una gráfica como la siguiente:



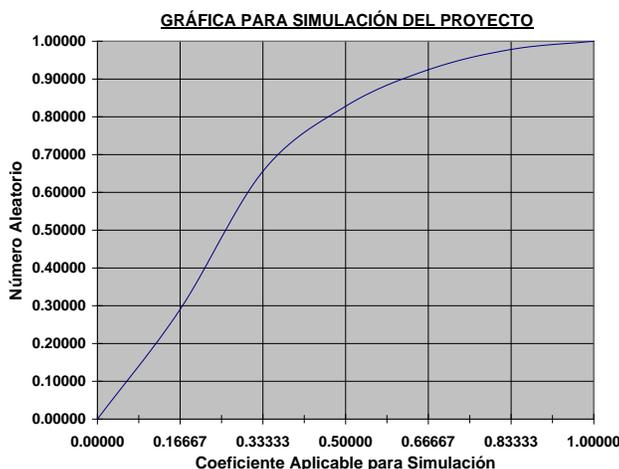
- La distribución de los datos puede estar concentrada alrededor de cualquier abscisa y para que el proceso de simulación la respete será necesario construir la siguiente gráfica con la frecuencia relativa acumulada que se calculó en la tabla anterior del paso 2:



- Como paso inmediato se procederá a “normalizar” el rango empleado en los ejes de las abscisas y de las ordenadas, es decir, a convertir su amplitud de cero a uno con la expresión siguiente:

$$C_j = \frac{V_j - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}$$

donde “V” refiere los valores ubicados en cada eje de la gráfica anterior y “C_i” es cada uno de los valores de los ejes con los que se creará una gráfica “normalizada” como la que se muestra en esta figura:



- Por último, se generará una serie de números aleatorios que sea lo suficientemente grande para que ésta sea considerada representativa del proyecto en cuanto a su comportamiento; dichos números aleatorios se comprenderán entre el cero y la unidad, y serán ubicados en el eje de las ordenadas de esta última gráfica y se obtendrá el coeficiente que les corresponda sobre las abscisas. Con el coeficiente aplicable para la simulación se aplicará la siguiente expresión, con la cual se calcularán los parámetros buscados con la simulación:

$$S_{E_i} = P_{\min} + C_{A_i} (P_{\max} - P_{\min})$$

donde “C_{Ai}” es cada coeficiente corregido por la correlación normalizada que se aplicó para el caso específico de cada número aleatorio de la serie generada, “P” corresponde a los valores de los parámetros que se tomaron como base para efectuar el ordenamiento estadístico con que partió el proceso de simulación y S_{Ei} es cada valor resultado de la aplicación de cada “C_{Ai}”.

Cabe señalar que en caso de no contar con los datos indicados en el primer paso, los números aleatorios pueden ser aplicados directamente en la expresión del último punto.

Existe la posibilidad de que la cantidad de números aleatorios que se generarán sea determinada mediante la aplicación de conceptos de muestreo aleatorio; incluso estos conceptos pueden apoyar para generar varios escenarios que son posibles y tomar de ellos el más representativo para catalogarlo como el más probable de presentarse en la realidad.

Finalmente, es importante mencionar que muchas compañías han reconocido la necesidad de incluir el factor riesgo en los estudios económicos y han destinado recursos al desarrollo de programas donde la técnica de simulación sea aplicada al análisis de sus problemas. No obstante y a pesar de la relativa facilidad de comprender esta técnica, se ha encontrado que muchos ejecutivos y administradores se muestran escépticos en los grandes beneficios que se pueden obtener al utilizarla en la toma de decisiones. Hay dos razones aparentes que explican esta situación. En primer lugar la simulación adolece en menor proporción de la misma desventaja de los modelos probabilísticos, en el sentido de que los ejecutivos no comprenden completamente los aspectos técnicos de la simulación; el otro problema es la inversión requerida en equipo y personal especializado para aplicar esta técnica.

LA VALUACIÓN DE EMPRESAS.

Antes de todo debemos definir que, básicamente, **el valor mercantil de una empresa o entidad mercantil está conformado por el valor mismo de su patrimonio, entendiendo a éste como el conjunto de bienes, derechos y obligaciones sobre los cuales hay propiedad; por lo tanto, su cuantía se calculará con base en la suma del costo neto de reposición de su activo fijo a una fecha determinada y en el valor presente neto, a la misma, de sus flujos de efectivo futuro, o sea, se constituirá mediante la integración del valor presente de las inversiones en activo fijo depreciadas y amortizadas, según corresponda, y del de los beneficios futuros que con él sean generados.** El cálculo y determinación de cada una de estas cantidades se fundamentará en la aplicación secuencial de diversas y variadas técnicas, como lo son las expuestas en este texto.

Así pues, toda valuación de un negocio debe sustentarse, por un lado, en la estrategia del mismo, esté o no bien diseñada e instrumentada. Los elementos más visibles de dicha estrategia son:

- a) La selección de la industria.- Productos y servicios con los que decide competir.
- b) El posicionamiento competitivo.- La identificación de los competidores y la articulación de las ventajas competitivas que posee o se piensan desarrollar.
- c) La estrategia corporativa.- Planificación de los mercados a penetrar o defender con base en la explotación de sinergias, es decir, del aprovechamiento de la fuerza competitiva.

Lo anterior define una capacidad para obtener un rendimiento por su capital invertido, es decir, su potencial de ganancias.

Por el otro lado, la valuación del negocio debe tomar en cuenta el valor del activo fijo, puesto que éste constituye el conjunto de derechos y bienes económicamente explotables en favor de la empresa; esto significa que el potencial de ganancias

depende de contar con los elementos materiales necesarios para fabricar productos y dotar servicios.

Con esto queda de manifiesto que el valor de una empresa tiene una componente “estática” y otra “dinámica”. La estática la conforma el valor de cambio del activo fijo de la empresa y la dinámica la integra el valor de uso de su potencial para generar ganancias en el futuro, lo cual puede escribirse de la siguiente manera:

$$\text{ValorEmpresa} = \text{ValorActivoFijo} + \text{ValorActualGananciasFuturas}$$

$$\text{ValorEmpresa} = \text{CNR}_{\text{ActivoFijo}} + \text{VA}_{\text{GananciasFuturas}}$$

La valuación del activo fijo y del valor actual o del valor presente de las ganancias futuras deberá observar los siguientes principios rectores:

1. **Principio de anticipación:** Establece que el valor presente del objeto de valuación se sustenta en los beneficios futuros que puede retribuir su uso o explotación, así como en los costos y gastos asociados con dicho uso o explotación. Este principio da lugar a la aplicación del enfoque de capitalización o de ingresos.
2. **Principio de crecimiento, equilibrio y declinación:** Asegura que el valor presenta un ciclo temporal (relativo al tiempo) debido a las variaciones de la demanda que es motivada, por ejemplo, por la introducción de elementos novedosos, por los efectos del deterioro físico ordinario, o por la moda de uso, resultando que en una primera etapa la demanda supera a la oferta, posteriormente el mercado se satisface, presentando el punto de equilibrio y, finalmente, la oferta es la que supera a la demanda.
3. **Principio de coherencia:** Refiere que las diversas manifestaciones del valor de un bien guardan una relación lógica entre sí, esto es, que el costo neto de reposición, el valor de uso y el valor de cambio pueden vincularse mediante una función.
4. **Principio de generalidad:** Establece que el valuador debe considerar, a menos que justifique la excepción, la aplicación de los tres principales enfoques de valuación: el físico, el de mercado y el de capitalización, no obstante que identifique a uno de estos como el más adecuado para el valor conclusivo.
5. **Principio de mayor y mejor uso:** Establece que el valor del objeto de valuación debe determinarse con base en su uso más apto, que sea

legalmente viable, técnicamente factible, socialmente justificado y financieramente rentable en condiciones de bajo riesgo, de modo que se establezca el valor más alto del objeto de valuación.

6. **Principio de normalidad:** Señala que los pronósticos de valor obtenidos para un mismo bien en un mismo mercado tienen una distribución estadística “normal”.
7. **Principio de oferta y demanda:** Afirma que la escasez influye en las fuerzas económicas de la oferta y la demanda y que cuando la oferta supera a la demanda existe disminución en el nivel general de los precios de bienes o servicios específicos, mientras que cuando ocurre lo contrario, éste aumenta. Este principio señala la existencia de una relación inversa entre la oferta y el precio, así como de una relación directa entre la demanda y el precio.
8. **Principio de permanencia y cambio:** Establece que hay un lapso durante el cual los valores se mantienen fijos, y aunque existe posterior variación de los mismos por la interacción de la oferta y la demanda, siempre habrá un intervalo durante el cual el precio pronosticado tendrá vigencia.
9. **Principio de probabilidad:** Establece que el análisis y validación de indagaciones de mercado debe realizarse con base en técnicas de muestreo, así como también que el método residual debe efectuarse de acuerdo con condiciones específicas que inducen variación a los flujos de efectivo, situación que establece el estudio de diferentes escenarios y de riesgo.
10. **Principio de equivalencia y proporcionalidad:** Sostiene que dos bienes equivalentes en mercados equivalentes tendrán el mismo valor, también que dos bienes semejantes en mercados semejantes tienen valores semejantes y que la diferencia de éstos es proporcional a las diferencias entre sus características.
11. **Principio de influencia:** Aplicable al caso de los inmuebles, señala que, cuando un inmueble no es compatible con la zona en que se ubica, su valor se influenciará por las condiciones de los inmuebles que lo circundan.
12. **Principio de sustitución:** Establece la posibilidad de que un bien o servicio puede ser reemplazado por otro idéntico o similar en lo que se

refiere a sus capacidades, aspecto, tamaño, forma, amenidades, estado físico, etc.; y en ese sentido, puede fijarse el valor del objeto de valuación a partir de la consulta de los precios de adquisición de aquellos que pueden sustituirlo. Este principio da lugar a la aplicación del enfoque de mercado o comparativo.

13. **Principio de temporalidad:** Reconoce que el valor concluido corresponde con la fecha de la valuación, sin embargo, para fines del propósito de la valuación se reconocerá que esté tendrá vigencia durante un periodo determinado, siempre que no cambien las características físicas y legales del bien, o las condiciones generales del mercado en que se comercialice.
14. **Principio del valor único:** Señala que el valor comercial de un bien, derecho o negocio debe calcularse y establecerse con independencia de los fines para los cuales se requiera o utilice la valuación, observando para tal efecto las disposiciones legales y administrativas emitidas por autoridades competentes en la materia que, en su caso, sean aplicables.

VALUACIÓN DEL ACTIVO FIJO.

El fin de valorar el activo fijo de una empresa es establecer el Costo Neto de Reposición de cada una de las unidades mínimas indivisibles con las que se fabrican productos o se proporcionan servicios para disponerlos en un mercado específico, es decir, se busca determinar el costo que tendría “reponer” un bien específico en términos efectivos, en el estado que se encuentre en un momento determinado.

Tiene el principio de considerar en su aplicación al costo de adquisición en mercados primarios, es decir, al precio (costo de producción más gastos más utilidad) como fuente del valor original de los bienes o derechos; su objetivo, entonces, es determinar la cantidad de dinero que debería erogarse a efecto de reproducir al bien objeto de valuación de forma idéntica o similar incluyendo la utilidad de su productor, pero descontándole, primeramente, los deméritos propios debidos al tiempo en que ha estado en uso, seguidamente, los debidos al estado físico en que se encuentre al momento de la valuación por dicho uso y, finalmente, los debidos a su obsolescencia técnica y/o económica que resulte por la posible aparición de nuevos bienes sustitutos que incorporen adelantos tecnológicos en sí,

o bien, mejoras en su proceso de producción que reditúen ahorros sustanciales y, como consecuencia, redunden en la disminución del costo de fabricación.

El método equipara el concepto de valor con el de precio (para el productor) o costo de adquisición (para el consumidor) y lo llama “costo de reposición nuevo” (C.R.N.), pero únicamente cuando se trata de un bien nuevo, sin uso y de adquisición reciente, pues cuando es el caso de tratar con un bien que no reúne estas características, dicho costo de reposición nuevo es afectado, normalmente reducido, por la aplicación de factores específicos que dan lugar al concepto de “costo neto de reposición” (C.N.R.) y que es derivado de:

1. Los años que ha estado en uso.
2. La vigencia del bien desde el punto de vista de su uso tecnológico, funcional o económico.
3. El grado de conservación o mantenimiento que haya recibido.

Los años que ha estado en uso el bien a valorar se incorporan al método a través del “factor por vida agotada” (F.Va.), el cual considera los años que ha estado en uso el mismo desde su fecha de su adquisición, es decir, su “vida útil consumida” (V.U.C.) y el periodo que en total podría usarse el bien en cuestión, o sea, su “vida útil total” (V.U.T.), ambas bajo los criterios que serán expuestos más adelante, aunque cuando se desconoce la fecha de adquisición, se acude a la experiencia del valuador, quien podría aplicar un factor estimativo fundamentado razonablemente en una inspección visual del bien.

La vigencia tecnológica se expresa a través del “factor por obsolescencia técnica” (F.Ob.), que se determina mediante la observación directa por el valuador atendiendo al modelo del bien y a la vigencia de su uso actual.

El grado de conservación o mantenimiento que haya recibido el bien es reflejado a través del “factor por conservación” (F.Co.), también llamado “factor por mantenimiento” (F.Ma.). Este indicador se establece por el valuador mediante observación directa y atendiendo a su experiencia.

Cabe señalarse que los índices o factores fundamentados en la experiencia de los valuadores suelen asignarse mediante calificaciones expresadas en la escala del uno al diez. Con esto se establece una jerarquía del estado de los bienes, donde corresponde el valor de diez a los bienes nuevos sin usarse, nueve a los bienes nuevos con poco uso y en perfecto estado, disminuyendo hasta el valor de cuatro, que significa “muy mal estado”. Los valores tres, dos, y uno significan que el bien

se encuentra en estado de desecho. Posteriormente, esta calificación se divide entre diez para obtener un valor decimal y poder aplicarla con el principio del “factor por demérito” (F.De.) que será abordado más adelante.

Los mecanismos a emplearse para la determinación del costo neto de reposición del activo fijo son dos y solamente puede seguirse uno de ellos:

1. Forma de la línea recta directo, el cual contempla asignación de valores a cada factor de depreciación o demérito en forma directa, según el bien a valuar, representándose por la expresión:

$$C.N.R. = C.R.N. [(F.Va.) (F.Co.) (F.Ob.)]$$

2. Forma de la línea recta ponderado, el cual contempla asignación de valores a cada factor de depreciación o demérito, al cual previamente se le consideró una importancia determinada según el bien a valuar, caracterizándose por la expresión:

$$C.N.R. = C.R.N. [A(F.Va.) + B(F.Co.) + C(F.Ob.)]$$

donde “A”, “B” y “C” resultan ser las ponderaciones consideradas a criterio por el valuador, dependiendo del activo que se esté tratando.

Cabe resaltar que es mucho más común la aplicación del primer mecanismo que la del segundo, lo cual no tiene una justificación propiamente dicha, aunque lo que parece aceptarse con ello es que existe dependencia entre los conceptos de edad, conservación y obsolescencia de los bienes, pues al afectar al costo de reposición nuevo por el producto de los factores correspondientes se indica esta situación; en cambio, el segundo mecanismo, además de considerar el grado de participación en el costo neto de reposición de cada uno de estos conceptos a través de la ponderación de los factores, establece independencia de los mismos por aplicar el principio de la sumatoria, lo cual, en opinión de algunos, es lo más razonable en virtud de los resultados que se obtienen cuando estos tres factores toman simultáneamente valores diferentes de la unidad.

La aplicación del método del costo neto de reposición podría ser inadecuado bajo ciertas circunstancias de valuación, especialmente cuando se trata de bienes usados o que son destinados a la producción de beneficios económicos o financieros, pero sin duda aporta una primicia para la determinación de la cuantía monetaria que podría alcanzar un bien en mercados primarios, pues es innegable que el concepto del costo de adquisición de un bien corresponde al momento en que este concepto, junto con el de valor y precio, tienen una equivalencia

numérica (el momento del intercambio entre el oferente y el demandante), sin olvidar que la idea de un bien nuevo con la que se está partiendo.

No obstante lo anterior y sin importar que se trate de un bien nuevo o usado, el método establece una cota inferior en lo que al valor del mismo se refiere, pues en términos razonables un bien se intercambiaría por una cantidad no menor a lo que costaría reponerla y se destinaría a la producción si devolviera beneficios cuantificables en cantidad mayor al mencionado costo.

FACTOR POR DEMÉRITO.

El factor por demérito o desmérito (F.De.) será entendido, normalmente, como el producto del factor por vida agotada (F.Va.) por el factor por conservación (F.Co.) y por el factor por obsolescencia técnica (F.Ob.), es decir:

$$F.De. = (F.Va.)(F.Co.)(F.Ob.)$$

Donde:

F.De.:	Factor por demérito.
F.Va.:	Factor por vida agotada.
F.Co.:	Factor por conservación o mantenimiento actual.
F.Ob.:	Factor por obsolescencia funcional, técnica o económica.

Para determinar este factor por demérito se propone seguir cualquiera de los cinco criterios siguientes, de los cuales el primero aplica un esquema de depreciación lineal, y los demás incorporan la idea de afectar el valor letargada o retardadamente:

1. El criterio contable tradicional⁸.
2. El criterio de Ross Heidecke⁹.
3. El criterio HR¹⁰.
4. El criterio de Kuentzle¹¹.
5. El criterio de Ezequiel Siller¹².

⁸ Anexos 1 y 2.

⁹ Anexos 3 y 4.

¹⁰ Anexos 5 y 6.

¹¹ Anexos 7 y 8.

¹² Anexos 9 y 10.

CRITERIO CONTABLE TRADICIONAL.

Este resulta ser un mecanismo clásico de depreciación contable, estableciendo que los bienes pierden gradualmente todo su valor de forma directamente proporcional al tiempo transcurrido desde su adquisición, lo cual se traduce en la siguiente expresión aplicable al caso del factor por vida agotada:

$$F.Va. = 1 - \frac{V.U.C}{V.U.T.}$$

Donde:

- F.Va.: Factor por Vida agotada.
 V.U.C.: Vida Útil Consumida expresada en años.
 V.U.T.: Vida Útil Total también expresada en años.

El valor del factor por conservación será establecido con base en la calificación que el valuador proporcione de acuerdo con su experiencia y mediante la expresión siguiente:

$$F.Co. = \frac{C.}{10}$$

Donde:

- F.Co.: Factor por conservación.
 C.: Calificación estimativa asignada al bien por su estado físico en escala absoluta del cero al diez.

Por lo que toca al factor por obsolescencia, siendo la aplicable al caso de los inmuebles la funcional, éste tomará un valor entre el cero y la unidad y, al igual que el factor por conservación, será también establecido conforme la experiencia y criterio del valuador.

CRITERIO ROSS HEIDECKE.

Este criterio involucra el conocimiento de la edad del bien en cuestión expresada en años y la calificación estimativa dependiente del estado físico del bien o de su estado de conservación; con estos parámetros se podrá determinar fácilmente el factor por demérito (F.De.) adecuado para aplicarlo en la metodología de valuación, según lo siguiente:

$$F.Va. = 1 - \left(\frac{V.U.C.}{V.U.T.} \right)^{1.4}$$

Donde:

F.Va.: Factor por vida agotada.
 V.U.C.: Vida útil consumida.
 V.U.T.: Vida útil total.

El factor por conservación (F.Co.) adoptará el valor que corresponda, según lo señalado en la tabla siguiente:

ESTADO	CALIFICACIÓN	F.Co.
Excelente	10	1
Muy bueno	9	0.92
Bueno	8	0.84
Regular	7	0.78
Malo	6	0.72
Muy Malo	5	0.64
Pésimo	4	0.52
Desecho	3	0.35
Menos que desecho	2	0.11

Valores del factor por conservación (F.Co.) del criterio Ross Heidecke.

Para efectos de una determinación específica de un factor por demérito, lo que respecta al factor por obsolescencia será determinado por criterio del valuador como ya ha sido citado.

CRITERIO HR.

El segundo criterio sugerido ha sido formulado por el autor y denominado como "HR". Del mismo modo que el criterio anterior, se toma en cuenta la edad del bien a valorar y su estado físico mediante la asignación de una calificación estimativa.

El factor por vida agotada se calculará, según el criterio "HR", de la siguiente forma:

$$F.Va. = 1 - (1 - \%V.R.) \left(\frac{V.U.C.}{V.U.T.} \right)^2$$

Donde:

- F.Va.: Factor por vida agotada.
 V.U.C.: Vida útil consumida.
 V.U.T.: Vida útil total.
 %V.R.: Porcentaje del valor de rescate con respecto del precio de adquisición o del costo de reposición nuevo.

El factor por conservación se determinará, bajo el mismo criterio, de la manera siguiente:

$$F.Co. = 1 - \frac{(1 - P.D.N.) [(10 - C.)^2 + (10 - C.)]}{56}$$

Donde:

- F.Co.: Factor por conservación o mantenimiento actual.
 C.: Calificación estimativa asignada al bien por su estado físico en escala absoluta del cero al diez.
 P.D.N.: Porcentaje de desecho nuevo.

El "Porcentaje de Desecho Nuevo" es aquel que se le asigna por experiencia a un bien con características peculiares e hipotéticas de desecho y con vida útil remanente equivalente a la vida útil total, es decir, como si se tratara de un bien nuevo.

Evidentemente es ilógico e infactible tratar con un bien que al mismo tiempo sea nuevo y su estado físico indique que deba ser desechado, a menos que este bien haya sufrido un accidente que lo dañara irremediabilmente, pero esta idea es

inducida simplemente para establecer y determinar un punto de partida al lugar geométrico que sirve como cota porcentual inferior, que limita al valor alcanzado por un bien específico con el paso del tiempo y en estado de desecho.

Al igual que los métodos anteriores, el factor por obsolescencia será determinado por criterio del valuador.

CRITERIO DE KUENTZLE.

El tercero de los criterios mencionados, llamado de Kuentzle, postula la siguiente expresión para determinar el factor por vida agotada:

$$F.Va. = \frac{(C.R.N.)(V.U.T.)^2 - (C.R.N. - V.R.)(V.U.C.)^2}{(C.R.N.)(V.U.T.)^2}$$

Donde:

- F.Va.: Factor por vida agotada.
- C.R.N.: Costo de reposición nuevo del elemento en cuestión.
- V.U.T.: Vida útil total.
- V.R.: Valor de rescate del bien a finalizar su vida útil total
- V.U.C.: Vida útil consumida.

El factor por conservación será establecido por el valuador mediante la expresión siguiente:

$$F.Co. = \frac{C.}{10}$$

Donde:

- F.Co.: Factor por conservación o mantenimiento actual.
- C.: Calificación estimativa asignada al bien por su estado físico en escala absoluta del cero al diez.

El factor por obsolescencia técnica también lo estimará el valuador conforme a su experiencia y criterio.

CRITERIO DE EZEQUIEL SILLER.

Finalmente, el criterio de Ezequiel Siller, que postula la siguiente expresión para determinar el factor por vida agotada:

$$F.Va. = 0.30 + 0.70 \frac{V.U.T. - V.U.C.}{V.U.T.}$$

Donde:

F.Va.: Factor por vida agotada.
 V.U.T.: Vida útil total.
 V.U.C.: Vida útil consumida.

Mientras que el factor por conservación es establecido por el valuador del bien objeto de estudio del siguiente modo:

$$F.Co. = \frac{C.}{10}$$

Donde:

F.Co.: Factor por Conservación o mantenimiento actual.
 C.: Calificación estimativa asignada al bien por su estado físico en escala absoluta del cero al diez.

Igualmente que los otros métodos referidos, el factor por obsolescencia se establecerá según el juicio del valuador.

VIDA ÚTIL TOTAL DE COSTO ANUAL MÍNIMO.

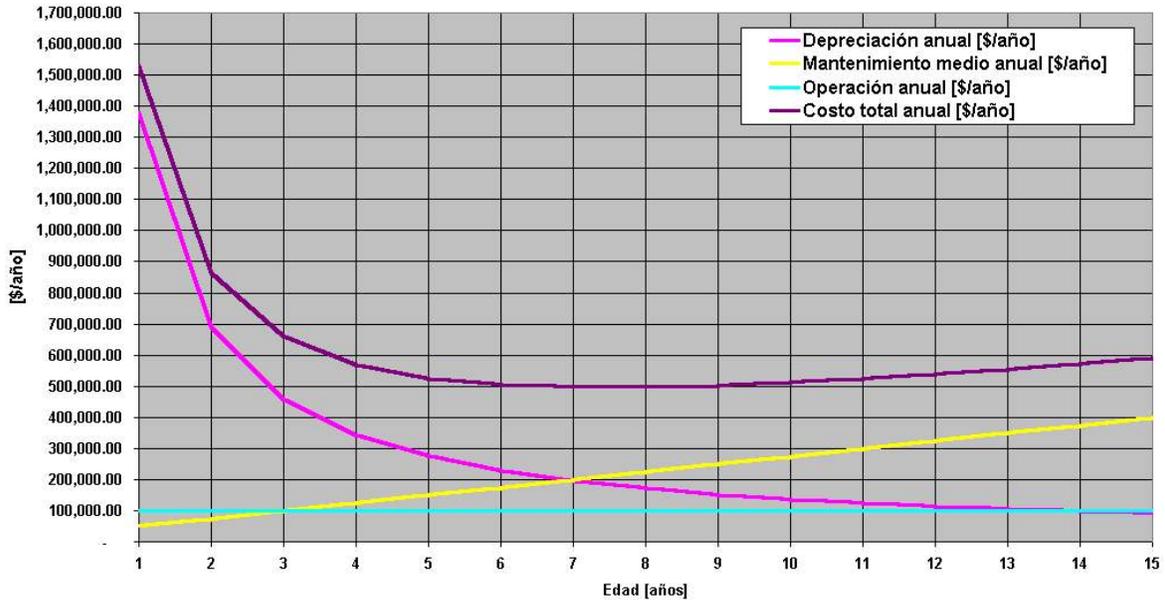
El costo que una entidad incurre por la posesión y operación de un bien mueble puede considerarse integrado por la sumatoria de dos o más componentes que en lo individual se modifican de forma diferente, o sea, que ciertos elementos del costo pueden variar directamente al paso del tiempo que se encuentren en uso, mientras que otros pueden variar inversamente. Esto significa que el costo es una variable que cambia su valor periódicamente.

Sabiendo que el costo total de un bien mueble es función de componentes crecientes o decrecientes relacionadas con la edad del mismo, puede existir un valor determinable para dicho costo que resulte ser mínimo, dando como resultado una consideración óptima en términos de conveniencia económica, la cual se le denominará “vida útil de costo anual mínimo”.

Para calcular la vida útil total de costo anual mínimo se deben considerar las componentes que integran a la variable “costo”, como son, al menos, la inversión inicial para la adquisición del bien mueble, las erogaciones de mantenimiento y las de operación. Como puede observarse en la tabla y en la figura siguientes, la repercusión de la inversión inicial en el costo al paso del tiempo es decreciente, la del mantenimiento es creciente, ya que todos los activos físicos, tales como los equipos de producción, los equipos de transporte y los equipos de comunicación, por ejemplo, experimentan aumentos en los costos de su mantenimiento con la edad, y la de la operación es constante, pues si el mantenimiento es el adecuado, el bien mueble conservará sus capacidades y rendimientos originales.

