

PAÚL LIRA BRICEÑO

# Evaluación de proyectos de inversión

*Herramientas financieras para analizar la creación de valor*



PAÚL LIRA BRICEÑO

# Evaluación de proyectos de inversión

*Herramientas financieras para analizar la creación de valor*

Lima, marzo de 2013



© Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)  
Primera publicación: marzo de 2013  
Impreso en el Perú – *Printed in Peru*

Corrección de estilo: Gabriela Vargas P.  
Diseño de cubierta: Germán Ruiz Ch.  
Diagramación: Christian Castañeda

Editor del proyecto editorial  
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas S.A.C.  
Av. Alonso de Molina 1611, Lima 33 (Perú)  
Teléf: 313-3333  
www.upc.edu.pe  
Primera edición: marzo de 2013

Libro electrónico disponible en <http://pe.upc.libri.mx>

Esta obra se publicó por primera vez en versión impresa en marzo de 2013.

**Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)**  
**Centro de Información**

*Lira Briceño, Paúl. Evaluación de proyectos de inversión: herramientas financieras para analizar la creación de valor*

Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2013  
ISBN: 978-612-4191-05-3

PROYECTOS DE INVERSIÓN, EVALUACIÓN DE PROYECTOS, CREACIÓN DE VALOR,  
FLUJO DE CAJA, ANÁLISIS DEL RIESGO FINANCIERO, ESTUDIO DE CASOS

658.404 LIRA

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, por escrito, de la editorial.

El contenido de este libro es responsabilidad del autor y no refleja necesariamente la opinión de los editores.

*A los que amo,  
sin su apoyo este libro no  
hubiese sido posible.*

# Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>Unidad 1. Aspectos introductorios</b>	<b>13</b>
1.1. La formulación de proyectos de inversión	13
1.2. El proceso de creación de valor	17
1.3. La creación de valor y los proyectos de inversión	18
1.4. Los tres pilares de la evaluación de proyectos	20
<b>Unidad 2. Pilar I: Construcción del flujo de caja</b>	<b>22</b>
2.1. ¿Caja o utilidad?	22
2.2. El flujo de caja de un proyecto	24
2.2.1. El flujo de caja de inversión	27
2.2.2. Los requerimientos de capital de trabajo del proyecto	28
2.2.3. El flujo de caja de operación	46
2.2.4. El flujo de caja de liquidación	48
2.2.5. Métodos para estimar el valor de liquidación de un activo	49
2.3. Estructura de financiamiento de un proyecto	53
2.4. Aspectos a tomar en cuenta en la construcción del flujo de caja	60
2.5. La importancia de los escudos fiscales	64

2.6. Los efectos tributarios y los costos de oportunidad	67
2.7. El flujo de caja libre del proyecto	71
2.8. El flujo de caja del accionista	74
2.9. Construcción de los flujos de caja: un caso práctico	77
2.10. La evaluación de proyectos en una empresa en marcha	81
2.11. ¿El proyecto genera valor?	87
2.12. Indicadores de rentabilidad	89
2.13. Los problemas de la tir	99
2.14. Un indicador adicional: El periodo de recuperación de la inversión	105
<b>Unidad 3. Pilar II: Incorporación del riesgo</b>	<b>112</b>
3.1. El riesgo en la evaluación de proyectos	112
3.2. ¿Cómo introducir el riesgo en los proyectos?	115
3.3. El análisis de sensibilidad	117
3.4. El análisis del punto de equilibrio	127
3.5. Mediciones estadísticas del riesgo de un proyecto	130
3.6. La simulación Montecarlo	140
3.7. La técnica de los árboles de decisión	150
<b>Unidad 4. Pilar III: Determinación de la tasa de descuento</b>	<b>159</b>
4.1. ¿Cuánto ganar por invertir?	159
4.2. Un modelo financiero: El CAPM	161
4.3. Determinando la tasa de descuento de un proyecto	166
4.4. Aspectos prácticos para determinar la tasa de descuento de un proyecto	176
4.5. La tasa de descuento de un proyecto en la práctica	179

4.6. El valor presente neto ajustado (VPNA)	182
4.7. Las tres formas de medir la rentabilidad de un proyecto de inversión	187
<b>Unidad 5. Casos especiales en la evaluación de proyectos</b>	<b>191</b>
5.1. ¿Cómo evaluar proyectos con vidas útiles diferentes?	191
5.1.1. El valor anual equivalente	193
5.1.2. El costo anual equivalente (CAE) y proyectos que no se pueden repetir	196
5.2. ¿Muchos proyectos y poco dinero?	199
5.3. El incremento en los precios y los proyectos	203
5.4. El IGV en la evaluación de proyectos	213
<b>Unidad 6. La evaluación de un proyecto en la práctica</b>	<b>220</b>
6.1. El proyecto de Prodepsa	220
6.2. El panel de variables de entrada	223
6.3. Las proyecciones económico-financieras	223
6.4. Determinación de las tasas de descuento del proyecto	224
6.5. La generación de valor del proyecto	225
6.6. Análisis del riesgo del proyecto	226
<b>Bibliografía</b>	<b>234</b>

# Prólogo

El Perú es uno de los países que ha obtenido mayores tasas de crecimiento de su economía durante los últimos 20 años y, si bien el país ha mejorado, hay todavía un largo trecho por recorrer donde fundamentalmente se debe tener en cuenta la asignación de los recursos entre las distintas alternativas de inversión existentes. Desde esta perspectiva, es esencial profundizar en el conocimiento de todos los aspectos vinculados con la evaluación de proyectos de inversión y este libro es un gran aporte en esta línea de trabajo. Aunque a muchos les pueda parecer increíble, hoy existe en el país un déficit de profesionales con el conocimiento necesario para asegurar que el ritmo de crecimiento de la economía peruana se mantenga durante las próximas dos décadas y de esa forma lograr el ansiado desarrollo económico y social.

Esta obra, al presentar de manera didáctica las teorías y conceptos relacionados con la inversión en nuevos proyectos, permitirá disminuir el déficit de profesionales existentes y romper aquel problema que hoy se conoce como «la trampa de los países de ingreso medio»; es decir, que por la carencia tanto de infraestructura física como de capital humano no es posible incrementar los niveles de productividad que permiten, precisamente, «hacer más con menos».

El principal cuello de botella ya no es el financiamiento de los proyectos de inversión, sino la formulación y la evaluación de los mismos. Debido al crecimiento de los inversionistas institucionales en el país, como las administradoras de fondos de pensiones y las compañías de seguros, entre otras; y al interés de los inversionistas del resto del mundo con respecto al Perú, que ya tiene varios años con grado de inversión internacional, no nos podemos quejar de falta de recursos financieros. Sin embargo, sí existen grandes problemas tanto en la estructuración de los proyectos como en la adecuada evaluación de los mismos, último aspecto que este libro desarrolla a profundidad.



Felicito a mi buen amigo el profesor Paúl Lira, a quien tengo el gusto de conocer más de 20 años, por el esfuerzo realizado y por generar un libro que debe ser utilizado tanto a nivel pregrado como postgrado en las distintas facultades de administración, finanzas y economía de nuestro país y de otras naciones. No me queda sino agradecerle por su gentil invitación a prologar este libro que espero se convierta de lectura obligada no solo para los estudiantes actuales, sino para todos aquellos profesionales que nos desenvolvemos en el mundo de las finanzas e inversiones. Un mundo cada vez más dinámico y globalizado donde nuestros referentes deben ser siempre alcanzar los más altos estándares a nivel mundial.

Pedro Grados Smith  
Gerente General  
Profuturo AFP

# Introducción

Estimado lector:

Las personas y empresas están, permanentemente, enfrentadas a decisiones que conllevan la asignación de recursos escasos entre diversas soluciones que satisfacen una misma necesidad. Las técnicas de evaluación de proyectos, si se dominan y aplican adecuadamente, permiten conocer si el proyecto analizado genera o destruye valor; lo que en un entorno tan competitivo y global como el actual se vuelve clave si se desea crecer y prosperar.

Hace más de 16 años enseño el curso de Evaluación de Proyectos en diferentes universidades de la ciudad de Lima y, durante todo ese tiempo, siempre anhelé contar con un texto que pudiese servir de referencia y guía a mis alumnos. Los que existen tratan el tema dentro de un contexto más amplio de las finanzas corporativas y, por lo tanto, no tienen el grado de detalle deseado; o los unen, erróneamente, a mi juicio, con la formulación de proyectos de inversión. Más aún, los aspectos prácticos de la materia muchas veces no son abordados de manera detallada, pues se da por descontado que el lector ya los sabría o, peor aún, los descubriría de manera espontánea; supuesto que la mayor parte de las veces no se cumple.

