

## ***CAPITULO NUEVE***

### ***LA EVALUACION FINANCIERA***

*Este capítulo será dedicado a presentar los criterios de evaluación financiera, a partir del flujo de caja de una propuesta de inversión, con el fin de componer indicadores que forman una base estable y firme para la toma de decisiones.*

**EVALUACION FINANCIERA****9.1 Flujo de fondos**

- 9.1.1 Flujos líquidos en dinero
- 9.1.2 Flujos esperado en el futuro
- 9.1.3 Costos no incurridos
- 9.1.4 Flujos diferenciales e incrementales

**9.2 Condiciones de los flujos de fondo**

- 9.2.1 Horizonte del proyecto
- 9.2.2 Presupuesto de Inversiones
- 9.2.3 Presupuesto de costos e ingresos
- 9.2.4 El riesgo
- 9.2.5 Alternativas de inversión
- 9.2.6 Definición de objetivos

**9.3 Costo de oportunidad del dinero**

- 9.3.1 Costo explícito y costo de oportunidad
- 9.3.2 Valor del dinero en el tiempo

**9.4 Indicadores de Rentabilidad**

- 9.4.1 Tasa Interna de Retorno
- 9.4.2 Valor Presente Neto
- 9.4.3 Relación Beneficio-Costo
- 9.4.4 Costo Anual Equivalente

**9.5 Criterio de decisión de Inversiones**

Relación entre proyectos

- 9.5.1 Proyectos complementarios
- 9.5.2 Proyectos mutuamente excluyentes
- 9.5.3 Proyectos con horizontes diferentes
- 9.5.4 Inversión igual con diferentes flujos de ingresos.
- 9.5.5 Racionamiento de capital.

**9.6 Estudio de sensibilidad****9.7 Evaluación en escenarios de riesgo e incertidumbre****9.8 Conclusiones**

## LA EVALUACION FINANCIERA

La tarea fundamental de los analistas de proyectos es contribuir directa o indirectamente a que los recursos disponibles en la economía sean asignados en la forma más racional entre los distintos usos posibles. Quienes deben decidir entre las diversas opciones de inversión o quienes deban sugerir la movilización de recursos hacia un determinado proyecto, asumen una gran responsabilidad, pues sus recomendaciones pueden afectar en forma significativa los intereses de los inversionistas (públicos o privados), al estimular la asignación de recursos hacia unos proyectos en detrimento de otros.

Antes que nada es preciso definir un patrón o norma que permita calificar las diferentes opciones de utilización de los recursos escasos, en sus usos más eficientes. La evaluación de proyectos es precisamente la metodología escogida para determinar las ventajas y desventajas que se pueden esperar de asignar o no recursos hacia objetivos determinados; y toma como punto de partida la organización, estudio y análisis de los diferentes factores de orden económico, técnico, financiero, administrativo e institucional considerados en la formulación del proyecto.

En efecto, la tarea de evaluar consiste en medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes de la formulación del proyecto y convertirlas en cifras financieras con el fin de obtener indicadores útiles para medir su bondad. La valoración consiste entonces en asignar precios a los bienes y servicios que participan en el proyecto a manera de insumo o de producto. Los precios considerados dependen en alguna forma de la orientación con que se quiera adelantar dicha evaluación: se consideran "precios de mercado" cuando el interés de la evaluación se encamina a estimar las ventajas y desventajas desde el punto de vista de una unidad económica aislada (una empresa pública o privada, o una persona natural), y se tendrán en cuenta los "precios económicos" cuando la evaluación se hace en términos del interés de la comunidad nacional (a este tipo de evaluación dedicaremos un capítulo completo).

Este capítulo será dedicado a presentar criterios de evaluación financiera a partir de las inversiones, costos e ingresos de una propuesta de inversión distribuidos en el tiempo, con el fin de componer indicadores que sirvan de base estable, firme y confiable para la toma de decisiones. Estos criterios como lo veremos más adelante poseen un amplio espectro de aplicación, trátense de proyectos en el sector público, como proyectos en el sector privado. En efecto, si el modelo se alimenta con valores medidos en "precios de mercado", tanto para inversiones, costos e ingresos será útil para evaluar proyectos desde la órbita "financiera o privada"; pero si se incorporan los "precios económicos" y se efectúan los ajustes necesarios por concepto de impuestos, subsidios, economías y deseconomías externas, será idóneo para la evaluación desde el punto de vista económico y social.

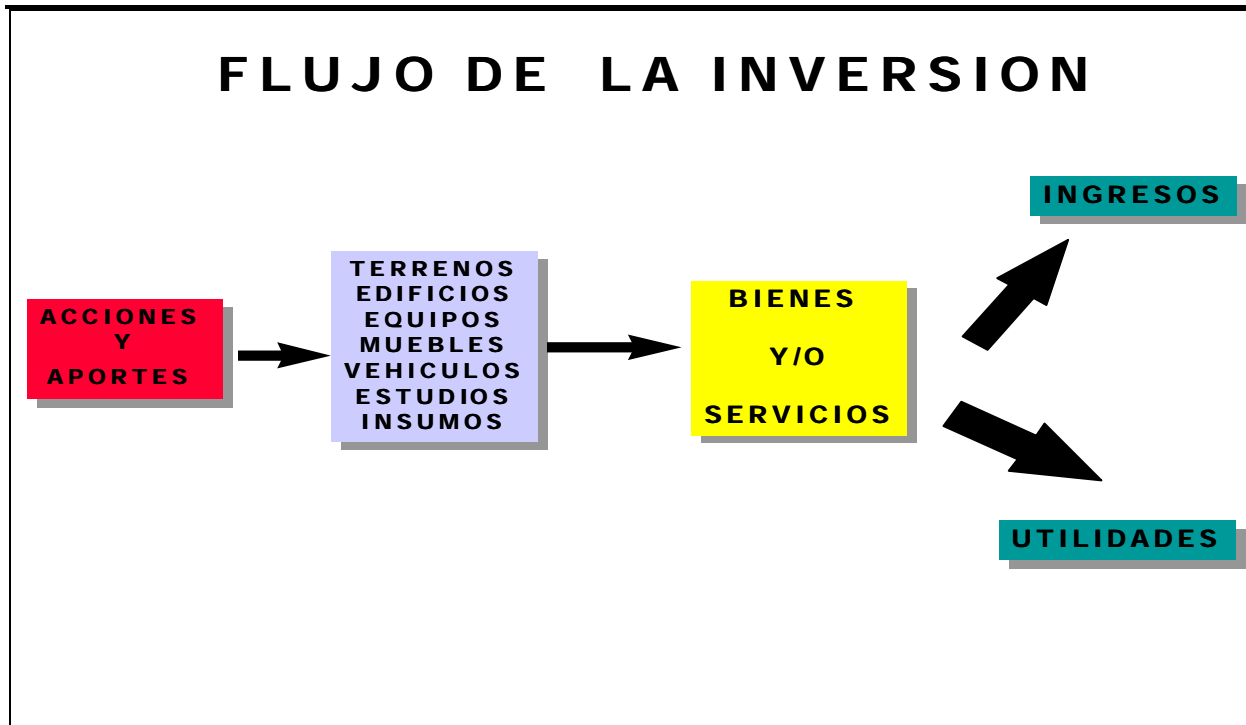
Para comenzar, es bien importante indicar lo que significa en términos económicos el concepto de invertir. La acción de invertir consiste en orientar recursos hacia la ampliación de la capacidad productiva (producción de bienes o prestación de servicios), con el fin de que esa nueva capacidad genere excedentes. El hecho de adelantar inversiones constituye de por sí un sacrificio, en el sentido de que al orientar recursos económicos a usos específicos, se deja de atender necesidades presentes. Mientras más se invierta en un momento dado, menos recursos estarán disponibles para el consumo diario. Por otro lado, el proceso de invertir se justifica en la expectativa de lograr excedentes; esto significa, que estaremos dispuestos a consumir menos hoy en la medida que los recursos liberados del consumo se coloquen en una actividad que pueda cubrir sus erogaciones económicas y, además, generar valores adicionales superiores en el futuro. Más aun, cuando nuestras disponibilidades financieras son insuficientes acudiremos al crédito, y estaremos dispuestos a invertir

fondos ajenos en la medida que la nueva actividad genere ingresos suficientes en tal forma que permitan cubrir los costos, incluyendo obviamente el servicio de la deuda y, además, produzca un excedente que justifique el sacrificio y el riesgo.

Dado que la inversión supone un sacrificio, es bien importante determinar con la mayor claridad posible si el proyecto de inversión generará o no los recursos suficientes que permitan justificar dicha privación. De ahí la importancia de la etapa de "formulación" en donde a través del estudio de los diferentes aspectos económicos, técnicos, administrativos, institucionales, políticos y ambientales se determina el monto de las inversiones, los costos de operación y, obviamente, los ingresos esperados, permitiendo así aplicar criterios conducentes a establecer la calidad, conveniencia y oportunidad del proyecto.

En consecuencia, el proceso de evaluación del proyecto consiste en determinar hasta qué punto se justifica el sacrificio de inversión por efecto de los resultados que se esperan obtener al confrontar las erogaciones con los ingresos, esto significa finalmente que la evaluación se orienta a determinar la rentabilidad de la inversión.

En aras de comprender mejor el concepto, hagamos un seguimiento por las distintas etapas del proceso: en primer lugar los recursos monetarios invertidos se convierten en activos (se compran terrenos, equipos, edificaciones, vehículos, se contratan estudios, se hacen provisiones para capital de trabajo, etc.); estos activos a través del proceso de producción y combinados adecuadamente con ciertos insumos (mano de obra, materiales, procesos, etc.) producen ciertos bienes o servicios que al ser vendidos generan ingresos. Al comparar los ingresos con la inversión en activos y la compra de insumos se podrá determinar la rentabilidad del proyecto.



Tal como lo hemos afirmado el sacrificio de invertir deberá ser compensado con los resultados que se logren al operar el proyecto; en la medida en que el flujo de ingresos supere a los egresos (medidos en valor presente) se logrará una utilidad neta, que representará la rentabilidad del proyecto, que dependiendo de su monto justificará o no la inversión. En efecto, el estudio de la rentabilidad se encamina a presentar en forma sistemática la información sobre costos y egresos, con el fin de establecer las ventajas y desventajas del proyecto, y compararlas con otras opciones de inversión.

En consecuencia la evaluación supone dos grandes pasos:

- ❑ La identificación del "flujo de fondos" <sup>1</sup> con base a la magnitud y cronología de los ingresos y egresos, basado en los aspectos económicos, técnicos, administrativos e institucionales, políticos y ambientales del estudio de preinversión. Dado que la evaluación supone identificar plenamente, medir y valorar los costos y beneficios que se pueden prever en cada una de las alternativas para alcanzar un objetivo determinado, es preciso ser lo suficientemente cuidadosos y rigurosos con relación a la identificación de los costos y beneficios pertinentes, o sea, aquellos que se deben atribuir al proyecto. Con alguna frecuencia los analistas incluyen costos no pertinentes y omiten beneficios relevantes, lo que conduce a valoraciones falsas y en ocasiones recomendaciones claramente inconvenientes que terminan en decisiones desafortunadas.
- ❑ La aplicación de criterios de evaluación conducentes a establecer la bondad del proyecto y la posibilidad de comparar su rentabilidad con otras alternativas.

<sup>1</sup>. "Los flujos de fondos" es la herramienta que utilizaremos para organizar los datos con miras a la evaluación.

### 9.1 FLUJO DE FONDOS:

El primer paso es identificar plenamente los ingresos y egresos en el momento en que ocurren. El "flujo neto de caja" es un esquema que presenta en forma orgánica y sistemática cada una de las erogaciones e ingresos líquidos registrados período por período. El principio básico de la evaluación es que el proyecto resulta recomendable en la medida que los beneficios superen a los costos. Las complicaciones se derivan normalmente de la dificultad de identificar adecuadamente los beneficios y los costos. Algunas parecen deliberadamente ocultos; otros que parecen importantes y relevantes, y de hecho, pueden no serlos.

Es bien importante resaltar los elementos involucrados en el flujo de caja:

Las erogaciones correspondientes a las inversiones que se realizan principalmente en el período de instalación del proyecto. (Es frecuente también considerar inversiones adicionales durante distintos períodos de la operación, encaminadas a reponer activos desgastados o aumentar la capacidad de producción).

Los costos que se causan y se pagan en el período de funcionamiento del proyecto.

Los ingresos recibidos por la venta de la producción o la prestación del servicio.

Los valores económicos (no contables) de los activos fijos en el momento de liquidar el proyecto.

Otros ingresos generados por la colocación de excesos de liquidez temporal en inversiones alternas.

Es bien importante establecer no solamente la magnitud de cada factor, sino también el momento en que se recibe o entrega el efectivo.

Con el fin de simplificar los cálculos se ha aceptado la convención de ubicar los flujos de dinero al final de cada período, a pesar de que las transacciones se realicen durante todo el tiempo (en diferentes momentos durante el año); esto sin menoscabo alguno en la precisión y confiabilidad de las cifras resultantes.