Precio de adquisición: \$1,380,000.00						
Edad [años]	Depreciación anual [\$/año]	Mantenimiento en cada año [\$]	Acumulación del mantenimiento en cada año [\$]	Mantenimiento medio anual [\$/año]	Operación anual [\$/año]	Costo total anual [\$/año]
1	1,380,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	100,000.00	1,530,000.00
2	690,000.00	100,000.00	150,000.00	75,000.00	100,000.00	865,000.00
3	460,000.00	150,000.00	300,000.00	100,000.00	100,000.00	660,000.00
4	345,000.00	200,000.00	500,000.00	125,000.00	100,000.00	570,000.00
5	276,000.00	250,000.00	750,000.00	150,000.00	100,000.00	526,000.00
6	230,000.00	300,000.00	1,050,000.00	175,000.00	100,000.00	505,000.00
7	197,142.86	350,000.00	1,400,000.00	200,000.00	100,000.00	497,142.86
8	172,500.00	400,000.00	1,800,000.00	225,000.00	100,000.00	497,500.00
9	153,333.33	450,000.00	2,250,000.00	250,000.00	100,000.00	503,333.33
10	138,000.00	500,000.00	2,750,000.00	275,000.00	100,000.00	513,000.00
11	125,454.55	550,000.00	3,300,000.00	300,000.00	100,000.00	525,454.55
12	115,000.00	600,000.00	3,900,000.00	325,000.00	100,000.00	540,000.00
13	106,153.85	650,000.00	4,550,000.00	350,000.00	100,000.00	556,153.85
14	98,571.43	700,000.00	5,250,000.00	375,000.00	100,000.00	573,571.43
15	92,000.00	750,000.00	6,000,000.00	400,000.00	100,000.00	592,000.00

Cálculo del costo con base en la depreciación, mantenimiento y operación de un bien mueble.



Funciones del costo anual por depreciación, mantenimiento y operación de un bien mueble.

A la depreciación del bien mueble, como puede deducirse, le corresponde el siguiente modelo:

$$D = f_1(V.U.) = \frac{P.A.}{V.U.}$$

Donde:

D: Depreciación anual del activo fijo.

P.A.: Precio de adquisición del bien.

V.U.: Vida útil o edad en que el bien permanece en uso.

Por su parte, el mantenimiento medio anual puede ser modelado a través de la siguiente función, análoga a la de la recta:

$$M = f_2(V.U.) = \frac{\left(\frac{\sum m_t}{t} - m_1 \right) (V.U. - 1)}{t - 1} + m_1$$

Donde:

M: Mantenimiento medio anual.

- Σm_t : Acumulación de mantenimiento contabilizado desde que el bien es nuevo y hasta el año “t” de su uso.
- t: Tiempo de uso del bien en el que se tiene determinada la acumulación de mantenimiento.
- m_1 : Mantenimiento proporcionado en el primer año de uso del bien mueble.
- V.U.: Vida útil o edad en que el bien permanece en uso.

A la operación del activo, como fue definido, le corresponderá una función con valor constante, expresada del siguiente modo:

$$O = f_3(V.U.) = cte.$$

Donde:

- O: Erogación anual por concepto de operación.
- Cte.: Valor constante de la erogación.
- V.U.: Vida útil o edad en que el bien permanece en uso.

Finalmente, el costo periódico del bien quedará integrado por la sumatoria de las erogaciones anuales por concepto de depreciación, mantenimiento y operación, es decir:

$$C = D + M + O$$

$$C = f(V.U.) = f_1(V.U.) + f_2(V.U.) + f_3(V.U.)$$

$$C = \frac{P.A.}{V.U.} + \frac{\left(\frac{\sum m_t}{t} - m_1 \right) (V.U. - 1)}{t - 1} + m_1 + cte.$$

Para definir la vida útil de costo anual mínimo se debe acudir al criterio de la primera derivada de la función con respecto de la vida útil del bien e igualada a cero, esto es:

$$C' = f'(V.U.) = \frac{\sum m_t}{t^2 - t} - \frac{m_1}{t - 1} - \frac{P.A.}{V.U.^2} = 0$$

Resolviendo esta última ecuación resulta que:

$$V.U._{c.a.m.} = \left(\frac{P.A}{\frac{\sum m_t}{t^2 - t} - \frac{m_1}{t - 1}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V.U._{c.a.m.}: Vida útil o edad en que el bien puede permanecer en uso manteniendo un costo periódico mínimo.
- P.A.: Precio de adquisición del bien.
- Σm_t : Acumulación de mantenimiento contabilizado desde que el bien es nuevo y hasta el año “t” de su uso.
- t: Tiempo de uso del bien en el que se tiene determinada la acumulación de mantenimiento.
- m_1 : Mantenimiento proporcionado en el primer año de uso del bien mueble.

Para el caso planteado en la tabla anterior, la vida útil con costo anual mínimo que le correspondería al bien en cuestión es:

$$V.U._{c.a.m.} = \left(\frac{1'380,000.00}{\frac{6'000,000.00}{15^2 - 15} - \frac{50,000.00}{15 - 1}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V.U._{c.a.m.} = 7.43 \text{ años}$$

Lo cual significa que, para fines de valuación, habrá que decidir si considerar una vida útil total (V.U.T.) de siete u ocho años, siempre y cuando esto sea posible en términos técnicos.

DATOS E INFORMACIÓN NECESARIOS.

El proceso de valuación del activo fijo, en términos generales, se realizará considerando los siguientes aspectos:

- a) Alcance de la valuación. Define el propósito y las consideraciones técnicas a seguir.

- b) Análisis de la información. Se estudia la información con que cuenta la empresa, tal como facturas de adquisición del activo fijo, estados financieros que reflejen su existencia y los gastos efectuados para mantener el activo en lugar y condiciones de funcionamiento. Esta información incluye los derechos, gastos de importación, fletes, seguros y gastos de instalación. Una mayor cantidad de información permitirá obtener una opinión de valor más apegada a la realidad.
- c) Verificación ocular. Los bienes a valorar se identificarán y examinarán utilizando una metodología previamente establecida.
- d) Procesamiento de datos. Se realiza la valuación con los datos obtenidos en campo, con el propósito de determinar el Valor Neto de Reposición de los bienes.
- e) Informe final. Se integra el informe y el dictamen de la valuación.

Evidentemente existe la necesidad de realizar la inspección del bien que se valorará en compañía de quien solicitó la valuación o de persona alguna que sea de su confianza, de manera que pueda guiar al valuador proporcionándole los elementos informativos suficientes con los cuales sea posible determinar el preciso valor; sin embargo, esto de ninguna forma significa que el valuador dependerá de esta situación para efectuar su trabajo técnico, ya que sus observaciones deberán ser imparciales y sin sesgos, es decir, independientes de los comentarios y afirmaciones que escuche.

Con el fin de evitar que se invierta demasiado tiempo para realizar la inspección del bien, es importante que ésta se realice con personal capacitado para tal efecto, respetando el horario y días que sean establecidos.

El valuador necesitará, según sea el caso, planos, manuales, inventario, facturas, escrituras y bitácoras, e incluso, el nombre de personas responsables, un lugar en el sitio donde se realice la inspección para poder ordenar y analizar la información que servirá de base para la elaboración del dictamen, listados de elementos que integran las unidades mínimas indivisibles y relaciones de los elementos que deberán excluirse de la valuación, ya sea porque no son propiedad o porque se desea hacer una valuación parcial. Esta situación deberá preverse y comunicarse al solicitante de la valuación.

También es importante determinar la cantidad de recursos materiales, humanos y financieros que se aplicarán, así como planear su administración y establecer el

tiempo aproximado que se requerirá para la recopilación de información documental y de campo.

Para la inspección visual el valuador y su personal auxiliar necesitarán, según sea el caso, los siguientes elementos a fin de facilitar y apoyar su labor:

- a) Tabla con sujetapapeles.
- b) Papel blanco y papel milimétrico.
- c) Formatos de levantamiento diseñados para tal fin.
- d) Lápiz y/o portaminas.
- e) Calculadora.
- f) Cinta métrica.
- g) Cámara fotográfica.
- h) Lámpara de mano.
- i) Lupa.
- j) Espejo.
- k) Papel lija.
- l) Trapo o estopa.
- m) Solvente.
- n) Equipo de seguridad y ropa de uso rudo.

Se recomienda realizar la verificación procediendo por edificio, de los niveles superiores hacia los inferiores, iniciando por los accesos de las áreas, recorriéndolas en sentido de las manecillas del reloj y avanzando de los extremos hacia el centro; es decir, habrá que realizar la inspección en “espiral” en cada espacio. Debe evitarse efectuar o revisar listados al azar, sino por categorías, así como evitar iniciar un nuevo listado sin haber terminado el anterior por completo.

Quizá no todos los edificios tendrán una distribución “ideal”, pero habrá que seguir un razonamiento consistentemente lógico, ya que de esta forma cualquier persona podrá revisar la verificación ocular y comprender mejor el dictamen valuatorio, o bien, realizar una valuación recurrente o actualización de valores de una forma coherente con la anteriormente seguida.

En lo sucesivo, se entenderá por “proceso de valuación” al conjunto secuencial de actividades que realiza el profesional de la valuación para obtener la solución de un problema específico en dicha materia, misma que es generada a partir de los conocimientos que éste posee. Para ello tendrá que definir y acotar el problema, recabar, tipificar y clasificar los datos disponibles y, por último, generará e interpretará la información que conduzca a obtener el valor de la cosa en cuestión.

En la elaboración del dictamen (valuación), el valuador debe conservar todos los elementos de información, datos técnicos, económicos y documentos relativos y de apoyo al proceso de valuación durante, por lo menos, cinco años contados a partir de la fecha de referencia de la valuación.

La valuación debe formularse y contener por lo menos cada uno de los siguientes apartados:

- a) Tipo de activos valuados.
- b) Tipo de bienes u otros activos no incluidos en la valuación.
- c) Fecha de la relación de bienes valuados.
- d) Periodo de verificación física.
- e) Periodo de investigación de precios.
- f) cálculo, resumen y certificación de valores.

Los alcances de la valuación deberá realizarse conforme al convenio realizado entre el valuador y la empresa interesada en emplear sus servicios; considerando lo siguiente con la debida pertinencia: *“los bienes incluidos en la presente valuación corresponden a los declarados por la sociedad con la razón o denominación social que se trata como de su propiedad, según relaciones contables proporcionadas a fecha determinada y que la propiedad legal no fue verificada, ni se investigaron gravámenes o reservas de dominio que pudiesen existir sobre dichos bienes”*, así como también que: *“la valuación se practica sin tomar en cuenta ningún descuento especial por parte de los proveedores de materiales, de maquinaria o cualquier otro tipo de bien valuado, así como tampoco el Impuesto al Valor Agregado (IVA)”*.

El tipo de activos valuados y no incluidos en e la valuación serán clasificados según el giro para el cual son empleados; el periodo de verificación física se refiere a la indicación de las fechas en que se llevaron a cabo las visitas para verificar la existencia y características de los bienes; el periodo de investigación de precios debe señalar la investigación de precios o cotizaciones de los bienes a valorar, así como los tipos de cambio empleados, si es el caso.

Si se contara con valuaciones inmediatas anteriores, se señalarán los cambios significativos con respecto a ellos, así como las explicaciones correspondientes; las partes o acciones se podrán agrupar en la descripción del contenido de la valuación a discreción, según las necesidades del valuador, pero sin ignorar las de la empresa, buscando una forma adecuada de integración

El resumen de valores de los bienes valuados mencionará su valor de reposición nuevo, valor neto de reposición, vida útil remanente y depreciación anual para

cada cuenta e indicando si se trata de una valuación inicial o primera o segunda recurrente, de los cuales se hablará posteriormente. Para certificar los valores resultantes, se deberá emitir un documento que contenga, además de lo ya señalado, la fecha de emisión, así como conteniendo la firma y registro de las personas físicas o morales autorizadas por la autoridad reguladora competente en materia de maquinaria y equipo.

El valuador debe practicar la valuación del activo fijo de la empresa de acuerdo con las cuentas o rubros contables que lo integran, como son:

- Para el caso de bienes inmuebles:
 - a) Terrenos.
 - b) Construcciones.
 - i. Edificaciones.
 - ii. Elementos accesorios.
 - iii. Instalaciones especiales.
 - iv. Obras complementarias.
- Para el caso de bienes muebles:
 - a) Muebles y enseres.
 - b) Equipo de cómputo.
 - c) Maquinaria y equipo.
 - d) Herramientas, moldes, dados y troqueles.
 - e) Equipo de transporte.

La información necesaria podrá ser, entre otra:

- I. Inmuebles: fecha y costo de adquisición, copia fotostática de la escritura o documento relativo donde se indiquen medidas y colindancias, así como superficie y nomenclatura catastral vigente, además de planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y especiales, en caso de existir construcciones.
- II. Muebles: fecha y costo de adquisición, indicando si se adquirió nuevo o usado, descripción, marca, modelo, número de serie, capacidad nominal y dimensiones.

Cuando se valúen inmuebles, éstos deben ser valuados en función del uso actual de los mismos y no de acuerdo al uso probable por circunstancias diferentes. El informe se desarrollará bajo los siguientes incisos:

- I. Síntesis o resumen.
- II. Antecedentes y aspectos generales.
- III. Características urbanas generales de la zona.
- IV. Descripción general del inmueble.
- V. Datos específicos del terreno.
- VI. Descripción de los tipos de construcciones.
- VII. Descripción metodológica y consideraciones previas sobre la valuación.
- VIII. Aplicación de los enfoques de valuación.
- IX. Resumen de valores obtenidos.
- X. Consideraciones previas a la conclusión.
- XI. Conclusión de valor.
- XII. Valor referido, en su caso.
- XIII. Reporte fotográfico del inmueble objeto de valuación.
- XIV. Croquis con cotas del inmueble objeto de valuación.

La descripción de los elementos que integran los diferentes tipos de construcciones deberá realizarse de manera breve y concisa, señalando, desde una perspectiva constructiva adecuada, con, al menos, los siguientes puntos pormenorizados:

1. Obra gruesa.
2. Instalaciones hidrosanitarias.
3. Instalaciones eléctricas.
4. Revestimientos y acabados interiores.
5. Carpintería.
6. Herrería, vidriería y cerrajería.
7. Revestimientos y acabados exteriores.
8. Elementos accesorios.
9. Instalaciones especiales.
10. Obras complementarias.

Es importante notar que para fines contables se requerirá señalar separadamente el valor del terreno y el de las construcciones (edificaciones, instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias), por lo que el enfoque más adecuado para la valuación de inmuebles que forman parte del activo fijo de una empresa es el físico; sin embargo, si el valor comercial de un inmueble conformado por terreno y construcciones es caracterizado por su valor de cambio (valor de mercado) o por su valor de uso (valor de capitalización), entonces habrá que asignar como valor de las construcciones la diferencia que exista entre dicho valor de cambio o de uso y el valor de cambio de terreno.

En inmuebles sujetos al régimen de propiedad en condominio, el valor de las construcciones comunes deberá determinarse con base en su valuación en forma separada y detalladamente, para posteriormente agregar al valor de las construcciones privativas la parte correspondiente al porcentaje de indiviso de dichas construcciones comunes. Debe recordarse también que el porcentaje de indiviso aplica sobre el valor del terreno completo.

Si existieran inmuebles agropecuarios en el activo fijo, independientemente de la investigación de mercado, en la que se considerarán las condiciones físicas, tanto del terreno como de las construcciones, se determinará el índice de redituabilidad, tomando en cuenta, según corresponda, el coeficiente de agostadero, o bien, el uso actual, así como un promedio del rendimiento de las tierras dedicadas a las explotaciones típicas de la región que ofrezcan las mismas características de los bienes que se estén valuando, fundamentando los resultados que se obtengan.

Cuando se valúen bienes muebles, los datos que se deben indicar para cada uno de los bienes a valorar deben ser:

- a) Descripción del equipo.
- b) Año de adquisición.
- c) Condición del equipo en el momento de su inspección.
- d) Número de serie.

Los muebles, enseres y equipo de oficina se podrán valorar, ya sea en forma individual, agrupados por fecha de adquisición o fecha estimada, agrupados por oficinas o en forma global formando lotes.

Por equipo de transporte se entiende aquellos vehículos tales como automóviles, camionetas, camiones, tractocamiones y sus remolques, comerciales y vehículos para servicio fuera de carretera, montacargas, cargadores de brazos articulados, patines eléctricos y manuales, equipo para manejo de tambores y otros equipos similares, que presten el servicio de transportar determinada carga, para su almacenaje, su embarque o su traslado dentro de las instalaciones de la compañía. En estos casos los datos que se deben indicar son:

1. Tipo de vehículo.
2. Marca.
3. Modelo.
4. Número de serie.
5. Principales características.
6. Equipo opcional extra en su caso.

7. Si se inspeccionó unidad por unidad o por muestreo, citando los criterios usados en dicho muestreo.

Se indicará si el equipo es nuevo, usado, especial o reconstruido, entendiendo por equipos especiales aquellos que no son de marca y que han sido diseñados y contruidos especialmente para desempeñar una función específica del proceso de la entidad económica, y para la determinación del valor de reposición nuevo de estos equipos deben incluirse partidas como las que a continuación se enumeran:

1. Diseño.
2. Preparación de los planos de trabajo y especificaciones.
3. Manufacturas de las partes.
4. Ensamble y montaje.
5. Periodo de prueba.
6. Ajuste, corrección y aceptación.

Por reconstruidos se entienden aquellos equipos reparados en sus partes principales para prestar la función para la cual fueron diseñados en su origen, o bien, aquellos que fueron reparados para otros fines o funciones, aprovechando ciertas partes originales del equipo en cuestión. El análisis para su valuación es similar al de un equipo especial.

La valuación de bienes tomará en consideración el concepto de “unidad mínima indivisible”, esto es, aquella unidad integrada por todos sus componentes. Se refiere a aquellos aparatos accionados por un determinado mecanismo o transmisión, seguido, en su caso, de otros equipos o instalaciones menores. Tal es el caso del equipo de cómputo en donde se toma el valor conjunto del equipo, en forma indivisible. Lo que nunca debe hacerse, por ejemplo, es considerar el CPU, monitor, teclado y mouse como bienes separados.

No obstante lo anterior, es necesario precisar que, eventualmente, algunos bienes se considerarán integrados por otros que en lo individual son unidades económicamente indivisibles; si se considera un elemento como parte de un bien, su valor, en general, podría ser diferente del valor del mismo elemento si se considera como independiente del bien en cuestión. La valuación de un elemento de una propiedad, considerado sólo e ignorando su relación con el resto, se conoce como “valuación parcial”, de la cual existen usos legítimos, como es el caso de la valuación de edificios para contratar un seguro, en la cual se descuenta el valor de la cimentación, pero la buena práctica de la valuación requiere que una valuación parcial se identifique como tal y que las limitaciones de uso de la valuación por parte de la empresa ó de terceras personas queden claramente establecidas.

Los costos de la ingeniería relacionada directamente con estos equipos, instalaciones civiles, mecánicas, eléctricas, bombas, válvulas, tuberías, instrumentos, etc., se incluyen también en el valor específico, ya que contribuyen a la capacidad productiva de los bienes.

En el caso de líneas integradas por varios equipos o unidades mínimas indivisibles, se debe analizar la conveniencia de efectuar el estudio de valuación para cada uno de ellos, pero al final, se indicará un valor total para cada línea.

Aquellos bienes o equipos, instalados o no, que durante su inspección física se observe que no han estado en operación durante un tiempo considerable por descompostura o maltrato, no se toman en cuenta para su valuación, aunque puedan existir algunos equipos “chatarra”, dañados, abandonados o que se utilizan como fuente de refacciones para otros equipos, en cuyo caso su valor de uso es comparable al de desperdicio.

Existen casos de bienes que se encuentran en desuso desde hace mucho tiempo, periodo en el cual su aplicación es nula y, como consecuencia de ello, estos bienes se convierten en obsoletos y “viejos”; sin embargo, algunos de ellos, debido a sus características físicas, buena conservación, y por la época en que fueron fabricados, pueden ser valorados como bienes “antiguos” al paso de los años. Será entonces cuando la metodología para valuarlos obedecerá a los usos y costumbres de mercados especializados en “antigüedades”, donde actúan los elementos conocidos como oferta y demanda.

Los bienes especiales, como son el acervo artístico, el acervo bibliográfico, la propiedad intelectual y las colecciones científicas, se valúan, en algunos casos, como elementos independientes, y en otros como un grupo homogéneo al que le corresponderá un valor integral o de lote.

Un último concepto que debe exponerse es el de “valuación recurrente”. Se entenderá por valuación recurrente, aquel que se practica como una actualización de la valuación inicial, y que sólo procede en aquellos casos en que el valuador cuente con una valuación inicial con antigüedad no mayor a 2 años. En el tercer año debe practicarse una nueva valuación inicial. Debe ser practicado por el mismo valuador que realizó la última valuación inicial; en caso contrario, debe practicarse nuevamente una valuación inicial.

Al practicar la valuación recurrente, se debe confrontar la información contenida en la valuación anterior, inspeccionando físicamente los activos de la siguiente manera:

- En el número de activos que constituyen el 80% del valor total del valor de reposición nuevo.
- En aquellos casos que hayan sufrido un deterioro, mejora o por cualquier circunstancia que pudiese haber modificado substancialmente su valor neto de reposición.

En este tipo de valuación, deben registrarse las adiciones, es decir, todos los bienes que se incorporen al activo fijo de la entidad económica en fecha posterior a la de referencia de valores que se consideraron en la valuación anterior; así como también las bajas, o sea, los activos que hayan sido desincorporados de la entidad económica.

El criterio para actualizar los valores es básicamente por cotizaciones o precios estimados de bienes iguales o equivalentes, debiendo siempre revisar las valuaciones tanto recurrentes como iniciales en cuanto al seguimiento de los lineamientos indicados en el convenio entre el valuador y la entidad económica, en cuanto a la razonabilidad de las cifras de la valuación practicada y en cuanto al registro de todos los bienes de activo fijo sujetos a valuación, según fecha de referencia de valores.

VALUACIÓN DE LAS GANANCIAS FUTURAS.

DATOS E INFORMACIÓN NECESARIOS.

El primer paso que debe realizarse dentro del proceso de valuación de la empresa consiste en integrar un expediente que contenga los aspectos de tipo cualitativo y cuantitativo que permitan establecer un diagnóstico y una visión de los aspectos endógenos y exógenos sustantivos del negocio por valorar, es decir, identificar las situaciones históricas relevantes y las prospectivas más probables. Los puntos que debe cubrir el mencionado expediente son los siguientes:

- Para el caso de los aspectos endógenos:

- a) Plan de negocios.
- b) Estados financieros auditados.
- Para el caso de los aspectos exógenos:
 - a) Documentos que contengan información pública en relación con la industria a la que corresponde la empresa por valorar.
 - b) Publicaciones de cámaras de los sectores industriales a los que pertenece la compañía, así como también de instituciones de carácter público y privado.
 - c) Periódicos y revistas especializadas en el sector que se trate.
 - d) Portales de internet que permitan acceder a páginas electrónicas de empresas similares en las que se difundan aspectos de la competencia.

De lo anterior puede entenderse que se debe contar con fuentes endógenas y exógenas; el alcance de los datos e información que contengan las primeras dependerá si el carácter de la valuación es interno o externo, mientras que para las segundas dependerá de los conocimientos y pericia que posean los expertos y profesionales de la valuación.

Al señalar las fuentes endógenas y decir que el carácter interno o externo de la valuación influye en éstas, nos referimos a que, cuando los interesados en la valuación son los accionistas o directivos de la empresa, se podrá contar con prácticamente la totalidad de las fuentes, considerando que esto tendrá el valor agregado de conocer el pasado, presente y los planes de negocio a futuro de la compañía (carácter interno); en cambio, cuando los interesados son personas diferentes de estas, incluso ajenas a la compañía (carácter externo), se deberá tener escepticismo en cuanto a la veracidad de los datos e información que contengan las fuentes, pues aún cuando las intenciones sean buenas, se puede estar en presencia de vicios de subjetividad y sentimientos de pertinencia.

En casi todos los casos será importante llevar a cabo una entrevista con los principales funcionarios encargados de la administración y de la operación del negocio, procurando obtener las generalidades y pormenores del plan de negocio

que fue enlistado, teniendo como base la preparación de un cuestionario que permita establecer y verificar:

1. Descripción general de la empresa.- Identificar el origen del negocio, su pasado reciente, su presente y perspectivas futuras de manera general, así como cuestiones de opinión de sus directivos.
2. Estructura legal y organizacional.- Determinar las principales condiciones del contrato social, quienes son sus accionistas, la constitución del capital social, identidad de los administradores, directores, gerentes, comisarios, apoderados y demás personas que integran comisiones o comités; así como también el organigrama administrativo y operacional de la empresa.
3. Situación financiera y fiscal de la empresa.- Destacar los propósitos y objetivos de la realización de la valuación del negocio y su impacto hacia su estructura, así como ante terceros y el fisco.
4. Tendencias del sector o industria en la que participa.- Indagar sobre los factores económicos, financieros, políticos, sociales y productivos que son inherentes a la empresa; sus datos de crecimiento o decadencia, consulta de la rentabilidad de otras compañías similares, existencia de regulaciones específicas, así como expectativas de corto y mediano plazos.
5. Estudio de mercado.- Buscar la existencia de análisis de oferta y demanda de los productos fabricados o de los servicios dotados por la empresa, de modo que pueda establecerse la evolución histórica y proyectada del requerimiento de los nichos de mercados que se buscan satisfacer, así como también su tamaño, incluyendo estadísticas que permitan conocer características y preferencias de los mismos, por un lado, así como también los vínculos existentes con los costos de los insumos y recursos con los precios de los bienes y servicios ofertados.
6. Estudio de productos.- Ubicar la evolución y estacionalidad de los bienes y servicios, su dependencia de las modas, existencia de productos sustitutos, publicidad y propaganda, medios de distribución, etc.
7. Proceso productivo y capacidad instalada.- Describir la manera como se transforman los insumos y recursos para producir bienes y servicios de consumo, enfatizando las cantidades requeridas de unos para generar las cantidades de los otros, así como también, de ser posible, referir los tiempos y movimientos con las ubicaciones específicas de los espacios de

fabricación donde se llevan a cabo las transformaciones de tipo físico, químico o biológico.

8. Principales competidores.- Habrá de enlistarse enunciativa, pero no limitativamente, la cantidad de empresas que han penetrado los mercados en los que actúa el negocio en cuestión, y también aquellas que se tenga conocimiento que lo están intentado, tanto a nivel nacional como internacional.
9. Principales proveedores y clientes.- Ubicar las entidades que pueden suministrar al negocio los insumos y recursos objeto de transformación, así como aquellas que adquieren, o están interesadas en adquirir, los bienes o servicios producidos por el mismo.
10. Ventajas y desventajas competitivas.- Presentar la mayor cantidad de datos con la mejor calidad descriptiva en relación con los aspectos beneficiosos y perjudiciales de la empresa, desde el punto de vista endógeno y exógeno, en los temas legal, económico, financiero, político y social, creando una perspectiva "DAFO" que observe la escasez o abundancia de éstos, a saber:
 - a) Debilidades.- Señalan las carencias y aspectos deficientes del negocio.
 - b) Amenazas.- Indican los factores que tienden a dañar elementos específicos de la empresa y que constituyen riesgos.
 - c) Fortalezas.- Mencionan las abundancias y aspectos robustos más importantes de la organización.
 - d) Oportunidades.- Apuntan cuáles circunstancias podrán beneficiar o robustecer la integralidad del sistema.
11. Planes y programas futuros.- Obtener las políticas que orientarán los valores, actitudes y lineamientos para definir cómo se harán las cosas en el negocio, sin olvidar la situación futura que espera alcanzarse o que requiere presentarse, tanto en un sentido tendencial como en uno normativo, es decir, tomando en consideración la continuidad de los procedimientos actuales, por una parte y, por otra, el escenario que se considera viable y posible de alcanzar en el futuro, siempre y cuando se lleven a cabo determinadas acciones propuestas bajo un esquema calendarizado de objetivos, metas, estrategias, tácticas y prioridades.

12. Compromisos de tipo legal, financiero y fiscal.- Referir la existencia de convenios o contratos adquiridos con terceros en relación con utilización de patentes, pago de regalías, activos otorgados en garantía por créditos hipotecarios o prendarios, seguros, pasivos, impuestos, etc.