El presente libro trata, pues, de cerrar las brechas arriba mencionadas, al explicar en detalle y con énfasis en lo práctico las técnicas que se utilizan cuando se debe evaluar un proyecto de inversión. El que me sigue en la blogósfera, no dejará de notar que gran parte del libro es una recopilación de las entregas que publiqué en mi blog «De regreso a lo básico» (<http://blogs.gestion.pe/deregresoalobasico/>); y, debo reconocer, que uno de los alicientes para publicarlo fueron los comentarios de apoyo y agradecimiento de parte de sus lectores.

La contribución de esta obra, creo yo, amable lector, es acercar los conceptos y técnicas de la evaluación de proyectos a todas las personas que tengan el deseo e interés de aprenderlos; sin importar el grado de dominio que tengan en finanzas. Para lograr este objetivo el texto está estructurado en seis unidades temáticas que pueden leerse

secuencialmente o abordarse por separado, dependiendo del grado de experiencia e interés del lector en la materia. La unidad 1, trata sobre los aspectos básicos de la evaluación de proyectos; la construcción de los flujos de caja y los indicadores de rentabilidad se exponen en la unidad 2; la inclusión del riesgo en la evaluación de un proyecto es tratada en la unidad 3; la determinación de la tasa de descuento, es decir, la valla de rentabilidad que el proyecto debe superar para generar valor, es el tema de la unidad 4; en tanto que los casos especiales a los que nos enfrentamos cuando evaluamos proyectos son abordados en la unidad 5. Por último, la unidad 6 presenta el desarrollo de un caso integrador. Todas las secciones, a excepción de la primera, incorporan casos y ejercicios en donde los pasos a seguir y las respuestas obtenidas se explican en detalle.

Es importante notar, entonces, que este texto no cubre la manera cómo se formula un proyecto; sino, más bien, cómo se puede medir la generación de valor del mismo. Aquel que necesite saber cómo formular un proyecto, puede y debe buscar ayuda y asesoría en textos que traten sobre la elaboración de planes de negocio.

Este libro, como ya lo mencioné, es fruto de mi experiencia docente; la misma que me obligó a revisar muchísimos textos sobre la materia, algunos —dentro de las limitaciones anotadas al inicio— notables y otros, simplemente, es mejor olvidarlos. En la bibliografía encontrará el detalle de los textos que puede ayudarlo a profundizar algunos conceptos que son tratados aquí.

Por último, tengo una confesión que hacer, no fui del todo sincero al decir que el único propósito del libro era acercar a usted, amable lector, los conceptos y las técnicas de la evaluación de proyectos; sino que, también es una forma de expiar un pecado de juventud: en mis días de estudiante, en el pregrado, reprobé la primera vez que llevé el curso.

No me queda sino desear que disfrute al leer este libro tanto como lo hice yo al escribirlo; y recuerde que los errores que encuentre, aunque involuntarios, son de mi entera responsabilidad.

Paúl Lira Briceño  
Lima, enero de 2013

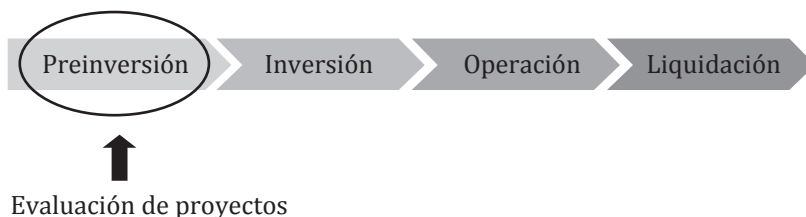
# Unidad 1. Aspectos introductorios

## 1.1. LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Un proyecto es, en términos simples, cualquier idea que satisface una necesidad. Existen cuatro etapas en su vida: **preinversión, inversión, operación y liquidación.**

La evaluación del proyecto se encuentra, obviamente, en la primera; pues es ahí donde debe decidirse su ejecución. La etapa de inversión es el lapso de tiempo donde se efectuarán los desembolsos que permitirán adquirir o construir los activos fijos requeridos (terrenos, obras civiles, maquinaria, equipo y vehículos), pagar los intangibles (permisos, licencias, regalías, etcétera) y constituir el capital de trabajo necesario. Cuando el proyecto empieza a entregar los bienes o servicios, se halla en la etapa de operación; y, por último, cuando cesa la producción y se inicia el proceso de venta de los activos fijos y la recuperación del capital de trabajo, se encuentra en su etapa de liquidación. Esquemáticamente, la vida de un proyecto puede visualizarse así:

**Gráfico 1.1. Etapas de la vida de un proyecto**



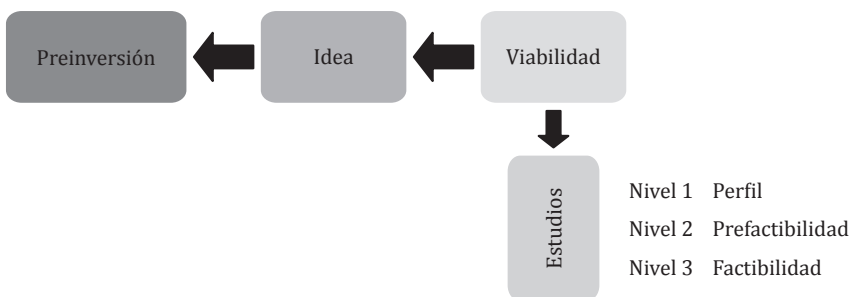
Elaboración propia.

Si se regresa a la etapa de preinversión, hay que tener claro que, básicamente, es un periodo de papel, lápiz y neuronas (OK, es vital dejar paso a la modernidad, de hojas de cálculo y materia gris) que se inicia en la idea.

Es necesario tener siempre presente que la rentabilidad del proyecto estará fuertemente influenciada por la singularidad de la idea que le dio origen. Alguien la bautizó como la etapa de la servilleta, pues decía que muchos de los mejores proyectos se habían originado luego de un almuerzo o cena, entre amigos o colegas. Sea de donde haya venido la inspiración, sugiero que, en ese momento, el involucrado se pregunte: Lo que se pretende ofrecer, ¿satisface una necesidad del segmento objetivo que no está satisfecha de manera idónea, o no lo es en absoluto? Si la respuesta es afirmativa, entonces es seguro que, si es factible de ejecutarse, el proyecto tendrá tasas de rentabilidad superiores a las del resto de la industria. El iPhone y el iPad de Apple, son claros ejemplos de lo que sucede en el mercado cuando se pone a disposición de los consumidores productos que satisfacen, de manera revolucionaria, necesidades que los de la competencia no llegan a cubrir. ¿Lo anterior quiere decir que si la idea no cumple ese requisito, no hay que estudiarla?, para nada; pero, simplemente, no debe esperarse un éxito extraordinario si se quiere poner un restaurante de comida criolla.

Una vez que se tiene la idea, esta tiene que pasar por el tamiz de los estudios de viabilidad, los cuales comprenden tres niveles ordenados en base al grado de rigurosidad de la estimación de los beneficios y costos del proyecto. El primero, y menos riguroso, es el denominado perfil; el segundo, es el de prefactibilidad; y el tercero, más preciso en los cálculos, es el de factibilidad. Esquemáticamente, pueden verse así:

**Gráfico 1.2. Niveles de los estudios de preinversión**



Elaboración propia.

Una manera más elegante y actual de denominarlos sería planes de negocio, y lo que se busca, en última instancia, es cuantificar y monetizar los beneficios y los costos del proyecto para poder hacer más simple el proceso de toma de decisiones. Como todo en la vida, la decisión del nivel de rigurosidad deseado en la evaluación del proyecto tiene que ver con un análisis beneficio–costo, puesto que una mayor precisión genera costos superiores en la formulación del proyecto.

El perfil es un documento que presenta alternativas de inversión y, en términos gruesos, entrega estimaciones de tamaño de planta, costos, precio y demanda. Como puede inferirse, es el menos costoso, ya que se utilizan fuentes de segundo nivel, esto es, documentos o estudios hechos por terceros y que pueden ser empleados sin costo por el evaluador (data estadística gubernamental o privada). El propósito principal, a este nivel, más que aprobar la ejecución del proyecto es descartar algunas o todas las alternativas estudiadas a través de análisis sencillos. Por ejemplo, comparando los precios frente a la estructura de costos, o el tamaño del mercado frente a la capacidad de producción estimada.