Pero antes de seguir adelante, vale la pena hacer algunas consideraciones con respecto de las características de las cifras relevantes para la evaluación de proyectos: tanto los flujos de inversión, como los costos de operación y los ingresos deben poseer las siguientes condiciones: ser flujos líquidos de dinero, esperados en el futuro, no incurridos, diferenciales o incrementales, pertinentes y desde luego, su connotación de "costo de oportunidad".

#### 9.1.1 Flujos líquidos en dinero:

Para efectos de evaluación de proyectos se consideran ingresos y egresos aquellas cantidades percibidas o entregadas en dinero, a diferencia del concepto "incurrido" o "devengado" que suelen utilizar los contadores. Así que el concepto contable de ingreso no coincide necesariamente con el requisito de ser percibido en dinero y el concepto contable de gasto tampoco significa necesariamente desembolso.<sup>2</sup> Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos, un ingreso contable que corresponde a una venta hecha a crédito, no es

---

<sup>2</sup>. Los registros contables utilizados tradicionalmente, no suelen ser suficientes para la evaluación de proyectos.

un flujo líquido de dinero, sino una transformación de un inventario de productos en un incremento de cuentas por cobrar; o el caso del registro contable por concepto de depreciación o por la amortización de un diferido, que no constituyen en desembolsos líquidos puesto que resultan de la estimación ponderada para cada período proporcional al monto que se pagó por el correspondiente activo.

Ratificamos entonces, que en cualquier caso deben medirse los costos y los beneficios asociados a un proyecto en función del flujo de efectivo y no de las ganancias. Esta distinción la consideramos crítica, dado que el cálculo de las ganancias suelen reflejar ciertas partidas que no son necesariamente en efectivo. Lo que finalmente nos interesa es que el efectivo y no las ganancias garanticen el cumplimiento de las obligaciones financieras del proyecto y la capacidad de servicio de la deuda, a más de entregar un rendimiento financiero atractivo para los inversionistas.

### **9.1.2 Flujos esperados en el futuro:**

Dado que la evaluación se basa en la estimación de los resultados operativos que generará el proyecto con el fin de decidir la conveniencia o no de realizarlo, dichos resultados operativos se darán en el futuro y estarán representados por valores en dinero. Por eso se denominan presupuestos esperados de inversiones, de costos o de ingresos.

Es obvio que estos flujos de efectivo futuros se deben medir después de impuestos. Los impuestos constituyen la más apremiante de las obligaciones, por lo tanto los flujos disponibles deben dimensionarse en términos netos una vez que se han estimado los valores correspondientes a impuestos.

### **9.1.3 Costos no incurridos:**

Como secuela del punto anterior (solamente nos interesan los ingresos y egresos futuros), se desprende claramente que cualquier costo incurrido en el pasado "hundido" o "muerto", no tiene incumbencia alguna en la evaluación del proyecto y, en consecuencia, no deberá afectar para nada la decisión de invertir.<sup>3</sup> En ocasiones se incluyen equivocadamente costos incurridos que son claramente irrecuperables. Los recursos gastados en la introducción de un producto en el mercado son costos irrecuperables, pues si el producto no se vende el gasto se pierde. Los recursos utilizados para comprar tierras en un mercado abierto de finca raíz no es un costo irrecuperable, dado que la inversión puede ser recuperada al vender el terreno. Los costos irrecuperables ya invertidos no deben ser considerados en las decisiones. *Solamente los ingresos y los egresos futuros son pertinentes a la decisión de realizar o no el proyecto, el pasado no tiene relevancia alguna*

### **9.1.4 Flujos Diferenciales o Incrementales:**

Otro concepto que es preciso tener en claro en el momento de evaluar un proyecto es el de los flujos diferenciales o incrementales. Es el caso, cuando esperamos tener un cierto flujo de ingresos al realizar un proyecto, y también esperamos tener otro flujo de ingresos al no realizarlo, entonces, el flujo de ingresos relevante para la evaluación será dado por la diferencia entre los flujos esperados "con el proyecto" y los flujos esperados "sin el proyecto". Los ingresos y egresos que se registren deben ser claramente atribuibles a la realización del proyecto que se pretende evaluar, esto es, se deben incluir solo los ingresos y egresos que se deban exclusivamente al proyecto, y que no se habrían recibido o pagado si no fuera por causa del mismo.

<sup>3</sup> Algunos autores los denominan "costos hundidos" en el sentido de que independiente de que se llegue a realizar o no el proyecto, estos costos ya fueron causados y no afectan la decisión que se tome.

Para clarificar el concepto podemos presentar el caso de un fabricante que produce 200 pares de zapatos al mes, y que realiza las inversiones pertinentes para alcanzar una venta mensual de 500 pares; en consecuencia los valores relevantes para la evaluación serían las ventas previstas de 500 pares menos los 200 pares correspondiente al estado actual de la empresa.

Tal como lo ilustra el ejemplo anterior, el punto de partida para la identificación de los costos y beneficios pertinentes corresponde a la definición de la "situación base optimizada" o situación "sin proyecto", vale decir, lo que ocurriría durante el horizonte del proyecto si no se llevara a cabo la alternativa que se está estudiando. Es claro que la llamada situación base debe evolucionar en alguna forma a través del horizonte, por lo tanto los analistas deben tener en cuenta esta circunstancia que es la que se compara con la situación "con el proyecto" y que permitirá establecer la conveniencia o no de la alternativa en estudio. En muchas ocasiones, con obras superficiales de remodelación y mejoramiento de las instalaciones existentes o la redefinición de procesos administrativos de un hospital, por ejemplo, se puede evitar la decisión inconveniente de asumir grandes inversiones que sobredimensionan las necesidades insatisfechas..

Tal como la habíamos anotado, el documento de la formulación del proyecto nos permite conocer en detalle los diferentes aspectos económicos, técnicos, organizativos, institucionales y ambientales que constituyen los elementos fundamentales para la elaboración de los cuadros financieros, que son el punto de partida de los procesos de evaluación.

Nos permitimos entregar algunas sugerencias que pueden ser útiles en el momento de localizar los costos incrementales:

***Dedique el mismo tiempo e interés a la identificación de las alternativas “sin proyecto” que las “con proyecto”:*** la definición del proyecto debe comenzar con clarificar que se haría si el proyecto no se realiza. El proyecto debe ser descrito tomando como referencia la alternativa sin proyecto, ya que no es muy fácil calcular los costos y los beneficios de un proyecto, sin tener muy claro la alternativa sin éste, pues tales costos deben ser “incrementales” a los de dicha alternativa.

***No omita alternativas relevantes:*** en la definición del proyecto y en el proceso de selección todas las alternativas relevantes deben ser tenidas en cuenta. Una de las alternativas que pueden ser relevantes en la toma de decisión puede ser “postergar el proyecto”.

***Asegúrese de que las alternativas son viables:*** las alternativas identificadas deben ser técnica, administrativa, legal, financiera y éticamente viables.

Los términos “incremental”, “relevante” o “evitable” se utilizan en el mismo contexto.

### ***9.1.5 Pertinentes***

El análisis debe incluir sólo los costos y beneficios pertinentes. Tales valores incluyen los costos de oportunidad y excluyen los costos irrecuperables ya incurridos.

Para poder identificar con precisión los costos y los beneficios, reiteramos, es fundamental definir explícita y detalladamente la alternativa sin proyecto, esto es, especificar que se hará en caso de no realizar el proyecto. Las consecuencias del proyecto deben ser descritas en relación a lo que ocurriría en caso de no realizarlo. Una condición que deben cumplir costos y beneficios pertinentes, es la de cambiar, al pasar de la alternativa sin proyecto a la alternativa con proyecto. Es preciso tener en cuenta a propósito, que la alternativa sin proyecto no es una imagen exacta de la situación actual – status quo –

sino de la forma como esta puede evolucionar en caso que se opte por no realizar el proyecto. En efecto,

son costos pertinentes:

- Los costos asociados a la alternativa con proyecto. Estos son costos en que se incurre.
- Los beneficios asociados a la alternativa sin proyecto. Estos son los beneficios que se pierden.

son beneficios pertinentes:

- Los beneficios asociados a la alternativa con proyecto. Estos son beneficios que se ganan.
- Los costos asociados a la alternativa sin proyecto. Estos son los costos que se ahorran.

Por otro lado, los costos y beneficios asociados tanto a la alternativa con proyecto como a la alternativa sin proyecto no deben considerarse, pues corresponden a beneficios que no serán ganados ni perdidos y a costos que no serán incurridos o ahorrados. Significa, que pesan lo mismo para la situación sin proyecto, que para la situación con proyecto, lo que indica que no existe un valor “incremental” entre las dos alternativas. Según este criterio, los costos de oportunidad (beneficios obtenidos al declinar el proyecto y perdidos al adoptarlo) deben ser incluidos. Por ejemplo, el costo del capital propio utilizado en el proyecto corresponde a los intereses ganados en la alternativa sin proyecto, los que dejan de percibirse si se realiza el proyecto. El costo por concepto del trabajo del propietario en la alternativa sin proyecto, o el ingreso no percibido en la alternativa con proyecto.

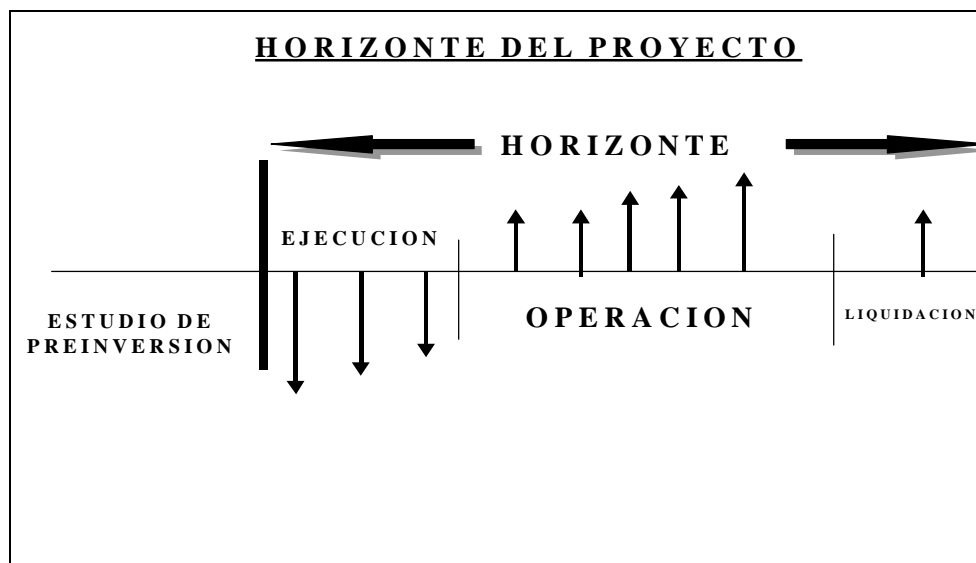
### **9.1.6 Costos de oportunidad**

En algunas ocasiones los costos propios de un proyecto no se presentan tan explícitos que permiten su identificación clara e inequívoca. Cuando el ama de casa decide utilizar el garaje de su casa para instalar una tienda, no suele incluir en sus cuentas el dinero que dejará de percibir de su vecino como pago del arriendo del servicio de garaje; dentro de los costos de la tienda deberá incluir el dinero que deja de recibir al destinar su garaje a un uso distinto. Algo similar ocurre al conductor propietario de un vehículo de transporte público; dentro de sus cuentas deberá incluir el valor o costo de oportunidad del salario o de los ingresos que devengaría y que no recibe por estar conduciendo el taxi. En resumen, si seguir la actividad M significa no seguir la actividad N, entonces el valor de hacer N es el costo de oportunidad de M. Por ejemplo, adelantar un posgrado en la universidad significa renunciar a trabajar y por ende a unos ingresos. De modo que la decisión del estudiar implica no solamente asumir el costo de la matrícula, libros e implementos de estudio, sino también los costos de oportunidad de no contar con un salario. El analista tendrá que estar muy pendiente para no dejar pasar por alto los costos de oportunidad pertinentes a un proyecto determinado. Es precisamente al emprender la evaluación económica y social que el analista empleará los llamados “precios de cuenta” o “precios sombra” (como lo veremos en el próximo capítulo) que a manera de parámetros nacionales le entregarán las autoridades de planeación, que corresponden a los verdaderos costos de oportunidad de los recursos o productos involucrados en el proyecto.

## **9.2 CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LOS FLUJOS DE FONDOS**

9.2.1 *Horizonte del Proyecto:*

Para el analista desde un principio es importante definir el horizonte del proyecto, esto es, el período de tiempo que va desde que se decide realizar la inversión hasta que el proyecto o empresa termina su operación y se liquida, debido a que sus propietarios ya no tienen interés o porque los objetivos financieros, económicos o sociales ya no se están alcanzando.