Por lo que a los estados financieros respecta, es importante que estos sean los auditados, correspondientes a, al menos, los últimos 3 ejercicios completos, procurando su división en trimestres, aunque lo deseable es tratar con 5 o más ejercicios contables y fiscales, también divididos en los mismos periodos. Los estados financieros dictaminados de cada ejercicio estarán integrados por:

- a) Dictamen.
- b) Estado de posición o situación financiera o balance general, estado de resultados o de pérdidas y ganancias, estado de cambios en la situación financiera o de origen y aplicación de recursos, y estado de cambios en la inversión de los propietarios, socios o accionistas.
- c) Notas a cada uno de los estados nombrados en el inciso anterior.

Conforme a los principios y mecánicas contables ya expuestas, será necesario examinar el contenido de las cuentas de mayor y subcuentas presentadas en cada uno de los estados financieros y, con base en un análisis estadístico que resalte una medida de tendencia central y una de dispersión de cada una de ellas, se harán las proyecciones pertinentes que permitan establecer las condiciones de los escenarios optimista, pesimista, tendencial y normativo como ya ha sido mencionado en puntos anteriores del texto.

PROYECCIONES PARA VALUACIÓN.

A partir de este momento, cada una de las cuentas contables se convertirán, para fines de valuación, en variables aleatorias, es decir, en aquellas que podrán caracterizarse por una medida de tendencia central y otra de dispersión, establecidas con base en el análisis del comportamiento que reflejen en los estados financieros analizados, de manera que los datos históricos se dejarán ahora atrás y se concentrará la atención en la proyección del futuro a partir del presente; esto se refiere a la generación prospectiva de las perspectivas optimista, pesimista, tendencial y normativa.

Las prospectivas mencionadas se formarán a partir de los valores asignados a cada una de las variables, pero habrá que crear modelos que sigan la estructura e interdependencias contables, económicas o financieras entre cada una de ellas, lo cual significa que se establecerá el Flujo de Efectivo Neto (FEN) para valuación a partir de la proyección del estado de pérdidas y ganancias (estado de resultados), primeramente, seguido del cálculo del estado de orígenes y destino de recursos o de fuentes y aplicaciones (estado de cambios de situación financiera) y, posteriormente, ajustando el balance general (estado de posición financiera), pero sin olvidar la interacción que debe existir entre las cuentas contables integrantes de estos tres estados financieros y los efectos consecuentes de las políticas de revaloración, venta y sustitución de activos fijos, de consecución y amortización de créditos hipotecarios y prendarios (pasivos) con el pago de los respectivos intereses que conforman los costos financieros, así como también de los intereses conseguidos como productos financieros e, incluso, la realización de nuevas aportaciones de capital en caso de ser necesarios para la operación de la empresa. En otras palabras, se emulará la administración y operación del negocio a partir de los valores proyectados de las cuentas contables que constituirán la simulación de los escenarios optimista, pesimista, tendencial y normativo.

No obstante lo anterior, en la práctica es común encontrar valuaciones de empresas donde se proyecta directamente el Flujo de Efectivo Neto (FEN), omitiendo hacer lo mismo con los estados financieros, lo que no permite, con certeza, analizar los cambios en el capital de trabajo, en la estructura financiera, en las inversiones en activos fijos, vislumbra las posibles aportaciones de capital necesarios en caso de crecimiento del negocio, además que se pierde de vista la interrelación o independencia de los rubros que integran los mencionados estados financieros.

De ello es que se recomienda siempre iniciar con la construcción de un modelo de simulación financiera calculado a partir del estudio estadístico de los estados financieros históricos para contar con una base adecuada con la cual se obtengan los Flujos de Efectivo Neto (FEN) adecuados que distingan a cada uno de los escenarios que deben tratarse.

Los escenarios, bajo el contexto contable y financiero, tienen una acepción amplia y son la herramienta indispensable para realizar una valuación adecuadamente razonable. En cada uno de ellos será necesario establecer la cantidad de periodos que serán proyectados, tomando en consideración las características de los productos y procesos de producción, tiempo de maduración de los proyectos, ciclos económicos, entre otros factores. Suele asignarse a negocios de corto plazo de 5 a 10 periodos, a los de mediano de 12 a 18 y de 20 a 30 a los de largo plazo. Es importante destacar que el periodo de proyección deberá ser tal que permita que

los resultados de la compañía sean estables, fundamentalmente en cuanto al margen de utilidad.

Básicamente las cuentas contables tienen un carácter deudor o acreedor, como en el punto correspondiente ya fue tratado, lo que financieramente significa que cada una de ellas refleja un ingreso o un egreso, sea éste último un costo o un gasto y, en ese sentido, en aquellas cuentas que aporten beneficios y causen erogaciones habrá que considerar los siguientes aspectos específicos:

- I. Ajuste.- que se refiere a situaciones fortuitas o de fuerza mayor, o sea, cuestiones aleatorias u obligadas, que pueden ser favorables en cuanto al aumento de los ingresos o reducción de los costos y gastos, como pueden ser: contratos especiales, alianzas estratégicas, economías de escala y, en general, cualquier situación que conlleve incremento de la demanda o del precio de venta, o reducción de la oferta o del costo de venta; y también desfavorables, causando lo contrario, o sea, reducción de los ingresos o aumento de los costos y gastos como son: huelgas, siniestros, prohibiciones de exportación, existencia de mayor regulación y, en general, cualquier aspecto del que se desprenda una reducción de la demanda o del precio de venta, o incremento de la oferta o del costo de venta.
- II. Cambio.- que se refiere a innovaciones o modificaciones en los productos, ya sea en presentación o diseño, o bien, en la manera en que se prestan los servicios, diversificación de mercados, métodos de venta, mayor alcance en campañas publicitarias, desarrollo tecnológico, entre otros aspectos orientados a mejorar los ingresos y disminuir los costos y gastos, bajo el supuesto que el negocio seguirá en marcha.
- III. Crecimiento.- que se refiere, por una parte, al desarrollo o expansión del sector industrial al que pertenece el negocio y, por la otra, al mejoramiento de la administración o de los medios productivos que conduzcan al incremento de las ventas y a la reducción de los costos y gastos.

CREACIÓN DE ESCENARIOS.

Antes de describir las generalidades financieras y económicas con que se formarán los escenarios por analizar, es importante hacer notar que éstos deben proyectarse con **unidades monetarias constantes** en relación con la fecha en que se realice la valuación, para que todas posean el mismo poder adquisitivo y,

en consecuencia, sean comparables entre sí; esto quiere decir que cada una de las unidades monetarias proyectadas podrá adquirir, en el presente, la misma cantidad de bienes y/o servicios que el resto de ellas, tiempo en el cual se realiza la valoración de la empresa. Tomando esto en consideración, es importante destacar también que los registros contables de la sociedad deberán referirse al mismo momento, por lo tanto, las cantidades históricas que se examinen deberán ser objeto de actualización mediante la sistemática aplicación de las relaciones existentes entre los Índices Nacionales de Precios al Consumidor (INPC) correspondientes, antes de ser estudiadas estadísticamente para conformar la base de la proyección respectiva.

Una vez que las cantidades asentadas en los estados financieros de la empresa hayan sido debidamente actualizadas conformando unidades monetarias constantes del presente, se calcularán los estadísticos de tendencia central y de variación de cada cuenta contable, realizando las proyecciones de los periodos incluidos en el horizonte de planeación del siguiente modo:

- a) Escenario optimista: Se constituirá con los mayores ingresos y los menores costos y gastos, establecidos con base en una medida de tendencia central característica y una medida de dispersión, como pueden ser el valor medio y la desviación estándar, de manera que:

$$B_j = \mu_B + \sigma_B$$

$$C_j = \mu_C - \sigma_C$$

En términos económicos, se supondrán tasas de crecimiento real sobre los ingresos equivalentes, al menos, a las del crecimiento de la economía del país que se trate, pero las de los costos y gastos se mantendrán con crecimiento nulo.

- b) Escenario pesimista: Se proyectará de manera opuesta al optimista, es decir, suponiendo la existencia de los menores ingresos y los mayores costos y gastos, basados igualmente en los estadísticos calculados de la forma siguiente:

$$B_j = \mu_B - \sigma_B$$

$$C_j = \mu_C + \sigma_C$$

Se considerarán tasas de crecimiento nulo tanto en las cuentas de ingreso como en las de costos y gastos.

- c) Escenario tendencial: En este escenario, además de los estadísticos ya calculados para los ingresos, costos y gastos, habrá que calcular la media de la tasa de crecimiento histórica para cada uno de ellos, conjugándose todo ello en las siguientes expresiones:

$$B_j = \mu_B(1+t_B)^j \left[1 + v_B \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi j}{T_B} \right) \right]$$

$$C_j = \mu_C(1+t_C)^j \left[1 + v_C \cos \left(\frac{2\pi j}{T_C} \right) \right]$$

- d) Escenario normativo: Para este caso habremos de considerar qué cuentas contables dependen de otras, normalmente, son las cuentas de costos y gastos las que se encuentran en función de ingresos específicos. Por ejemplo, si se asume que las ventas esperadas pueden sujetarse a cambios en función de un determinado coeficiente de variación, es decir, “oscilaciones” en torno a un valor medio, es posible establecer dos situaciones basadas en las siguientes fórmulas:

- Para ingresos, costos y gastos independientes entre sí:

$$B_j = B_{\max} (1+t_B)^j \left[1 - \frac{1 - \frac{\mu_B}{B_{\max}}}{100 \frac{j}{n} + 1} + v_B \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi j}{T_B} \right) \right]$$

$$C_j = (1+t_C)^j \left[C_{\min} + \frac{\left[\left(\frac{n-j}{n} \right) (\mu_C - C_{\min}) \right]^2}{\mu_C - C_{\min}} + v_C \cos \left(\frac{2\pi j}{T_C} \right) \right]$$

- Para costos y gastos dependientes de los ingresos:

$$C_j = \frac{C_{\min}}{B_j} + \frac{\left[\left(\frac{n-j}{n} \right) \left(\frac{\mu_C - C_{\min}}{B_j} \right) \right]^2}{\frac{\mu_C - C_{\min}}{B_j}}$$

Al igual que el caso del escenario optimista, se supondrán tasas de crecimiento real sobre los ingresos equivalentes, al menos, a las del crecimiento de la economía del país que se trate, pero las de los costos y gastos se mantendrán con crecimiento nulo, aunque eventualmente podría considerarse una tasa de crecimiento menor para estos casos.

La nomenclatura empleada en las expresiones anotadas anteriormente es la siguiente:

- B_j : Cantidad de ingresos en el j-ésimo año de estudio.
- B_{\max} : Ingresos máximos esperados según estudio de mercado.
- v_B : Coeficiente de variación de los ingresos esperados.
- t_B : Tasa media esperada de crecimiento anual de los ingresos.
- T_B : Periodo de estacionalidad de los ingresos, el cual corresponde al tiempo en que se presentarán dos máximos proyectados consecutivamente, también conocido como “periodo de retorno de los ingresos máximos”.
- C_j : Cantidad de costos o gastos en el j-ésimo año de estudio.
- C_{\min} : Costos o gastos mínimos esperados según estudio de producción.
- v_C : Coeficiente de variación de los costos o gastos esperados.
- t_C : Tasa media esperada de crecimiento anual de los costos o gastos.
- T_C : Periodo de estacionalidad de los costos o gastos o “periodo de retorno de los costos mínimos”, tiempo en que ocurrirán dos mínimos proyectados consecutivamente.
- j : Tiempo en que se determina el monto de los ingresos, costos o gastos.
- n : Horizonte de estudio del proyecto expresado en unidades de tiempo.
- sen: Función trigonométrica seno operada con base en radianes.
- cos: Función trigonométrica coseno operada con base en radianes.
- π : Valor de 3.1415926535897932384626433832795.

Es importante decir que con los posibles comportamientos de los ingresos y egresos se podrán crear tantos escenarios como combinaciones puedan articularse y, a cada uno de éstas le corresponderá un determinado valor bajo las condiciones o premisas que definen al escenario correspondiente, esto es, el comportamiento que se suponga por cada variable aleatoria conformará un escenario distinto de los demás, aunque ello no necesariamente signifique que se

obtendrá un valor diametralmente diferente del resto de los escenarios que se formen.

La gama de posibles valores que puede lograr un negocio quedará conformada con cada valor que se calcule por cada uno de los escenarios que sean formados, siendo el caso que los extremos de esta gama estarán definidos por los escenarios optimista y pesimista. Evidentemente el escenario optimista proveerá el mejor valor de la entidad y el pesimista el peor; sin embargo, la probabilidad de ocurrencia de ambos casos, que constituyen los extremos de la “gama de valores” del negocio, será la más baja de todos y, con el orden de ideas planteado, se hace necesario encontrar, no sólo un escenario posible, sino también que sea muy probable en concordancia con el principio de probabilidad y el de normalidad.

Obviamente, aunque el escenario más probable es intermedio del optimista y el pesimista, no necesariamente se encontrará en el punto medio de la mencionada gama de valores, como ya ha sido señalado; esto sería una afirmación temeraria en el sentido de concordar el valor del negocio en estudio con las condiciones o premisas que sean las más adecuadas en términos de su ocurrencia en la realidad, situación que resulta lógica aceptando que la ocurrencia de la combinación de los mayores ingresos y de los menores egresos, o viceversa, aunque es posible, también es improbable.

Dentro de la construcción de la mencionada “gama de valores” del negocio, resultan notorias e importantes las definiciones del “escenario tendencial”, integrado, como ya se dijo, con las medidas de tendencia central y de dispersión de cada una de las variables aleatorias representativas de los ingresos y egresos, ya sean de mayor o de detalle, además de incluirse la tasa media de crecimiento o reducción periódica que hayan presentado; y del “escenario normativo”, que se conforma bajo la suposición de existencia conjunta de políticas “de calidad” y de experiencias “de aprendizaje”, por ejemplo, lo cual es consistente y coherente con la consideración de los modelos matemáticos de proyección que ya fueron expuestos.

EVALUACIÓN DE "HERMOVÍA" Y VALUACIÓN DE LA EMPRESA CONCESIONARIA.

OBJETIVO DEL PROYECTO.

El sistema de transporte público urbano de pasajeros que se pretende evaluar busca transportar a los hermosillenses con seguridad, confort y puntualidad a sus hogares y sitios de trabajo, no sólo con eficacia, sino también con eficiencia.

PROBLEMÁTICA PARTICULAR.

Hermosillo es una ciudad en desarrollo con amplio potencial para promover actividades de carácter industrial y comercial. Es la 16ta. ciudad más grande del país y cuenta con poco más de 715,000 habs., mismos que se transportan en autobuses colectivos y taxis del transporte público, así como también en automóviles y motocicletas particulares; sin embargo la ciudad ha sido rebasada en sus circuitos viales y están colapsadas las rutas de transporte, existiendo inconformidad general con el sistema de transporte público por parte de quienes merecen ser transportados, al menos, con eficacia. El rezago en el desarrollo y la modernización de sistemas de transporte alternativos afectan no sólo la salud de la población, sino también la productividad, la imagen urbana, la competitividad de la ciudad y, en general, nuestra calidad de vida.

Si no revertimos la tendencia actual, en que el transporte privado es el eje toral de la movilidad de las personas, pronto la ciudad colapsará económica, ambiental y, por supuesto, socialmente.

Una de las principales inconformidades, no sólo de los usuarios del servicio de transporte público, sino de la sociedad hermosillense en su conjunto, es la actitud

asumida por los concesionarios, el reto abierto a la actual administración estatal, situación ante la cual el Gobierno de Sonora ha decidido omitir cualquier acción jurídica contra los concesionarios.

Hay que señalar al margen que, la falta de transparencia en las operaciones de la empresa operadora actual ha causado que diversos concesionarios de la misma quieran conformar una nueva empresa y generar competencia a la ya existente, pues se considera en ella situaciones monopólicas en su concesión.

PROBLEMÁTICA DE FUNCIONALIDAD.

Bajo esta perspectiva de la problemática pueden observarse los siguientes aspectos en el sistema actual de carácter operativo:

- Incumplimiento de los horarios establecidos de servicio en todas las líneas.
- Camiones en malas condiciones mecánicas por falta de mantenimiento.
- Autobuses con cabinas sucias.
- Unidades fuera de vida útil aún en circulación.
- Espera excesiva de los usuarios para abordar algún autobús de la ruta requerida.
- Identificación confusa de la línea por no distinguirse por colores u otro medio.
- Líneas empalmadas en varios tramos de sus rutas y redundancia en su recorrido.
- Paradas y horarios de paso por ésta sin definir.
- Los operadores no levantan pasaje en varias paradas.

PROBLEMÁTICA LEGAL.

Desde el punto de vista jurídico se tiene:

- Imprecisiones en la Ley.
- Falta de un reglamento y una Dirección Municipal para administrar y controlar el servicio.
- Conflictos con los concesionarios actuales del transporte público en relación con la calidad del servicio que deben proporcionar.

VISIÓN DE PROYECTO.

Es necesario iniciar acciones orientadas hacia la solución del problema del transporte público urbano de esta ciudad, pues es un ingrediente fundamental de la solución de la vialidad de la misma, es decir, las acciones que se emprendan no sólo resolverán el problema del transporte de personas dentro de la ciudad, sino también el de la circulación del resto de los vehículos por las calles, avenidas y boulevares de Hermosillo, así como el de la infraestructura necesaria para trasladar a los ciudadanos acordemente con el objetivo planteado: "transportar a los hermosillenses con seguridad, confort y puntualidad a sus hogares y sitios de trabajo, no sólo con eficacia, sino también con eficiencia". Hermosillo no puede esperar más para disponerse dentro del contexto de las ciudades modernas y progresistas del país.

Se requiere contar con un sistema de transporte que mejore la cobertura y apoye el funcionamiento del actual, que logre integrar el transporte público en un amplio sistema que impida la formación de un oligopolio de operación en la ciudad, de modo que sea posible transportar a los hermosillenses con seguridad, confort y puntualidad a sus hogares y sitios de trabajo, no sólo con eficacia, sino también con eficiencia.

VISIÓN FUNCIONAL.

Ésta debe incluir aspectos tales como:

- Acceso a sitios autorizados a lo largo de las turas para que los usuarios pueden ascender o descender de las unidades con seguridad y comodidad (terminales y estaciones), incluyendo instalaciones adecuadas para que puedan abordar o desbordar personas discapacitadas y adultos mayores.
- Contar con dispositivos de información al viajero para que visualice las rutas en un mapa general, además de los de la zona en que se encuentra.
- Configurar las líneas actuales como un sistema de alimentación interbarrial o intercolonial y articular un conjunto nuevo de rutas troncales con unidades aptas para ese tipo de servicio.

- Disponer medios de prepago y de pago en efectivo para abordar las unidades.

VISIÓN LEGAL.

Jurídicamente hablando se debe:

- Iniciar una Dirección Municipal de Transporte Público que, entre sus funciones sea la de vigilar y aplicar la ley para que se cumplan con las condiciones suficientes de seguridad e higiene para los usuarios, además de también vigilar y aplicar la ley para que las unidades estén en óptimas condiciones.
- Formular un Plan Maestro del Transporte Público para la Ciudad de Hermosillo.
- Fijar condiciones claras y precisas que normen la operación de las concesiones en materia de transporte público de pasajeros.

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO.

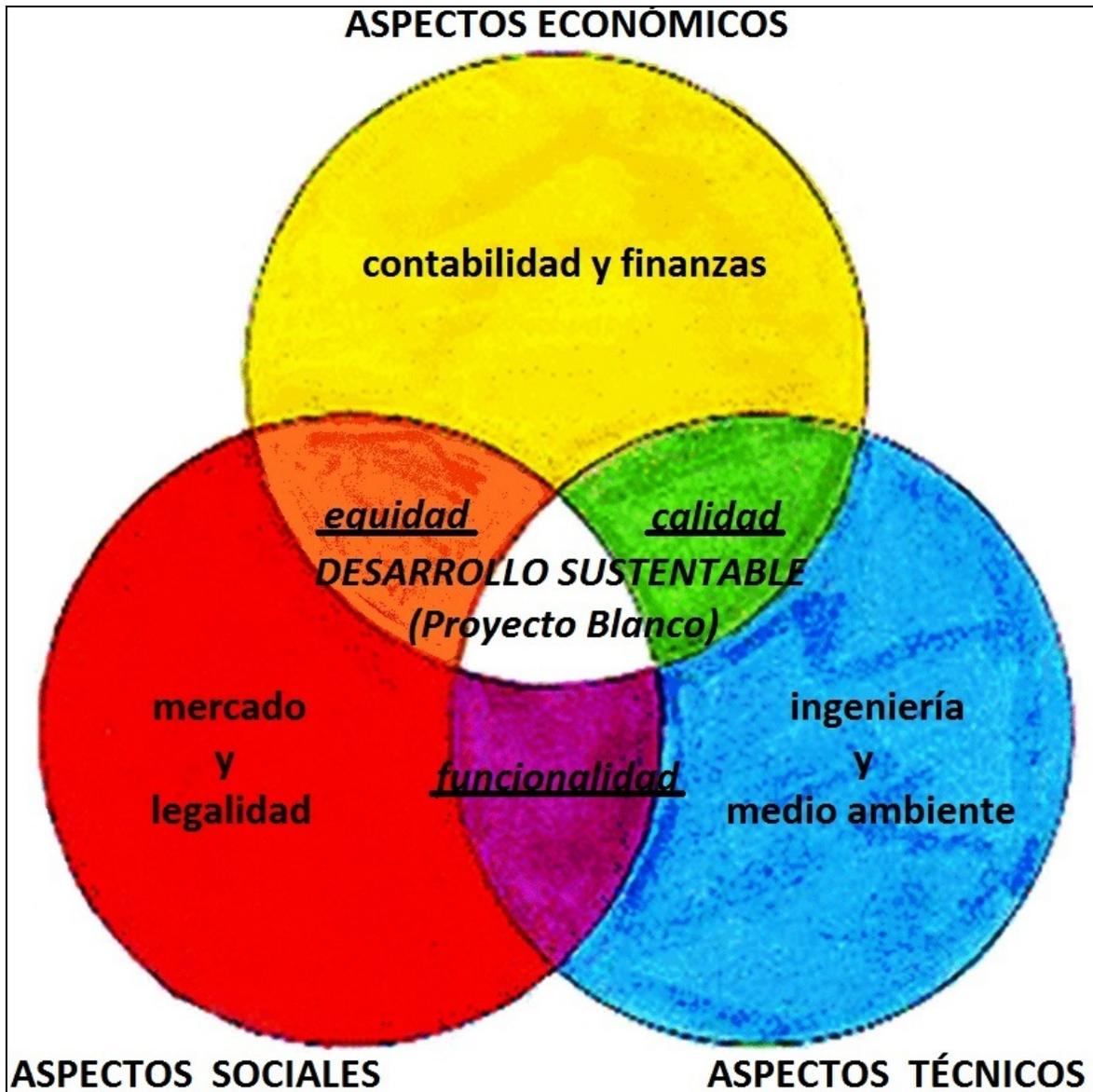
En Hermosillo es necesario articular un sistema de transporte público urbano alternativo de carácter masivo que mejore la forma en que los hermosillenses se trasladan a lo largo de puntos distantes de la Ciudad, de modo que se logre una eficaz movilidad urbana sustentable, término que, de acuerdo con las exigencias actuales, debe satisfacer los siguientes requerimientos ordinales generales:

- a) **Socialmente requerido**, lo cual se refiere a que el proyecto, al realizarse, se conforme como una oferta a la demanda existente y, con ambas fuerzas, se conforme un mercado definido.
- b) **Jurídicamente lícito**, lo que quiere decir que el marco legal no se oponga al desarrollo del mercado anteriormente mencionado, ya sea en términos de sus condiciones de desempeño, o bien, de sus condiciones de competencia.

- c) **Técnicamente factible**, aspecto que tiene que ver con cuestiones que permitan la realización física del proyecto, para lo cual habrá que configurar aspectos conceptuales y ejecutivos de carácter tecnológico e ingenieril.
- d) **Económicamente rentable**, situación que involucra la coordinación de recursos de tipo material, monetario y de mano de obra relacionados con esquemas de carácter contable y financiero que consideran el valor del dinero en el tiempo, de manera que los inversionistas incrementen su patrimonio y la sociedad mejore su calidad de vida.
- e) **Ambientalmente viable**, término que significa que el proyecto en sí debe emitir la menor cantidad posible de sustancias o partículas contaminantes al suelo, al aire o al agua, así como también contribuir a la reducción de la contaminación ambiental general, tanto visual, aérea, auditiva o de mantos acuíferos, ríos, mares y océanos. Algunos refieren, también, a este término como "amigable".

Estos cinco puntos fundamentales podemos integrarlos sistémicamente para constituir un proyecto de transporte "sustentable", término que actualmente ha tomado importante relevancia; sin embargo, junto con ello y de modo amplio, es fundamental la aplicación de la Ingeniería de Sistemas como forma técnica y científica de representar, aunque de manera aproximada, la realidad a través del planteamiento de modelos matemáticos o experimentales que, al mismo tiempo, resultan ser una manera práctica de favorecer el trabajo inter y multidisciplinario con el cual lograr la puesta en marcha del proyecto; en ese sentido, la formulación de proyectos de esta índole implican, como se ha tratado en el texto, estudios de carácter social, técnico y económico, la aplicación de técnicas propias de la estadística, la ingeniería y la contabilidad, el uso de principios de evaluación de proyectos y del análisis de su riesgo, sin mencionar el empleo de tecnologías avanzadas para la información y para el procesamiento de datos, entre otros campos del conocimiento.

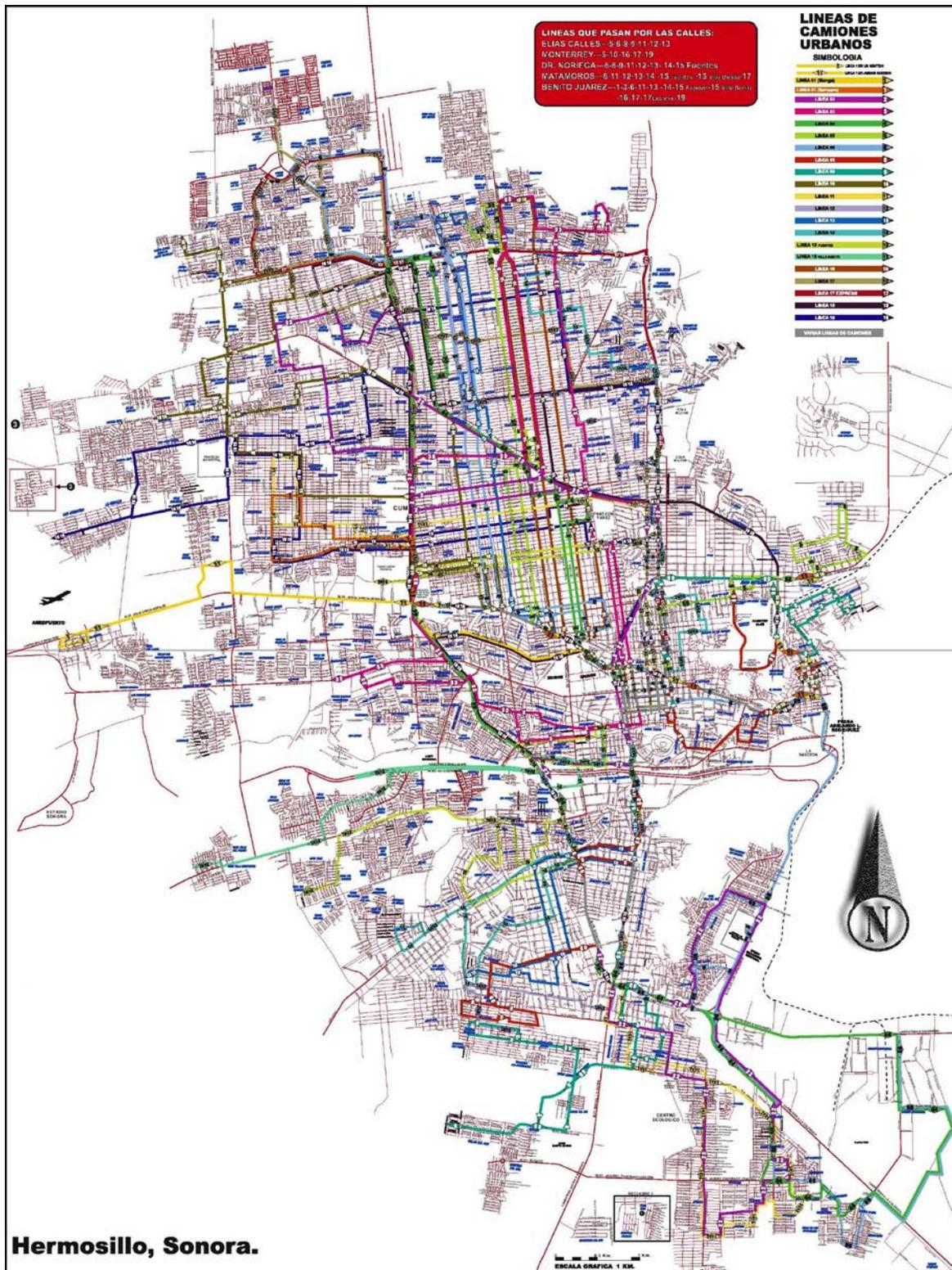
Lo que se está expresando puede representarse de la siguiente manera, donde los puntos expresados pueden conjuntarse como aspectos de carácter social, técnico y económico, vinculados mediante condiciones de equidad, funcionalidad y calidad, de manera que se promueva el "desarrollo sustentable" a través de proyectos convenientes que denominaremos "proyectos blancos":



Esquema conceptual de los Proyectos Blancos para promover el Desarrollo Sustentable.