El estudio de prefactibilidad, en cambio, utiliza fuentes de primer nivel; es decir, información especialmente elaborada para el proyecto y presenta un análisis más detallado de la alternativa de inversión escogida en el estudio anterior. Quienes promuevan el proyecto encontrarán estimaciones más rigurosas en cuanto al costo de la inversión, la demanda esperada, el precio del o los productos, la estructura de costos, las necesidades de capital de trabajo, la estructura de financiamiento, etcétera. La data reunida, sistematizada y, más importante aún, monetizada, permite elaborar las proyecciones económico–financieras en las que se basará la decisión de inversión. La gran mayoría de empresas utilizan los estudios de prefactibilidad para fundamentar sus decisiones.

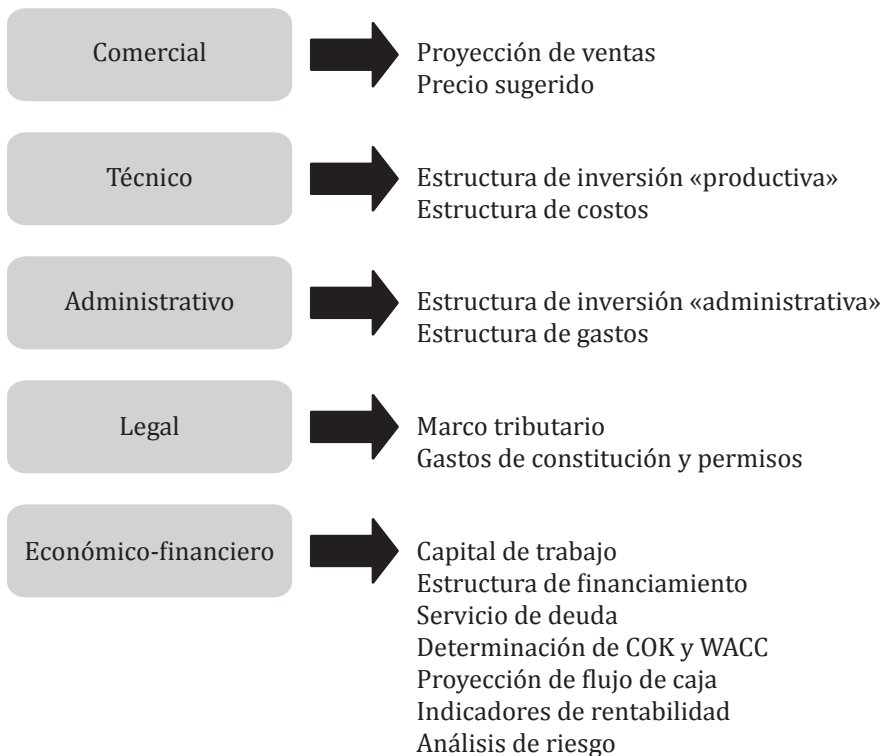
El estudio de factibilidad, por su parte, se realiza cuando el proyecto representa montos de inversión considerables, o se está empleando una tecnología todavía no probada en la industria. Esto no quita que si el analista se siente más tranquilo haciendo un análisis más concienzudo de las variables de su proyecto no lo pueda hacer; pero debe tener muy presente que, inevitablemente, el grado de precisión buscado irá de la mano con mayores costos del estudio.

En términos muy simplificados; podría decirse, entonces, que si se asemejan los beneficios y costos de un proyecto a una persona, un boceto de ella equivaldría al perfil, un retrato al estudio de prefactibilidad, y una foto sería igual al estudio de factibilidad.

Sin embargo, sea cual sea el nivel del estudio realizado, todos deben tener una estructura similar; esto es, deberán desarrollar cinco capítulos; a saber: plan comercial, plan de operaciones, plan organizacional, plan legal y plan económico-financiero. Este último recibe la información que se trabaja en las primeras cuatro partes.

En términos sencillos, cada capítulo debe entregar la información siguiente:

**Gráfico 1.3. Información por capítulos**



Elaboración propia.

No se debe olvidar el estudio de impacto ambiental. Su propósito es simple: mitigar los efectos que el proyecto pueda causar al medio ambiente. Esto puede hacerse aumentando la inversión (por ejemplo, adquiriendo equipo adicional o versiones más avanzadas y menos contaminantes de uno ya existente), o incrementando la estructura de costos (el utilizar insumos adicionales, es un buen ejemplo de ello). Sea cual sea el impacto, este tendrá efectos en los egresos del proyecto. Por último, debe tenerse

en cuenta que si es un tema álgido dentro del proyecto (una mina, un yacimiento de petróleo, etcétera), lo recomendable sería desarrollarlo como un capítulo aparte; caso contrario, se puede incluir dentro del estudio técnico.

En una empresa en marcha, los responsables de entregar la información son las áreas de marketing y ventas (comercial), área de operaciones (técnico), área administrativa (administrativo), área legal (legal). El responsable de finanzas tiene como tarea elaborar el capítulo económico-financiero, el mismo que aplicará las herramientas de evaluación de proyectos desarrollados en este libro.

## 1.2. EL PROCESO DE CREACIÓN DE VALOR

Si se pregunta para qué sirve invertir dinero en un negocio, ¿cuál sería la respuesta?... es necesario pensar un momento antes de contestar...fácil, ¿verdad? Se invierte en algo para ser más ricos. Incidentalmente, ese algo también puede ser las acciones de una empresa o proyecto.

Bien, queda claro entonces que siempre debe buscarse oportunidades de inversión cuyo resultado incremente la riqueza del inversor. La siguiente pregunta que es necesario contestar, es en qué circunstancias esa inversión produce más riqueza. Aquí, hay que prestar atención pues lo que sigue es básico: Los inversionistas se hacen más ricos si la inversión que efectuaron crea valor. Si bien este término ya es conocido, no se ha pensado en lo que significa desde el punto de vista de las finanzas.

En términos simples, «crear valor» significa que la inversión en la que está puesto el dinero rinde más de lo mínimo que se espera ganar. Un ejemplo ayudará a aclarar mejor esta idea:

Imaginemos que hoy, usted invierte \$ 100 (a propósito, en finanzas hoy siempre es el momento 0) y espera ganar como mínimo 10 % por la inversión. Esa tasa de rentabilidad mínima se conoce como el costo de oportunidad del capital (COK, en la jerga de las finanzas). No se preocupe por esto, más adelante explicaré en profundidad este concepto. Por el momento, asumamos que ese 10 % es un porcentaje que cayó del cielo. Siguiendo con el ejemplo, dentro de un año usted espera obtener como mínimo \$ 110 por su inversión. Aquí le presento tres alternativas:

- Alternativa 1: La inversión le devuelve \$ 115.
- Alternativa 2: La inversión le devuelve \$ 110.
- Alternativa 3: La inversión le devuelve \$ 105.



Recordemos, usted esperaba ganar \$ 10. En el primer caso, recuperó la inversión (\$ 100), recibió lo mínimo que esperaba ganar (\$ 10) y encima \$ 5 más. Esto significa que la inversión creó valor por \$ 5 adicionales. ¿Qué podemos decir de la alternativa 3? También recuperó su inversión; pero solo obtuvo \$ 5 y no los \$ 10 que proyectó. Es claro que esa inversión no le generó ningún beneficio, sino más bien lo perjudicó, esto es, destruyó valor. En la alternativa 2, la inversión pagó lo mínimo que esperaba y, por lo tanto, también le convino.

En la práctica, ¿cómo un negocio que crea valor lo hace más rico?; hay que mirarlo desde el punto de vista de una persona que quiere comprar su inversión: si sabe que esta le da más que lo que espera como mínimo, ¿le pagaría más o menos?, la respuesta es obvia. Lo contrario también es cierto, si proyecta recibir más de lo que realmente recibió, no estaría contento con su inversión y, por lo tanto, tendrá más disposición a deshacerse de ella vendiéndosela a otro interesado, el cual le pagará menos de lo que invirtió. La destrucción de valor hizo que la inversión valiera menos y, por lo tanto, disminuyó el patrimonio, es decir, hizo menos rico al inversionista.