Podemos distinguir claramente tres etapas: la etapa de instalación en donde se hacen la mayor parte de las inversiones, la etapa de producción en la cual se causan los costos de operación y se generan los ingresos en caso de proyectos de inversión o los beneficios que surgen de los proyectos de conveniencia social, y finalmente la etapa en la cual se considera que el proyecto llega al final de su vida útil y se procede a su liquidación. Vale la pena acotar que nos referimos al concepto de vida útil económica o social y no técnica, esto quiere decir que el proyecto operará durante todo el tiempo que resulte económico y conveniente hacerlo, y se liquidará cuando sea antieconómica e inconveniente su operación, aunque en ese momento las inversiones físicas puedan seguir operando.<sup>4</sup> En algunos proyectos denominados "blandos" en donde las inversiones son relativamente pequeñas, el horizonte puede extenderse a unos cuantos semestres o años (tomando como unidad de tiempo el mes); en cambio cuando se trata de proyectos "duros" que suponen grandes inversiones y altos costos de operación el horizonte debe ser amplio en el tiempo cubriendo 15, 20 o quizá más años. Se trata de establecer a partir de los estudios de preinversión los montos y los momentos en que se sucederán los eventos financieros de salida de dinero (flechas hacia abajo) y entrada de dinero (flechas hacia arriba).

Para efectos formales de evaluación y ante la limitante de estimar con certeza valores para períodos muy distantes del momento en que se formula el proyecto, el analista deberá seleccionar un horizonte que le

<sup>4</sup>. La etapa de liquidación la podemos considerar como una ficción, sin embargo desde un punto de vista metodológico resulta bien útil, pues permite que las estimaciones y cálculos estadísticos sean proyectados válidamente.

permita tener un perfil adecuado de las inversiones, costos e ingresos para efectos de evaluación. Reiteramos, si se trata de un proyecto simple para la comercialización de un producto el período de ejecución puede demorar tan sólo unos meses y por lo tanto el horizonte considerado puede abarcar dos o tres semestres; en tanto que, un proceso de reforestación o el cultivo de la palma africana, por ejemplo, tienen períodos de maduración prolongados y por lo tanto su horizonte debe establecerse para 20, 25 o más años.

Por otro lado, y dado que las decisiones estratégicas se suponen persistentes e irreversibles, afectan a menudo durante un horizonte ilimitado de tiempo. En rigor, para evaluar las consecuencias de una decisión estratégica debe estimarse el flujo de caja a lo largo de un horizonte ilimitado de tiempo. Sin embargo, en la práctica, los analistas fijan a menudo un horizonte artificial y tres o cuatro períodos de referencia en los cuales los flujos son analizados en detalle (como lo hicimos en el capítulo anterior). Los flujos futuros se determinan extrapolando las estimaciones realizadas para estos períodos.

El horizonte de análisis debe determinarse de acuerdo a los siguientes criterios:

Debe ser mayor que el período más largo de todas las alternativas consideradas.

Mientras más estratégica la decisión (proyectos duros), mayor debe ser el horizonte. Mientras más rígidos los recursos a adquirir o liquidar, es decir, mientras más irreversibles sean las decisiones mayor debe ser el horizonte.

### 9.2.2 *Presupuesto de Inversiones:*

Con base en el cronograma de actividades de realización del proyecto y los estudios de viabilidad técnica se puede identificar y discriminar la magnitud de cada una de las inversiones necesarias, a la vez que definir el momento en que se adelantará cada transacción de compra y pago correspondiente, ya que la inversión debe ser estimada en desembolsos líquidos de dinero, discriminados en inversiones fijas, diferidas y capital de trabajo.

### 9.2.3 *Presupuestos de costos e ingresos de operación:*

Es bien importante establecer un calendario de operación el cual debe incluir los elementos necesarios para determinar el período durante el cual operará el proyecto (producción y ventas). Este presupuesto deberá indicar el momento en que se logrará el equilibrio entre costos e ingresos, además de determinar el perfil de los ingresos netos con relación al desarrollo temporal del proyecto. Este calendario de operaciones deberá ubicar en el tiempo el comportamiento de los ingresos y egresos, así como ciertas características y momentos tales como: reposición de equipos con nuevas inversiones, el valor económico de los activos al liquidar el proyecto, etc.

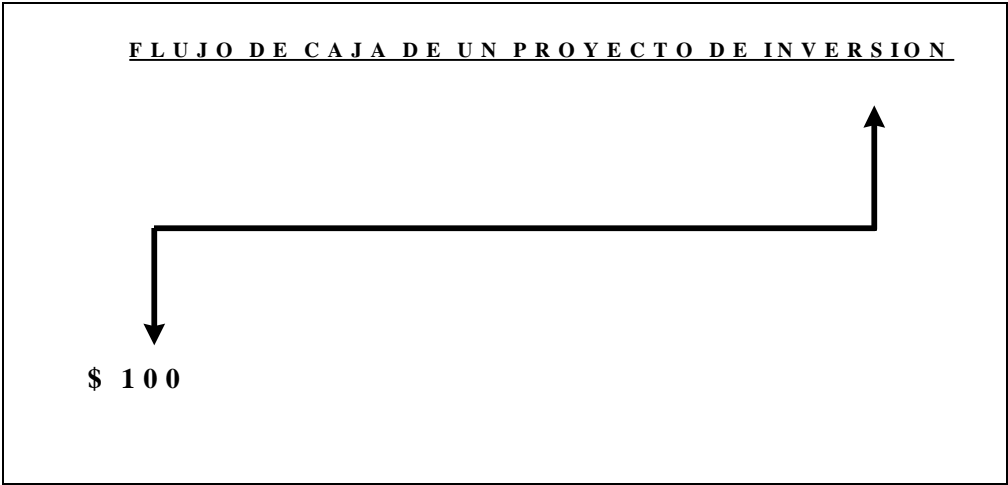
### 9.2.4 *El riesgo*<sup>5</sup>

Al adelantar la evaluación de un proyecto, tanto la inversión, como los costos de funcionamiento, lo mismo que los ingresos están ubicados en el futuro, por lo tanto todo lo que se pueda afirmar en torno a sus montos y el momento en que dichos efectos se producirán son solamente estimaciones aproximadas cuya confiabilidad dependerá de la calidad y rigor con que se hubiesen adelantado los estudios previos de mercado, técnicos, institucionales, administrativos, ambientales, etc. durante la preinversión. Esto determina que, de tomarse la

---

<sup>5</sup> Al finalizar el presente capítulo presentamos algunos comentarios con respecto a la forma de tratar ciertos proyectos en medio de escenarios que involucran riesgo.

decisión de ejecutar el proyecto, los valores relevantes pueden resultar diferentes a los estimados y producirse además cambios en la cronología de su realización. De todos modos la imposibilidad de predecir con certeza los montos y momentos de ingresos y egresos involucrados, significa que toda decisión supone la existencia en mayor o menor grado de un riesgo, cuya magnitud dependerá del comportamiento de las variables internas o externas más relacionadas con el proyecto. Por esto afirmamos que la *formulación de un proyecto no garantiza su éxito, sino que en alguna forma disminuye el riesgo de fracaso.*



---

<sup>6</sup>. El modelo propuesto se basa en la estructuración de un cuerpo de hipótesis en torno al mercado, la tecnología, los aspectos institucionales y organizativos, para llegar lo más pronto posible a consolidar "flujos netos de caja", y así proceder a la "evaluación financiera" primero y luego a la "evaluación económica" (criterio de eficiencia) y a la "evaluación social" (criterio de equidad), y finalmente a la "evaluación ambiental".

Se trata, que alguien entrega 100 unidades monetarias hoy (invierte 100 unidades monetarias o sacrifique el consumo de 100 unidades monetarias hoy) y, en compensación, recibirá 130 unidades monetarias dentro de un año. Surge entonces la pregunta: se justifica el sacrificio al no poder utilizar las 100 unidades durante un año en otra alternativa, por ejemplo, el rendimiento que ofrece cierta caja de ahorros ?. El proyecto en cuestión aparece como atractivo si produce algo más de lo que ofrece la caja de ahorros, esto significa, que cualquier propuesta que se acepte debe superar el "costo de oportunidad del dinero".

Se puede establecer que cualquier proyecto compite por lo menos con la alternativa de colocar los fondos en el mercado financiero donde ganará unos intereses mínimos. De hecho, al invertir en un proyecto se está sacrificando la oportunidad de recibir un interés en el mercado financiero, por lo tanto la tasa de interés que se reciba representa el costo de oportunidad del dinero invertido en el proyecto. En este punto es preciso ser bien cuidadosos, puesto que no es cierto que la tasa de interés del mercado financiero sea siempre el costo de oportunidad, ya que, se trata de identificar la tasa que representa el rendimiento de las alternativas de inversión que se podrán seleccionar si se decide no invertir en el proyecto, y el interés financiero es una entre muchas opciones. Esto significa que, la tasa relevante de referencia es una tasa de colocación de fondos o de productividad que refleje las oportunidades sacrificadas al decidir asignar recursos hacia un proyecto. En consecuencia, la tasa que refleje el costo de oportunidad del dinero será la tasa de interés de oportunidad, lo que determina que un proyecto será atractivo en la medida que su rentabilidad supere por lo menos la tasa de oportunidad.

Por lo tanto, podemos recomendar el proyecto del ejemplo anterior en la medida en que su tasa de oportunidad sea inferior en este caso al 30% anual.

Es bien importante destacar que cada institución o cada persona natural puede identificar su propia tasa de oportunidad, que depende, obviamente, de las "oportunidades" que posee para hacer rendir sus recursos. Hay personas o empresas que por su conocimiento del sector, su talento, su preparación, su audacia con respecto al riesgo, su importancia en el mercado, etc., tienen mayor capacidad para hacer rendir sus recursos, por lo tanto tienen superiores tasas de oportunidad que el promedio.

### **9.3.1 Costo explícito y costo de oportunidad**

A riesgo de parecer necios insistimos en la importancia del concepto de "*costo de oportunidad*" comparado con el costo "*explícito*". Cuando nos enfrentamos ante la decisión de invertir sin contar con los fondos suficientes, tendremos que optar entre conseguir recursos en el mercado de capitales o en no realizar la inversión. En este caso el costo de capital será un "costo explícito", y será igual al monto de interés al que podamos conseguir el dinero. Si existen varias fuentes accesibles de crédito, el costo relevante de capital estará dado por el costo de aquellas fuentes que finalmente tomemos para financiar la inversión. Por otro lado, si para dicha inversión podemos contar con fondos propios, nos encontramos ante la disyuntiva de utilizar nuestro dinero para atender el proyecto, o asignar otro destino a nuestros recursos. Por lo tanto el costo implícito de destinar nuestros fondos a financiar un proyecto determinado, estará medido por el sacrificio de no poder destinar esos fondos para financiar otro proyecto, este costo es precisamente el "costo de oportunidad". En consecuencia, si decidimos no destinar nuestros recursos hacia el proyecto en cuestión, naturalmente los orientaremos hacia la mejor de todas las propuestas que tengamos a disposición; de ahí que el costo de oportunidad para nuestro proyecto esté dado por la rentabilidad de la mejor de las propuestas alternativas.

### **9.3.2 Valor del dinero en el tiempo.**

Otro elemento que es bien importante tener en cuenta al adelantar el análisis de una propuesta de inversión, es el cambio de valor que sufre el dinero al considerarlo en diferentes momentos; así por ejemplo, podemos afirmar que no es lo mismo recibir \$1000 hoy que recibirlos dentro de un año. En efecto, si recibo los \$1000 hoy puedo optar por liquidez y decidirme a gastarlo en algo que me produzca cierta satisfacción o invertirlos (sacrificando liquidez) con expectativas de algún rendimiento; por el contrario al recibirlos dentro de un año pierdo las dos alternativas. Por otro lado, es posible que mi capacidad de gasto representada en los \$1000 de hoy, sea inferior dentro de un año, esto quiere decir que lo que hoy compro con \$1000 dentro de un año me costará más; además vale la pena observar que esperar un año puede significar un riesgo de no recibir el dinero. Podemos concluir entonces, que ciertos factores como: *la preferencia por la liquidez, la pérdida de capacidad adquisitiva del dinero, la capacidad especulativa del mismo y el riesgo, son circunstancias que hacen que el dinero tenga un valor diferencial en el tiempo.*

#### 9.4 INDICADORES DE RENTABILIDAD

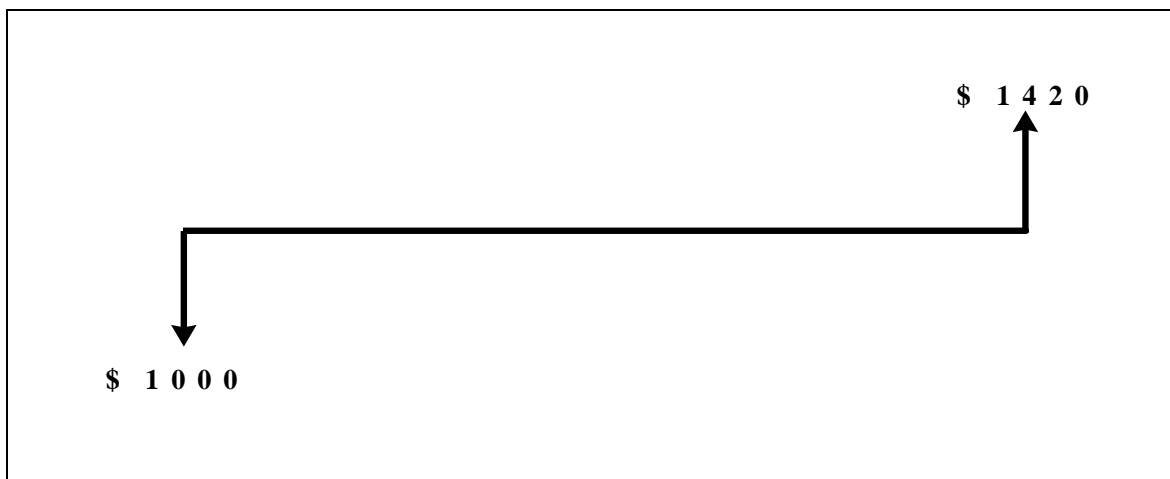
##### 9.4.1 Valor Presente Neto

El valor presente neto corresponde a la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos:

$$VPN = VPI - VPE$$

Aplicando la fórmula  $P = F / (1 + i)^n$  que nos permite pasar a valor presente (P) los valores futuros (F) estipulados en el flujo de caja, obtenemos resultados diversos para distintas tasas de interés.