Pero, continuando con la expresión del planteamiento, diremos que las situaciones operativas y administrativas del sistema de transporte público actual de Hermosillo no permiten plantear un sistema alternativo que cuente con un rediseño de las rutas ya presentes, sino que ese debe ser un proceso paulatino, propuesto por los mismos concesionarios, que inicie cuando ellos lo dispongan, motivados por las conveniencias que visualicen al adaptarse a un nuevo sistema troncal de transporte público como líneas alimentadoras de éste. El sistema ya existente de transporte público cuenta con 21 rutas¹³:

¹³ Provistas por Guía Urbana de Hermosillo por Víctor Aguirre Maldonado.



Rutas actuales del sistema de transporte de la ciudad de Hermosillo (rutas alimentadoras).

De acuerdo con lo visto en otras ciudades, puede disponerse un sistema de transporte de pasajeros que transite sobre "carriles exclusivos" para permitir una mayor velocidad en su operación, pudiéndose visualizar sistemas con trenes, con trenes ligeros, con tranvías, con trolebuses o con autobuses, por ejemplo, de los cuales presentamos algunas ilustraciones:



Trenes neumáticos y trenes férreos.



Trenes ligeros.



Tranvías.



Trolebuses.

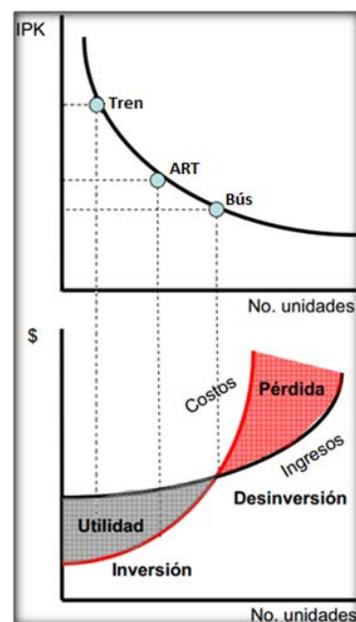


Autobuses.



Pero para considerar la alternativa que evaluaremos es necesario contar con un indicador adecuado para elegir la opción, como puede ser el Índice Pasajero Kilómetro (IPK), el cual se define con la siguiente fórmula y se visualiza con la gráficas que le sigue:

$$IPK = \frac{\text{Pasajeros}}{\text{Kilómetros}}$$



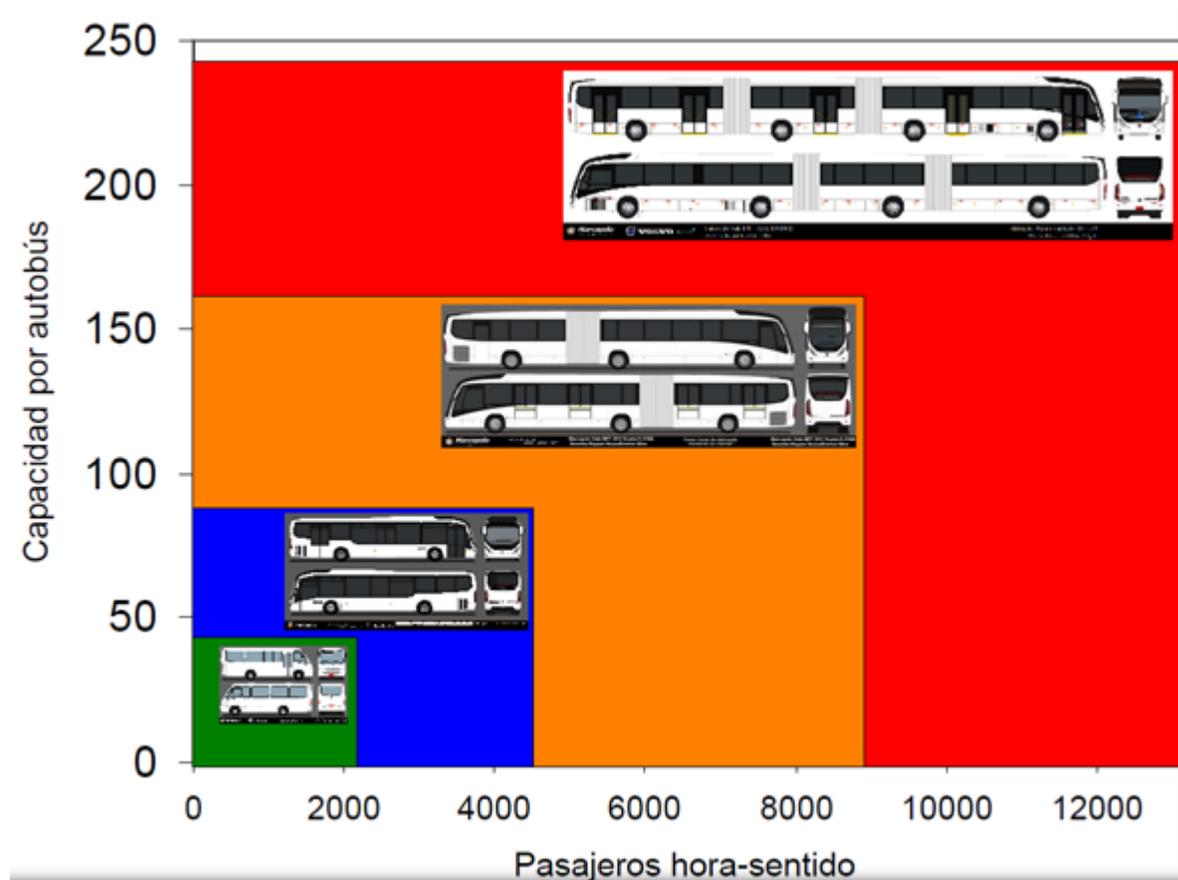
La fórmula expresa un indicador que refiere la cantidad de pasajeros que deben desplazarse a lo largo de la distancia unitaria que conforma la longitud total de la ruta seguida por el vehículo que la recorre, esto es, el promedio de personas movilizadas en cada kilómetro de su ruta. Sin embargo, el índice, por sí solo, no es suficiente para tomar una decisión, pues hay que confrontarlo con una curva modelada a partir de la consideración del tipo de vehículo que se utilice; por ejemplo, si se requiere transportar una gran cantidad de pasajeros kilómetro, lo adecuado es emplear medios de transporte de amplia capacidad para utilizar una menor cantidad de unidades operativas y, viceversa, si la cantidad de pasajeros kilómetro es baja, serán requeridas unidades de poca capacidad.

Lo anterior es una cuestión técnica meramente, también el aspecto económico debe considerarse para la selección del medio correcto de transporte, pues al requerirse operar una menor cantidad de medios de transporte de alta capacidad (medios masivos de transporte) para desplazar un alto número de personas, los costos son reducidos y los ingresos son elevados, resultando esto en beneficios brutos derivados de su operación, pero si se incrementa el número de unidades en el sistema para desplazar la misma cantidad de pasajeros, la subutilización del medio de transporte elegido redundaría en costos altos con los mismos ingresos del caso, dando como consecuencia que los beneficios operativos se reduzcan o, incluso, se vuelvan en pérdidas; lo mismo ocurriría en el caso de sobreutilización del mismo medio de transporte, pues los costos y gastos de operación se elevarían, particularmente los relativos a su conservación y mantenimiento por el aumento de horas de uso y el incremento de turnos de labor para su operación.

Esas dos situaciones, la de subutilización y la de sobreutilización del medio de transporte elegido, son indeseables desde el punto de vista económico, pues los beneficios operativos se minimizan hasta llegar a ser negativos en un momento dado, por eso es importante construir un modelo que vincule la cantidad de pasajeros desplazados con cada kilómetro de la ruta y con los costos e ingresos que se generan, jerarquizando y escalando el tipo de vehículo que se emplee como medio de transporte. Así pues, tendremos a los trenes como los mayores medios de transporte, seguidos por los trenes ligeros, por los tranvías, por los autobuses, por los trolebuses, por los minibuses, por los microbuses y, finalmente, por los autos utilitarios, cada uno de ellos con sus capacidades debidamente definidas en cuanto a la cantidad de pasajeros que pueden mover a la vez y de la operación que conlleve a los menores costos, de este modo, definiendo la utilidad operativa de cada unidad en función de dicho costo y de la tarifa de cada pasaje, podrá definirse el tipo de medio de transporte y las unidades necesarias para satisfacer la demanda a lo largo de la ruta.

Las situaciones técnicas de los medios de transporte son generalmente controladas, o bien, resueltas de manera que tengan el menor impacto posible en los costos de inversión y de operación, por lo que, en términos del uso de cada medio de transporte, resultan ser adecuados en función de la relación beneficio sobre costo que aporten y ello dependerá, a final de cuentas, de los aspectos ya referidos en los párrafos anteriores que están las gráficas presentadas que ya confrontan el número de unidades utilizadas con el Índice Pasajero Kilómetro y el beneficio bruto de su operación respectivamente.

La configuración de las ciudades, así como la necesidad de construir y adecuar su infraestructura y equipamiento para un medio de transporte determinado, hacen que, para el caso de la Ciudad de Hermosillo, Son., no puedan considerarse como medios viables los trenes, los tranvías o los trolebuses, de manera que el sistema debe dimensionarse con base en el uso de vehículos automotores y, para ello, referiremos un esquema cuantitativo utilizado por fabricantes de ellos y que es el siguiente:



Binomio de capacidad vehicular de autobuses y la demanda en la ruta.

Debe acotarse que el objetivo de este trabajo no es evaluar cada uno de los medios de transporte mencionados para habilitar el sistema de transporte troncal

que se está formulando y proponiendo para la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Se está tomando una solución de carácter emergente se ha articulado en ya muchas ciudades del mundo y en algunas de nuestro país con resultados notables que todavía deben ser monitoreados para validar su conveniencia en todos los casos; por esa razón, la información pública que se ha dispuesto sobre el tema de los Autobuses de Rápido Tránsito (ART) y, también, la relacionada con éstos, debe tomarse con la debida reserva técnica, considerando que es una alternativa dispuesta a resolver un problema de carácter general en el mundo, pero que, aún, no se ha configurado como la "opción" del transporte masivo urbano.

El Benchmarking sobre sistemas de Autobuses de Rápido Tránsito (ART) efectuado en nuestro país, como son Mexibús (Ecatepec, Estado de México), Macrobús (Guadalajara, Jalisco), Optibús (León, Guanajuato), Metrobús (Cd. de México, Distrito Federal), Metrorrey (Monterrey, Nuevo León) y Ruta (Puebla, Puebla), para obtener información de prediseño es el siguiente:

Población	Denominación	Tarifa [\$/pax]	Población [habs.]	Pasajeros diarios [pax/día]	% [pax/día/habs]	Corredores	Longitud [Km]	Frecuencia de Paso [buses/h]	Velocidad Comercial [Km/h]	Consumo de Combustible [Km/l]	Costo de infraestructura [mdp/Km]	Estaciones	Espaciamento de Estaciones [m]
Ecatepec	Mexibús	5.00	1,656,107	130,000	7.85%	1	16.3	20	25.0	1.30	56.8	24	708
Guadalajara	Macrobús	6.00	1,494,134	127,000	8.50%	1	16.0	12	28.0	1.37	37.7	27	590
León de los Aldama	Optibús	8.00	1,278,087	220,500	17.25%	1	31.8	45	20.0	1.20	14.0	61	400
Mexico City	Metrobús	5.00	8,851,080	755,000	8.53%	4	95.0		19.5	1.29			
	Línea 1			425,000			30.0	65	20.0		36.4	46	680
	Línea 2			155,000			20.0	35	20.0		18.0	36	570
	Línea 3			125,000			17.0	25	18.5			32	530
	Línea 4			50,000			28.0	20	12.0			33	850
Monterrey	Metrorrey	8.00	1,130,960	15,000		1	15.6	7	20.0			32	488
Puebla	Ruta	7.50	1,485,941	120,000	8.08%	1	18.5	20	25.0		70.3	36	510
Hermosillo	HermoVía	8.00	715,000	78,000	10.88%	4	88.0	6	25.0	1.16	40.0	145	603
	Línea A						31.0	6	25.0			51	603
	Línea B						23.0	6	25.0			38	603
	Línea C						17.0	6	25.0			28	603
	Línea D						17.0	6	25.0			28	603

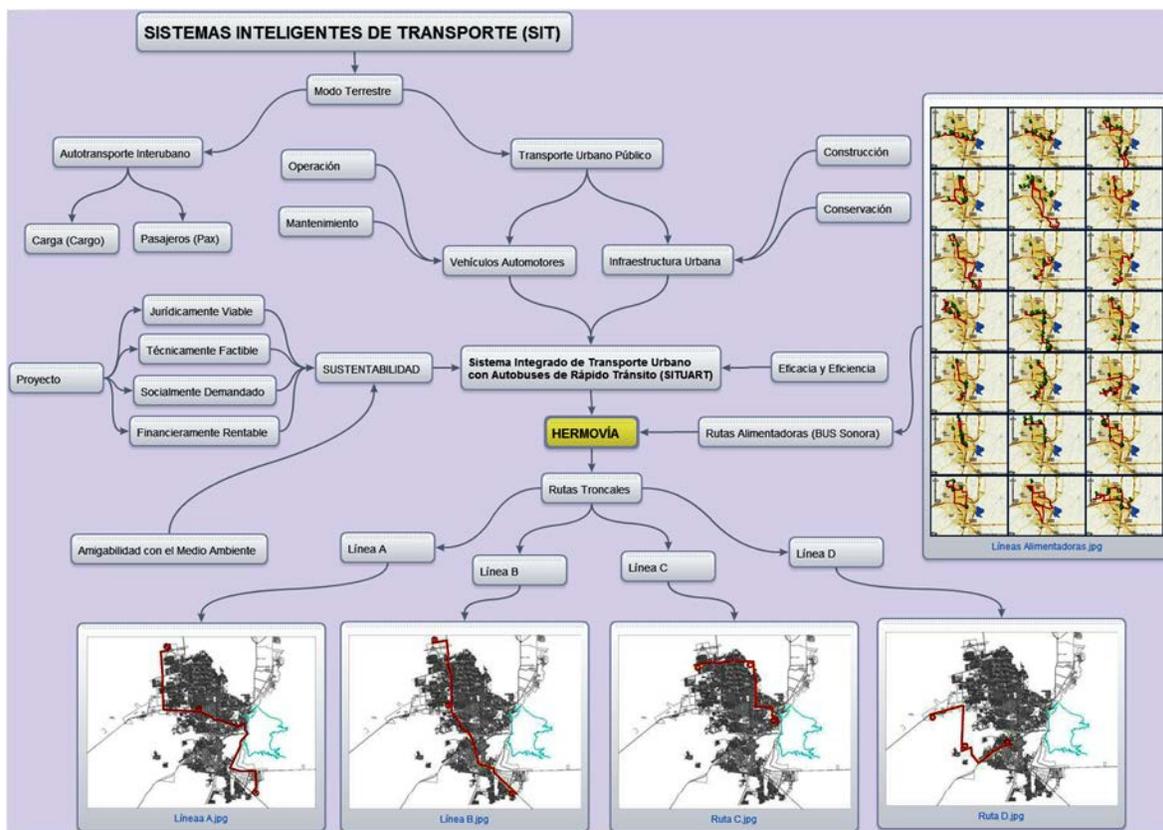
Benchmarking para prediseño de Hermovía.

Analizando estadísticamente los datos de los sistemas que ya se encuentran en operación en nuestro país pudimos establecer los parámetros mostrados en la parte inferior de la tabla anterior, a saber que se cubriría un total de 78,000 pasajeros diariamente, lo que representa a un 10.88% de la población de la ciudad, con una velocidad operativa de 25 Km/h, considerando la disposición de paradas a cada 600 m. Considerando esto y, una vez visto el esquema que vincula la capacidad de los autobuses con la demanda en ruta que pueden satisfacer por hora, puede apreciarse que el sistema troncal puede hacerse realidad disponiendo vehículos que puedan transitar con rapidez sobre carriles exclusivos, o sea, utilizando Autobuses de Rápido Tránsito (ART), con

capacidades de hasta, aproximadamente, 160 pasajeros (autobús articulado), sobre rutas que correrán en las principales vialidades troncales existentes en la ciudad, procurando mantener, como ya fue mencionado, un espacio entre estaciones de 600 m y una frecuencia de paso de 6 autobuses por hora en cada sentido [buses/h/sentido], lo cual permitiría movilizar a 5.760 personas en horas pico en ambos sentidos de las 4 Líneas con, tan sólo, un parque vehicular de 42 unidades articuladas en operación con 2 más de reserva.

Cabe mencionar que, al circular los autobuses sobre carriles exclusivos, es posible programar los tiempos de arribo y de partida a cada estación y terminal de su ruta que sean fijadas, mismas que, físicamente, pueden ser diseñadas para prestar servicio ágil a personas discapacitadas, de la tercera edad y al público general, acordemente con las épocas del año, esto es, con posibilidad de estar refrigeradas durante la primavera, el verano y parte del otoño.

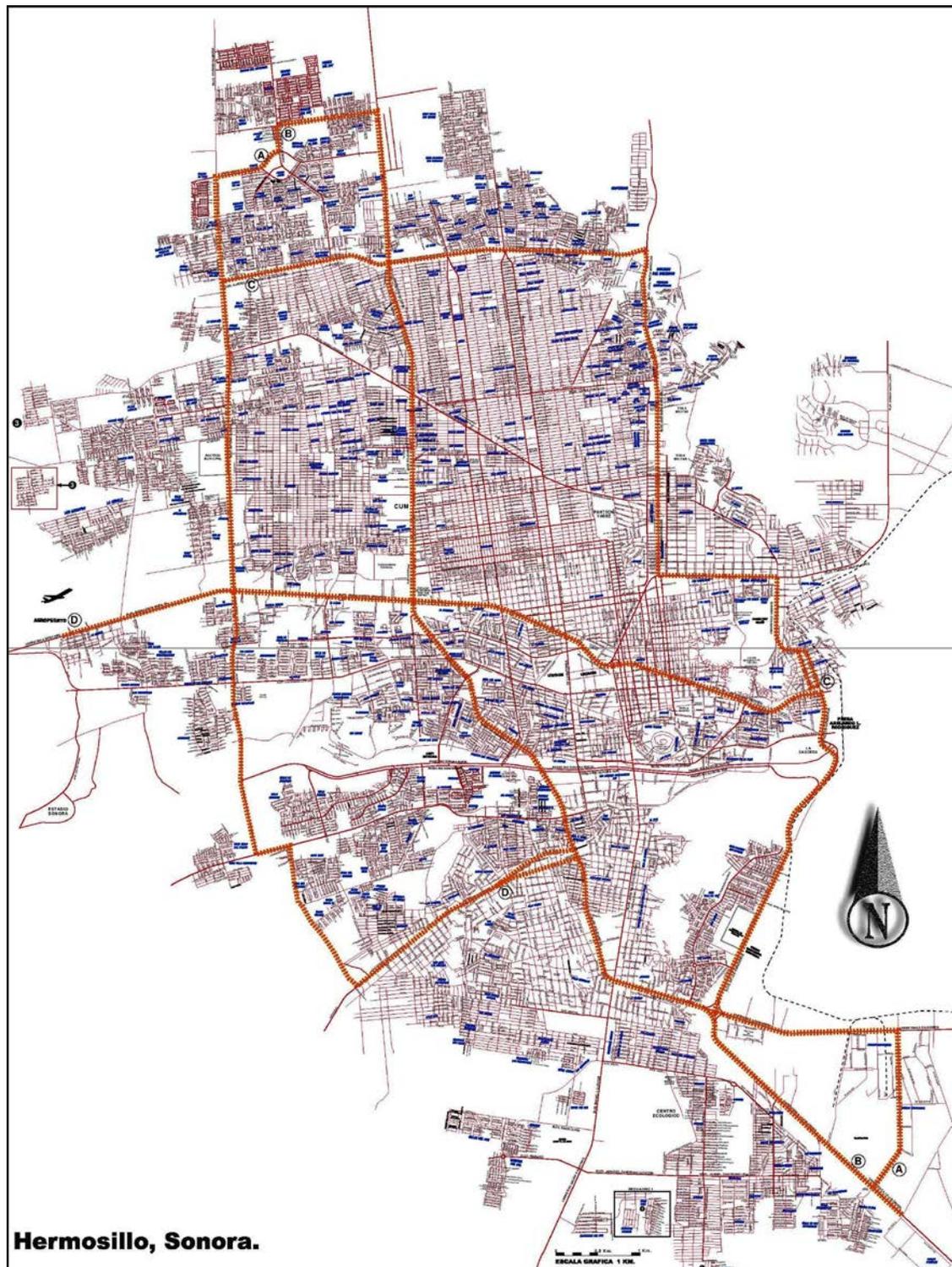
Desde el punto de vista sistémico, HermoVía puede esquematizarse a través del siguiente mapa mental:



Mapa mental de HermoVía como Sistema Inteligente de Transporte.

Ahora mostraremos la traza de las rutas troncales propuestas para el sistema HermoVía sobre el mapa proporcionado por la Guía Urbana de Hermosillo por

Víctor Aguirre Maldonado y, seguidamente, el conjunto de éstas con las existentes como rutas alimentadoras:



**Rutas propuestas para HermoVía
(rutas troncales).**

EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

Para realizar la evaluación del proyecto "HerMoVía" es necesario tomar en cuenta los datos provenientes del "benchmarking" que se efectuó, con el fin de establecer parámetros ya estandarizados en los sistemas que ya funcionan en nuestro país, como es la tarifa que se cobrará en este sistema, equivalente a \$8.00 por pasajero, considerando que los vehículos de alta capacidad estarán climatizados de 6 a 7 meses al año, aplicando descuentos del 25% a estudiantes, a personas discapacitadas y a adultos mayores, lo que significa que, para ellos, esta tarifa se reduciría a \$6.00 por pasajero. En la operación de las cuatro líneas troncales se considera una demanda diaria de 78,000 pasajeros, lo que significa que el 10.88% de la población será atendida a lo largo de 88 Km de circulación en dos sentidos por autobuses que circularán con una velocidad comercial de 25 Km/h con una frecuencia de paso de 6 unidades por hora por sentido, recorriendo 1.16 Km por litro de diesel consumido.

Para la construcción de infraestructura y equipamiento, según el análisis de los sistemas existentes en el país, se estiman necesarios, en números redondos, 40 mdp por Km de ruta, aunque los costos que resultaron ser los más altos en esos sistemas se originaron por la decisión de operar los autobuses en carriles sobre pavimento rígido, fabricado con concreto hidráulico, pues se consideró que los daños que éstos causan al pavimento flexible, hecho con concreto asfáltico, son mucho mayores; sin embargo, cierto es que los pavimentos asfálticos que soportan tránsito pesado y que fueron diseñados y construidos considerando tal circunstancia presentan, al paso del tiempo, daños en puntos muy específicos como los que se muestran a continuación, mismos que pueden ubicarse en los sitios de frenado y aceleración, así como también en los que vira a velocidad de operación:

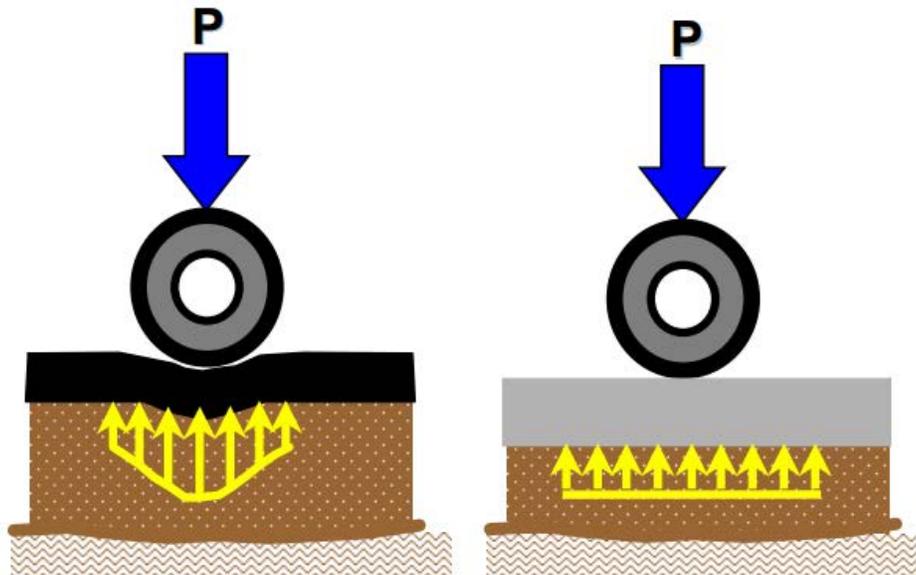


DAÑO EN PAVIMENTO FLEXIBLE POR FRENADO DE VEHÍCULOS PESADOS EN PARADA DE AUTOBÚS.



DAÑO EN PAVIMENTO FLEXIBLE POR VIRAJE A VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE VEHÍCULO PESADO.

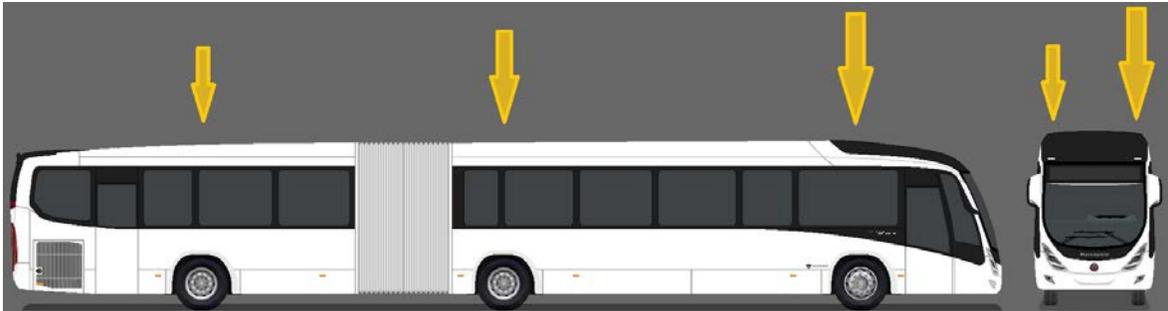
Este tipo de daños son originados porque la distribución de la presión transmitida al suelo por las ruedas de un vehículo pesado no es uniforme sobre un pavimento flexible, siendo la distribución de la presión de tipo trapezoidal. Ese aspecto desfavorable se evita utilizando un pavimento rígido, el cual logra distribuir la carga del peso de una manera uniforme sobre la superficie más eficientemente, como se muestra en la siguiente figura:



Distribución de la presión y deformación de un pavimento flexible (concreto asfáltico) y de un pavimento rígido (concreto hidráulico).