Ojo, tenga en cuenta que obtener rentabilidad no implica que se esté creando valor. Observe lo siguiente: en los tres escenarios se obtuvo rentabilidad del 15 %, 10 % y 5 %, respectivamente; pero solo en la alternativa 1 se creó valor.

### **1.3. LA CREACIÓN DE VALOR Y LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN**

Es evidente que el objetivo de cualquier empresa, con fines de lucro, es hacer más ricos a sus accionistas; para lo cual, esta organización debe generar valor. La creación de valor se produce cuando los accionistas reciben más de lo mínimo que esperaban ganar por invertir su dinero en la empresa.

Y, dentro de este contexto, ¿cuál es el papel que le cabe desempeñar al gerente financiero?, pues ayudar a los accionistas a encontrar las respuestas a tres preguntas: ¿en qué invertir?, ¿cómo financiarlo? y ¿cómo administrar la liquidez del negocio? Debe quedar claro que los tres aspectos son igualmente importantes, aunque los dos primeros se desarrollan a largo plazo y tienen directa relación con la generación de valor para el accionista. La administración del capital de trabajo de la firma se desarrolla a corto plazo, y busca sincronizar las cobranzas y los pagos para que el negocio nunca se quede sin efectivo.

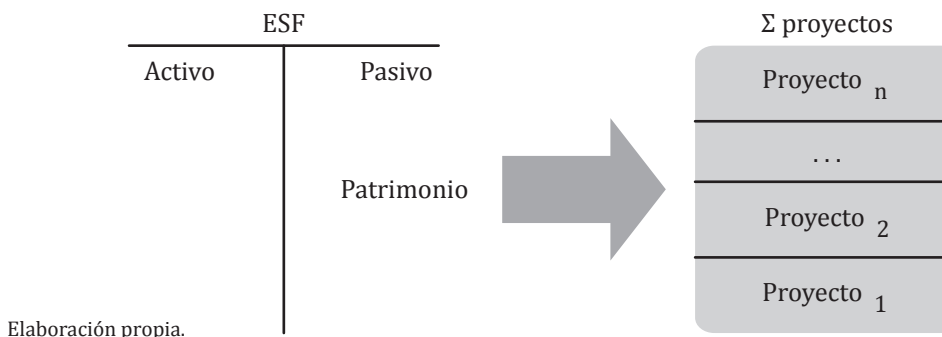
¿Por qué los dos primeros tienen relación directa con la generación de valor?, puesto que están estrechamente relacionados con la estrategia que la empresa adoptará

en el futuro, en donde saber qué activos (tangibles e intangibles) se deben adquirir y, más importante aún, responder cómo estos deben financiarse (en otras palabras, cuánto dinero saldrá del bolsillo de los accionistas y cuánto de terceros, más conocido como deuda); cobran vital importancia si la empresa quiere perdurar y prosperar.

Para visualizar mejor este concepto, conviene cambiar la idea tradicional que se tiene del Estado de Situación Financiera (ESF): la famosa foto de la empresa en un momento determinado, donde el lado izquierdo representa todo lo que tiene (activos) y el lado derecho todo lo que debe a terceros (pasivos) y a los accionistas (patrimonio). No hay que perder de vista que si bien ambas son obligaciones, solo una de ellas incorpora obligación de pago (¡ajá!, la deuda). Por esta razón, a este estado financiero antes se le denominaba Balance General, pues todo lo que tiene la empresa tiene que ser igual al total de lo que debe (sea a terceros o a sus accionistas). En otras palabras: activo = pasivos + patrimonio.

Pues bien, desafío, ahora, a visualizar el ESF como una sumatoria de proyectos que la organización ha desarrollado a lo largo de su existencia. Así, por ejemplo, si una empresa se creó para producir caramelos, entonces el ESF al momento de iniciar operaciones contiene lo que la compañía necesita para producir los caramelos (activos1) y la manera cómo lo financia (pasivos1 + patrimonio1). Posteriormente, si los accionistas deciden también elaborar chocolates, entonces el ESF de ese proyecto, al iniciarse la producción de chocolates, detallará lo que se necesita (activos2) y su estructura de financiamiento (pasivos2 + patrimonio2). Así, entonces, el ESF de la empresa contendrá activos (compuesto por activos1 + activos2), pasivos (conformado por pasivos1 + pasivos2) y patrimonio (compuesto por patrimonio1 + patrimonio2), tal como puede verse en el gráfico siguiente:

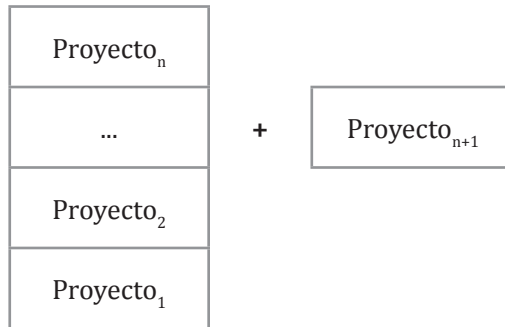
**Gráfico 1.4. La empresa como sumatoria de proyectos**



Ahora, imagine que la empresa quiere desarrollar un nuevo proyecto puesto que ha visto grandes posibilidades en producir y vender helados de chocolate.

La situación que se le presenta a los accionistas es decidir si le conviene incluir en su portafolio de proyectos (al cual se denomina empresa) y que está compuesto por  $n$  proyectos anteriores, un proyecto adicional  $n+1$ . En términos gráficos:

**Gráfico 1.5. La aceptación de un proyecto adicional**



Elaboración propia.

La pregunta es simple de contestar desde el punto de vista financiero: se debe aceptar el proyecto  $n+1$  si es que este agrega valor a la empresa (y, por ende, hace más ricos a los accionistas).

En otras palabras, el proyecto debe aceptarse (y, en consecuencia, incorporarse a la canasta de proyectos denominada empresa) si es que les rinde más que lo mínimo que estaban dispuestos a recibir por invertir sus fondos allí.

Pero, y aquí viene la pregunta del millón, ¿de qué manera los accionistas podrán saber si ese proyecto  $n+1$  está creándoles valor?, pues aplicando las técnicas de evaluación de proyectos.

#### 1.4. LOS TRES PILARES DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

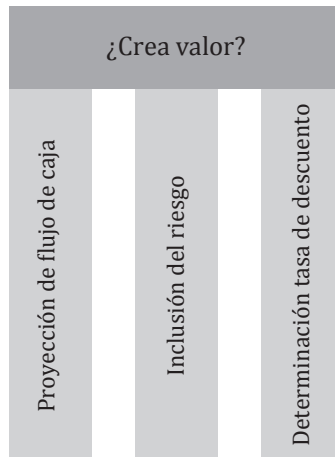
La mejor manera de entender lo que significa la evaluación de un proyecto es compararlo con entrar a una habitación amoblada completamente oscura. Si no se lleva ningún elemento de iluminación existe un 100 % de probabilidad que ni bien se ingrese, se tropiece y caiga; pero si se tiene una fuente de luz, entonces será fácil moverse con total

libertad y sin miedo a causarse daño. Pues bien, emplear las técnicas de evaluación de proyectos equivale a entrar en la habitación con solo un fósforo encendido, permitirá distinguir los obstáculos lo suficiente para que las probabilidades de no tropezar se incrementen; pero no asegura que se pueda llegar al otro extremo de la habitación sin sufrir ningún percance. En otras palabras, invertir en un proyecto **hoy**, implica tomar una decisión de una inversión cuyos ingresos y egresos se producirán en el futuro; si se hace sin aplicar las técnicas de evaluación de proyectos es seguro que se fracasará, pero empleándolas la posibilidad de perder disminuye; aunque no se elimina.

Es importante recordar que evaluar un proyecto implica determinar si genera valor para los accionistas, a fin de incorporarlo al portafolio de proyectos denominado empresa. La respuesta a la pregunta “¿genera o no valor?” se asienta en tres pilares que, en conjunto, conforman las técnicas modernas de la evaluación de proyectos.

La figura que sigue muestra claramente los tres pilares: el primero, es proyectar el flujo de caja del proyecto; el segundo, es incluir el riesgo (esto es, la probabilidad que no ocurra lo que se espera) en la evaluación; y el tercero, no por eso menos importante, es determinar la tasa de rentabilidad (el famoso COK o el WACC) que se aplicará para descontar los flujos futuros.

**Gráfico 1.6. Los tres pilares de la evaluación de proyectos**



Elaboración propia.

En las unidades siguientes serán desarrollados, detalladamente, cada uno de los tres pilares que conforman las técnicas de evaluación de proyectos.