La propuesta de inversión presentada en el siguiente flujo de caja nos permite elaborar una tabla encaminada a hacer un seguimiento de su comportamiento ante distintas tasas de interés:



<i>Tasa de interés</i>	<i>VPN</i>
30%	\$ 92.31
35%	\$ 51.85
40%	\$ 14.29
41%	\$ 7.09
42%	\$ 0.00
44%	- \$ 13.89
45%	- \$ 20.69
46%	- \$ 27.40

Como se puede apreciar en la tabla anterior existen tasas de interés para las cuales el  $VPN > 0$ , y otras que producen efectos contrarios; podemos entonces afirmar en principio que las tasas inferiores al 42% favorecen la realización del proyecto, en tanto que tasas superiores generan efectos negativos que hacen no recomendable la propuesta.

Por lo tanto podemos establecer criterios de decisión tomando como instrumento el VPN:

***$VPN > 0$ , recomendable***

***$VPN = 0$ , indiferente***

***$VPN < 0$ , no recomendable***

El cálculo del VPN suele ser muy sencillo pues se trata de aplicar una fórmula aritmética, la parte que resulta menos fácil desde luego es la selección de la tasa a utilizar, que no es otra que la tasa de oportunidad. En la ilustración podemos concluir que el proyecto es ventajoso para personas o entidades que posean tasa de oportunidad inferiores al 42%, en tanto que no resulta llamativa para alguien que tenga tasa de oportunidad superior a 42%. Como corolario de lo anterior podemos afirmar que el proyecto es indiferente para alguien que tenga tasa de oportunidad de 42%, esto es, el VPN al 42% resulta cero. Esta tasa de interés que determina que el valor presente neto sea igual a cero, es de especial importancia como criterio de decisión y corresponde a la llamada TIR o tasa interna de retorno que se presentará en el siguiente numeral.

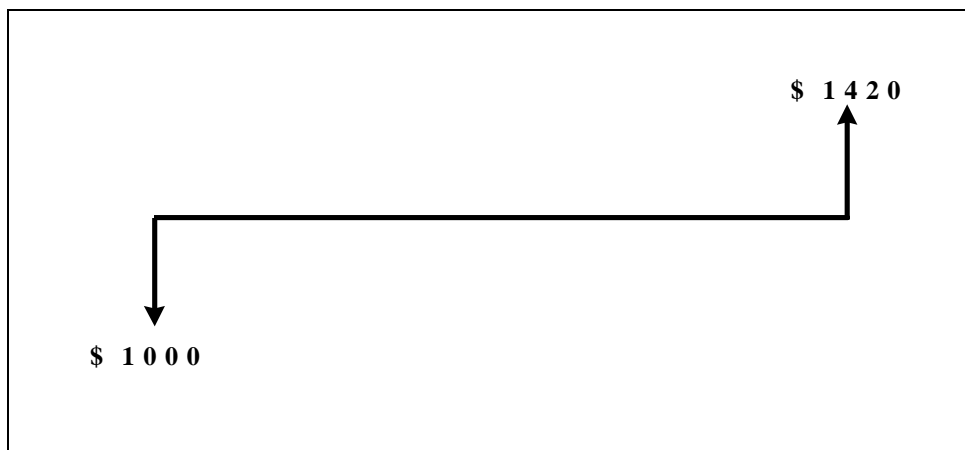
En conclusión, la regla de decisión será: se recomienda invertir en un proyecto cuando su  $VPN > 0$ .

Para facilitar el cálculo podemos expresar esta relación en la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{VPN = VPI - VPE} \\
 \\
 \mathbf{VPI} &= \mathbf{VPI_0} + \frac{\mathbf{VPI_1}}{\mathbf{(1+i)}} + \frac{\mathbf{VPI_2}}{\mathbf{(1+i)^2}} + \frac{\mathbf{VPI_3}}{\mathbf{(1+i)^3}} + \dots + \frac{\mathbf{VPI_T}}{\mathbf{(1+i)^T}} \\
 \\
 \mathbf{VPE} &= \mathbf{VPE_0} + \frac{\mathbf{VPE_1}}{\mathbf{(1+i)}} + \frac{\mathbf{VPE_1}}{\mathbf{(1+i)^2}} + \frac{\mathbf{VPE_1}}{\mathbf{(1+i)^3}} + \dots + \frac{\mathbf{VPE_T}}{\mathbf{(1+i)^T}} \\
 \\
 \mathbf{VPN} &= \sum_{T=0}^T \frac{\mathbf{VPI_T}}{\mathbf{(1+i)^T}} - \sum_{T=0}^T \frac{\mathbf{VPE_T}}{\mathbf{(1+i)^T}}
 \end{aligned}$$

**9.4.2 Tasa interna de retorno.**

Tomando la misma propuesta de inversión representada en el siguiente flujo neto de caja:



El compromiso se plantea en entregar \$1000 y recibir \$1420 dentro de un año, supongamos también que no disponemos de dinero en el momento pero podemos acudir al banco en donde tenemos nuestra cuenta corriente con el fin de obtenerlo a manera de crédito, este banco cobra una tasa de interés anual del 40%, y si

nos decidimos a utilizar sus servicios como fuente de financiamiento al cabo de un año le estaremos debiendo \$1400 que los podremos cubrir con los \$1420 que deja la inversión, obteniendo además un excedente de \$20. Esto significa que nuestro proyecto no solamente pudo producir suficiente para devolver el préstamo del banco sino que además de pagar los intereses deja un remanente de \$20, en consecuencia podemos afirmar que el proyecto tiene una rentabilidad mayor que el 40%.

Por otro lado, si nuestras relaciones no son tan buenas con nuestro banco tendremos que acudir de pronto a algún conocido que se hace llamar "amigo" que nos facilitará el dinero pero a un costo más alto, al 45% de interés anual, entonces, al cabo de un año tendré que pagar a mi "amigo" la suma de \$1450, pero como la inversión tan solo me rinde \$1420, cotizaré un déficit de \$30. Esto significa, que nuestro proyecto tiene un rentabilidad inferior al 45%.

Existen entonces dos posibilidades, con crédito al 40% obtengo utilidades, en cambio con crédito al 45% reporto pérdidas; debe haber entonces una tasa de interés que oscila entre el 40% y el 45% que produzca efectos neutros o sea, ni ganancias, ni pérdidas. Al rehacer los cálculos encuentro que la tasa que cumple esa condición es la del 42%, esta tasa es precisamente la que se denomina "**tasa interna del retorno**", cuyo significado se podrá expresar así: "**es la tasa de interés que equipara el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos**" y lo expresamos con la siguiente ecuación:

$$VPI - VPE = 0$$

*VPI* = valor presente de los ingresos  
*VPE* = valor presente de los egresos

La diferencia se suele llamar **Valor Presente Neto**:

$$VPN = VPI - VPE = 0$$

Redondeando la idea podemos decir que: la "Tasa Interna de Retorno (TIR), es la tasa de interés que permite obtener un **VPN =0.**"

Ya hemos clarificado que el proyecto propuesto tiene una TIR del 42%, pero será que esta información nos ayuda a tomar una buena decisión?. Veamos, si puedo conseguir recursos a un costo del 40% el proyecto resulta llamativo, pero si solamente puedo acceder al crédito cuyo costo es del 45%, el proyecto no se presenta atractivo, entonces puedo concluir que si mi "costo de oportunidad" es inferior al 42% la propuesta es recomendable, si mi costo de oportunidad es superior al 42% el proyecto no es recomendable.

En definitiva, un criterio adecuado de decisión es establecer comparación entre la TIR del proyecto y el

costo de oportunidad del inversionista, entonces:<sup>7</sup>

*$TIR > to$ , recomendable*

*$TIR = to$ , indiferente*

*$TIR < to$ , no recomendable*

*$t_o = tasa de oportunidad$*

Complementando lo anterior, podemos afirmar que si la ***TIR***  $> to$ , significa que el retorno del proyecto es suficiente para compensar el costo de oportunidad del dinero y además produce un rendimiento adicional, por lo tanto resulta llamativo. Si la ***TIR***  $< to$ , el proyecto no alcanza a compensar el costo de oportunidad por lo tanto no será recomendable.

Cabe anotar que si bien es cierto en el cálculo de la TIR no se necesita conocer la tasa de interés (ya que es precisamente lo que se busca en la operación), si se precisa posteriormente conocer una tasa de oportunidad que permita su comparación.<sup>8</sup>

Es oportuno acotar por otro lado, que el criterio de la TIR presenta ciertas limitantes cuando la propuesta de inversión incluye flujos de caja no convencionales (se alternan en varios períodos las entradas y salidas de dinero),<sup>9</sup> en tal circunstancia aparecen resultados equívocos pues se presentan múltiples tasas de interés que

<sup>7</sup>. El valor de la TIR no tiene ninguna utilidad, si no se compara con la tasa de oportunidad respectiva.

<sup>8</sup>. Muchos programas de computación y paquetes populares como las matrices electrónicas (Excel, Lotus, Qpro, Quattro, etc.) incluyen rutinas de cálculo para el TIR y el VPN, por lo tanto creemos estar exonerados de exponer tan elemental tema.

<sup>9</sup>. La TIR corresponde a una raíz real de una función polinomial, o sea el cambio de signo dentro de un determinado intervalo, por lo tanto cuando los flujos se presentan en forma no convencional o alternos, aparecen varios valores con características de TIR, creando confusión para efectos de evaluación.

producen el efecto de  $VPN=0$ , por lo tanto cuando los flujos no son convencionales se recomienda aplicar otros indicadores de evaluación.

Concluyendo, se debe invertir en un proyecto cuando su TIR sea superior al costo de oportunidad, obviamente para niveles de riesgo similares.

La TIR es entonces, la tasa de interés de oportunidad para la cual el proyecto será apenas aceptable, se constituye pues, en un valor crítico que representa la menor rentabilidad que el inversionista está dispuesto a aceptar. Si en el ejemplo anterior contamos con los recursos suficientes y no apelamos al crédito, tendremos que identificar un costo de oportunidad que puede ser diferente a la tasa de interés de los prestamistas, en este caso es el costo de oportunidad de nuestro capital, que corresponde a la rentabilidad que podríamos esperar de inversiones alternativas.

### 9.4.3 *La Relación Beneficio-Costo*

Tal como la habíamos afirmado anteriormente la actividad económica de un país está orientada a combinar los recursos eficientemente y convertirlos en bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la comunidad, pero dado que los recursos son limitados con relación a la magnitud de las necesidades se deberá a través de los planes y programas de desarrollo establecer tablas de priorización atendiendo criterios de crecimiento y también de equidad y bienestar, por lo tanto la tarea de los planificadores a todos los niveles es establecer la forma en que los recursos se deben utilizar con el fin de satisfacer el mayor nivel de necesidad. Recordamos también que cada país posee cuatro tipos de recursos: en primer lugar la tierra y otros recursos naturales, la mano de obra disponible, los recursos de capital que hacen más eficiente la producción de bienes y servicios, y finalmente la capacidad empresarial (información e inteligencia) que garantiza la buena gestión y mejor aprovechamiento de los insumos puestos a disposición de cada proyecto. Dado lo anterior, podemos afirmar entonces que los "costos" del proyecto constituyen el valor de los recursos utilizados en la producción del bien o en la prestación del servicio. Los "beneficios" son entonces el valor de los bienes y servicios generados por el proyecto.

El análisis económico del "costo - beneficio" es una técnica de evaluación que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto, comparando el valor actualizado de unos y otros. Remitimos a nuestros amables lectores al capítulo de Evaluación Económica y Social, donde haremos una presentación completa del criterio de Beneficio- Costo.