Hay que considerar, también, el efecto que sucede al frenar cualquier vehículo, consistente en que, en ese momento, el peso soportado por las ruedas de los ejes traseros se transfiere a los delanteros, provocando un desequilibrio en el peso que se descarga en cada eje del vehículo, lo que da como resultado que por las

ruedas delanteras bajo una mayor fuerza que la ordinaria, causando un incremento importante en la presión que se transmite al suelo que soporta al pavimento; algo análogo sucede cuando el vehículo es acelerado para arrancar, pues la transferencia del peso se hace hacia los ejes traseros. Igualmente ocurre un desequilibrio en el peso que es transmitido por las ruedas cuando un vehículo gira a velocidad. Estos efectos que referimos son mostrados en la figura que a continuación se muestra:



Desequilibrio del peso del autobús durante el frenado y el viraje.

Esto que se ha explicado viene a colación porque, si los daños presentados en los pavimentos flexibles son originados, primordialmente, por la aceleración, el frenado y el viraje a velocidad de los vehículos pesados, éste debe ser sustituido por pavimento rígido donde se sabe que, en este caso, los autobuses realizarán esas maniobras, pues siendo que la circulación de éstos se llevará a cabo en un carril exclusivo, se puede controlar los sitios donde pueden ocurrir los daños de los que se ha hablado y, de esta manera, no será necesario construir todo el carril de circulación de los autobuses con concreto hidráulico, sino solamente en los tramos de aceleración, frenado y viraje a velocidad de operación, reduciéndose así, sustancialmente, el costo de la inversión en infraestructura del sistema, considerándose, para el ejercicio de evaluación, al 50% de la cantidad citada anteriormente, cantidad que resulta estar más cerca de los límites inferiores mostrados en el “benchmarking”.

Esa reducción, que consideraría un costo de construcción de infraestructura de 20 mdp, en números redondos, por kilómetro de ruta, se deriva de tomar en cuenta que, el espaciamiento entre estaciones es de 600 m, la longitud de la estación es de 30 m y la distancia de frenado y aceleración es de 60 m, con lo que resultaría, entre estaciones, una longitud de 150 m de carril construido con concreto hidráulico para dotar un pavimento rígido en la zona de frenado y aceleración de los autobuses, es decir, la cuarta parte de la distancia entre estaciones, debiéndose considerar los tramos de curvas donde gira la unidad con velocidad.

La estrategia general es construir, primeramente, en el año inicial, las líneas troncales "A" y "B", seguidamente, la línea troncal "C" en el año 1 y, finalmente, la línea troncal "D" en el año 2 de evaluación.

En la siguiente tabla procedemos a mostrar las inversiones que deben realizarse para las cuatro líneas troncales propuestas para el sistema "HermoVía":

HermoVía							
CONCEPTO		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO DE ADQUISICIÓN UNITARIO	VUT	VR	INVERSIÓN PRIMARIA
INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y ACTIVOS							
1	Infraestructura y Equipamiento Línea A	31.00	Km	20,000,000.00	12	0.00%	620,000,000.00
2	Infraestructura y Equipamiento Línea B	23.00	Km	20,000,000.00	12	0.00%	460,000,000.00
3	Infraestructura y Equipamiento Línea C	17.00	Km	20,000,000.00	12	0.00%	340,000,000.00
4	Infraestructura y Equipamiento Línea D	17.00	Km	20,000,000.00	12	0.00%	340,000,000.00
5	Terrenos para Talleres	2.00	Ha.	3,000,000.00	n.a.	100.00%	6,000,000.00
6	Edificios	6,000.00	m ²	4,000.00	80	30.00%	24,000,000.00
7	Vehículos Línea A	14.00	bus	4,375,000.00	7	30.00%	61,250,000.00
8	Vehículos Línea B	12.00	bus	4,375,000.00	7	30.00%	52,500,000.00
9	Vehículos Línea C	8.00	bus	4,375,000.00	7	30.00%	35,000,000.00
10	Vehículos Línea D	8.00	bus	4,375,000.00	7	30.00%	35,000,000.00
11	Equipos de Taller	1.00	lte.	5,000,000.00	12	35.00%	5,000,000.00
12	Equipo de Proceso Informático	1.00	lte.	6,000,000.00	3	35.00%	6,000,000.00
13	Mobiliario y Equipo	1.00	lte.	500,000.00	5	40.00%	500,000.00
14	Otros Activos Fijos	1.00	lte.	1,985,250.00	5	35.00%	1,985,250.00
INVERSIONES EN MAQUINARIA, EQUIPO Y MOBILIARIO							1,987,235,250.00
INTANGIBLES							
15	Gastos de Instalación	1.00	lote	19,872,352.50	10	0.00%	19,872,352.50
16	Derechos	1.00	lote	-	10	0.00%	-
INVERSIONES EN MAQUINARIA, EQUIPO Y MOBILIARIO							19,872,352.50
INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA URBANA Y ACTIVO							2,007,107,602.50

Tabla de Inversiones.

Asimismo, los montos de estas inversiones en infraestructura y en activo fijo fueron calendarizadas en términos anuales según su momento de construcción o de adquisición, pero sin que en este rubro se consideren ampliaciones en la capacidad del sistema, puesto que se ha diseñado para un nivel de servicio constante. En el caso de las primeras, para infraestructura, no se consideraron reinversiones para sustitución o remplazo debido a que su periodo de Vida Útil Total (VUT) es superior al horizonte de evaluación (elegido y considerado por 15 años), pero en su lugar se consideraron 12 años de manera "virtual" para recuperar la inversión que por cuenta de la empresa concesionaria corresponde, esta recuperación equivale, sólo en cantidad, a un monto de depreciación, lo que significa que se trata de una cantidad que el municipio captará como una "cuota de recuperación" para la concesionaria, misma que provendrá de los recursos que se capten por el pago del impuesto predial de las propiedades inmuebles beneficiadas; en cambio, en el caso de las segundas, para activo fijo, sí se consideraron reinversiones para sustitución y remplazo como normalmente corresponde, exceptuando Gastos de Instalación y Derechos donde no se

consideraron tales cantidades debido a que éstas son realizadas para la constitución de la empresa que funcionará como concesionaria.

Las depreciaciones y amortizaciones, conforme lo indicado en el párrafo anterior, también fueron calendarizadas en el periodo de evaluación (15 años) y, éstas, ascienden de los 110.65 mdp en el año inicial a los 179 mdp al año 2, en el que se construye la última línea troncal, pero desciende gradualmente hasta ser de 30.38 mdp en el último año del horizonte de evaluación.

Igualmente, se calendarizó el valor residual del activo fijo como cantidades de recuperación como ingresos extraordinarios por concepto de venta del activo fijo que cumplió con el periodo de Vida Útil Total (VUT) que le fue asignado en cada uno de los rubros que lo integran. Estas cantidades no son periódicas, son irregulares, pero no deben despreciarse porque representan un ingreso importante, particularmente en lo que a la reventa de los autobuses articulados se refiere, a favor de un proyecto de carácter social primordialmente.

Según la estructura de las aportaciones que hicieron posible la puesta en marcha de los sistemas más recientes en nuestro país, para éste se considerará una aportación “tripartita” conformada por el Gobierno Federal, el Gobierno Estatal y la empresa concesionaria del sistema. Como ocurrió en el sistema poblano “RUTA”, el Gobierno Federal, a través de Banobras, aportaría el 35% de los recursos necesarios para poner en marcha el sistema “HermoVía”, el Gobierno Estatal el 45% y, el 20% restante, la empresa concesionaria. Esta condición se reflejará en la proforma del Estado de Cambios Financieros, también llamado Estado de Origen y Destino de los Recursos.

Enseguida se muestran las tabulaciones que fueron realizadas conforme lo que se ha expresado, así como también las proyecciones de las cuentas contables a partir de las que se estructuraron las proformas del Estado de Resultados, del Estado de Cambios Financieros, de las Inversiones Financieras, del Estado de Situación Financiera, del cálculo de las Razones Financieras y del Análisis Financiero determinístico y con riesgo; posteriormente a todas estas tablas, se presenta un conjunto de gráficas que pretenden resaltar los aspectos relevantes calculados en las mismas, como son los modelos de las proyecciones contables, el comportamiento de las ventas y utilidades al paso del tiempo, las razones contables, el diagrama de flujo de efectivo generado, el abanico del periodo de pago, el cambio del Valor Presente Neto (VPN) vs. el Costo de Capital (CC), el crecimiento patrimonial a partir del rendimiento aportado por el proyecto vs. el mismo Costo de Capital (CC), la evolución periódica de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y, por último, la evaluación probabilística del riesgo vs. el (Costo de Capital).

HermoVía		CALENDARIZACIÓN ANUAL DE LAS INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA Y EN ACTIVO FIJO																			
CONCEPTO	MONTO	ANO	VIT	REP.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Infraestructura y Equipamiento Línea A	620,000,000.00	0	12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Ampliación de Capacidad en Infraestructura y Equipamiento Línea A	460,000,000.00	n.b.	12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Ampliación de Capacidad en Infraestructura y Equipamiento Línea B	460,000,000.00	n.b.	12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Ampliación de Capacidad en Infraestructura y Equipamiento Línea C	340,000,000.00	1	12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Ampliación de Capacidad en Infraestructura y Equipamiento Línea D	340,000,000.00	2	12	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Terminos para Edificios	6,000,000.00	0	n.b.	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Edificios	24,000,000.00	0	88	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Vehículos Línea A	61,250,000.00	0	7	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Vehículos Línea B	52,500,000.00	0	7	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Vehículos Línea C	35,000,000.00	1	7	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Vehículos Línea D	35,000,000.00	0	7	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Equipos de Taller	5,000,000.00	0	12	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Equipos de Capacidad en Espagos de Taller	6,000,000.00	0	5	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Equipos de Capacidad en Espagos de Taller	6,000,000.00	0	5	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Mobiliario y Equipación en Espagos de Proceso Informático	500,000.00	0	5	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Otros Activos Fijos	1,985,250.00	0	5	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Ampliación de Capacidad en Otros Activos Fijos	1,985,250.00	n.b.	5	VEROSIMIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Gastos de Instalación	19,972,352.50	0	10	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Gastos de Instalación	19,972,352.50	0	10	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Ampliación de Capacidad en Gastos de Instalación	-	0	10	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Ampliación de Capacidad en Derechos	-	n.b.	10	FALSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL					1,257,407,602.50	381,000,000.00	380,500,000.00	-	-	8,465,250.00	6,600,000.00	114,250,000.00	35,000,000.00	35,000,000.00	8,465,250.00	6,000,000.00	5,500,000.00	-	-	118,750,000.00	43,485,250.00

HermoVía		DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN ANUALES DEL ACTIVO FIJO																
CONCEPTO	TASA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Amortización de Infraestructura y Equipamiento Línea A	8.33%	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	51,666,666.67	
2	Amortización de Infraestructura y Equipamiento Línea B (Ampliación)	8.33%	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	38,333,333.33	
3	Amortización de Infraestructura y Equipamiento Línea C (Ampliación)	8.33%	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	28,333,333.33	
4	Amortización de Infraestructura y Equipamiento Línea D (Ampliación)	8.33%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Amortización de Edificios	1.25%	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	300,000.00	
6	Depreciación de Vehículos Línea A	14.29%	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	8,750,000.00	
7	Depreciación de Vehículos Línea B (Ampliación)	14.29%	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00	
8	Depreciación de Vehículos Línea C (Ampliación)	14.29%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	Depreciación de Vehículos Línea D (Ampliación)	14.29%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	Depreciación de Equipos de Taller (Ampliación)	8.33%	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	416,666.67	
11	Depreciación de Equipos de Proceso Informático (Ampliación)	20.00%	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	
12	Depreciación de Mobiliario y Equipo (Ampliación)	20.00%	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	
13	Depreciación de Otros Activos Fijos (Ampliación)	20.00%	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	397,669.00	
14	Amortización de Gastos de Instalación (Ampliación)	10.00%	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	1,987,235.25	
15	Amortización de Derechos (Ampliación)	10.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Amortización de Derechos (Ampliación)	10.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			110,690,951.92	145,184,284.25	119,034,284.25	117,641,066.00	117,641,066.00	124,390,383.33	58,743,716.67	30,380,383.33	30,380,383.33							

HermoVía		ESTADO DE ORIGEN Y DESTINO DE LOS RECURSOS																
CONCEPTO		INDICE	AÑOS															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fuentes																		
Utilidad del Ejercicio	0.00	28,616,162.57	41,431,176.74	61,066,917.46	67,688,763.91	77,316,665.81	81,459,317.02	87,424,413.13	91,665,654.15	94,443,844.13	91,665,654.15	86,857,315.24	86,857,315.24	105,087,098.79	94,334,214.63			
Pago a financiamiento	20,549,861.90	28,616,162.57	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81	32,341,726.81
Aportaciones Federales	454,176,000.00	121,234,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00	112,516,000.00
Aportaciones Estatales	584,172,000.00	155,872,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00	145,178,000.00
Aportaciones de Capital	20,397,000.00	59,277,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00	64,524,000.00
Financiamiento	0.00%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suman los orígenes	1,320,919,955.02	490,052,394.42	399,537,347.24	93,434,336.36	100,356,362.40	109,683,104.29	131,556,836.40	119,792,099.91	122,051,133.40	121,424,887.40	124,823,477.46	122,065,684.15	116,237,748.57	136,467,482.12	125,744,538.97			
Aplicaciones																		
Pérdida del Ejercicio	45,482.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pago a financiamiento	1,257,197,652.50	381,000,000.00	389,459,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros Ingresos Impositivos	62,155,385.13	19,050,000.00	19,025,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suman los destinos	1,320,919,955.07	490,050,000.00	399,525,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FLUJO DE EFECTIVO																		
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	1,486.85	2,384.42	2,347.32	93,434,336.36	100,356,362.40	103,333,104.39	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40
FLUJO DE EFECTIVO PARA VALUACIÓN DE MARCA	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%
FLUJO DE EFECTIVO PARA VALUACIÓN DE EMPRESA	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%	0.29%
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO PARA VALUACIÓN DE EMPRESA	1,486.85	2,384.42	2,347.32	93,434,336.36	100,356,362.40	103,333,104.39	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40	119,454,356.40

HermoVía		INVERSIONES DEL FLUJO DE EFECTIVO																
CONCEPTO		VALOR	AÑOS															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tasa pasiva nominal de interés del periodo:																		
CETES 28 días 3.95%																		
CETES 91 días 4.01%																		
CETES 182 días 4.10%																		
CETES 364 días 4.14%																		
Tasa activa efectiva de interés del periodo 4.14%																		
Flujo de efectivo acumulado en cash y bancos		62,656,866.97	81,909,171.30	100,935,616.72	194,371,066.28	234,327,437.77	392,437,933.66	496,921,638.05	513,226,454.45	568,320,454.45	636,371,947.65	769,323,636.33	918,147,062.79	1,034,712,246.94	1,160,960,536.54	1,168,667,987.63	1,260,339,136.55	
Interés		2,634,469.27	3,393,300.25	4,182,286.52	8,053,749.79	12,712,065.82	16,964,779.23	20,660,906.53	21,278,013.85	24,791,308.01	28,439,763.10	33,119,911.56	38,043,363.25	42,872,243.44	47,689,546.07	48,423,668.53	51,810,117.96	

Hermovía

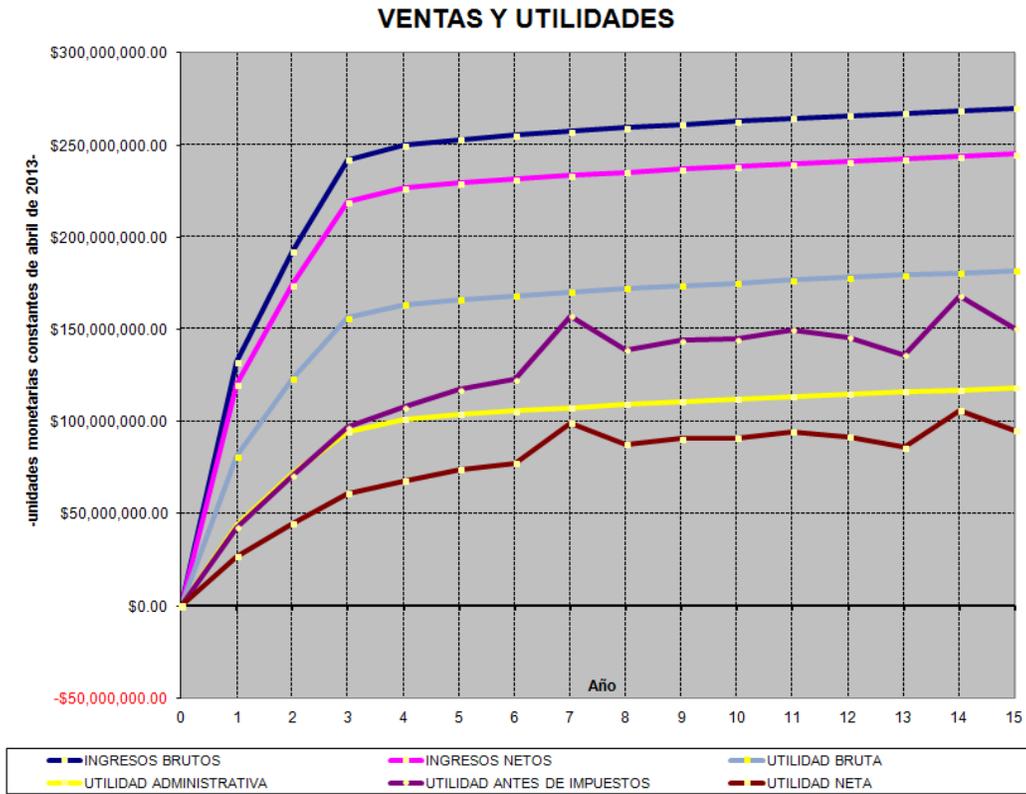
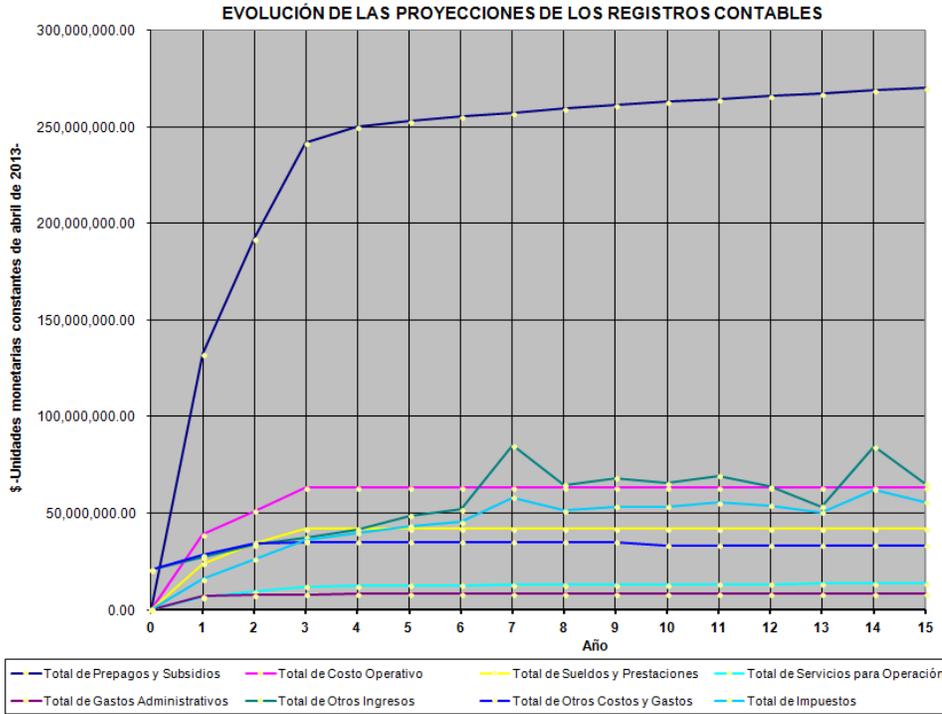
	AÑOS																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Flujo de Efectivos Financieros	252.214.897,63	29.814.616,47	44.008.697,43	47.752.731,90	47.361.154,38	79.256.616,66	80.122.799,81	80.122.799,81	80.122.799,81	80.122.799,81	79.412.629,93	78.386.124,22	77.487.440,15	68.548.272,60	27.118.088,47	11.779.588,47	365.080.301,06
Evolución de la Tasa Interna de Retorno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Valor Presente de los Flujos de Efectivos Financieros para Evaluación	252.214.897,63	29.814.616,47	44.008.697,43	47.752.731,90	47.361.154,38	79.256.616,66	80.122.799,81	80.122.799,81	80.122.799,81	79.412.629,93	78.386.124,22	77.487.440,15	68.548.272,60	27.118.088,47	11.779.588,47	365.080.301,06	
Costo de capital	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	
Coeficiente de variación	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Primer día de influencia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Variación del valor presente neto al costo de capital	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Destacación estándar del valor presente neto al costo de capital	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
Probabilidad de que el valor presente neto sea menor que cero	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

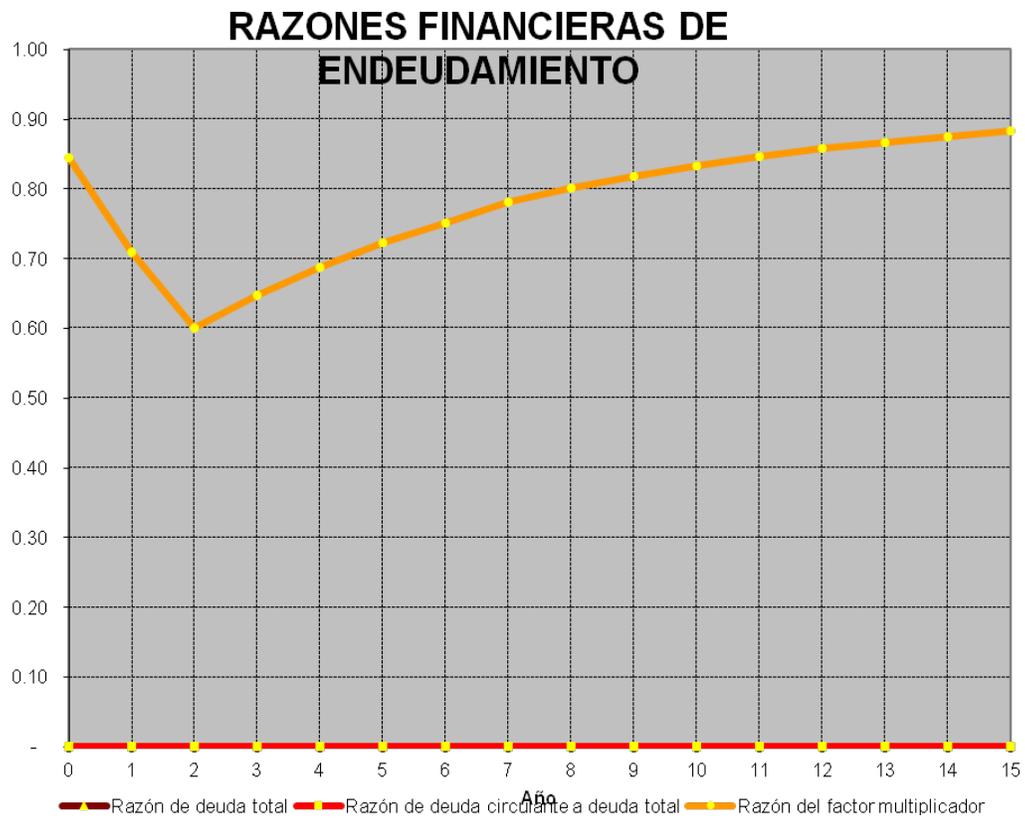
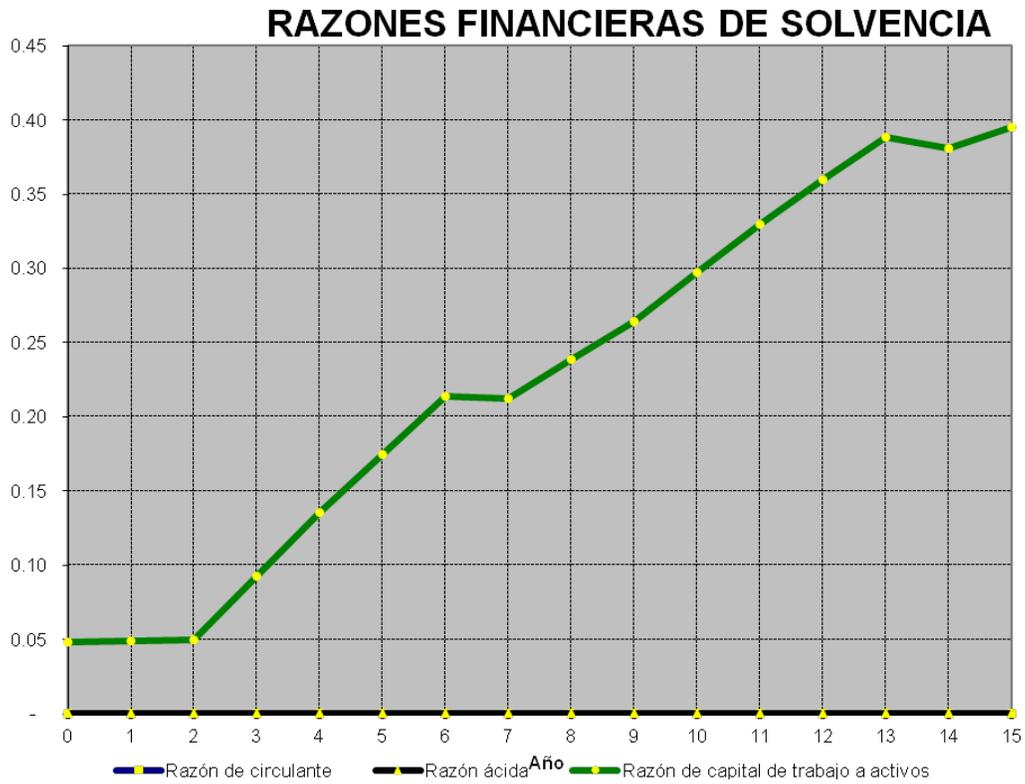
ANÁLISIS DE RIESGO:

Costo de capital	0,00%	2,00%	4,00%	6,00%	8,00%	10,00%	12,00%	14,00%	16,00%	18,00%
Coeficiente de variación	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Primer día de influencia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Variación del valor presente neto al costo de capital	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Destacación estándar del valor presente neto al costo de capital	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Probabilidad de que el valor presente neto sea menor que cero	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

ACUMULACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS DE EFECTIVO FINANCIERO PARA EVALUACIÓN

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Flujo de Efectivos Financieros	252.214.897,63	29.814.616,47	44.008.697,43	47.752.731,90	47.361.154,38	79.256.616,66	80.122.799,81	80.122.799,81	80.122.799,81	79.412.629,93	78.386.124,22	77.487.440,15	68.548.272,60	27.118.088,47	11.779.588,47	365.080.301,06
Evolución de la Tasa Interna de Retorno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Valor Presente de los Flujos de Efectivos Financieros para Evaluación	252.214.897,63	29.814.616,47	44.008.697,43	47.752.731,90	47.361.154,38	79.256.616,66	80.122.799,81	80.122.799,81	80.122.799,81	79.412.629,93	78.386.124,22	77.487.440,15	68.548.272,60	27.118.088,47	11.779.588,47	365.080.301,06