## Unidad 2. Pilar I: Construcción del flujo de caja

### 2.1. ¿CAJA O UTILIDAD?

¿Por qué es importante proyectar el flujo de caja de un proyecto?, un ejemplo servirá para responder a esta pregunta.

Imagine que es el 31 de marzo del año  $x$ , usted y yo somos accionistas (50%/50%) de una empresa a la que le ha ido muy bien el año anterior. Nos reunimos en junta general y acordamos repartirnos el íntegro de la utilidad obtenida en forma de dividendos. Supongamos que esta asciende a S/. 10 millones de nuevos soles; como somos socios en partes iguales nos corresponde, entonces, un suculento cheque de S/. 5,0 millones para cada uno. Llegado este punto, levanto el teléfono y llamo al gerente financiero de la empresa y le pido que para mañana tenga listos los cheques. Adivine qué me puede decir nuestro gerente... ¿no lo sabe?, pues que entre el efectivo y las cuentas en los bancos solo puede reunir un millón de nuevos soles. En conclusión, ¿quién paga los dividendos?... ¡ajá!, la caja y no la utilidad.

Como me dijo un profesor de finanzas en la maestría: «Al final del día, lo único que cuenta es cuánto dinero te queda en el bolsillo»; por lo que proyectar la utilidad, la misma que se deriva del Estado de Resultados, no es una opción cuando queremos evaluar un proyecto; pues contra lo que muchos pudiesen pensar la utilidad no es sinónimo de efectivo.

La utilidad se deriva del Estado de Resultados, y se produce si los ingresos del negocio son mayores que los gastos. Si, por el contrario, los gastos son mayores, entonces se produce una pérdida. La utilidad, al obtenerse del Estado de Resultados, es un concepto netamente contable; pues este estado financiero se construye bajo el

principio del devengado el cual dice que los ingresos y gastos se registran cuando se producen independientemente, se cobren o paguen. La caja, por su parte, se obtiene del flujo de caja (o tesorería) y es la diferencia entre ingresos y egresos en efectivo, es decir, lo que realmente entra o sale de efectivo en la empresa.

Un ejemplo muy simplificado y extremo ayudará a entender mejor: imagine que tiene una empresa comercializadora y compra a sus proveedores, para luego vender a sus clientes. Usted acaba de comprar 100 unidades de mercadería a S/. 1,50 nuevos soles cada una, y las vendió a S/. 2,00 la pieza. Luego, le pide al contador que registre esta operación. A la mañana siguiente, encuentra en su escritorio este reporte:

### Estado de Resultados

	Día 1
Ventas	S/. 200
Costo de ventas	-S/. 150
<b>Utilidad</b>	<b>S/. 50</b>

¿La operación está bien registrada?, pues sí, sin duda alguna. Se vendieron S/. 200 el día uno y no importa si se cobraron o no, según el principio del devengado este monto debe registrarse como ventas ese día. Usted se frota las manos y se dice a sí mismo que este negocio es buenísimo, pues ha obtenido un 25 % de utilidad. Acto seguido, recibe la llamada de su gerente financiero, el cual le dice que sería bueno revisar las condiciones de compra y venta. A sus clientes, les vende al crédito a 30 días; pero sus proveedores le exigen que les pague al contado. Ahora, echemos un vistazo a cuánto efectivo le queda luego de la operación. Para eso, es necesario elaborar el flujo de caja:

### Flujo de caja

	Día 1
Ingresos en efectivo	S/. 0,00
Egresos en efectivo	-S/. 150,00
<b>Saldo en efectivo</b>	<b>-S/. 150,00</b>

Al contrario del Estado de Resultados, el flujo de caja registra lo efectivamente recibido y pagado el día 1 (S/. 0,00 y -S/. 150, respectivamente). Acuérdesse que usted vendió todo al crédito y compró el íntegro al contado. A propósito, en la vida real, aceptar estas condiciones implicaría que su gerente financiero es un inútil.

¿Qué opina ahora?, ¿fue un buen negocio la venta que efectuó? Observe con atención, según el Estado de Resultados se obtuvo S/. 50 de utilidad; pero según el flujo de caja ese día se incurrió en un déficit de caja de S/. 150. Si no hay efectivo, entonces no hay cómo pagar a los trabajadores, al banco, a la SUNAT<sup>1</sup>, y ni siquiera los dividendos a los cuales usted tiene derecho. En resumen, y siguiendo este sencillo ejemplo, la utilidad no garantiza que se tenga efectivo para continuar operando el negocio.

Ya los estadounidenses lo saben y tienen un aforismo que resume todo esto: *cash is king!* (¡La caja es el rey!).

## 2.2. EL FLUJO DE CAJA DE UN PROYECTO

El flujo de caja (FC), que es necesario proyectar cuando se evalúan proyectos, no debe confundirse con el flujo de tesorería; que es un flujo de caja que se proyecta a plazos muy cortos y que permite saber, al tesorero, cuando faltará o sobrá el efectivo y, por lo tanto, actuar en consecuencia. Lo que se busca en el FC de un proyecto es estimar los ingresos y egresos en efectivo que se producirán en un horizonte temporal de largo plazo (la vida del proyecto) y saber cuánto de ese efectivo se puede retirar, sin que esto afecte la marcha del proyecto.

Así, el FC del proyecto guarda estrecha relación con el horizonte temporal del mismo. El horizonte temporal de un proyecto puede dividirse en tres etapas claramente definidas, a saber: inversión, operación y liquidación. La primera está concentrada en el año 0, la segunda va desde el año 1 hasta el año n, y la tercera convencionalmente se asume en el año n+1.

El año 0, es el momento actual donde se tomará la decisión de invertir o no en el proyecto. El lapso que va del año 1 al año n representa la vida útil del proyecto (o sea el tiempo en el que producirá bienes y servicios), y al año n+1 se le denomina año de liquidación (aunque en la práctica muchos incluyen el año de liquidación dentro del

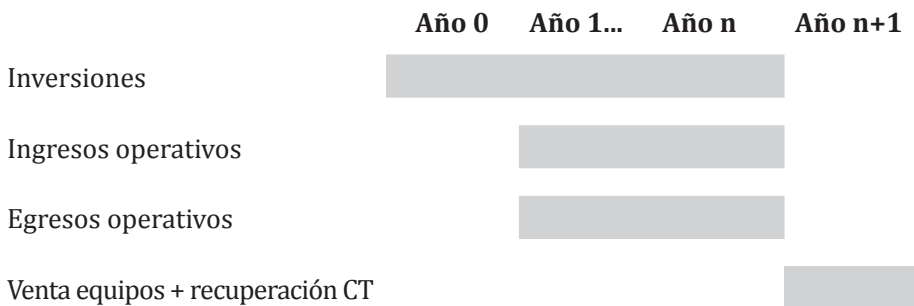
---

1 Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria

último año de vida útil del proyecto) en donde se venden los activos y se recupera el capital de trabajo (¿para qué necesito invertir en capital de trabajo si ya no produciré más?). Es importante notar que, a pesar que muchos textos llaman al año 0 el año de la inversión, en realidad las inversiones del proyecto pueden producirse entre ese año y el año  $n-1$  (ampliación de capacidad, reemplazo de maquinaria, aumento o disminución de capital de trabajo, etcétera).

Gráficamente, puede verse así:

**Gráfico 2.1. Horizonte temporal de un proyecto**



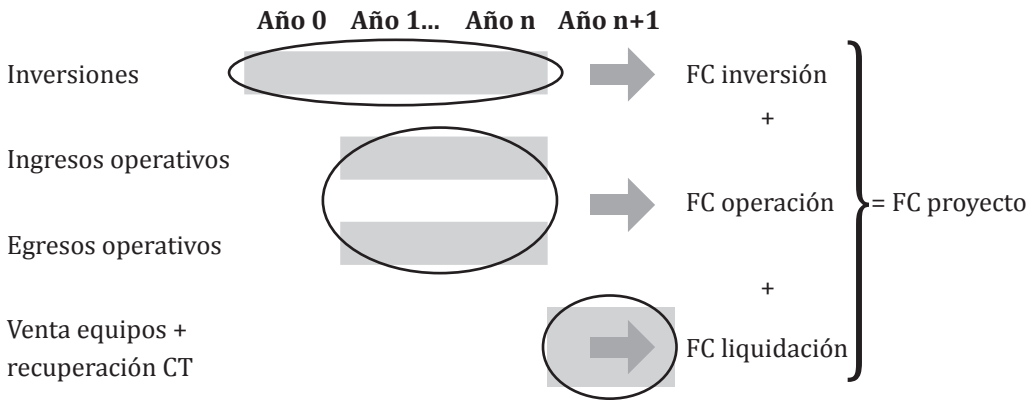
Elaboración propia.