### 9.4.4 *Costo Mínimo (CM)*

Este criterio se suele emplear siempre que existan alternativas diferentes para prestar un servicio caracterizado por altos costos y bajos ingresos; o cuando las diferentes alternativas determinen iguales beneficios aunque estos no se puedan medir en términos financieros.

Cuando las vidas útiles de las diferentes alternativas son iguales se utiliza el criterio de "**costo mínimo**", pero cuando las vidas útiles de esas alternativas son distintas acudimos al criterio del Costo Anual Equivalente (CAE).

Consiste pues, en tomar el flujo de fondos independiente de cada alternativa y convertirlos en un flujo uniforme para la correspondiente vida útil, de manera tal que el VPN del flujo original sea equivalente a el flujo uniforme. En esta forma se obtiene un coste uniforme por período para las diferentes alternativas que permite su comparación y obviamente un camino de decisión expedito.

Traigamos entonces a colación una situación que se presenta con alguna frecuencia, se trata de mejorar el servicio de agua potable de una vereda, y se están estudiando dos propuestas técnicas relacionadas con la compra de un equipo de bombeo, las opciones son las siguientes:

Alternativa A:

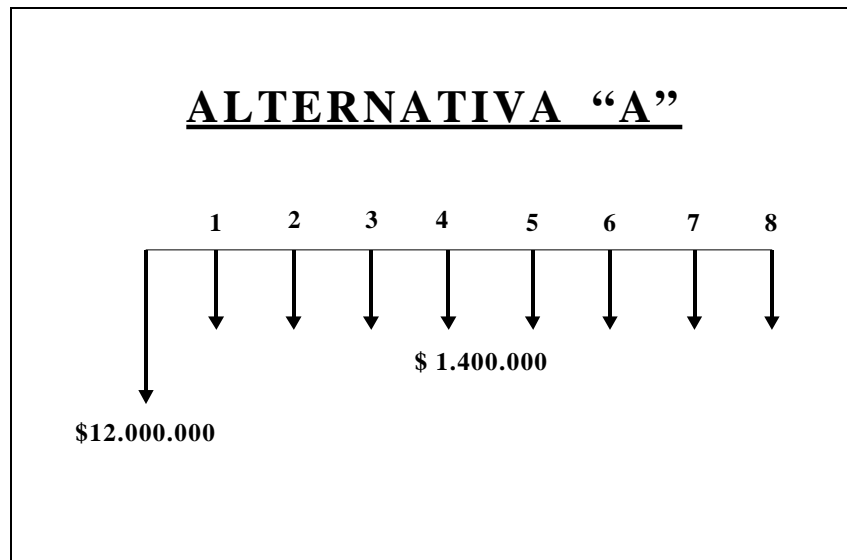
Se trata de un equipo con altas especificaciones técnicas que tiene un costo inicial de \$12.000.000 y genera costos de mantenimiento anuales por \$1.400.000.

Alternativa B:

Se precisa de un equipo que supone una inversión inicial de \$7.000.000 y costos de mantenimiento y funcionamiento calculados en \$2.500.000 anuales.

Las dos equipos tienen una vida útil estimada en ocho años por los fabricantes, y la tasa de oportunidad es del 12% anual.

La alternativa A la podemos expresar en el siguiente flujo de caja:



Aplicando la fórmula pertinente<sup>10</sup> podemos calcular el costo del proyecto representado en dinero de hoy (fecha cero), en consecuencia el valor actual de la inversión es de \$12.000.000 y el valor actual de los costos de mantenimiento serán de: \$6.954.696. En total el costo de la alternativa A será de \$18.954.696 (dinero de hoy), que será equivalente a 8 pagos anuales de \$3.815.634. Este es el valor que corresponde al CAI de la alternativa A. (También se llega al mismo guarismo distribuyendo los \$12 millones en los 8 años con la fórmula referenciada y sumándole el valor de \$ 1.4 millones de cada año).

<sup>10</sup>  $A = P * [ i * (1+i)^n ] / [(1+i)^n - 1]$



municipio para la construcción de una vía urbana: la alternativa A es a través de un cubrimiento asfáltico que supone una inversión de \$120 millones y costos de operación anuales de \$ 12 millones, durante 10 años. La alternativa B es mediante un relleno de cascajo que arroja una inversión de \$30 millones y con un costo anual de mantenimiento de \$26 millones, durante 5 años.

Aplicando la misma fórmula de caso precedente, podemos calcular que el CAE de la alternativa a es de \$ 33.238.099 para una vida útil de 10 años, en tanto que el CAE de la alternativa B es de \$ 34.322.292 para una vida útil de 5 años.

Sin embargo al tomar como referencia temporal el mínimo común múltiplo de las dos alternativas, o sea, 10 años, podemos afirmar entonces que el CAE de la alternativa A durante 10 años es de \$ 33.238.099, y que el CAE de la alternativa B durante 10 años (2 períodos de 5 años) es de \$34.322.292.

#### ***9.4.6 Tasa verdadera de rentabilidad***

El supuesto básico que sustenta el criterio de la TIR es que los recursos que produce el proyecto seguirán atados durante el horizonte del mismo, lo que significa que esa rentabilidad es intrínseca al proyecto. Sin embargo, se puede encontrar el caso en que los recursos producidos por el proyecto período por período sean apartados del mismo y colocados en distintas alternativas de inversión, obviamente en espera de diferentes rendimientos que pueden ser superiores o inferiores dependiendo el costo de oportunidad del inversionista. Si el proyecto se realiza es porque las expectativas del inversionistas están satisfechas en el mismo, lo que hace pensar que corresponde a la mejor opción; pero puede suceder que el proyecto esté saturado de recursos y cualquier asignación marginal determine una disminución en los rendimientos lo que induce a los inversionistas a buscar alternativas diferentes. En consecuencia la "verdadera tasa de rentabilidad" corresponde a los rendimientos que arrojan los dineros liberados por un proyecto y colocados a la tasa de oportunidad correspondiente. Si un proyecto genera una TIR del 30%, por ejemplo, y como resultado de su operación produce anualmente unos excedentes en dinero que no se invierten en el mismo sino que se llevan a otra fuente de oportunidad que rinde el 40%, será preciso comparar la inversión con el valor final de los recursos liberados colocados en la fuente alterna para determinar la "tasa verdadera de rentabilidad".

#### ***9.4.7 Aplicación de los criterios de evaluación:***

Para comodidad de nuestros lectores, transcribimos los flujos netos de caja del ejercicio simplificado "Planta de procesamiento de mango" y el más complejo "Planta de concentrados, con el propósito de analizar los criterios de la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Valor Presente Neto (VPN).

### **PLANTA PROCESADORA DE MANGO**



relación de afinidad entre proyectos, esto es: si son complementarios, independientes, o excluyentes, si existe o no racionamiento de capital, si los factores de localización, tamaño y tecnología determinan opciones nuevas y otros ingredientes que hacen más elaborado el proceso de decisión.

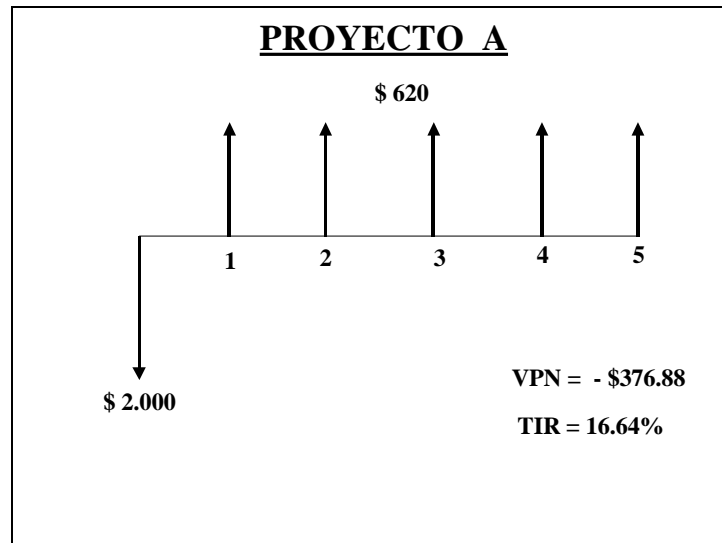
***Relación entre proyectos***

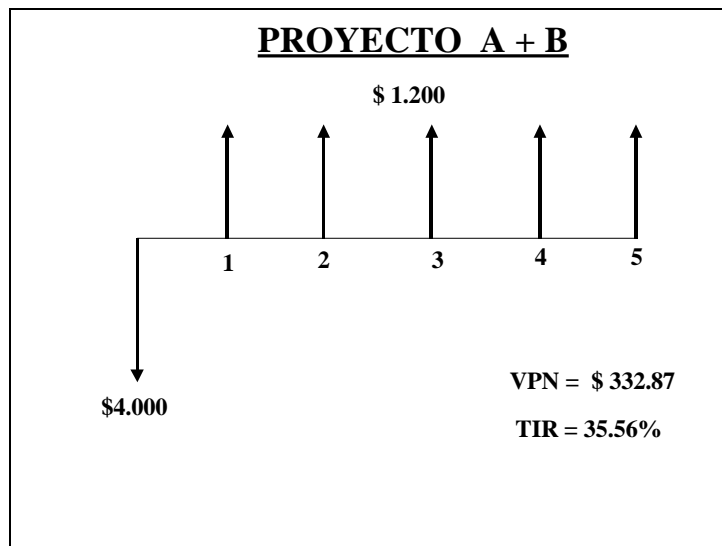
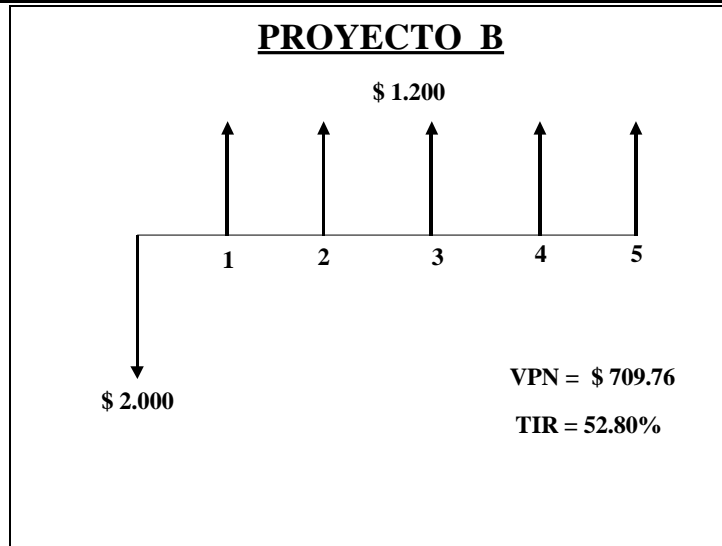
Siempre que se adelante el estudio de un proyecto resulta muy útil establecer si existe alguna circunstancia que lo pueda ligar con otros. Entre diferentes proyectos puede encontrarse variadas relaciones: en primer lugar podemos encontrar los proyectos independientes, o sea, aquellos que no guardan ninguna relación entre si; otros pueden afectarse mutuamente en forma positiva, son los proyectos complementarios, la existencia de uno supone la necesidad del otro; y finalmente la afectación puede darse en forma negativa, esto es, la presencia de uno excluye la existencia del otro, son los proyectos mutuamente excluyentes. Vamos entonces a ilustrar la aplicación de los criterios para proyectos de diferente tipo:

**9.5.1 Proyectos Complementarios**

Cuando el grado de complementariedad entre proyectos es tan alto que no se puede concebir uno sin el otro, se precisa entonces aplicar los criterios como si se tratara de un solo proyecto.

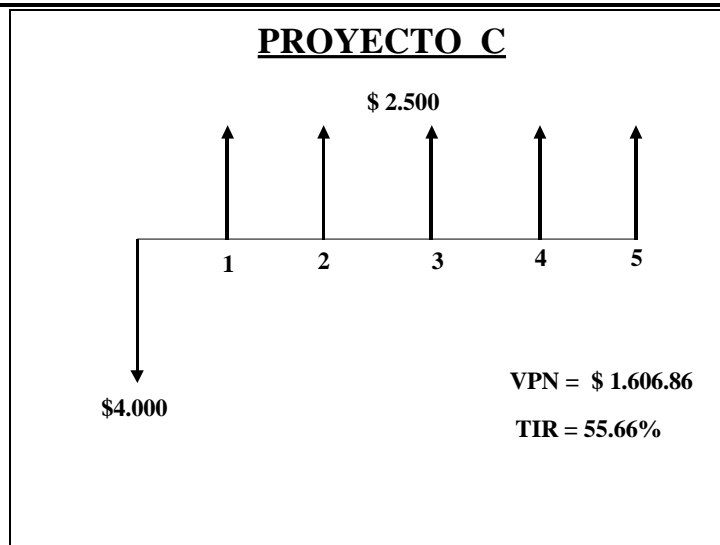
Es el caso de los proyectos cuyos flujos de caja se representan a continuación:





El proyecto A+B, es el resultado aritmético de sumar tanto salidas como entradas de dinero, sin embargo, partimos del principio de que el total es superior a la suma de las parte, por esta razón es que el proyecto C expresa con mayor certeza la consideración conjunta de los dos proyectos A y B.