RAZONES FINANCIERAS DE RENTABILIDAD

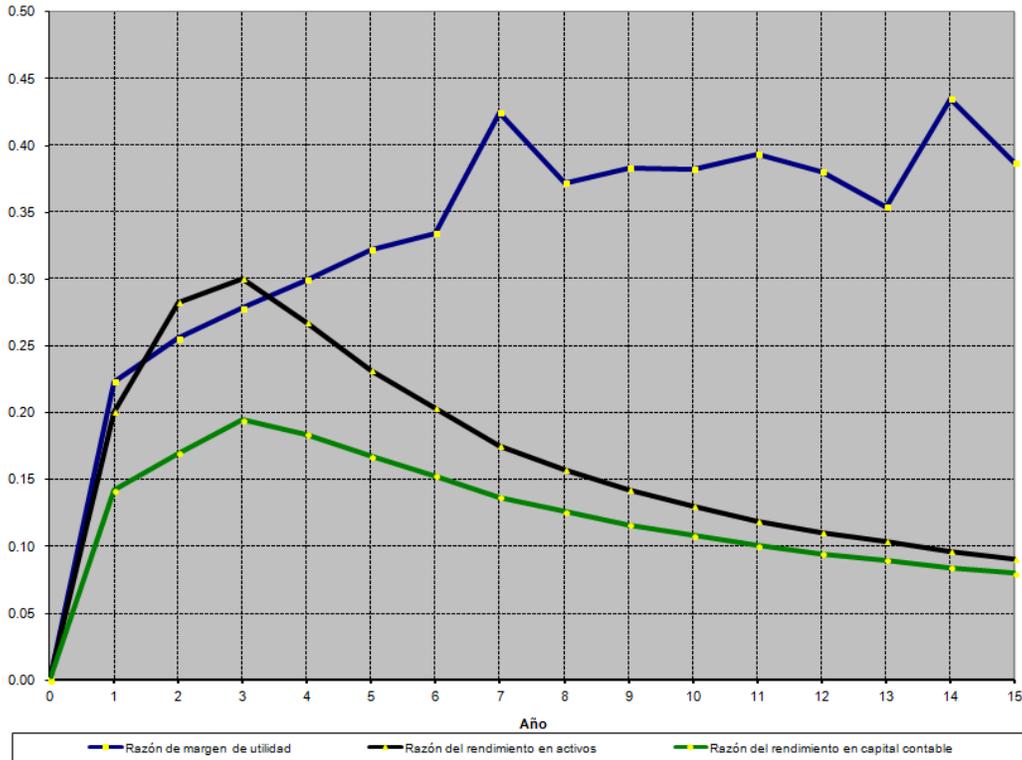
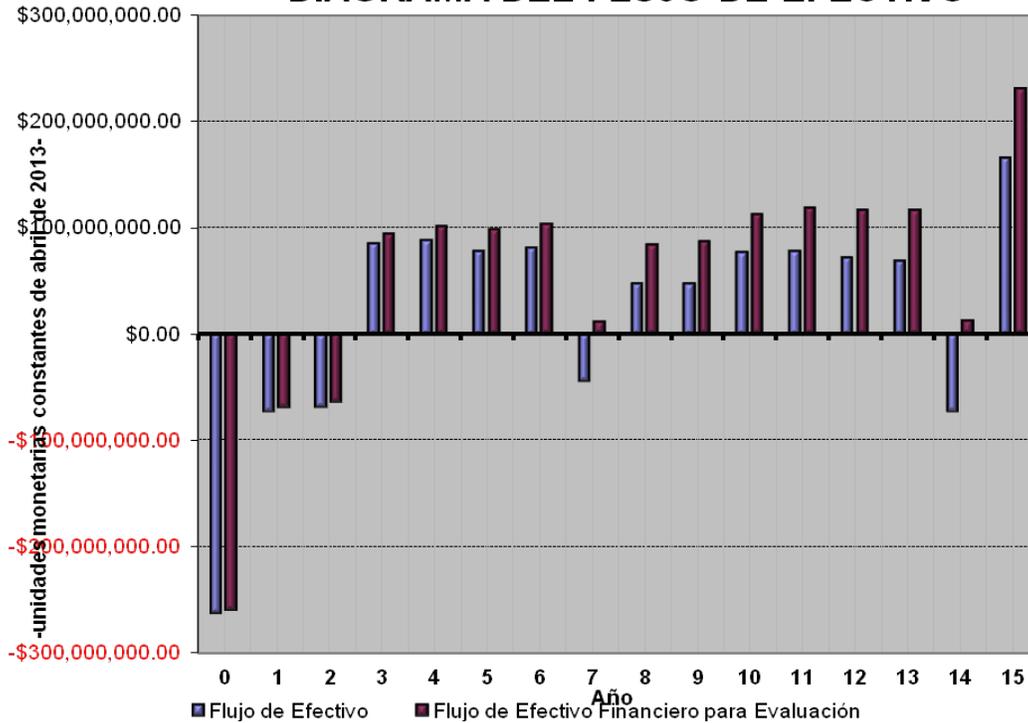
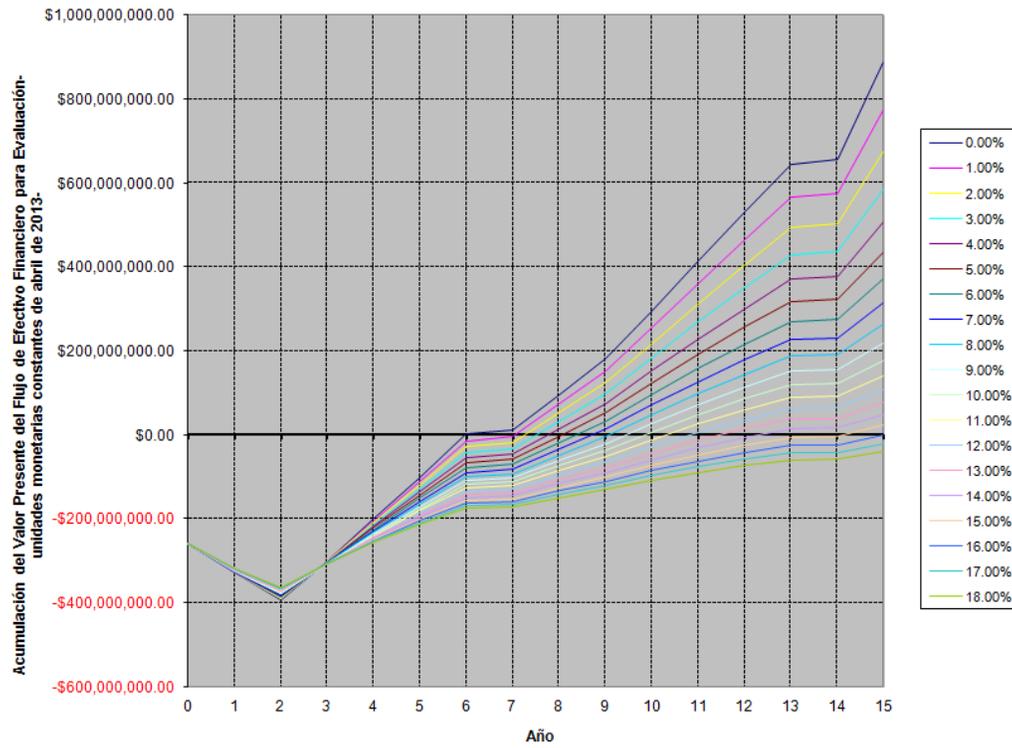


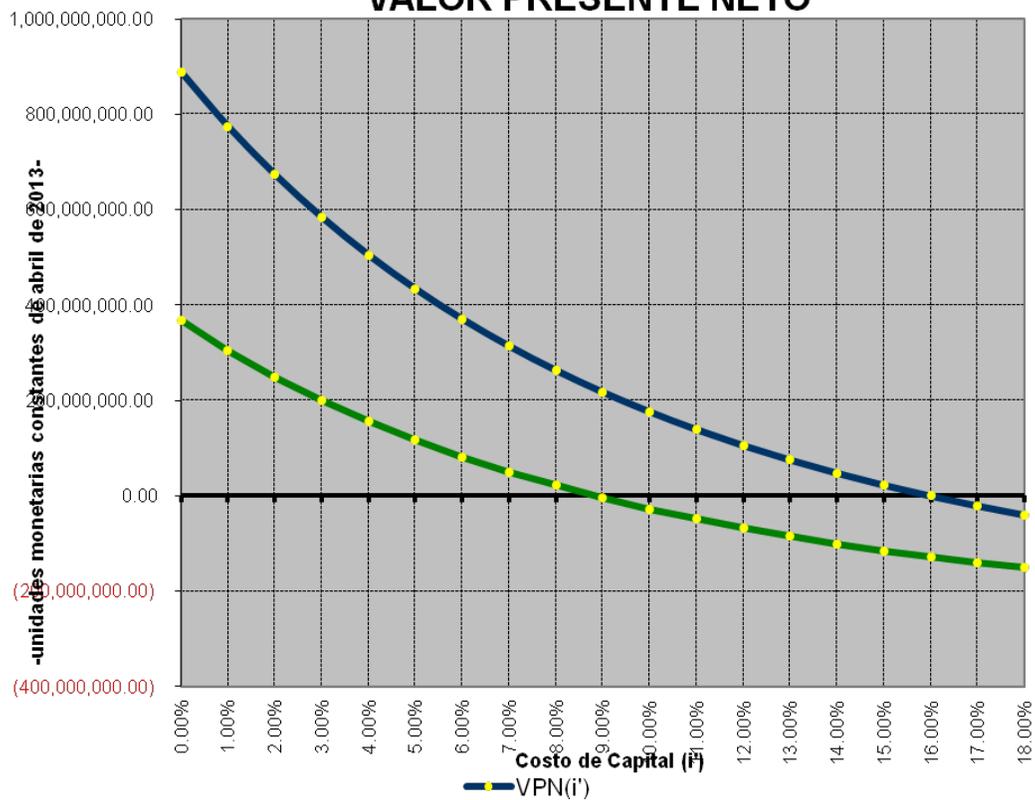
DIAGRAMA DEL FLUJO DE EFECTIVO



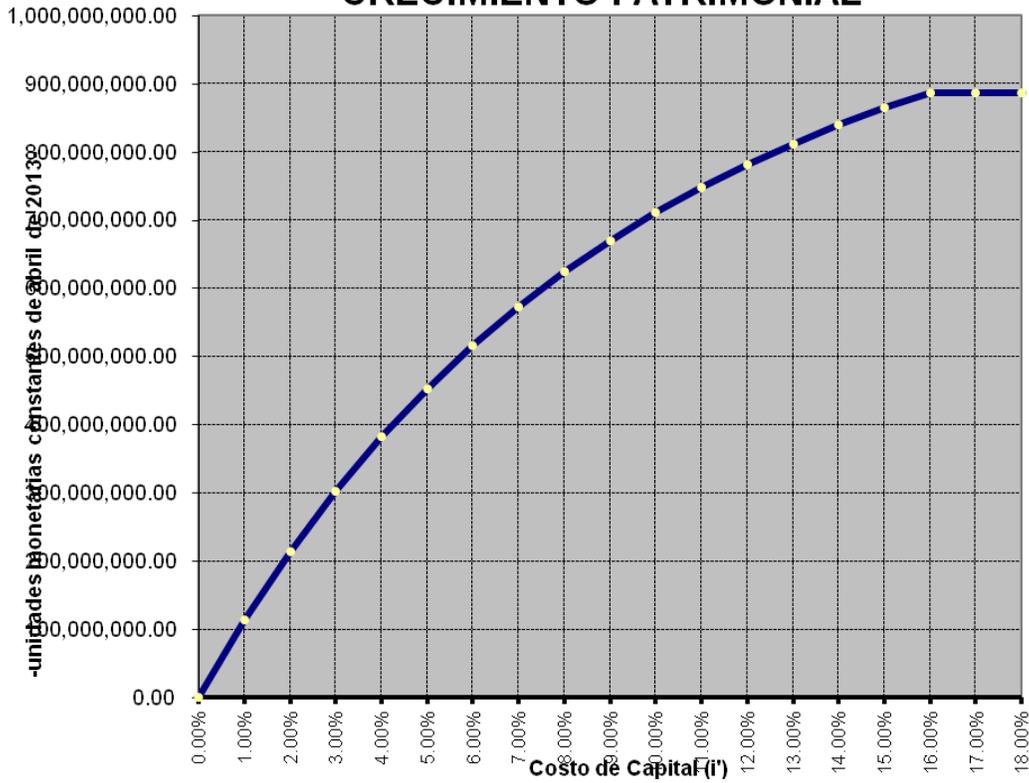
PERIODO DE PAGO



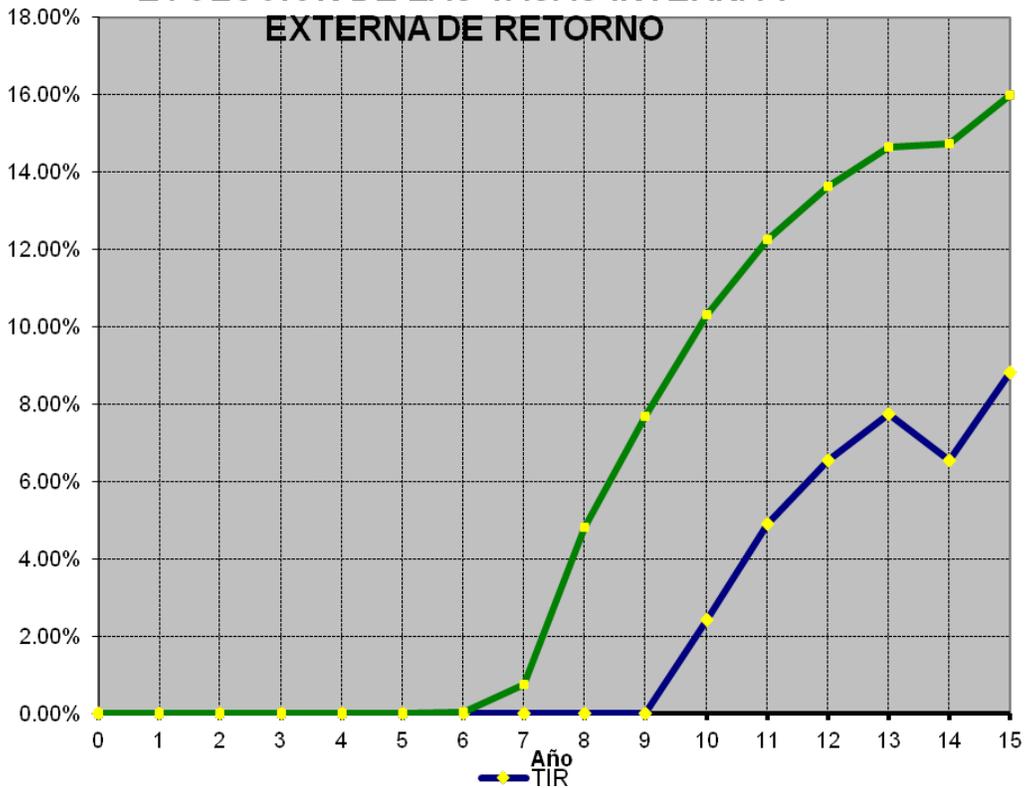
VALOR PRESENTE NETO

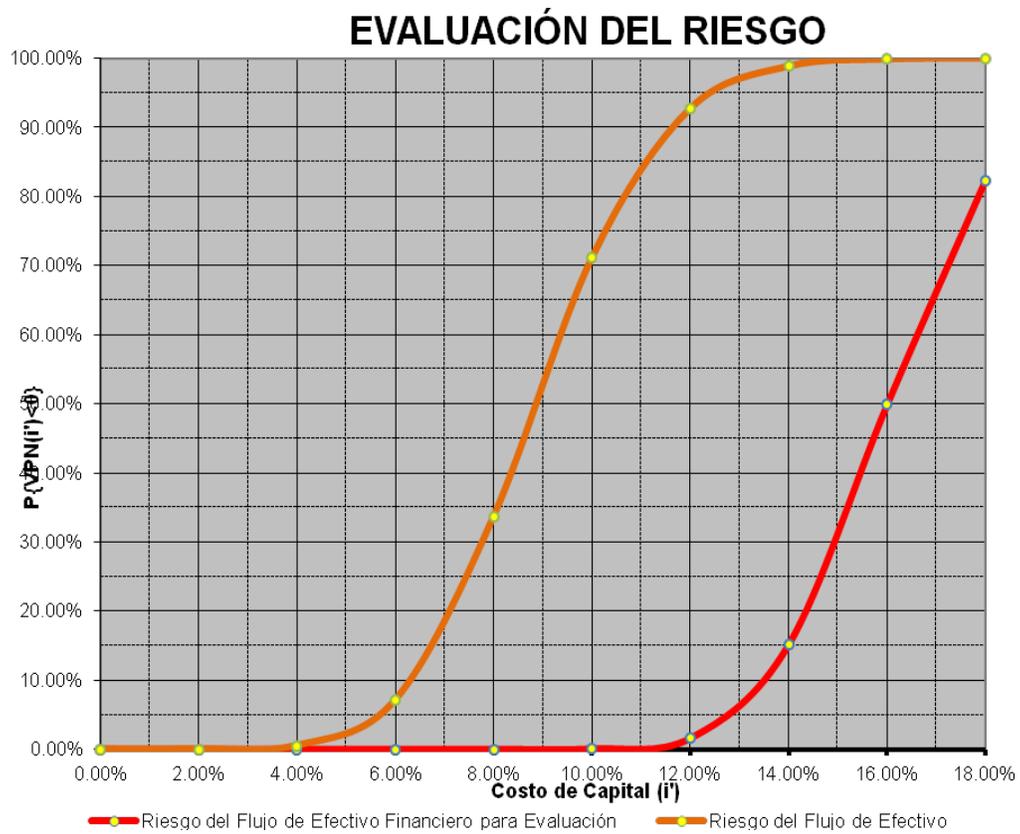


CRECIMIENTO PATRIMONIAL



EVOLUCIÓN DE LAS TASAS INTERNA Y EXTERNA DE RETORNO





RESULTADOS, CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

En los cálculos mostrados en el capítulo anterior, en los relativos a ventas y utilidades, así como también en sus gráficas, se aprecia una utilidad neta de tipo ascendente, en términos contables, que llega a órdenes de los 100 mdp en números redondos y, dado el notable manejo de efectivo por la operación de los autobuses, la razón financiera de capital de trabajo a activos también es de orden creciente, llegando a ser de casi el 40%; así también, puede apreciarse que la razón del factor multiplicador se reduce durante los años en que se construyen las líneas troncales, pero una vez hecha esa acción, la razón es creciente hasta llegar a ser del 90% prácticamente, es decir, el valor de los activos llega a ser muy cercano al capital contable, donde se incluyen las aportaciones de capital.

Cabe hacer notar que, de acuerdo con las premisas y estrategias indicadas al inicio de la evaluación, en las que se ha propuesto construir inicialmente las líneas troncales “A” y “B”, continuar en el año 1 con la “C” y terminar con la línea troncal “D” en el año 2, resulta que a cada entidad que da recursos para este proyecto le corresponderá realizar 3 aportaciones anuales. El Gobierno Federal aportará 456, 121 y 113 mdp, totalizando 690 mdp en esos tres años; 585, 156 y 145 mdp, que dan un total de 886 mdp, correrán por cuenta del Gobierno Estatal; y un total de 394 mdp integrados por 260, 69 y 65 en los años citados estarán cargo de la empresa concesionaria del sistema. No obstante que, como se mostró anteriormente, el monto de las inversiones asciende a 2,007 mdp, en números redondos, las aportaciones de capital que deben hacer las tres entidades es de 1970 mdp, debido a que los rubros de las utilidades de los ejercicios anteriores, así como las depreciaciones y amortizaciones de los ejercicios son fuente de recursos.

Por lo que hace al valor de la empresa concesionaria o del conjunto de empresas operadora de la concesión, éste se integra, por definición, con la suma del valor de su Activo Fijo (AF) y del Valor Presente Neto (VPN) de sus Flujos de Efectivo Neto (FEN), lo cual implica la dependencia de dos situaciones fundamentales: la primera, el momento en el cual se valúa el activo fijo y, la segunda, la tasa de valuación (de deflactación) de los flujos (beneficios o perjuicios futuros). El valor del Activo Fijo (AF) está sujeto, como ya sabemos, al precio de adquisición, a la depreciación acumulada, a las condiciones de conservación y de mantenimiento, además de la funcionalidad y de las obsolescencias técnica y económica; en tanto

que la tasa con la que se determina el Valor Presente Neto (VPN) de los Flujos de Efectivo Neto (FEN) dependerá de que su riesgo asociado sea cero, es decir, que la tasa de valuación no debe tener riesgo.

Observando la gráfica de riesgo del Flujo de Efectivo Financiero para Evaluación para determinar el valor que puede alcanzar la o las empresas operadoras de "HermoVía", puede apreciarse que la mayor tasa sin riesgo es del 12% prácticamente, ante lo cual puede tenerse un Valor de Crecimiento Patrimonial de 781 mdp, que sumados al máximo valor del Activo Fijo, que es de 179 mdp, resultaría que ésta o éstas pueden alcanzar un valor de 960 mdp en números redondos, esto sin menoscabar que el crecimiento patrimonial que le corresponde al país en los últimos 35 años es del 6 al 8% en términos reales, según la gráfica mostrada en el Anexo del presente documento.

El periodo de pago, considerando esa tasa del 12%, resulta ser de 11 años, a lo cual le corresponde un Valor Presente Neto de los Flujos de Efectivo Neto de 106 mdp, con un Crecimiento Patrimonial de 782 mdp, ambas cantidades que integran una suma de flujos sin deflactar de 888 mdp. La relación Beneficio sobre Costo que corresponde es 1.28 con una Tasa de Rendimiento Inmediata del 17.82%; el Pago Periódico Equivalente es de 16 mdp, lo que significa que es del 4.17% en relación con las inversiones.

Con base en todo esto y el análisis efectuado podemos indicar las siguientes conclusiones de manera puntual:

- De acuerdo con los resultados obtenidos, el proyecto "HermoVía" tiene rentabilidad financiera. La estrategia general es construir, primeramente, en el año inicial, las líneas troncales "A" y "B", seguidamente, la línea troncal "C" en el año 1 y, finalmente, la línea troncal "D" en el año 2 de evaluación.
- Como Sistema Inteligente de Transporte, "HermoVía" contribuye a consolidar un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito para la Ciudad de Hermosillo, ayudando a ordenar las Líneas integrantes del Sistema actual y a configurarlo como un Sistema Alimentador del Troncal "HermoVía".
- La empresa concesionaria debe conjugar experiencia en la construcción de infraestructura y equipamiento urbanos por una parte y, por la otra, experiencia en la operación y mantenimiento de vehículos automotores para el autotransporte de pasajeros, recomendando la creación de un consorcio constituido por una empresa constructora y otra de autotransporte.

- La inversión en infraestructura y equipamiento causará incremento en los valores de tierra de los predios ubicados en las inmediaciones de las rutas troncales del Sistema “HermoVía”, lo cual aumentará la base gravable del impuesto predial para captar más recursos monetarios con los que se podrá devolver paulatinamente las aportaciones de capital a cargo de los particulares concesionarios.
- Con la finalidad de presupuestar adecuadamente la inversión en infraestructura, de mejorar la rentabilidad y reducir el riesgo, es necesario que el proyecto ejecutivo defina los sitios precisos donde puede operarse el carril de circulación de los autobuses sobre el pavimento flexible de concreto asfáltico ya existente y dónde debe construirse un pavimento rígido con concreto hidráulico.

Este análisis financiero, como cualquiera otro, se orienta a determinar flujos de efectivo ciertos (hasta determinado punto), aunque se considera en ellos un riesgo razonable en términos de su variabilidad originada por supuestos subjetivos, desde el punto de vista de una empresa lucrativa, la cual está sujeta a tributación, por lo que dichos flujos incluyen el pago de los impuestos que proceden mediante la consideración del ingreso que es gravable.

Es importantísimo hacer notar que la definición de beneficios netos o las entradas de efectivo que las finanzas consideran no es idéntica al concepto del ingreso empleado en la contabilidad financiera, la diferencia principal estriba en que, al estimar los ingresos, las finanzas no restan de éstos los cargos de depreciación y de amortización del activo fijo porque no suelen considerar el pago de impuestos, mientras que la contabilidad sí lo hace y lo hace por principio de disciplina; las finanzas restan los desembolsos de efectivo asociado con la inversión y esto sustituye los gastos de depreciación, la contabilidad financiera calcula el ingreso de cada año y distribuye el costo de la inversión a lo largo de la Vida Útil Total (VUT) del activo como fue explicado durante el desarrollo del marco teórico de este trabajo.

Pero, ¿por qué son importantes los Flujos de Efectivo Neto (FEN) para evaluación?, la respuesta radica en que no nos interesa la cuantía del costo de la inversión en sí, sino los desembolsos de efectivo requeridos, la cronología de éstos y, por supuesto, los ingresos con los cuales cubriremos dichos desembolsos, bajo el supuesto que estos últimos serán suficientes para, incluso, obtener una ganancia, o sea, para conocer cuánto dinero quedará disponible tras cubrir las inversiones, los costos y los gastos necesarios para que el negocio funciones con éxito; claro está que, para acceder a esa ganancia, siempre hay que

iniciar con las inversiones debidas, pues dicho coloquialmente, para sacarse el premio de la lotería, antes hay que comprar el billete o boleto que da derecho a participar en ella.

Los análisis de inversiones involucra una comparación entre alternativas, si no hay, por lo menos, dos posibilidades, no hay problema de elección. Generalmente existen más de dos elecciones y, eventualmente el número de éstas puede ser grande, pero la interrogante concreta puede ser si la empresa se encontrará mejor con una determinada inversión o sin ella, o si esa inversión es mejor que otras, o si deben aceptarse todas, o bien, rechazarse sólo algunas; de todas maneras, debido a que el análisis de la inversión implica una comparación de dos o más alternativas, no es sorprendente que toda estimación de los Flujos de Efectivo Neto (FEN) para evaluación deba hacerse también de una forma comparativa.

Esa forma comparativa da lugar a flujos absolutos y relativos; los primeros son los constituidos para cada proyecto de inversión y los segundos deben ser explicados a partir de la confrontación de un proyecto o de un negocio frente a otro. Al examinar las estimaciones de los Flujos de Efectivo Neto (FEN) para evaluación de ambos podemos restar, en sentido algebraico, los de uno a los del otro en los periodos correspondientes y esa diferencia conformará los flujos relativos, mismos que pueden ser sometidos a la misma mecánica de evaluación a través de los indicadores de conveniencia expuestos en este documento.

No obstante lo dicho, existe un peligro importante de carácter conceptual que debe evitarse al estimar los flujos relativos, pues éstos involucran siempre una comparación implícita o explícita de dos alternativas, pero si una de ellas es suficientemente mala, la otra puede hacerse parecer altamente conveniente, lo cual no necesariamente es cierto, pero, en general, debe rechazarse una inversión si los flujos de efectivo relativos no son positivos cuando se comparan con la siguiente alternativa.

Hay que hacer notar, también, que en algunos casos se han de requerir recursos que pueden ser escasos en un momento dado, ya sea por externalidades (amenazas) o por factores internos (debilidades), y los costos del empleo de tales recursos se llamarán “costos de oportunidad”, los cuales se medirán estimando lo que el recurso ganaría para la empresa si se rechazara el proyecto o negocio en cuestión, lo cual frecuentemente es difícil, pero no por eso, se debe incurrir en estimaciones simplistas o descuidadas, es preferible repercutir esta situación en la variabilidad subjetiva estimada para los flujos en el análisis de riesgo.

Ciertamente nunca podemos estar seguros acerca de la percepción del efectivo futuro, o bien, que exista una secuencia única de Flujos de Efectivo Neto (FEN); la

incertidumbre complica las cosas y surge porque no se sabe con seguridad qué situaciones se presentaran. Tal circunstancia hace que la certidumbre se ausente y que ello sea necesario preverlo a través de la aplicación de algún método específico, como los que consideran a la probabilidad subjetiva como una forma de lograrlo, pues esta es una medida de la opinión de alguien acerca de la probabilidad que un evento o circunstancia se produzca.