Por lo tanto, a cada periodo le corresponde un FC; es decir, en términos simples, el FC de un proyecto no es nada más que la sumatoria algebraica de estos tres FC. Vale decir, que si se quiere saber cuánto de caja genera el proyecto lo único que se tiene que hacer es proyectar los tres FC de cada uno de ellos y luego agregarlos.

La gráfica siguiente representa la idea desarrollada en el párrafo anterior:



**Gráfico 2.2. Los flujos de caja de un proyecto**



Elaboración propia.

O, visto de otra manera:

**Gráfico 2.3. Los flujos de caja de un proyecto: una mirada alternativa**

	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año n-1	Año n	Año n+1
FC inversión	[Grey bar]						
+							
FC operación		[Grey bar]					
+							
FC liquidación							[Grey bar]
FC proyecto	(-)	(+) o (-)	(+) o (-)		(+) o (-)	(+) o (-)	(+)

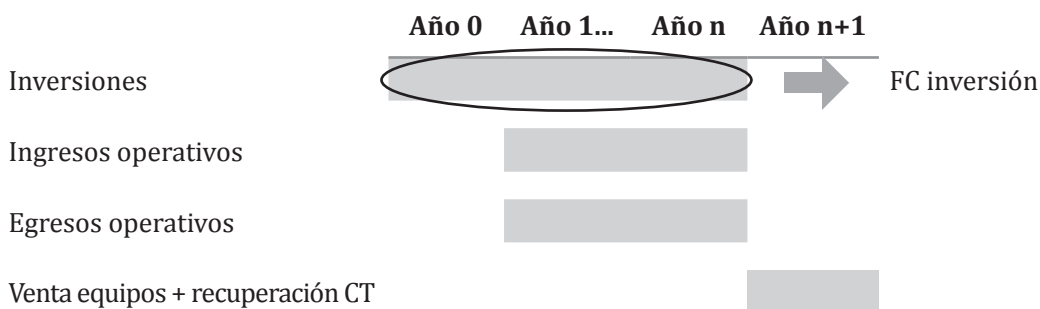
Elaboración propia.

En resumen, para calcular el FC de un proyecto se debe estimar los ingresos y egresos en efectivo desde el momento en el que se invierte hasta el momento en que el proyecto se liquida.

### 2.2.1. El flujo de caja de inversión

El flujo de caja de inversión registra todos los desembolsos destinados para adquirir los activos (fijos e intangibles) y constituir el capital de trabajo del proyecto. Como quedó claro, el periodo de inversión se da mayormente en el periodo 0, pero dependiendo de las características del proyecto se pueden realizar desembolsos en años posteriores si es que es necesario ampliar, reemplazar o sustituir inversiones a lo largo de la vida del proyecto. En términos gráficos, podría representarse de esta manera:

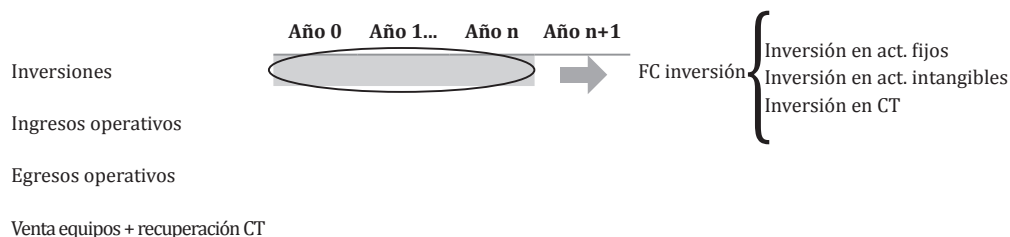
**Gráfico 2.4. El flujo de caja de inversión**



Elaboración propia.

Como ya se mencionó, las inversiones que requiere cualquier proyecto pueden agruparse en tres grandes rubros: inversión en activos fijos, inversión en intangibles y capital de trabajo. Gráficamente, los componentes del FC de inversión pueden visualizarse así:

**Gráfico 2.5. Componentes del flujo de caja de inversión**



Elaboración propia.

Los activos fijos son activos tangibles (físicos o duraderos) necesarios para que el proyecto pueda entregar los bienes o servicios para los cuales fue diseñado. Dentro de esta categoría se encuentran los terrenos, edificaciones, mobiliario, maquinaria, equipo y vehículos. Es importante notar que, salvo los terrenos, los activos fijos se deprecian.

Los intangibles, por su parte y como su nombre lo sugiere, son activos no físicos (en España los conocen como activos nominales). En realidad, son pagos por servicios y derechos que tienen que realizarse para que el proyecto se implemente. Intangibles típicos son las franquicias, gastos por licencias y permisos, y gastos de puesta en marcha. Contra lo que se pueda suponer, el costo de los estudios no forma parte de esta categoría; como se verá más adelante, los gastos derivados de los estudios que se tienen que elaborar son considerados costos hundidos y, como tales, no deben incluirse dentro de los costos de estos. Al igual que los activos fijos se deprecian, los intangibles se amortizan.

Por último, el capital de trabajo es tan importante como las dos categorías anteriores. Haciendo una analogía muy simple, el capital de trabajo es al proyecto como la gasolina es a un vehículo. ¿Se puede operar un automóvil sin combustible?, es imposible, ¿no?; pues ocurre lo mismo con un proyecto, este no puede funcionar sin contar con capital de trabajo.

En lo que sigue se tratará in extenso sobre el capital de trabajo, desde cómo se define hasta cómo se calcula.

### **2.2.2. Los requerimientos de capital de trabajo del proyecto**

#### ***Definición e importancia***

Las decisiones que las finanzas toman para que los accionistas maximicen su riqueza son tres: decisiones de inversión (¿en qué invertir?), decisiones de financiamiento (¿cómo financiar?) y decisiones de capital de trabajo (¿cómo gestionar la liquidez de corto plazo?). Ahora bien, si se lee con atención los libros de finanzas corporativas hay una decisión más que no se menciona, la decisión de dividendos. Sin embargo; para el Perú, por el momento, este tipo de decisión es irrelevante; pues la gran mayoría de empresas no tiene accionariado difundido.

No hay que engañarse por el término «corto plazo», pues manejar la liquidez del negocio puede ser la diferencia entre hacerse rico o quebrar estrepitosamente. Es

entonces, de fundamental importancia, entender el concepto de capital de trabajo (CT) y la forma de estimarlo.

La manera más simple de definir el CT es diciendo que es el efectivo que una empresa o proyecto debe mantener para seguir produciendo mientras cobra lo vendido. Esto permite entender un concepto fundamental: la empresa es una organización que funciona de forma continua. De otra manera, la firma solo produciría una vez que cobre lo vendido (¿se conoce alguna empresa que opere así?, no, ¿verdad?).

Ampliando la definición, de ahora en adelante el CT estará compuesto por inversiones que se deben mantener en activos corrientes para financiar el ciclo productivo del negocio. Para una cabal comprensión de esta definición ampliada, debe explicarse qué es un activo corriente y qué un ciclo productivo.

El activo corriente está conformado por cuentas que pertenecen al Estado de Situación Financiera (ESF) del negocio:

**Gráfico 2.6. El Estado de Situación Financiera**

Activo	Pasivo + Patrimonio
Activo corriente	Pasivo corriente
Activo no corriente	Pasivo no corriente
	Patrimonio

Elaboración propia.

Los libros de texto definen al ESF como la foto de la situación de la empresa en un momento determinado. En realidad, es simplemente una relación detallada de lo que tiene (en jerga contable activos) y debe (pasivos y patrimonio) la empresa en cierto tiempo. Así, por ejemplo, si el ESF es al 31 de marzo del año  $x$ , entonces está representando la situación de lo que tiene y debe esta empresa a las 12 de la noche de ese día.

En el lado izquierdo está detallado todo lo que posee la firma (activos), agrupado en conjuntos de cuentas que se denominan activos corrientes (AC) y activos no corrientes (ANC). En el lado derecho, por su parte, está todo lo que la empresa debe (obligaciones). Cuando la deuda es a terceros se denomina pasivos, que también

se divide en corrientes y no corrientes; y, cuando es con los accionistas, se convierte en patrimonio. No se debe perder de vista que, en el límite, la única diferencia entre pasivos y patrimonio es que los primeros conllevan obligación de pago, en tanto que eso no ocurre con los segundos.