En este caso, la inversión de \$4.000 produce un efecto superior a la simple suma de los proyectos A y B; dando como resultado el siguiente flujo de caja:



cuya TIR= 55.66% y VPN = \$ 1.606.86 (tasa de oportunidad del 30%) resulta superior a cada alternativa considera independientemente. Podemos concluir entonces, que entre mayor sea el proyecto resultante sobre sus componentes, mayor grado de complementariedad se advertirá.

### 9.5.2 *Proyectos mutuamente excluyentes*

En muchas ocasiones se presentan varios proyectos con el fin de elegir uno entre ellos; esto se suele presentar cuando cada proyecto constituye una forma alterna de hacer una misma función; es el caso de elegir entre la pavimentación de una carretera en asfalto o en cemento; o utilizar un predio para construir torres residenciales o dejarlo ocioso por años ante expectativas de altas tasas de valorización, por ejemplo.

Estudiamos con propósitos de ilustración la situación que se plantea a un propietario rural con respecto al uso de sus predios; existe una primera alternativa que consiste en sembrar frutales y una segunda opción encaminada a la ganadería. El formular cada proyecto nos permitirá establecer los correspondientes flujos de caja, para luego aplicar criterios conducentes a tomar una decisión; podemos entonces esperar los siguientes resultados:

Si solamente una de las alternativas cumple con que su  $TIR > t_o$ , y  $VPN > 0$ , entonces se aceptará esta, rechazando la otra.

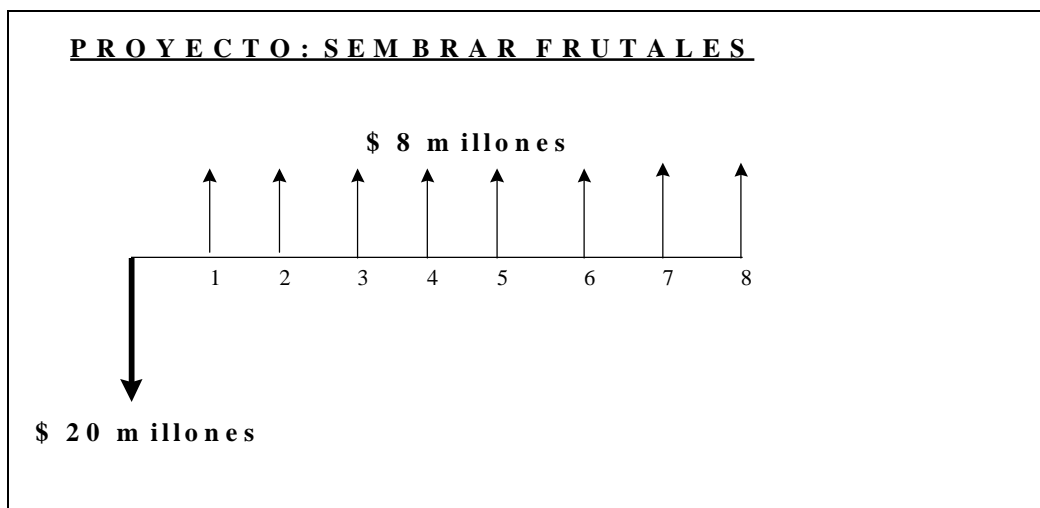
Pero la elección no resulta tan evidente cuando las dos alternativas resultan aceptables, y dado que son excluyentes tendremos que seleccionar el mejor; estamos entonces enfrentados a elegir el mejor entre los buenos.

Supongamos que la alternativa de sembrar legumbres resulta poco atractiva, entonces tendremos que estudiar la aplicación ganadera.

Pero vale la pena anotar que la información disponible no es suficiente, pues además de los flujos de caja, se precisa conocer el costo de oportunidad del granjero, como también su disponibilidad de recursos financieros.

La alternativa de sembrar frutales se puede resumir así: para efectos de arreglar el terreno, comprar semillas y otros insumos se necesita una inversión de \$20 millones; y se espera recibir retornos de \$8 millones en cada uno de los ocho años considerados.

El gráfico ilustra esta alternativa:



Esta opción presenta una TIR=36.72% y un VPN=\$2.61 al 30%

Por otro lado la alternativa ganadera requiere una inversión de \$100 millones, representada en compra de ganado, mejoramiento de pastos y otros insumos, y se espera un retorno de \$25 millones para cada uno de los ocho años de horizonte del proyecto.

Este proyecto arroja una TIR=18.62 y un VPN=-\$20.68 al 30% de tasa de oportunidad.

Supongamos que nuestro amigo granjero cuenta con un capital disponible de \$120 millones, que en el momento están colocados en certificados que producen intereses anuales del 20%.

El afirmar que el proyecto frutero es más atractivo por tener una mayor TIR o por lograr un **VPN > 0** que el proyecto ganadero, sería un tanto precipitado puesto que, cada uno de los proyectos anotados están ligados a la orientación final que se le asigne al dinero disponible y temporalmente representado en certificados al 20%.

Es entonces necesario analizar el proyecto en forma integral:

Con respecto al proyecto de frutales se utilizarán \$20 de los \$120 disponibles, y los restantes \$100 quedarán retenidos en su uso original, o sea, seguirán representados en certificados; por lo tanto el flujo de caja global será el siguiente:

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proyecto frutero	-20	8	8	8	8	8	8	8	8
Certificados	-100	20	20	20	20	20	20	20	20
Integral 1	-120	28	28	28	28	28	28	28	28

cuya TIR=16.42% y VPN=\$ -29.31 al 30%.

Por otro lado el proyecto ganadero utilizará \$100 de los \$120 disponibles y los restantes \$20 permanecerán representados en certificados, el proyecto global quedará así:

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Proyecto ganadero	-100	25	25	25	25	25	25	25	25
Certificados	-20	4	4	4	4	4	4	4	4
Integral 2	-120	29	29	29	29	29	29	29	29

cuya TIR=17.53% y VPN= -27.06 al 30%.

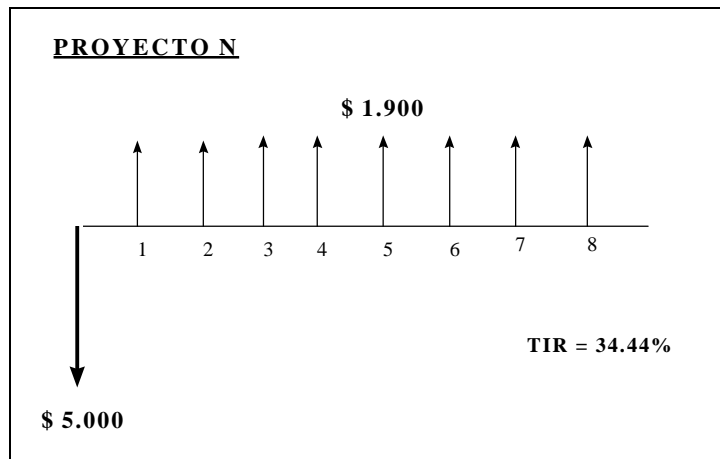
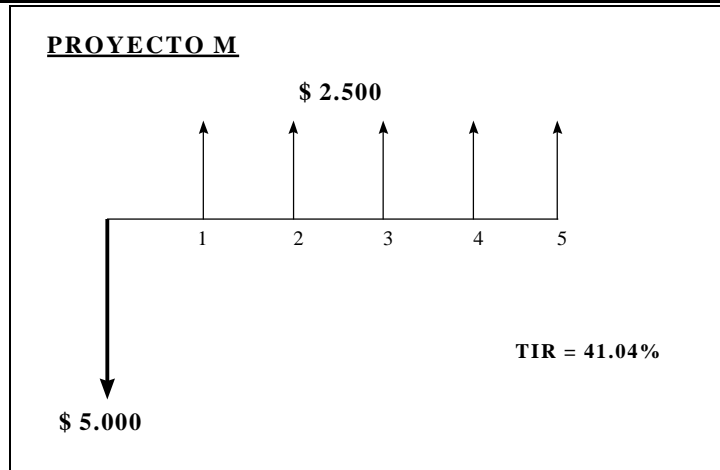
El resultado anterior nos conduce a afirmar que en la perspectiva global resulta mucho más ventajoso el proyecto ganadero, aunque considerado en forma independiente no arroje el mismo resultado. Al tomar independientemente cada proyecto llegamos a conclusiones falsas, dado que existe una relación implícita entre los proyectos en su carácter de excluyentes; el proyecto de los frutales tiene una mayor rentabilidad que el proyecto ganadero, sin embargo, dada la disponibilidad de recursos y sus posibilidades de empleo la regla de decisión cambia.

Vale la pena conocer el comportamiento de las alternativas excluyentes ante diferentes tasas de oportunidad. Podemos concluir que no basta con aplicar la fórmula "mágica" para poder arribar a una determinada decisión, se precisa siempre adelantar análisis que permita conocer el entorno global propio del escenario en el cual se desarrolla el proyecto.

### 9.5.3 *Proyectos con horizontes diferentes*

Quando se trata de comparar opciones diferentes de inversión definidas para horizontes distintos se necesita ser un tanto cuidadosos al aplicar los criterios de evaluación, ya que podrían conducir a resultados equívocos.

Los siguientes flujos de caja representan dos proyectos mutuamente excluyentes:



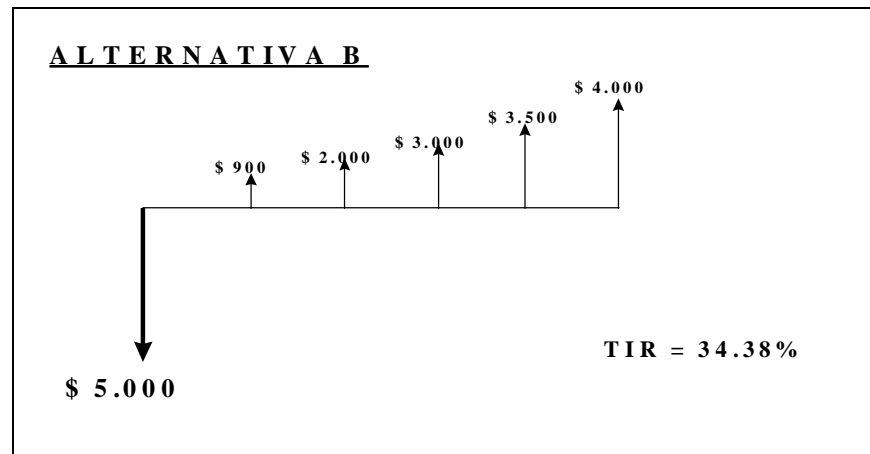
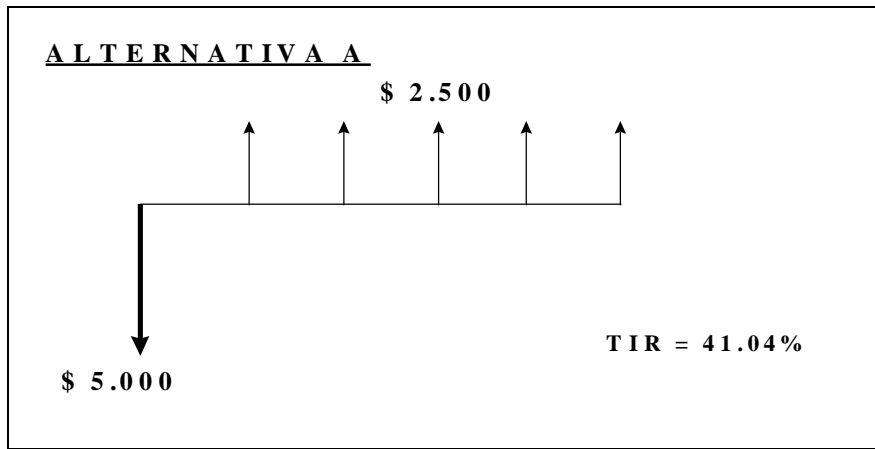
El proyecto M tiene una TIR=41.04 % y el proyecto N una TIR=34.44%, a pesar que el proyecto M tiene una TIR mayor no podemos concluir que es el mejor, puesto que se trata de una rentabilidad de 41% durante 5 años, en tanto que la otra alternativa tiene una rentabilidad de 34% pero durante ocho años. Para poder comparar estos proyectos, supongamos adicionalmente, que al cabo de cinco años el proyecto M libera unos recursos que serán colocados en una caja de ahorros que paga como mínimo un 20% de interés anual. Entonces el proyecto en referencia quedaría así: una rentabilidad del 41% en los primeros 5 años y 20% en los 3 años restantes, dando en promedio un TIR=33% que es inferior a la alternativa N.