La actitud hacia el riesgo constituye un factor importante que debe tomarse en cuenta al considerar las oportunidades de inversión sujetas a la incertidumbre, la capacidad para hacer esto depende de comparaciones y conocimiento de las preferencias o actitudes hacia el riesgo por parte de los inversionistas, pues las consideraciones son distintas entre ellos, incluso, en cada uno de ellos al paso del tiempo. La descripción de dichas preferencias o actitudes al paso del tiempo recibe el nombre de “función de utilidad”, tema que no cubre el alcance de este trabajo.

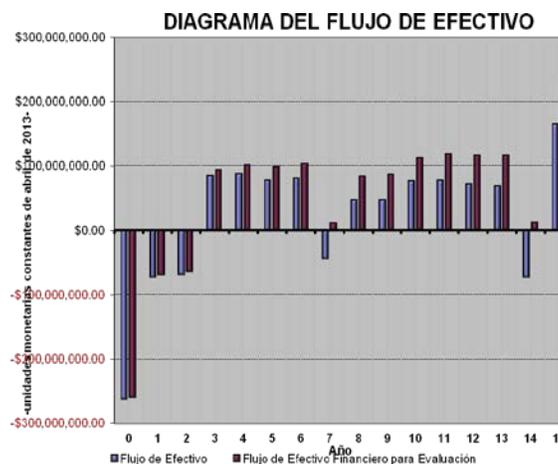
Es sabido, cambiando de tema, que muchos empresarios suelen adquirir activos fijos mediante la contratación de deuda a largo plazo, prefiriendo arriesgar recursos ajenos en vez de los propios a pesar de contar con ellos, sin detenerse a pensar en que el costo financiero de esa deuda, además de acrecentar el riesgo de la evaluación, reduce el Flujo de Efectivo Neto (FEN) para evaluación, perjudicando estas dos cosas a los indicadores financieros que hemos tratado; sin embargo, aunque se adquiriera un pasivo corriente para este fin, se considerará que éste no causa intereses, excluyéndose el pago de este rubro en la evaluación, pero como recomiendan algunos autores, el factor del interés se tomará en consideración mediante el uso de un Costo de Capital adecuado, no obstante que a los profesionales de la contabilidad les gusta ver la consideración del pago de costos financieros por la contratación de pasivos de manera explícita en los Estados Financieros. Cabe reflexionar en lo que se está haciendo, si se está evaluando un proyecto singular o una empresa que realizará ese proyecto singular, pues existe una interrelación entre las premisas del proyecto y la administración de dicha empresa.

En adición a lo hasta ahora comentado, cabe acotar que, como a través de algunos indicadores de evaluación financiera se definió, existe una perspectiva interna y otra externa en el análisis financiero realizado. Diremos que la externa considera la obtención de beneficios monetarios adicionales para la empresa mediante dos caminos fundamentalmente: el primero es el cobro de intereses por la inversión de los recursos recuperados en excedente a los necesarios para retornar la inversión y cubrir los costos y gastos, el segundo es la consideración de la venta de activo fijo que ha llegado a su Vida Útil Total (VUT) al precio de su

valor residual, que es una forma de valor terminal, el cual es el correspondiente al término del horizonte de evaluación.

En relación con este punto que se menciona hay que decir que existen “evaluaciones convencionales” y “evaluaciones no convencionales”¹⁴; las primeras son aquellas que consideran la perspectiva interna y las segundas la externa. Así también, en cualquier sucesión de Flujos de Efectivo Neto (FEN) existen “convencionales” y “no convencionales”; los Flujos de Efectivo Neto (FEN) son convencionales cuando se tiene un conjunto de periodos al inicio del horizonte de evaluación al cual le corresponden flujos con signo negativo y todos los posteriores a éste poseen signo positivo, es decir, cuando inicialmente se tengan erogaciones en periodos continuos y luego beneficios o ingresos (captación de recursos) después de éstas, en cambio, cuando las erogaciones y las captaciones de recursos monetarios se encuentran alternadas, o sea, cuando los signos de los flujos tienen un orden distinto al primero señalado, entonces los Flujos de Efectivo Neto (FEN) son no convencionales.

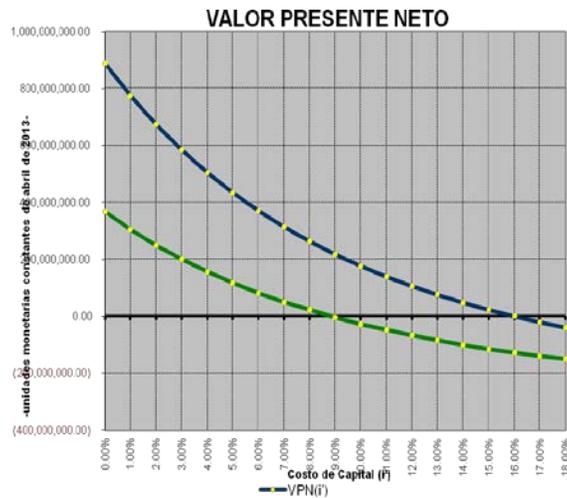
Hay que distinguir que la evaluación de “HermoVía” presentada fue de tipo no convencional en virtud que la Tasa Interna de Retorno (TIR), que corresponde a una evaluación convencional, resultó ser del 8.84%, cantidad inferior a la reconocida por organismos internacionales para proyectos que se desarrollan en economías emergentes, que es del 12%; en cambio, si observamos la Tasa Externa de Retorno (TER), que resultó ser del 16.01%, podemos ver que es benévola la perspectiva externa para el caso de este proyecto. Distinguiremos también que esta evaluación no convencional permitió articular Flujos de Efectivo Neto (FEN) convencionales, cosa que, con la evaluación convencional, se tuvieron flujos no convencionales, como ahora puede recordarse:



Flujo de Efectivo Neto (FEN) convencional y no convencional.

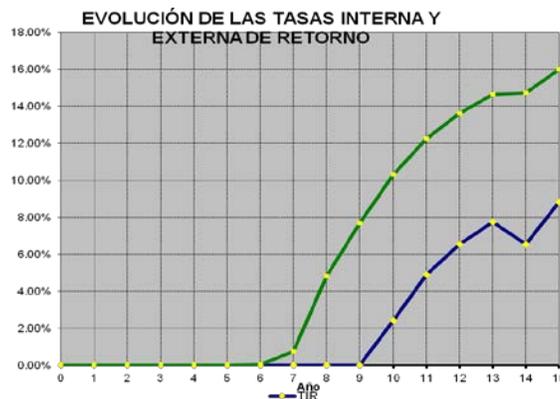
¹⁴ Bierman Harold, Smidt Seymour, *El Presupuesto de Bienes de Capital, La Toma de Decisiones*, Fondo de Cultura Económica. 1ª edición, México, 1983, 462 pp.

La diferencia en Valor Presente Neto (VPN) del Flujo de Efectivo Neto (FEN) convencional y el no convencional (con el que se efectuó la evaluación), pudo apreciarse en la gráfica correspondiente, donde la diferencia a tasa cero es de, prácticamente, 520.78 mdp, diferencia que se reduce gradualmente conforme se incrementa la tasa de evaluación, llegando a ser para la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 220 mdp y de 128 mdp para la Tasa Externa de Retorno. Recordando tal gráfica:

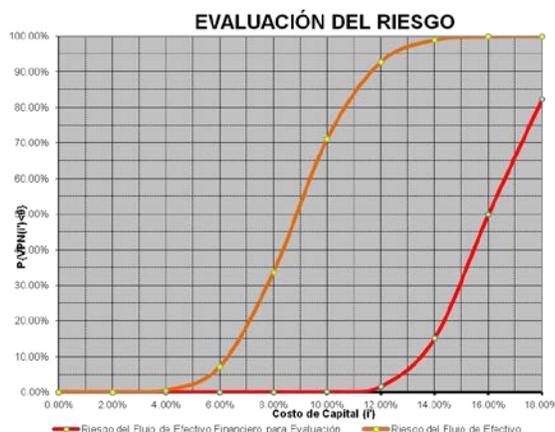


Diferencia del Valor Presente Neto del Flujo de Efectivo Neto convencional y no convencional.

Por supuesto, esta diferencia también se hizo patente al observar la evolución de las Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa Externa de Retorno, como en su momento fue presentado, así como también en las gráficas de riesgo correspondientes, en las que se aprecia que el riesgo del flujo de efectivo convencional es mayor que el riesgo del no convencional:



Diferencia en la evolución de la Tasa Interna y Externa de Retorno bajo la consideración del Flujo de Efectivo Neto convencional y no convencional.



Diferencia en el riesgo del Flujo de Efectivo Neto convencional y no convencional.

En estas últimas gráficas hay que observar que el riesgo bajo un Costo de Capital equivalente a la Tasa Interna o Externa de Retorno es igual al 50%; esto debido a que, por definición, el Valor Presente Neto de los flujos de efectivo convencional y no convencional a las tasas de retorno respectivas es igual a cero y, por lo tanto, la probabilidad de que ante una medida de dispersión determinada éste sea menor que cero es igual a que sea mayor que esta misma cantidad, o sea, 50 y 50%.

Todo cálculo de los Flujos de Efectivo Neto (FEN) formula supuestos específicos acerca del nivel de la actividad económica, la disponibilidad de activo fijo más eficiente y moderno, los costos en el mercado de las materias primas o de los insumos de mantenimiento, etc.; sin embargo, tales supuestos pueden o no cumplirse y, en ese sentido, hay una gran incertidumbre en torno a cada uno de estos factores en términos prospectivos. El análisis de riesgo efectuado considera la variación que al final repercute en los flujos y no la que influye individualmente en cada una de los supuestos que referimos, toma en cuenta la probabilidad objetiva que, en un momento dado, puede ser medida a través del análisis estadístico de cuentas contables, así como también la subjetiva que puede provenir de la opinión de expertos en materia financiera o económica.

Debe subrayarse que cualquier decisión en torno de inversiones o de negocios deben basarse en consideraciones completas de los factores más importantes como sea posible, quizás bajo el "Principio de Pareto¹⁵" basado en el conocimiento empírico, el cual postula que es un grupo minoritario de las causas las que ostentan y producen la mayor parte de las repercusiones. Pareto estableció que "con pocos de mucho" podemos saber lo "mucho de poco", con lo

¹⁵ Formulado por el sociólogo, economista y filósofo italiano Vilfredo Federico Damaso Pareto (París, 15 de julio de 1848 - Ginebra, 19 de agosto de 1923).

que se establece que mediante sencillos muestreos (poco de mucho) podemos identificar los elementos más importantes en los aspectos que deseamos controlar (mucho de poco).

En un plano general, el análisis financiero como disciplina ha estado íntimamente ligada al desarrollo económico regional de cada país y en épocas de crisis financiera o de inflación en la economía se privilegian a los mercados monetarios (corto plazo) sobre los de bienes de capital (largo plazo), redundando esta circunstancia en la escasez de recursos financieros en circulación por la concentración especulativa del dinero. No es sino hasta que los rendimientos a esos capitales de especulación son insuficientes cuando se piensa en orientar las inversiones sobre los mercados de largo plazo, primordialmente los que tienen que ver con la construcción de infraestructura y equipamiento urbanos y, todavía más particularmente, en la edificación de bienes inmobiliarios, cuando esto debería ser una práctica acostumbrada no sólo por la derrama económica y la creación de economías de escala en las diversas regiones de nuestro país, también porque esas inversiones significan la revalorización de los bienes inmobiliarios ya existentes, lo que permite a los gobiernos incrementar sus bases tributarias para la captación de nuevos recursos monetarios para su posterior redistribución mediante políticas de desarrollo.

Bajo este punto resulta interesante notar la estrecha relación que, para la realización de un análisis financiero, existe entre disciplinas tales como ingeniería, economía, contabilidad, finanzas y valuación, distinguiendo de ellas el enfoque sociológico, humanista e, incluso, político, en un momento dado. El análisis financiero es, entonces, un estudio multidisciplinario de las variables que intervienen en una empresa o sociedad mercantil desde el punto de vista monetario con el fin de determinar las características de rendimiento y de riesgo que deben incorporarse en los modelos de decisión sobre las inversiones relativas a los proyectos o negocios que ésta realiza, así como también de la administración de la situación financiera de la misma.

La evaluación financiera de una propuesta de inversión hecha desde el punto de vista de sus administradores o de los propietarios de una empresa puede parecer inconveniente bajo sus premisas, pero podría resultar ser atractiva para el gobierno del territorio donde se pretenda desarrollar desde su perspectiva política, como resultan ser varios proyectos orientados hacia el desarrollo social; en muchos lugares debe obtenerse la autorización del gobierno antes de iniciar una inversión empresarial importante y, por esta razón, las evaluaciones financieras deben estructurarse para que su presentación sea clara para posibles revisiones por parte de las autoridades que corresponden, haciendo hincapié en puntos orientados a responder preguntas como estas:

1. ¿Cuál es la magnitud de los beneficios netos que derivarían de la inversión propuesta?
2. ¿Quiénes recibirían los beneficios que se generarían?
3. ¿A través de qué medios se canalizarían los beneficios?

Estas preguntas y otras provendrán de dos cuestiones fundamentales desde el punto de vista social: la primera se refiere a problemas de eficiencia económica y, la segunda, a problemas de distribución de la riqueza. Ambas cuestiones son importantes para los gobiernos que afrontan decisiones en materia de inversión, pues tienen los mismos problemas que los administradores de proyectos y de los propietarios de las empresas en lo referente a la medición de los parámetros indicativos de conveniencia, pero, además de ello, tienen la responsabilidad de evaluar los aspectos sociales en términos de beneficios económicos

Se ha destacado que el proyecto “Hermovía” puede consolidarse como un Sistema Integrado de Transporte Urbano de Autobuses de Rápido Tránsito (SITUART) para la ciudad de Hermosillo, Sonora, no sólo como una solución viable y sustentable que contribuya al mejoramiento de la movilidad de las personas en la ciudad, sino también en un mecanismo de ordenamiento vehicular, de las concesiones ya existentes como rutas alimentadoras y, por supuesto, de reducción de los índices de accidentes viales.

Proyectos como este, no sólo tienen un fuerte impacto en términos sociales por la reducción en la pérdida de horas hombre invertibles en otros ámbitos del desarrollo de los ciudadanos, sino que contribuyen positivamente en el desempeño de la economía regional mediante beneficios tangibles en los diferentes sectores de ésta, sin mencionar los beneficios ambientales, a la imagen urbana de la ciudad y a la salud de sus pobladores.

Para el caso de la evaluación de “HermoVía”, aunque no se consideró dentro de los alcances de ésta, sí podemos señalar que entre los beneficios sociales perfectamente medibles se encuentra, además de los impuestos sobre la renta que se le cobraría a las empresas concesionarias, el crecimiento en el valor catastral de tierra, lo cual tendrá una repercusión en el impuesto predial de los inmuebles que se ubican aledañosamente a las rutas que se han propuesto para este sistema troncal de transporte.

Para terminar, el análisis financiero de “HermoVía” ha procurado, como cualquiera otro análisis, proporcionar indicadores específicos, sin que esto signifique que sea

un proceso automático ni estandarizado y, muchas veces, su contribución está en la capacidad de articular un escenario adecuado que, sin ser pesimista u optimista, logra constituirse como un marco de planeación estratégica regional.

CONCEPTOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS Y DE VALUACIÓN MERCANTIL.

1. **Activo fijo:** Conjunto de bienes, o lotes de los mismos, y derechos cuyos elementos individuales cumplen con características determinadas en lo que respecta a su costo de adquisición y a su vida útil total (dos condiciones que suelen establecerse como equivalentes a 30 días de salario mínimo general para el Distrito Federal y un año natural respectivamente), que es de la propiedad de una entidad específica, persona física o moral quien lo emplea en la realización de su giro u objeto social.
2. **Amortización:** Procedimiento contable con el cual se recuperan las inversiones hechas por una entidad en activos intangibles (derechos) a través del traslado paulatino de estas cantidades a las cuentas de costos y gastos, las cuales, a su vez, se agregan al estado de resultados y, en consecuencia, afectan la utilidad o pérdida contable de un ejercicio. Sin embargo, en términos financieros, representa la cuantía de dinero que se paga periódicamente para liquidar un mutuo, integrando las cantidades correspondientes de abono a la suerte principal, el interés causado por el saldo insoluto, y los impuestos correspondientes.
3. **Avalúo:** Palabra utilizada como sustantivo que no existe en el diccionario de la Real Academia Española. En realidad, “avaluar” es un verbo expresado en voz antigua castellana, la cual ha evolucionado y se ha sustituido por el vocablo “valorar” y, en este sentido, el uso de la palabra “avalúo” es incorrecto. No obstante que el uso y la costumbre parecieran haber validado su aplicación, se trata de un barbarismo y debe sustituirse por “valuación” o “valoración”.
4. **Contabilidad:** Registros correspondientes a la técnica contable con carácter documental que contienen la evidencia histórica sobre la realización de operaciones mercantiles de una entidad determinada. Se incluye en este concepto las particularidades asentadas en las pólizas de

ingreso, de egreso y de diario, además de las balanzas de comprobación y los estados financieros.

5. **Costo:** En términos económicos es la cuantía monetaria que se requiere para crear, producir o generar un bien o un servicio, trasladarlo y ponerlo a disposición de quienes lo demandan en el mercado; sin embargo, contablemente representa la cantidad de dinero que un demandante paga a un oferente por el consumo de dicho bien o servicio.
6. **Costo neto de reposición:** Corresponde al resultado de sustraer al costo de reposición nuevo de un bien específico, los deméritos correspondientes a su vida útil agotada, a su conservación y mantenimiento, y a su obsolescencia técnica, económica o funcional. En los bienes usados, este costo constituye su “valor físico”.
7. **Costo de reproducción nuevo:** Cantidad de dinero necesaria para producir o adquirir un bien nuevo en el mercado, lo cual incluirá, además de los costos propios de la fabricación (materiales y mano de obra), los de traslado e instalación. Evidentemente, en bienes de reciente fabricación, este costo representa su “valor físico”.
8. **Deflactación:** Procedimiento mediante el cual una cantidad es modificada y trasladada a un instante anterior en el tiempo.
9. **Desmérito o demérito:** Reducción del costo de reproducción nuevo de un bien debido a las condiciones de su vida útil consumida, de su conservación y mantenimiento, y de sus obsolescencias económica, funcional y tecnológica.
10. **Depreciación:** En términos contables representa el procedimiento de recuperación de las inversiones en activos tangibles (bienes) mediante su traslado paulatino hacia las cuentas de costos y gastos, mismas que forman parte del estado de resultados contable y afectan la utilidad o pérdida del ejercicio. Económicamente representa la reducción del valor de los bienes debido al agotamiento de su vida útil.
11. **Derecho:** Prerrogativa jurídica que tiene una persona física o moral sobre un bien o negocio.
12. **Diagrama de flujo de efectivo:** Gráfica de uso económico, contable o financiero donde se representa un flujo de efectivo; en ella aparece el tiempo caracterizado por un eje horizontal dividido en periodos

equivalentes sobre el cual se dibujan como flechas o barras las cantidades de dinero y/o unidades de valor involucradas en una cuenta integradora de ellas (ésta podría ser una cartera, bolsa, chequera o caja de una entidad, unidad productiva o proyecto), tales barras o flechas serán perpendiculares al eje del tiempo, con magnitud equivalente a la cantidad que representan, con punto de aplicación correspondiente al periodo que pertenecen y, con sentido positivo, es decir, de abajo hacia arriba desde el eje, por la parte superior del diagrama, aquellas cantidades con signo positivo, mismas que son asignadas como ingresos o beneficios operantes al inicio o final del periodo, según sea establecido, pero con sentido negativo, o sea, de arriba hacia abajo desde el eje, por la parte inferior del diagrama, las cantidades con signo negativo, asignadas como costos, gastos o perjuicios aplicables, igualmente, al inicio o final del periodo.

13. **Dictamen de valuación:** También llamado certificado de valor, es el documento emitido por entidad competente que certifica la conclusión de valor de un bien, derecho o negocio.
14. **Edificaciones:** Espacios físicos construidos para desarrollar la actividad humana y satisfacer necesidades específicas del hombre.
15. **Egreso:** Cantidad de recursos económicos que significan erogación o reducción de los que dispone una entidad.
16. **Elemento Accesorio:** Elemento mueble ligado y considerado necesario e indispensable para el funcionamiento operacional de un inmueble especializado, ligado a la explotación económica o al resguardo cultural. Estos elementos, en sí, se convierten en característicos del bien inmueble analizado, como puede ser la caldera en un hotel y baños públicos, el depósito de combustible en plantas industriales, la espuela de ferrocarril en industrias, la pantalla en un cinematógrafo, la planta de emergencia en un hospital, la bóveda de seguridad con el circuito cerrado de televisión en un banco, las butacas en una sala de espectáculos, o las vitrinas de exhibición en un museo.
17. **Empresa:** Sociedad mercantil.
18. **Enfoque de capitalización (o de ingresos):** Método que considera las rentas producidas y/o beneficios generados por el objeto de valuación. La capitalización es un procedimiento por el cual se obtiene el valor de un bien o derecho con base en la cantidad de las rentas o beneficios netos futuros que se obtienen durante la vida económica del bien, y con una tasa

que involucra la productividad y todos los riesgos asociados con el bien o derecho que se trate. Este enfoque refleja el principio de anticipación, conociendo al resultado que se obtiene como “valor de uso”.

19. **Enfoque de mercado (o comparativo):** Método que se fundamenta en el empleo de datos estadísticos de transacciones de mercado y razonamientos que reflejan el pensamiento de los participantes del mismo; utiliza procesos que incluyen la comparación y considera también el uso de listas de precios y ofertas publicadas, denominándose al resultado obtenido “valor de cambio”.
20. **Enfoque físico (o de costos):** Método aplicable en la valuación de bienes que se fundamenta en el costo actual de su reproducción o reposición, reduciéndolo por los deméritos propios específicos de los mismos. Al resultado que se obtiene se le llama “costo neto de reposición”, y en el caso de un bien inmueble se adiciona el valor de la tierra.
21. **Enfoque residual (o del residuo):** Método cuya premisa fundamental establece que es posible determinar el valor de cambio individual de un elemento integrante de una unidad económica, en un momento dado, a partir del valor de uso o de cambio de toda ella, reduciéndolo con el costo neto de reposición propio del complemento de dicha unidad.
22. **Entidad:** Persona física o moral (institución oficial, organismo público, dependencia gubernamental, empresa, sociedad o asociación) responsable de la realización de un trabajo de valuación.
23. **Especialidades de valuación:** Son las diferentes ramas de la valuación que se aplican para la valuación de bienes, derechos y negocios.
24. **Estudio de valor:** Es el que se realiza bajo determinadas hipótesis y suposiciones relativas al objeto de valuación, aplicando los enfoques residual, físico, de capitalización y/o de mercado, con el fin de calcular un posible valor que el objeto de valuación podría alcanzar cuando se reúnan ciertas condiciones en él; ejemplo de esto es la determinación de un valor comercial para un uso alternativo.
25. **Fecha de certificación:** Es en la que se emite el dictamen de valuación o certificado de valor.

26. **Fecha de inspección:** Periodo durante el cual se realiza la visita, identificación física y, en su caso, verificación de la situación legal del objeto de valuación.
27. **Fecha de la valuación:** Es el día calendario en el que se emite el reporte de valuación. El estado físico y legal del objeto de valuación debe tomarse a la fecha de la inspección.
28. **Fecha de referencia del valor:** Es el día calendario, anterior a la fecha de la valuación, al que se vincula el valor referido del objeto de valuación, expresado éste en unidades monetarias corrientes en la fecha de referencia. Un valor referido deberá calcularse con base en el valor obtenido a la fecha de la valuación del mencionado objeto, o bien, determinarse mediante indagación documental de la época a la que corresponde la fecha de referencia, y considerando la edad, conservación y obsolescencia que tenía el objeto de valuación en ese entonces.
29. **Flujo de efectivo:** Es la sucesión periódica de cantidades positivas y negativas (ingresos y egresos) representativas de los recursos contables, financieros o monetarios operados en la cartera, bolsa, chequera o caja de una entidad jurídica, unidad productiva o proyecto.
30. **Homologación:** Acción de poner en relación de igualdad o semejanza a dos bienes, uno objeto de valuación, y otro objeto comparable, distinguiendo, cuantificando y haciendo intervenir todos aquellos elementos que reflejen las diferencias sustantivas entre ambos.
31. **Indiviso:** Índice porcentual que expresa el derecho económico de participación que un copropietario posee de un bien que no puede ser fraccionado en partes individuales.
32. **Informe de valuación:** Conocido incorrectamente como avalúo, es el documento de carácter confidencial elaborado por un profesional de la valuación, en el que se expresa y aplica el proceso metodológico correspondiente para determinar el valor de un bien, derecho o negocio a una fecha determinada; también se consigna, entre otros aspectos generales, el objetivo y propósito establecidos, la descripción particular y uso actual del objeto de valuación, las consideraciones y excepciones específicas del caso, las premisas y la conclusión de valor.
33. **Inmueble:** Bien patrimonial integrado por terreno, edificaciones, instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias.

34. **Instalación especial:** Bien mueble ligado de manera temporal o permanente a un inmueble de uso común, con el fin de darle a este último un mejor funcionamiento operacional, tal como puede ser el caso de los elevadores, montacargas, escaleras electromecánicas, equipos de aire acondicionado o de aire lavado, sistemas hidroneumáticos, sistemas de riego por aspersión, sistemas de sonido ambiental, calefacción, antenas parabólicas, sistemas de aspiración central, bóvedas de seguridad, subestaciones eléctricas, sistemas de intercomunicación, pararrayos, equipos contra incendio, equipos de seguridad, circuitos cerrados de televisión, etc.
35. **Justipreciación:** Valoración de un derecho real en términos monetarios.
36. **Mercado:** Es el medio (lugar físico o virtual) en que se intercambian bienes y servicios entre compradores y vendedores a través de la oferta y la demanda. Un mercado puede tener extensión local, regional, nacional o internacional.
37. **Negocio:** Acto mercantil o actividad sujeta al derecho mercantil.
38. **Objetivo de la valuación:** Es el tipo de valor que se pretende determinar para el objeto de valuación (valor comercial, valor físico, valor de desecho, valor de rescate, valor catastral, etc.). En este punto se establece la naturaleza o tipo de valor de acuerdo con el propósito de la valuación.
39. **Objeto comparable:** Todo aquel elemento integrado a una muestra por poseer características idénticas o similares al objeto de valuación en lo que se refiere a su constitución, forma, tamaño, capacidad, entorno, etc., y del cual se conoce su precio, o su costo neto de reposición, o su valor de uso, o bien, su valor de cambio, ya sea en unidades monetarias corrientes, o en unidades monetarias constantes a una fecha determinada.
40. **Objeto de valuación:** Cualquier bien, derecho o negocio propiedad de una entidad física o moral, es decir, cualquier elemento tangible o intangible de un patrimonio del cual se quiere conocer su valor.
41. **Obra complementaria:** Es aquella construcción que aporta alguna amenidad especial o beneficio adicional a un inmueble de uso común, como son las bardas, celosías, rejas, patios, andadores, marquesinas, pérgolas, jardines, fuentes, espejos de agua, terrazas, balcones, albercas,

chapoteaderos, cisternas, fosas sépticas, pozos de absorción o artesianos, aljibes, plantas de tratamiento, etc.