La regla para clasificar los activos es bastante simple: todo lo que pueda convertirse en efectivo, en un plazo menor a un año, pertenece a la categoría de AC; y lo que no, entonces es ANC. Al igual que los activos, los pasivos se clasifican en corrientes y no corrientes. La diferencia estriba en que ahora la clasificación se basa en el tiempo de pago de las deudas. Pasivo corriente (PC) son aquellas obligaciones cuyo plazo de pago es menor a un año y, por el contrario, el pasivo no corriente (PNC) agrupa a las deudas cuyo vencimiento es mayor a 12 meses.

Es obvio que todo lo que tiene la empresa (USOS = activos = inversiones) es necesario que sea igual a lo que debe (FUENTES = pasivo + patrimonio = dinero de terceros + dinero accionistas), tal como lo muestra la ilustración siguiente:

### Gráfico 2.7. La ecuación contable

$$\underbrace{\text{Activo}}_{\text{Usos}} = \underbrace{\text{Pasivo} + \text{Patrimonio}}_{\text{Fuentes}}$$

Elaboración propia.

Note que esta ecuación **siempre** se verifica. Y es por eso que al ESF se le conocía como balance general: en toda ocasión las cuentas del lado izquierdo y derecho estarán «balanceadas».

En el gráfico siguiente se puede ver que las cuentas del AC, para efectos del cálculo del CT, son tres: caja (dinero en efectivo), cuentas por cobrar (el crédito que ha extendido la empresa a sus clientes) e inventario (el *stock* de materias primas, productos en proceso y productos terminados).

**Gráfico 2.8. Componentes del activo corriente**

Activo	Pasivo + Patrimonio
Activo corriente	Pasivo corriente
Caja	Pasivo no corriente
Cuentas × cobrar	
Inventarios	
Activo no corriente	Patrimonio

Elaboración propia.

Vale la pena mencionar que los contadores llaman a la caja activo disponible; a las cuentas por cobrar, activo exigible; y al inventario, activo realizable. ¿Por qué?, pues es simple, la caja es dinero **disponible**, las cuentas por cobrar se puede **exigir** se conviertan en efectivo y el inventario puede **realizarse** y volverse efectivo. ¿Por qué estas cuentas forman parte del AC?, la respuesta es porque su plazo de conversión en efectivo es menor a un año.

Ahora, redefinamos este concepto: el CT está conformado por inversiones en caja, cuentas por cobrar e inventarios que la empresa debe mantener para financiar el ciclo productivo del negocio.

***El ciclo productivo y el capital de trabajo***

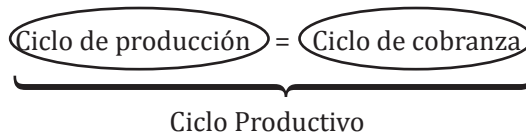
Conviene explicar el concepto de ciclo productivo (CP) para tener una cabal comprensión de lo que significa el CT, y luego proceder a explicar cómo se puede estimar. Antes, cabe señalar que al CP también se le conoce, en algunos textos, como ciclo operativo.

El CP es el número de días que va desde el momento en que se compra insumos hasta que se recibe el pago por la venta del producto que se elaboró con estos insumos. Si se fabrica bicicletas, por ejemplo, el CP es el número de días que toma desde comprar los insumos para manufacturar el primer producto, hasta que pagan por su venta.

A su vez, el CP está compuesto por la suma del ciclo de producción (CProd) más el ciclo de cobranza (CC). Segundo aparte; al CC también se le conoce como ciclo de venta. El CProd es el número de días que toma producir, siguiendo con el ejemplo

anterior, la bicicleta y venderla; en tanto que el CC comprende el tiempo generado desde el momento de su venta hasta el día en que pagan por ella. Gráficamente, se puede ver al CP de esta manera:

**Gráfico 2.9. El ciclo productivo**



Elaboración propia.

Ahora sí, se tiene la definición completa del CT: en simple, son las inversiones que en forma de caja, cuentas por cobrar e inventarios, tiene que realizar una empresa para financiar el número de días que van desde la compra de insumos hasta recibir la venta de los productos.

Se puede aprovechar esta definición para aclarar un error común en cuanto al manejo de CT. Se dice que una empresa que vende al contado no necesita CT. Esta afirmación es falsa. El gráfico de arriba sirve para entenderlo mejor: si una firma vende al contado no tiene CC, pero sí CProd. Es decir, de todas maneras necesitará financiar el número de días que le toma comprar los insumos y vender el producto. Otro punto que es útil resaltar: si la empresa está considerando otorgar un mayor número de días de crédito a sus clientes, entonces es fácil ver que su CP se incrementará al aumentar el CC; ergo, la empresa requerirá más CT. No es difícil de entender que las necesidades de CT y el CP están directamente relacionadas (a mayor CP, entonces mayor necesidad de CT).

Un ejemplo lo ayudará a entender mejor. Imagine que su empresa demora 15 días en fabricar y vender una bicicleta y 30 días más para cobrar esa venta, entonces es claro que el CP de su negocio es 45 días. Siguiendo con la definición de CT, podríamos concluir que necesita financiar caja, cuentas por cobrar e inventarios por ese número de días. Efectivamente, es así; salvo que no estamos incluyendo un elemento que nos ayuda a disminuir esos 45 días. ¡Ajá!, no nos olvidemos de los proveedores. Estos, al darle crédito, reducen la necesidad de financiar los 45 días que tarda en producir, vender y cobrar su producto. Mírelo así, supongamos que ha conseguido que sus proveedores

le otorguen un plazo de pago que, en promedio, suma 30 días. ¿Cambia en algo su percepción de los días que debe financiar? Así es, pues ahora solo necesita recursos para apenas 15 días, los otros 30 se los financiaron los proveedores. En términos de la ecuación del CP:

$$\text{Nro. de días a financiar} = \text{Cprod} + \text{CC} - \text{Plazo prom. proveedores}$$

¿Lo ve más claro ahora?

Nunca olvide que tiene que conseguir recursos de bancos o accionistas que cuestan; o de proveedores que no cuestan para financiar la caja, cuentas por cobrar e inventarios que le permitirán seguir produciendo y vendiendo mientras cobra a sus clientes.

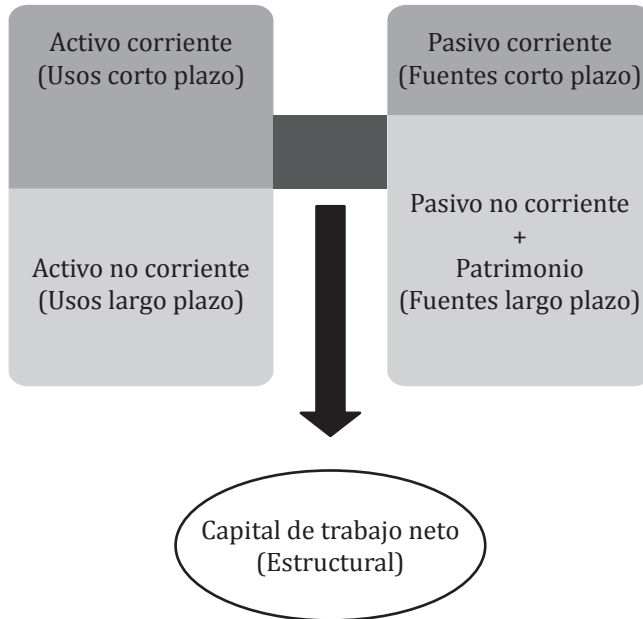
### ***El capital de trabajo y su financiamiento***

Cuando se pregunta a un contador por el capital de trabajo (CT), dirá que es la suma del activo corriente, para después agregar que el capital de trabajo neto (CTN) es el activo corriente menos el pasivo corriente. Es necesario tener en cuenta la sutil diferenciación entre CT y CTN. Muchas veces se confunden ambos términos.

Si se abunda en preguntas, se obtendrá una definición de este tipo: CTN positivo significa que la empresa tiene activos de corto plazo (activo corriente) suficientes para cubrir las deudas de corto plazo (pasivo corriente). Esta definición contable del CTN hace que mucha gente confunda la manera cómo deben financiarse estos recursos. Enfatizar el corto plazo hace pensar que debe sustentarse con financiamientos de corto plazo. ¡Nada más lejos de la verdad! La explicación se presenta a continuación.