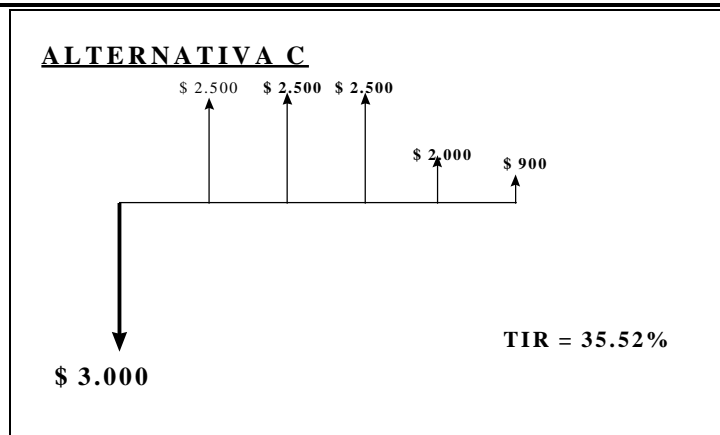
Una conclusión válida es que siempre que se comparen proyectos con vida útil diferentes es preciso calcular la rentabilidad para cada uno y luego asignar un costo de oportunidad a los recursos liberados. Queda claro que la decisión no depende exclusivamente de los rendimientos de cada proyecto independientemente, sino que es preciso estudiarlos con base a los "costos de oportunidad" relacionados con dichas opciones de inversión.

En estas circunstancias se pueden encontrar discrepancias entre los resultados de los criterios aplicados, dependiendo de las tasas de oportunidad que se utilicen, en efecto, el gráfico nos ilustra al respecto; si tomamos los proyecto independientemente podemos verificar que el proyecto M es mejor que el N al comparar su TIR, sin embargo para tasa de oportunidad inferior al 15% la conclusión sería contraria.

**9.5.4 Inversión igual con diferentes flujos de ingresos**

Comparemos las tres alternativas siguientes:





Como podemos observar la alternativa A es significativamente mejor a todos los niveles puesto que su TIR es mayor que el costo de oportunidad y además su VPN es positivo para tasas de oportunidad inferiores a 41.04%.

Por otro lado, los proyecto B y C resultan con VPN positivo para tasas de interés inferiores al 34.38%, sin embargo, el proyecto C resulta más atractivo que el proyecto B para tasas superiores al 32% aproximadamente, en tanto que la situación es diferente si se consideran tasa inferiores al 32%.

### 9.5.5 Racionamiento de Capital

En los análisis precedentes hemos partido del supuesto que los recursos están disponibles en la medida de las necesidades, ya que en alguna forma, si es preciso podemos acudir al crédito. Sin embargo, en la mayor parte de los casos se cuenta con presupuestos limitados, lo que determina la necesidad de seleccionar unos proyectos dentro de un paquete determinado. Por lo tanto, el objetivo será encontrar la mejor combinación de proyectos dentro del portafolio disponible, teniendo en cuenta la limitación de capital.

Supongamos que tenemos el siguiente grupo de proyecto, pero contamos tan sólo con un presupuesto de \$19.000.000.

Proyecto	Flujo anual					VPN (0.3)	TIR
	Inversión(1)	2	3	4	5		
<b>A</b>	(\$5,000)	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$2,500	<b>\$415.60</b>	<b>34.90%</b>
<b>B</b>	(\$3,800)	\$1,600	\$1,600	\$1,600	\$1,600	<b>(\$334.01)</b>	<b>24.68%</b>
<b>C</b>	(\$4,500)	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	<b>(\$167.52)</b>	<b>27.77%</b>
<b>D</b>	(\$6,000)	\$2,200	\$2,200	\$2,200	\$2,200	<b>(\$1,234.27)</b>	<b>17.30%</b>
<b>E</b>	(\$9,000)	\$3,200	\$3,200	\$3,200	\$3,200	<b>(\$2,068.03)</b>	<b>15.74%</b>
<b>F</b>	(\$11,000)	\$6,500	\$6,500	\$6,500	\$6,500	<b>\$3,080.56</b>	<b>46.13%</b>
<b>G</b>	(\$7,000)	\$4,300	\$4,300	\$4,300	\$4,300	<b>\$2,314.83</b>	<b>48.95%</b>
<b>H</b>	(\$2,600)	\$1,850	\$1,850	\$1,850	\$1,850	<b>\$1,407.55</b>	<b>60.41%</b>
<b>Suma</b>	<b>(\$48,900)</b>						

Por tener VPN < 0 y además TIR por debajo del costo de oportunidad, las alternativas B, C, D y E se descartan. A pesar de que los proyectos A, F, G y H son llamativos, tenemos que seleccionar un "paquete" que cumpla con objetivos de máxima rentabilidad y que además esté dentro de las restricciones financieras, esto es, que no supere los \$19 millones.

Cada paquete debe tener un número determinado de proyectos completos ( en este caso se supone que los proyectos son indivisibles), y el saldo faltante se cubrirá con recursos para los cuales se espera una tasa de oportunidad en este caso del 20%.

Como solamente contamos con \$19 millones entonces el paquete F, G, H queda descartado. El cuadro adjunto nos indica los paquetes de proyectos que cumplen con las condiciones.

Proyecto	Flujo anual					VPN (0.3)	TIR
	Inversión(1)	2	3	4	5		
A, F, H	(\$18,600)	\$10,850	\$10,850	\$10,850	\$10,850	\$4,903.71	45.22%
A, G, H	(\$14,600)	\$8,650	\$8,650	\$8,650	\$8,650	\$4,137.98	46.32%
F, G	(\$18,000)	\$10,800	\$10,800	\$10,800	\$10,800	\$5,395.40	47.23%
<b>Suma</b>	<b>(\$51,200)</b>						

Resta entonces por analizar cada uno de los "paquetes" de interés teniendo en cuenta que el faltante para completar los \$19 millones se coloca a una tasa de oportunidad del 20% anual.

Entonces:

Alternativa A, F, H tiene el siguiente flujo de caja:

Proyecto	Flujo anual					VPN (0.3)	TIR
	Inversión(1)	2	3	4	5		
A, F, H	-18,600	10,850	10,850	10,850	10,850	\$4,903.71	45.22%
Banco	-400	155	155	155	155	\$0.00	20.00%
<b>Total</b>	<b>-19,000</b>	<b>11,005</b>	<b>11,005</b>	<b>11,005</b>	<b>11,005</b>	<b>\$5,395.40</b>	<b>44.71%</b>

La alternativa A, G,H se comporta así:

Proyecto	Flujo anual					VPN (0.3)	TIR
	Inversión(1)	2	3	4	5		
A, G, H	(14,600)	8,650	8,650	8,650	8,650	\$4,137.98	46.32%
Banco	(4,400)	1,700	1,700	1,700	1,700	\$0.00	20.00%
<b>Total</b>	<b>(19,000)</b>	<b>10,350</b>	<b>10,350</b>	<b>10,350</b>	<b>10,350</b>	<b>\$3,419.88</b>	<b>40.49%</b>

La alternativa F,G tiene opera en la siguiente forma:

Proyecto	Flujo anual					VPN (0.3)	TIR
	Inversión(1)	2	3	4	5		
<i>F, G</i>	(\$18,000)	\$10,800	\$10,800	\$10,800	\$10,800	<b>5,395.40</b>	<b>47.23%</b>
<i>Banco</i>	(\$1,000)	\$386	\$386	\$386	\$386	<b>0.00</b>	<b>20.00%</b>
<b>Total</b>	<b>(\$19,000)</b>	<b>\$11,186</b>	<b>\$11,186</b>	<b>\$11,186</b>	<b>\$11,186</b>	<b>5,232.19</b>	<b>48.67%</b>

En este caso el proyecto F, G con la inversión remanente en el Banco de \$1000 constituye el "paquete" más atractivo entre las diferentes opciones.

### 9.6 Estudio de sensibilidad

Todo proyecto, independiente de su magnitud, en mayor o menor medida, está rodeado de un manto de incertidumbre y los inversionistas públicos o privados están corriendo algunos riesgos al asignar sus recursos hacia determinados propósitos. Muchos son los ensayos que a través del tiempo se han venido conociendo en torno y análisis del riesgo implícito en toda inversión, algunos de los cuales incluyen el estudio del comportamiento controlado de las diferentes variables que pueden incidir en la decisión; estos métodos tratan de identificar una función de probabilidad para cada una de las variables relevantes, y se puede deducir el nivel de probabilidad de ocurrencia de un hecho para cada punto dentro de un rango establecido. Estos métodos tienen un sólido respaldo teórico pero suelen ser muy débiles en su utilización pragmática aún en estudios de preinversión a nivel de factibilidad. Por esta razón, es que derivado de la masificación de los computadores que ponen en manos de cualquier usuario una alta capacidad de procesamiento, los estudios de sensibilidad se han convertido en los sustitutos idóneos que permiten analizar los proyectos en diferentes escenarios dependiendo del comportamiento de sus variables relevantes.

La tabla adjunta nos brinda elementos de juicio para adelantar el correspondiente estudio de sensibilidad en torno al comportamiento del precio:



Vamos a tomar como referencia el flujo de caja con financiación verificando los efectos producidos en los indicadores de rentabilidad (VPN y TIR) como consecuencia de cambios en determinadas variables que hemos identificado como relevantes, tales como : la magnitud de la inversión en equipo, el monto del crédito y los precios de la materia prima a diferente nivel de precios de venta del producto.

<b>ESTUDIO DE SENSIBILIDAD</b>				
<b>INVERSION EQUIPO (millones)</b>	<b>INDICADOR TIR (con financiación)</b>			
	<b>PRECIO DE VENTA (miles de \$)</b>			
	<b>140</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>160</b>
	%	%	%	%
<b>100</b>	53.42	82.9	86.1	117.39
<b>200</b>	46.19	71.54	74.26	100.85
<b>300</b>	40.74	63.16	65.56	88.82
<b>310</b>	40.26	62.44	64.81	87.8
<b>400</b>	36.43	56.67	58.82	73.86
<b>500</b>	32.92	51.46	53.42	72.32

Podemos observar en el cuadro anterior que en la medida que se incrementa la inversión en equipos el nivel de rentabilidad desciende, pero al aumentar los precios éste se incrementan en forma significativa. De ahí podemos concluir que la rentabilidad del proyecto es altamente sensible a los precios del producto, lo cual requiere por parte de los formuladores una vigilancia muy estricta sobre el análisis de mercado, sin embargo, con respecto al incremento de la inversión en equipo la rentabilidad desciende, pero muchos menos su intensidad cuando el nivel de precios es alto.

INVERSION EQUIPO (millones)	INDICADOR VPN (con financiación)			
	PRECIO DE VENTA (miles de \$)			
	140	149	150	160
	\$	\$	\$	\$
100	667,217	1,347,318	1,422,995	2,179,773
200	590,818	1,271,918	1,347,596	2,104,373
300	515,418	1,196,518	1,272,196	2,028,974
310	507,875	1,188,978	1,284,656	2,021,434
400	440,018	1,121,118	1,196,796	1,953,174
500	364,619	1,045,719	1,121,396	1,878,174

La misma tendencia anteriormente descrita podemos observar y por lo tanto sacar conclusiones similares tomando como referente el criterio del VPN. Observamos en la estructura del proyecto que la materia prima corresponde al 71% del costo de operación en el primer año de funcionamiento, lo cual también nos invita a mantener una estricta vigilancia sobre su comportamiento, pues para valores demasiados altos ( cercanos \$90.000 /tt) no resulta nada atractivo el proyecto. Observemos el cuadro siguiente :

MATERIA PRIMA (miles de\$/tt)	INDICADOR TIR (con financiación)			
	PRECIO DE VENTA (miles de \$)			
	140	149	150	160
	%	%	%	%
50	159.4	253.33	257.4	297.26
60	143.03	179.59	183.6	222.95
70	76.4	112.26	116.18	154.81
80	11.98	112.26	53.86	92.19
90	negativo	negativo	negativo	32.83

A continuación presentamos otro cuadro que permite observar la relación entre el monto del crédito y la rentabilidad a diferentes niveles de ingresos :

MONTO CREDITO (millones)	INDICADOR TIR (con financiación) PRECIO DE VENTA (miles de \$)			
	140	149	150	160
	%	%	%	%
20	36.05	55.48	57.01	77.35
50	36.53	56.26	58.35	78.51
200	39.17	60.61	62.90	85.03
400	43.55	68.04	70.67	96.38
600	49.43	78.47	81.64	112.78
700	53.28	85.58	89.12	124.2

Invitamos a nuestros amables lectores a adelantar análisis similares para otras variables y con otros indicadores

### ***9.7 Evaluación en escenarios con riesgo***

Los flujos de caja que se derivan de la formulación de un proyecto son en la mayoría de casos la resultante del juego e interacción de una serie de variables internas y externas que determinan una conducta previsible, pero de todos modos, con algún grado de incertidumbre, lo que significa que no existe completa certeza en los resultados esperados. En efecto, la ausencia de certidumbre tiene dos ámbitos analíticos: el de riesgo y el de la incertidumbre. El primero se define para aquellas circunstancias en que no se conoce el comportamiento exacto de ciertas variables relevantes del proyecto, pero se puede diseñar una función de probabilidades basada en la experiencia y la información disponibles y estimar sus correspondientes parámetros. La incertidumbre hace referencia a una situación en la cual no se conoce la función de probabilidad y, desde luego, se ignoran sus características.