42. **Obsolescencia económica:** Demérito que le corresponde a los bienes debido a que, por sus condiciones de uso y estado físico, resultan ser más caros sus costos de mantenimiento y operación respecto de lo normal.
43. **Obsolescencia funcional:** Demérito relacionado a los bienes que son destinados a un uso distinto del que fueron diseñados, resultando esta situación en un empleo inadecuado del mismo, desperdiciándose su potencial; aunque también debe incluirse el caso en que un elemento es improvisado y su diseño no cubre todos los requerimientos de su operación.
44. **Obsolescencia tecnológica:** Demérito asignado a los bienes debido a la existencia de otros más recientes que poseen mayor eficiencia.
45. **Patrimonio:** Conjunto de bienes, derechos y obligaciones que son de la legal propiedad de una entidad.
46. **Perito:** Calidad jurídica otorgada por autoridad competente a la persona física que, por valoración propia de la primera mencionada, posee aptitudes, conocimientos teóricos y prácticos bastos y experiencia reconocida sobre alguna materia específica, siendo el caso que deberá contar con título y cédula profesional si el ejercicio de dicha materia lo requiere; esto para intervenir en cualquier asunto jurídico que requiera de su pericia para emitir su opinión a través de un dictamen pericial.
47. **Precio:** Económicamente representa la cantidad de dinero que el productor de un bien o servicio pretende o espera recibir por su enajenación, es decir, por su cesión a un consumidor, pero en términos contables expresa la cuantía monetaria que un oferente recibe de un demandante por dicha cesión.
48. **Principio de anticipación:** Establece que el valor presente del objeto de valuación se sustenta en los beneficios futuros que puede retribuir su uso o explotación, así como en los costos y gastos asociados con dicho uso o explotación. Este principio da lugar a la aplicación del enfoque de capitalización o de ingresos.
49. **Principio de crecimiento, equilibrio y declinación:** Asegura que el valor presenta un ciclo temporal (relativo al tiempo) debido a las variaciones de

la demanda que es motivada, por ejemplo, por la introducción de elementos novedosos, por los efectos del deterioro físico ordinario, o por la moda de uso, resultando que en una primera etapa la demanda supera a la oferta, posteriormente el mercado se satisface, presentando el punto de equilibrio y, finalmente, la oferta es la que supera a la demanda.

50. **Principio de coherencia:** Refiere que las diversas manifestaciones del valor de un bien guardan una relación lógica entre sí, esto es, que el costo neto de reposición, el valor de uso y el valor de cambio pueden vincularse mediante una función.
51. **Principio de generalidad:** Establece que el perito debe considerar, a menos que justifique la excepción, la aplicación de los tres principales enfoques de valuación: el físico, el de mercado y el de capitalización, no obstante que identifique a uno de estos como el más adecuado para el valor conclusivo.
52. **Principio de mayor y mejor uso:** Establece que el valor del objeto de valuación debe determinarse con base en su uso más apto, que sea técnicamente factible, apropiadamente justificado desde el punto de vista estadístico y prospectivo, legalmente permitido y financieramente rentable, de manera que se establezca el valor más alto del objeto de valuación mencionado, en condiciones de bajo riesgo.
53. **Principio de normalidad:** Señala que los pronósticos de valor obtenidos para un mismo bien en un mismo mercado tienen una distribución estadística “normal”.
54. **Principio de oferta y demanda:** Afirma que la escasez influye en las fuerzas económicas de la oferta y la demanda y que cuando la oferta supera a la demanda existe disminución en el nivel general de los precios de bienes o servicios específicos, mientras que cuando ocurre lo contrario, éste aumenta. Este principio señala la existencia de una relación inversa entre la oferta y el precio, así como de una relación directa entre la demanda y el precio.
55. **Principio de permanencia y cambio:** Establece que hay un lapso durante el cual los valores se mantienen fijos, y aunque existe posterior variación de los mismos por la interacción de la oferta y la demanda, siempre habrá un intervalo durante el cual el precio pronosticado tendrá vigencia.

56. **Principio de probabilidad:** Establece que el análisis y validación de indagaciones de mercado debe realizarse con base en técnicas de muestreo, así como también que determinados métodos, como el residual, o técnicas para la creación de escenarios, deben efectuarse de acuerdo con condiciones específicas que inducen variación a los flujos de efectivo, situación que establece el estudio de diferentes condiciones y del riesgo asociado a ellas.
57. **Principio de equivalencia y proporcionalidad:** Sostiene que dos bienes equivalentes en mercados equivalentes tendrán el mismo valor, también que dos bienes semejantes en mercados semejantes tienen valores semejantes y que la diferencia de éstos es proporcional a las diferencias entre sus características.
58. **Principio de influencia:** Aplicable al caso de los inmuebles, señala que, cuando un inmueble no es compatible con la zona en que se ubica, su valor se influenciará por las condiciones de los inmuebles que lo circundan.
59. **Principio de sustitución:** Establece la posibilidad de que un bien o servicio puede ser reemplazado por otro idéntico o similar en lo que se refiere a sus capacidades, aspecto, tamaño, forma, amenidades, estado físico, etc.; y en ese sentido, puede fijarse el valor del objeto de valuación a partir de la consulta de los precios de adquisición de aquellos que pueden sustituirlo. Este principio da lugar a la aplicación del enfoque de mercado o comparativo.
60. **Principio de temporalidad:** Reconoce que el valor concluido corresponde con la fecha de la valuación, sin embargo, para fines del propósito de la valuación se reconocerá que éste tendrá vigencia durante un periodo determinado, siempre que no cambien las características físicas y legales del bien, o las condiciones generales del mercado en que se comercialice.
61. **Principio del valor único:** Señala que el valor comercial de un bien, derecho o negocio debe calcularse y establecerse con independencia de los fines para los cuales se requiera o utilice la valuación, observando para tal efecto las disposiciones legales y administrativas emitidas por autoridades competentes en la materia que, en su caso, sean aplicables.
62. **Propósito de la valuación:** Uso que se le da a un informe de valuación, de acuerdo con la finalidad establecida o motivo por el que se elabora (enajenación, garantía, aseguramiento, etc.). Asimismo es factor crucial

para la selección de la metodología de valuación aplicable al caso, con relación a cualquier disposición legal que rija para el objeto de valuación.

63. **Proyecto:** Es la formulación de una idea de explotación que tiene la posibilidad de convertirse en un negocio rentable legalmente permitido.
64. **Proyecto Blanco:** Aquel que, con el objetivo de impulsar y coadyuvar al desarrollo regional sustentable, se vuelve viable porque logra satisfacer aspectos sociales en términos de justificación, aspectos económicos en términos de rentabilidad y aspectos técnicos en términos de factibilidad, ello mediante el análisis y evaluación de factores de mercado y jurídicos para el caso de los primeros, de factores contables y financieros para el de los segundos y de factores tecnológicos, ingenieriles y de cuidado del medio ambiente para el de los últimos nombrados, siempre procurando la integración de esos tres aspectos con la coordinación de los sociales y de los económicos con principios de equidad, de los sociales y de los técnicos con principios de funcionalidad y, finalmente, de los técnicos y de los económicos con principios de calidad.
65. **Punto de equilibrio:** Caracteriza la intersección de las funciones econométricas de la oferta y de la demanda, lo cual representa el punto en que el mercado se satisface por lo que respecta a la cantidad de bienes o servicios ofertados contra los demandados, resultando que este punto representa el valor de dichos bienes o servicios. La función de la oferta se forma con los pares ordenados de la cantidad de bienes o servicios creados o generados por quienes los producen y ofrecen, y los precios por unidad esperados por éstos; y la función de la demanda se forma con los pares ordenados de la cantidad de bienes o servicios consumidos por quienes los demandan, y los costos por unidad que éstos están dispuestos a pagar.
66. **Recursos económicos:** Conjunto formado por los de índole financiera (dinero), material (bienes) y humana (fuerza de trabajo, mano de obra).
67. **Reflectación:** Procedimiento de modificación y traslado de una cantidad monetaria a un instante posterior en el tiempo.
68. **Renta:** Ingreso, utilidad o beneficio que rinde una cosa (bien o derecho) y que permite, a quien la recibe, consumir diversos bienes y/o servicios, o bien, ahorrar para incrementar su patrimonio.
69. **Sociedad mercantil:** Es aquella que tiene por objeto la realización de uno o más actos de comercio o, en general, una actividad sujeta al derecho

mercantil y, como toda sociedad, es un ente a al que la ley reconoce personalidad jurídica propia y distinta de sus miembros; y que contando también con patrimonio propio, canalizan sus esfuerzos a la realización de una finalidad lucrativa que es común, con vocación tal que los beneficios que resulten de las actividades realizadas, solamente serán percibidos por los socios.

70. **Solicitante de la valuación:** Persona física o moral con capacidad jurídica para pedir la elaboración de una valuación, sea porque éste es el propietario del objeto de valuación, su apoderado o representante legal, o incluso, una autoridad.
71. **Tasa de capitalización real:** Tasa efectiva de interés de deflactación expresada en periodos anuales que servirá para traer a valor presente una serie de flujos de efectivo proyectados en unidades monetarias constantes. Esta tasa se calculará con base en tasas efectivas de interés y de inflación anuales.
72. **Tasa de capitalización:** Tasa de interés que resulta de dividir una tasa nominal de productividad entre el número de capitalizaciones que sucederán durante el periodo al cual es relacionada dicha tasa nominal.
73. **Tasa efectiva de inflación:** Tasa aplicable, de manera análoga a la indicada por la teoría del interés, a unidades monetarias corrientes, y que resulta del aumento del nivel general de precios en el mercado de un instante pasado a otro presente, o bien, de uno presente a otro futuro, calculada a través del cociente porcentual de los incrementos de los precios entre su cantidad originales. Es importante notar que estas tasas quedan ligadas al tiempo transcurrido entre los instantes que fueron referidos, siendo el periodo analizado, por uso y costumbre, el de un año natural.
74. **Tasa efectiva de productividad:** Tasa de interés ligada a un lapso determinado, y calculada con base en la capitalización del interés, es decir, su agregación a la suerte principal de un mutuo, con lo que es posible relacionar dicha suerte principal con sus respectivos montos; esto significa que estas tasas son aplicables para deflactar o reflactar magnitudes expresadas en unidades monetarias corrientes para establecer su valor pasado, su valor presente o su valor futuro, según sea el caso. Cuando no se especifique el lapso al cual se liga esta tasa, se entenderá que éste será igual a un año natural, ya que primordialmente es el tiempo al que suele relacionarse, aunque también existen tasas

efectivas de productividad que se ligan al plazo de un mutuo, debiendo mencionarse, en su caso, esta situación.

75. **Tasa nominal de productividad:** Tasa de interés relacionada con un periodo específico, que sirve de base para calcular tasas efectivas de productividad mediante su división entre el número de capitalizaciones que ocurrirán dentro del periodo al cual se relaciona. Cuando se omita especificar el periodo al cual se relaciona, se entenderá que éste es equivalente a un año natural.
76. **Tasa real de productividad:** Tasa que se aplica para deflactar o reflejar unidades monetarias constantes como es indicado por la teoría del interés, pero se calcula con base en las tasas efectivas de productividad y de inflación, representando el incremento que, en términos reales, logra un inversionista sobre su patrimonio.
77. **Terreno:** También llamado solar, predio o fundo, es el elemento geográfico delimitado que integra una superficie, en el que se asientan edificaciones, obras complementarias, elementos accesorios e instalaciones especiales; valorado en función de sus cualidades productivas y de sus posibilidades de uso, explotación o aprovechamiento.
78. **Unidades monetarias constantes:** Son aquellas que están relacionadas con una sola fecha, sin importar el instante en que operan, por lo que cada una de ellas tendrá el mismo poder adquisitivo que las demás, entendiendo por poder adquisitivo el índice de la cantidad de bienes o servicios que pueden intercambiarse por una unidad monetaria.
79. **Unidades monetarias corrientes:** Son aquellas que se ligan a la fecha en que operan, lo que significa que cada una de ellas tienen distinto poder adquisitivo que otras aplicadas en una fecha anterior o posterior. El poder adquisitivo de las unidades monetarias corrientes en una fecha determinada difiere de las corrientes en otra fecha por el efecto de la inflación.
80. **Usuario de la valuación:** Persona física o moral quien emplea y fundamenta su quehacer en el valor consignado en un reporte de valuación.
81. **Valor:** Estadísticamente hablando es una variable aleatoria, cuya medida de tendencia central más probable es la que jurídicamente se constituirá como cantidad justa relativa al objetivo de la valuación. Económicamente

es un concepto que se refiere a la cuantía monetaria de enajenación de bienes, derechos y servicios disponibles en el mercado, entre quienes los ofrecen y adquieren en una fecha dada. Al emitir una valuación se requiere calificar a este término con algún adjetivo que describa el tipo a que se refiere.

82. **Valor comercial:** Valor conclusivo que calcula el valuador ponderando los resultados de los diferentes enfoques utilizados en la valuación de un bien y corresponde con la cantidad monetaria más probable en que se podría comercializar un bien o un derecho en las circunstancias prevalecientes en la fecha de la valuación.
83. **Valor comercial para un uso alternativo:** Valor que surge de la consideración de un uso potencial posible distinto del actual de un objeto de valuación, se basa en información y datos concretos que respaldan el potencial para el uso alternativo considerado. Si se tiene interés en el uso alternativo y si el valor asociado con éste difiere substancialmente del valor para su uso actual, el valuador lo debe anotar y explicar claramente en el reporte de valuación.
84. **Valor de aseguramiento:** Es el costo neto de reposición de un bien, menos el costo neto de reposición de aquellas partes específicamente excluidas en la póliza de seguro.
85. **Valor de cambio:** Cantidad de dinero en que se puede intercambiar un bien entre un vendedor y un comprador dispuestos, sin ningún vínculo entre sí, suponiendo que el bien ha sido puesto a la venta públicamente y que las condiciones del mercado permiten una venta regular y que se dispone de un período de tiempo normal para la negociación de la venta teniendo en cuenta la naturaleza del bien.
86. **Valor de desecho:** Es la cantidad que se puede obtener por un bien al final de su vida útil total o económica, siendo el caso que en ese instante no tiene un uso alternativo.
87. **Valor de indemnización:** Cantidad de dinero que deberá entregarse al dueño de una propiedad que fue expropiada con fines de utilidad pública, o bien, para reemplazar, reparar o reconstruir un bien asegurado que ha sufrido algún daño, a una condición que sea substancialmente igual, pero no mejor ni más grande que su condición en el momento en que sucedió el daño. En ambos casos se debe tomar en cuenta la edad, conservación, mantenimiento y obsolescencia económica, técnica o funcional de dicho

momento, y en el caso específico de la expropiación, se incluye también el costo de perjuicios y el lucro inherentes a la propiedad.

88. **Valor de liquidación o de realización forzada:** Cantidad bruta que se espera obtener por concepto de una venta pública debidamente anunciada y llevada a cabo en el mercado abierto, en la que el vendedor se ve en la obligación de vender de inmediato por mandato legal “tal como está y donde se ubica” el bien. En algunos casos, puede involucrar un vendedor no deseoso y un comprador o compradores que adquieren con conocimiento de la desventaja para el vendedor.
89. **Valor de liquidación o realización ordenada:** Cantidad monetaria que podría obtenerse partir de una venta del bien en el mercado libre, en un periodo de tiempo apenas suficiente para encontrar un comprador o compradores, en donde el vendedor tiene urgencia de vender, donde ambas partes actúan con conocimiento y bajo la premisa de que los bienes se venden en el lugar y en el estado en que se encuentran.
90. **Valor de rescate o de recuperación:** Cantidad que se puede obtener por concepto de venta en un mercado para un uso alternativo y al final de la vida útil total o económica de un bien o de un componente del mismo que se haya retirado de servicio o uso para utilizarse en otra parte.
91. **Valor de uso:** Es el que corresponde a la integración del valor presente de los beneficios futuros que puede producir un bien o un derecho, considerando un plazo prudente y una tasa de productividad relacionada con la naturaleza del bien o del derecho.
92. **Valor referido:** Es el valor que le correspondía a una cosa en fecha pasada, anterior a la fecha de valuación, expresado en unidades monetarias corrientes en la fecha de referencia de la valuación y considerando la edad, conservación y obsolescencia que tenía el objeto de valuación en ese entonces.
93. **Valuación:** Acción y efecto de estimar, establecer o determinar el valor de las cosas mediante un procedimiento técnico y metodológico que toma en cuenta la investigación física, económica, social, jurídica y de mercado.
94. **Valuación inicial:** Es la que se realiza sin consultar reportes de valuación anteriores, sino efectuando la investigación exhaustiva de los elementos que influyen en el valor del objeto de valuación.

95. **Valuación parcial:** Valuación que se aplica solamente sobre una o más partes de una unidad mínima indivisible para propósitos de reposición, considerando a dichas partes independientes de la unidad.
96. **Valuación recurrente:** Es aquella que se practica como actualización de una valuación inicial, lo cual sólo procede cuando el valuador cuente con una valuación inicial con antigüedad no mayor a 2 años; de no ser así, debe practicarse una nueva valuación inicial. Cabe destacar que una valuación recurrente debe ser practicada por el mismo valuador que realizó la última valuación inicial, pues de otro modo también debe practicarse nuevamente una valuación inicial.
97. **Valuador:** Persona física capacitada para realizar trabajos de valuación en forma independiente, imparcial y objetiva.
98. **Vida útil consumida:** Tiempo en que un bien ha estado funcionando o prestando servicio, sea de manera continua o discontinua, desde que fue fabricado y hasta la fecha de su valuación.
99. **Vida útil económica:** Expresada en años, es el período durante el que un bien funcionará eficientemente, es decir, hasta antes de alcanzar una condición donde ya no es redituable su operación.
100. **Vida útil remanente:** Período posible, expresado en años, que se estima continuará funcionando un bien, con parámetros de eficiencia aceptables. Suele establecerse como la diferencia que existe entre la vida útil total, o la vida útil económica, menos la vida útil consumida.
101. **Vida útil total:** Es el período, expresado en años, durante el cual puede esperarse razonablemente que un bien realice la función para la cual fue construido, a partir de la fecha en que fue construido y puesto en servicio.
102. **Vigencia de la valuación:** Periodo en que el valor consignado en el dictamen de valuación tiene validez para el propósito de la valuación expresado, contado a partir de la fecha de la valuación.

BIBLIOGRAFÍA.

TEMA: Ciencias Básicas.

1. Gerald, Curtis F., Análisis Numérico, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 2ª edición, México, 1987, 631 pp.
2. Chao, Lincoln L., Introducción a la Estadística, Cecsca, 1ª edición, México, 1993, 536 pp.
3. Moreno Bonett, Alberto, Jauffred, Francisco J., Elementos de Probabilidad y Estadística, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., 1ª edición, México, 1980, 282 pp.
4. Cochran, William G., Técnicas de Muestreo, Cecsca, 1ª edición, México, 1998, 513 pp.
5. Fischer, Stanley, Dornbusch, Rudiger, Economía, Mc. Graw-Hill, 1ª edición, México, 1989, 1055 pp.
6. Fontaine, Ernesto R., Teoría de los Precios, Alfaomega, 5ª edición, México, 1999, 480 pp.
7. Weiers, Ronald M., Investigación de Mercados, Prentice Hall, 1ª edición, México, 1986, 540 pp.

TEMA: Teoría de Decisiones.

8. Acosta Flores, José Jesús, Como Mejorar su Habilidad para Tomar Decisiones, Desarrollo Integral Empresarial y Consultoría, S.A. de C.V., 1ª publicación, México, 1989, 134 pp.
9. Acosta Flores, José Jesús, Teoría de Decisiones en el Sector Público y en la Empresa Privada, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México, 1975, 159 pp.

TEMA: Contabilidad y Finanzas.

10. Lara Flores, Elías, Primer Curso de Contabilidad, Trillas, México, 2ª reimpresión, 2001, 347 pp.
11. Romero López, Javier, Guajardo Cantú, Gerardo, Contabilidad I, Mc. Graw-Hill, México, 1995, 296 pp.
12. Niño Álvarez, Raúl, Contabilidad Intermedia II, Trillas, México, 3ª edición, 1983, 445 pp.
13. Macías Pineda, Roberto, Santillana González, Juan Ramón, El Análisis de los Estados Financieros, Ecasa, 16ª edición, México, 1996, 256 pp.
14. Zamorano García, Enrique, Moreno Fernández, Joaquín, Ortega Pérez de León, Armando, Actualización de Estados Financieros, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, A.C., Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional, 1ª edición, México, 1986, 112 pp.
15. Pérez Reguera Martínez de Escobar, Alfonso, Aplicación Práctica del Boletín B-10, Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C., México, 1991, 608 pp.
16. Ayres, Frank Jr., Matemáticas Financieras, Mc. Graw-Hill, 1ª edición, México, 1991, 230 pp.
17. Cissell, Robert, Cissel, Helen, Flaspohler, David C., Matemáticas Financieras, Segunda Edición, Cecsca, México, 1987, 608 pp.
18. Taylor, George A., Ingeniería Económica, Limusa, 1ª edición, México, 1983, 556 pp.
19. Mao James, Análisis Financiero, 4ª edición, El Ateneo, Argentina, 1980, 558 pp.
20. Gitman, Lawrence J., Fundamentos de Administración Financiera, Harla, México, 3ª edición, 1982, 782 pp.
21. Van Horne, James C., Wachowicz Jr., John M., Fundamentos de Administración Financiera, Prentice Hall, 8ª edición, México, 1992, 859 pp.

TEMA: Análisis de Inversiones y Evaluación de Proyectos.

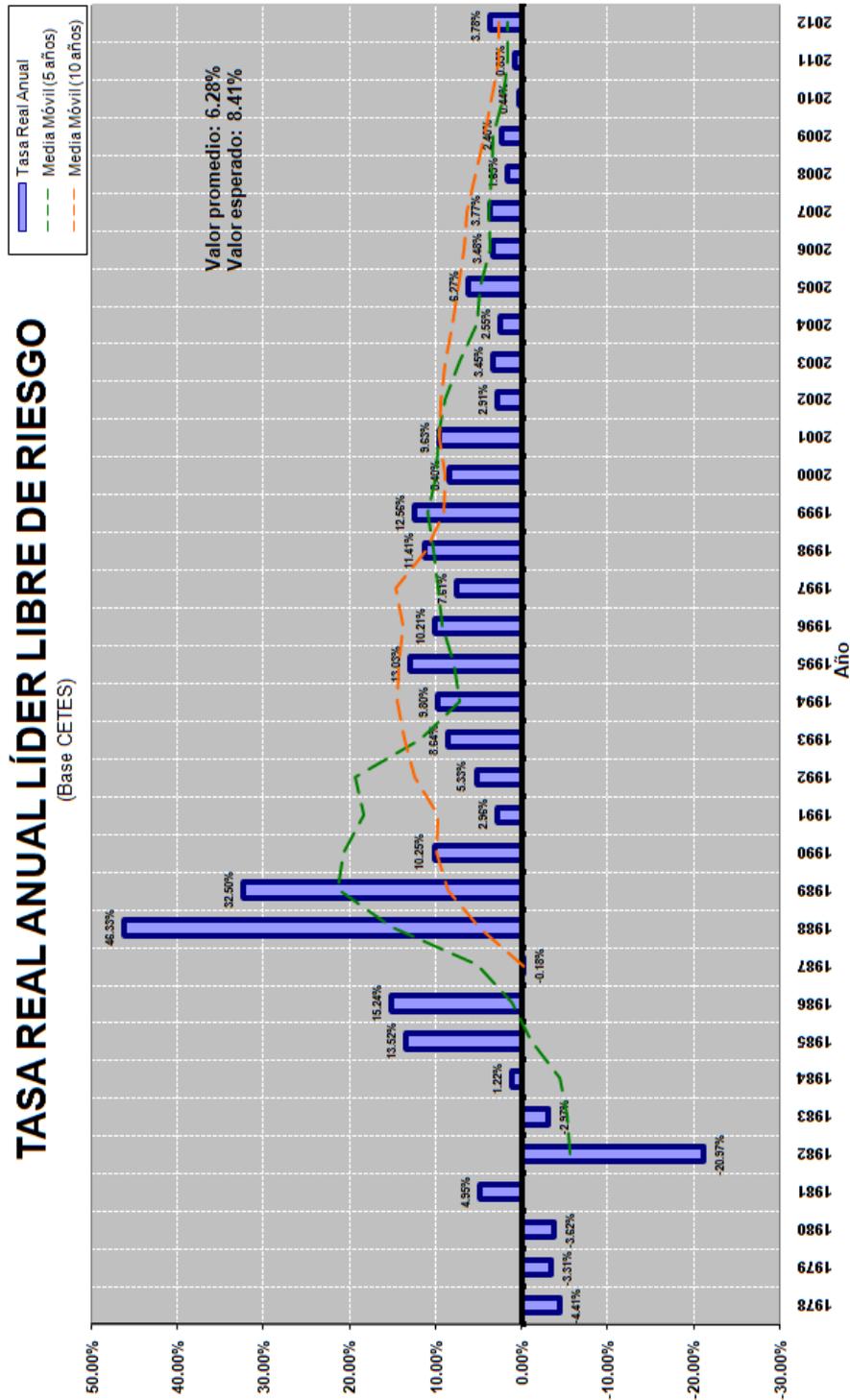
22. Blank Leland, Tarquin Anthony, Ingeniería Económica, Mc. Graw Hill, 5ª edición, México, 2002, 796 pp.
23. Taylor, George A., Ingeniería Económica, Limusa, 1ª edición, México, 1983, 556 pp.
24. Ahuja, Hira N., Walsh, Michael A., Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos, Alfaomega, 1ª edición, México, 1995, 373 pp.
25. Moreno Bonett, Alberto, Jaufred M, Francisco J., Análisis de Inversiones: Modelos y Aplicaciones, DEPMI, UNAM, 2ª edición, México, 1994, 410 pp.
26. Ross, Stephen A., Westerfield, Radolph W., Jordan, Bradford D., Fundamentos de Finanzas Corporativas, IRWIN, 2ª edición, España, 1996, 900 pp.
27. Coss Bu, Raúl, Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión, Limusa Noriega Editores, 2ª edición, México, 1993, 375 pp.
28. Sapag Chain, Nassir, Criterios de Evaluación de Proyectos, Mc. Graw-Hill, México, 2000, 144 pp.
29. Sapag Chain, Nassir, Sapag Chain, Reinaldo, Preparación y Evaluación de Proyectos, Mc. Graw-Hill, 3ª edición, Colombia, 1995, 404 pp.
30. Uriegas Torres, Carlos, Análisis Económico de Proyectos de Ingeniería, Centro de Educación continua, División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Primera edición, 1976, 13 tomos.
31. Bierman Harold, Smidt Seymour, El Presupuesto de Bienes de Capital, La Toma de Decisiones, Fondo de Cultura Económica. 1ª edición, México, 1983, 462 pp.

TEMA: Valuación de Negocios.

32. Hernández-Ruiz, Enrique Augusto, *El por qué de los Avalúos de Activos Fijos para Fines Financieros, Contables y Fiscales*, Ponencia, 1er. Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas, México, 1996.
33. Hernández-Ruiz, Enrique Augusto, *Sistema Integral para el Control de Inventarios de Activo Fijo*, Tesis, México, 1998, 213 pp.
34. Siu Villanueva, Carlos, *Valuación de Empresas, Metodología y Proceso*, Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C., México, 2002, 230 pp.
35. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, A.C. y Price Waterhouse Coopers, *Valuación de Empresas y Creación de Valor*, Facultad de Contaduría y Administración, México, 2002, 270 pp.
36. Palepu, Krishna G., Healy, Paul M. y Bernard, Victor L., *Análisis y Valuación de Negocios mediante Estados Financieros*, 2ª edición, Thomson Learning, México, 2002.
37. Abud Mendoza, Eduardo, *Valuación Estratégico Financiera de Empresas*, Tax Editores Unidos, S.A. de C.V., México, 2007, 191 pp.
38. Saavedra García, María Luisa, *Valuación de Empresas, Metodología para su Aplicación*, Gasca Sicco, 1ª edición, México, 2008, 194 pp.
39. Instituto Tecnológico Autónomo de México, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, A.C. y Price Waterhouse Coopers, *Valuación y Reconocimiento de Activos Intangibles, Un enfoque Estratégico*, Fundación de Investigación IMEF, 2ª edición, México, 2005, 236 pp.

ANEXOS.

1. EVOLUCIÓN DE LA TASA REAL ANUAL LÍDER LIBRE DE RIESGO EN MÉXICO CON BASE EN LOS CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA (1978-2012).



2. PRESENTACIÓN PARA LA EXPOSICIÓN ORAL.