El punto de partida de esta forma de abordar el problema es mediante la simulación de escenarios en posiciones o actitudes opuestas o alternas: la optimista cuando se espera que la mayoría de las fuerzas funcionen a favor del proyecto, y la pesimista en el cual los pronósticos se dan en los términos más desfavorables del comportamiento de dichas variables. Estas posiciones extremas nos conduce al llamado estudio de sensibilidad ya presentado en un capítulo previo.

Reiterando, el análisis explícito de las variables relevantes a las cuales podemos distinguir con un comportamiento aleatorio y para las cuales diseñamos una función de probabilidad, que nos informa sobre el tipo de distribución y los parámetros que la definen. Esto se llama análisis de “riesgo”. En tanto que, al carecer de información suficiente sobre la aleatoriedad del comportamiento de determinadas variables y ante la incapacidad de construir una función de probabilidad, estamos en presencia de “incertidumbre”.

Para explicar mejor los conceptos tomemos como ilustración el caso general de un comerciante que compra a un precio y vende, desde luego, a un precio superior que le remunera claramente su labor de intermediario, su esfuerzo de servir de conexión entre quien tiene el bien y quien lo necesita y, desde luego, por el riesgo que asume<sup>11</sup>. Se podría observar claramente tres situaciones que en alguna medida define el comportamiento del comerciante: una actitud optimista en la cual se espera comprar barato para vender caro, la posición pesimista en la cual se compra caro y se vende barato, y una tercera calificada de intermedia en la cual se compra en promedio y también se vende en promedio.

Un comerciante tiene la oportunidad promedio de comprar mercancías en \$150 y las puede vender en el siguiente período en \$250. Cuando considera que las circunstancias son muy favorables puede comprar en \$ 80 y vender en \$ 320; pero cuando son francamente desventajosas las circunstancias compra en \$ 200 y sólo puede vender a \$ 233.

	<i>COMPRA</i>	<i>VENTA</i>
<i>OPTIMISTA</i>	<i>\$ 80</i>	<i>\$ 320</i>
<i>PESIMISTA</i>	<i>\$ 200</i>	<i>\$ 233</i>
<i>NORMAL</i>	<i>\$ 150</i>	<i>\$ 250</i>

Podemos estructurar una nueva tabla que nos permita observar los flujos de caja de cada opción y el comportamiento de indicadores tales como el TIR y el VPN con tasa de oportunidad del 30%.

	<i>COMPRA</i>	<i>VENTA</i>	<i>TIR</i>	<i>VPN(30%)</i>
<i>OPTIMISTA</i>	<i>-80</i>	<i>320</i>	<i>300%</i>	<i>\$166.15</i>
<i>PESIMISTA</i>	<i>-200</i>	<i>233</i>	<i>17%</i>	<i>(\$20.77)</i>
<i>NORMAL</i>	<i>-150</i>	<i>250</i>	<i>67%</i>	<i>\$42.31</i>

Si tomamos como referencia el resultado del VPN de cada opción en la situación normal y la optimista el proyecto resulta recomendable, pero en un escenario pesimista la decisión es la contraria. También podemos observar que siendo la tasa de oportunidad del 30% la opción pesimista tampoco resulta recomendable comparándola con la TIR correspondiente, en tanto que las otras claramente se observan ventajosas.

No es muy clara la acción que recomendaríamos puesto que en escenarios diferentes (optimista o pesimista) la acción sería también diferente.

<sup>11</sup> El caso de un vendedor de semáforo tan propio del paisaje urbano de nuestras capitales, que reciben mercancías a precios determinados por los proveedores y las venden a un precio derivado de la oportunidad, la moda, su capacidad de negociación y otros muchos factores que concurren en el momento de negociarlas.

Si nosotros incorporamos el concepto de probabilidad y derivado de nuestra experiencia en el negocio podemos asignar unos valores que ponderen adecuadamente los diferentes guarismos que puedan asumir las variables correspondientes.

<i>Compra</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Venta</i>	<i>Probabilidad</i>
\$ 80	0.25	\$ 320	0.35
\$ 150	0.50	\$ 250	0.40
\$ 200	0.25	\$ 233	0.25

Al tomar los valores promedios tanto en el precio de compra como en el precio de venta puedo establecer una pauta de decisión basado en el criterio de “valor esperado”, en efecto:

$$Val. Esp. de compra E_c = 80 \cdot 0.25 + 150 \cdot 0.5 + 200 \cdot 0.25 = \$ 145$$

$$Val. Esp. de venta E_v = 320 \cdot 0.35 + 250 \cdot 0.40 + 233 \cdot 0.25 = \$ 270.25$$

Lo que determina una nueva opción en la cual se compra a un precio de \$ 145 y se vende a un promedio de \$270.25 que arroja una TIR de 86.38% (superior a la tasa de oportunidad del 30%) y un VPN de \$62.88, lo que indica la bondad del proyecto teniendo en cuenta el criterio de valor esperado.

Desde luego que este criterio es insuficiente para interpretar el problema propuesto, dado que el promedio es un solo valor de los muchos que pueden asumir las variables aleatorias de compra y venta de mercancías, y dado que no se conoce la magnitud de la dispersión (desviación estándar) es difícil establecer el nivel de riesgo que se corre al tomar alguna decisión. En efecto, para alguien sería más seguro optar por un proyecto que tenga el mismo TIR sobre otro alternativo, siempre y cuando este tenga una dispersión inferior.

Es preciso entonces conocer tanto la media como la desviación estándar para caracterizar a cada una de las distribuciones propuesta de compra y venta de mercancías.

Podemos afirmar para nuestro ejemplo que el promedio aritmético de precios para la compra es de \$ 143.33 y la desviación estándar es \$ 60.28; en tanto que para la venta el promedio aritmético resulta de \$251 y la desviación estándar \$ 61.99.

Sería interesante diseñar una función de probabilidad discreta (no continua) teniendo en cuenta la combinación de todos los eventos posibles, y partiendo de la hipótesis de independencia de una variable sobre la otra, en efecto, el precio de compra lo determina el proveedor en tanto que el precio de venta lo determina la puja entre el vendedor y el cliente eventual, cada uno esgrimiendo sus mejores argumentos y presionando a su favor hasta llegar a un punto de mutua satisfacción.

***DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DEL VPN(.30)***

**PARA VARIABLES INDEPENDIENTES<sup>12</sup>**

COMPRA	VENTA	VPN (0.30)	PROBABILIDAD	E[VPN (.3)]	TIR	E [(TIR)]
-\$80.00	\$320.00	\$166.15	0.09	\$14.54	300%	26.25%
-\$80.00	\$250.00	\$112.31	0.10	\$11.23	213%	21.25%
-\$80.00	\$233.00	\$99.23	0.06	\$6.20	191%	11.95%
-\$150.00	\$320.00	\$96.15	0.18	\$16.83	113%	19.83%
-\$150.00	\$250.00	\$42.31	0.20	\$8.46	67%	13.33%
-\$150.00	\$233.00	\$29.23	0.13	\$3.65	55%	6.92%
-\$200.00	\$320.00	\$46.15	0.09	\$4.04	60%	5.25%
-\$200.00	\$250.00	(\$7.69)	0.10	(\$0.77)	25%	2.50%
-\$200.00	\$233.00	(\$20.77)	0.06	(\$1.30)	17%	1.03%
<b>TOTAL</b>			<b>1.00</b>	<b>\$62.88</b>		<b>108.32%</b>

Tal como se puede observar en el cuadro anterior hemos construido una función de probabilidad que permite relacionar las diferentes combinaciones de los precios de compra con las distintas alternativas de los precios de venta. Dado que se trata de eventos independientes (se puede decir que no existe relación causal entre los precios de compra con los precios de venta, tampoco en sentido contrario), lo que determina que la probabilidad de suceso de compra y la probabilidad de suceso de venta, corresponda al producto de sus respectivas probabilidades. Se puede observar, por ejemplo, la probabilidad de que el precio de compra sea \$80 y el precio de venta \$320, es el producto de  $0.25 \times 0.35 = 0.09$ , para un valor presente neto de \$166.15.

Si el VPN de cada evento lo ponderamos por su correspondiente probabilidad obtenemos el VPN promedio o esperado que corresponde en este caso a \$62.88, y una desviación estándar de 6.36; lo que nos permite hacer una interpretación más completa del fenómeno. En efecto, podemos corroborar que el proyecto tiene una probabilidad del 84% de tener éxito pues solamente existen dos eventos negativos cuya probabilidad suma un 16%. (Observaciones similares podemos hacer con respecto a la TIR ya que en los mismos eventos su rentabilidad es menor a la tasa de oportunidad del 30%).

Una observación adicional nos permite interpretar estocásticamente los resultados obtenidos. En efecto, estamos en capacidad de verificar la bondad de nuestro proyecto afirmando que se tiene una probabilidad de éxito del 84%, dado que el solamente el 16% el proyecto resulta con un VPN desfavorable. Por otro lado, se podría encontrar la probabilidad de que el proyecto arroje una ganancia superior, por ejemplo, a \$100. Al leer el cuadro correspondiente sumamos las probabilidades de aquellos eventos que tengan un valor mayor de dicho guarismo, y obtenemos un resultado del 19%. También podríamos verificar que la probabilidad de que el proyecto arroje una rentabilidad superior al 100% es tan solo del 43%.

***Distribución de probabilidad normal (continua)<sup>13</sup>***

La información del cuadro anterior en cuanto al comportamiento del indicador VPN se puede homologar

<sup>12</sup> Para el cálculo del VPN es preciso ser cuidadosos al aplicar el programa Excel, ya que este arroja resultados distintos y puede determinar decisiones inadecuadas para proyectos específicos.

<sup>13</sup> A la luz del Teorema del límite central, se puede considerar el VPN como una combinación lineal de variables aleatorias que tiene un comportamiento normal en la medida que el número de flujos (egresos o ingresos) aumenta.

a una función normal (continua) de la cual la media aritmética es \$ 62.88 y la desviación estándar de \$6.35, por lo tanto podemos establecer rangos de comportamiento del VPN del 68%, 95% y 99.7%, en la medida que abarque un rango de 1, 2 o 3 desviaciones estándar, por ejemplo, existe un 99.7% de probabilidad de que el VPN esté entre \$43.83 y \$81.93

Un análisis similar se puede elaborar tomando como referencia la TIR de cada una de las combinaciones de precios de compra y los correspondientes precios de venta.

### ***INTERROGANTES Y TEMAS DE DISCUSION***

1. Cuál es la diferencia entre precios de "mercado" y precios "sociales" ?
2. Qué significa invertir, desde el punto de vista económico ?
3. Diseñe un gráfico que permita identificar las diferentes etapas que van desde la inversión inicial hasta su recuperación.
4. En qué consiste el "flujo de caja" ?
5. Indique y discrimine cada uno de los elementos involucrados en el flujo de caja.
6. Qué características son propias de los flujos de caja ?
7. Analice e ilustre la característica "flujos líquidos en dinero".
8. Analice e ilustre el concepto de "flujo esperado en el futuro".
9. Analice e ilustre el concepto de "incurrido".
10. Analice e ilustre el concepto de "costos diferenciales o incrementales".
11. Describa e ilustre el concepto de "costo de oportunidad".
12. Cuáles son los estudios que finalmente determinan el "flujo neto de caja" ?
13. Qué relación existe entre la rentabilidad y la tasa de oportunidad de un proyecto de inversión ?
14. Describa y compare los conceptos de "costo explícito" y "costo de oportunidad".
15. Cuáles son las razones que determinan que el dinero tenga un valor diferencial en el tiempo ?
16. En qué consiste la Tasa Interna de Retorno (TIR) ?
17. Qué relación existe entre el TIR y el "costo de oportunidad"?

18. En qué consiste y para qué sirve el Valor Presente Neto (VPN) ?
19. En qué consiste el Costo Anual Equivalente (CAE) ?
- 20.Cuál es el principio que rige la aplicación de los métodos VPN, TIR, CAE en la evaluación de proyectos ?
21. Explique e ilustre los siguientes términos: proyectos independientes, proyectos complementarios, proyectos mutuamente excluyentes.
22. El Sr. González acaba de recibir \$30 millones por la liquidación de sus prestaciones después de trabajar 22 años en una empresa privada. Consulta a su hijo experto en finanzas en torno a dos alternativas que ha venido analizando:
  - a. comprar un certificado de inversión que le garantiza una renta anual por 5 años de \$6 millones.
  - b. montar un copicentro con un inversión de \$18 millones (servicio de fotocopias, encuadernación, papelería, etc.), que le garantiza un rendimiento del 40% anual; y los \$12 millones restantes los coloca en certificados a término que le rinden un 31% anual.

Qué le aconsejará su hijo?