Partiendo de esta ilustración:



**Gráfico 2.10. El financiamiento del capital de trabajo**

Elaboración propia.

Se puede observar que esto representa, exactamente, la definición contable del CTN. Si de los activos corrientes se resta los pasivos corrientes, quedará el CTN. Es decir, el recuadro sombreado que se está financiando con recursos permanentes o, lo que es igual, pasivo no corriente (deudas a plazos mayores de un año) y patrimonio (que son fondos que no tienen fecha de devolución). En corto, entonces, el CTN debe financiarse con recursos (o fuentes) de largo plazo. ¿Esto va contra todo lo aprendido en clases de finanzas? Seguro que no.

Mírelo de este modo, imaginemos que hoy es 2 de enero. Usted es propietario de una planta de confecciones que tiene una capacidad de producción de 100 000 polos mensuales. Asimismo, sabe que a lo largo de los próximos 36 meses tiene pedidos confirmados por el 80 % de la capacidad instalada. ¿Qué significa eso?, simple, tendrá que financiar la producción y venta de 80 000 unidades todos los meses. Es decir, necesita tener caja, cuentas por cobrar e inventarios que deberá obtener con recursos propios o de terceros (proveedores e instituciones financieras, en ese orden). Asumamos que consigue créditos con proveedores por un equivalente a 20 000

unidades, eso le deja con la necesidad de financiar **todos** los meses el saldo (60 000 unidades). ¿Vale la pena hacerlo con recursos de corto plazo, cuando sabe que durante tres años necesitará el financiamiento?, pues la respuesta es un rotundo ¡no! Usted requerirá recursos permanentes, es decir, financiamiento a plazos mayores de un año para financiar esa producción que será continua y constante en el tiempo. Por lo tanto, necesitará financiar capital de trabajo neto estructural (CTNE).

Y, entonces, ¿los recursos de corto plazo para qué se utilizan? Pues para financiar lotes de producción adicionales, que no forman parte del plan de producción permanente. Retomemos el ejemplo anterior: usted ya sabía que tenía que financiar las 60 000 unidades mensuales por 36 meses; ahora, imagine que en el mes de abril lo contacta un nuevo cliente y le pide que le venda 15 000 polos mensuales, pero solo durante tres meses. Dado que tiene capacidad instalada no utilizada, aceptará el pedido con mucho agrado. Obviamente, necesitará más recursos para invertir en caja, cuentas por cobrar e inventarios (o sea CT), ¿cómo los financiará? Se comprende que no requiere recursos de largo plazo, pues solo los necesitará para cubrir los costos y venta de una producción adicional por 90 días. En ese sentido, usted acudirá a instituciones financieras y solicitará créditos (descuento de pagarés) a ese plazo. Cuando se cobre las ventas, se procederá a cancelar las facilidades crediticias solicitadas y se acabó, pues ya no necesitará financiar esa producción adicional.

¿Eso significa que el CTNE no puede financiarse con recursos de corto plazo? En realidad, muchas empresas financian su CTNE con financiamientos de corto plazo. Pero debe tener en cuenta que eso es peligroso (no, peligrosísimo es un mejor término). Le hago recordar que en la crisis pasada; los bancos cesaron de prestar dinero (de ahí que se acuñó el término «rompimiento de la cadena de pagos») y las empresas experimentaron serios problemas de liquidez, pues no tenían quién les financiara sus necesidades de CT.

Imagine que el gerente financiero de su empresa financia el CTNE con pagarés a 90 días. Que no se paralice la producción depende de que cada 90 días pague y el banco le renueve la línea de crédito. Cuando no hay problemas económicos en el horizonte, esto funciona sin ninguna fricción, pero si se avizoran nubarrones en la economía local o mundial; los bancos, automáticamente, adoptarán una actitud más cautelosa en el desembolso de los créditos. ¿Resultado?, el gerente financiero de nuestro ejemplo puede encontrarse en la situación que, a pesar de ser un cliente A-1 (cumplimiento irreprochable en el pago de sus obligaciones), el banco se niegue a renovar sus líneas

de crédito (en cristiano, se rehúse a desembolsar el dinero); con lo que la empresa no podrá pagar a sus proveedores, a sus trabajadores, a las empresas de servicios, a la SUNAT; en resumen, paralizará sus actividades y estará al borde de la quiebra. No es una pintura mental bonita de imaginar.

Se lo explico de manera más simple: el CTNE debe financiarse con recursos de largo plazo (deuda no corriente o aporte de accionistas). Sin embargo, necesidades coyunturales de CT necesitan financiarse con recursos de corto plazo (deuda corriente).

### ***Métodos para estimar el capital de trabajo***

Antes de empezar, es necesario enfatizar la importancia de la planificación financiera. Lo anterior implica, para el caso del capital de trabajo, determinar los lineamientos básicos de las políticas de cuentas por cobrar, inventarios, proveedores y la caja mínima que se desea mantener. Si no se tienen claros estos puntos; el entorno, antes que uno mismo, manejará el negocio.

Dicho lo anterior, hay que discutir los tres métodos que se utilizan para determinar las necesidades de capital de trabajo de la firma; a saber, el contable, el del ciclo de conversión en efectivo y el de porcentaje de cambio en las ventas.

Para mejorar la comprensión de estos métodos, es mejor suponer que se está evaluando un proyecto de inversión y se requiere saber, ahora, cuál será la inversión de capital de trabajo que se necesitará efectuar a lo largo de los cuatro años (uno de inversión y tres de operación).

Para efectos del cálculo se ha planificado las políticas financieras siguientes:

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Caja mínima (días/venta)	2,00	2,00	2,00
C×C (días promedio)	30,00	30,00	30,00
Inventarios (días promedio)	45,00	45,00	45,00
Proveedores (días/promedio)	35,00	35,00	35,00

Así, por ejemplo, se ha previsto que en promedio se mantendrá caja por el equivalente a dos días de venta (esto es la caja mínima), de igual manera, se espera que el plazo promedio de pago del crédito otorgado a los clientes sea de 30 días, en tanto que a los proveedores se proyecta pagar en 35 días y mantener inventarios por 45 días.

Es conveniente recordar que siempre se debe pedir más plazo a los proveedores que el que se otorga a los clientes.

Por otro lado, se ha proyectado las ventas, los costos y gastos del proyecto de la manera siguiente:

	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>
Ventas proyectadas (en S/.)	800,00	900,00	1 150,00
Costo de ventas ( % sobre ventas)	65 %	65 %	65 %
Gastos operativos ( % sobre ventas)	15 %	15 %	15 %
Depreciación anual (en S/.)	100,00	100,00	100,00

Por si acaso, el costo de ventas no incluye la depreciación.

Con todo lo anterior, se podrá estimar el capital de trabajo del proyecto.

### Método 1: Contable

Anteriormente, se definió que el CTN es igual al activo corriente menos el pasivo corriente, o visto más detalladamente:

$$\text{CTN} = \text{caja} + \text{CxC} + \text{inventarios} - \text{proveedores}$$

El siguiente paso es estimar los componentes de esta ecuación:

### Caja

Para el año 1, la caja mínima viene dada por esta expresión:

$$\text{Caja año 1} = \frac{\text{ventas año 1}}{360} \times 2 \text{ días}$$

Al reemplazar con las cifras proyectadas:

$$\text{Caja año 1} = \frac{800,00}{360} \times 2 = 4,44$$

La estimación se hace de manera similar para los años siguientes, para el año 2 se necesitará S/. 5 y para el año tres la caja ascenderá a S/. 6,39.

### Cuentas por cobrar

Para estimar las  $C \times C$ , es necesario recurrir al ratio de rotación de cuentas por cobrar; cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Rot. } C \times C = \frac{C \times C}{\text{Ventas}} \times 360 \text{ días}$$

Este ratio indica el promedio de días en que pagan los clientes de la empresa.

Para el caso, se ha supuesto que tardan 30 días en cancelar. No hay que dejar de notar que este ratio equivale al ciclo de cobranza del ciclo productivo.

Reemplazando las cifras y despejando en esta ecuación para el año 1:

$$30 = \frac{C \times C}{800,00} \times 360$$

Se determina que se requieren S/. 66,67 para ese año. Operando de la misma manera, para los años 2 y 3 se necesitan S/. 75 y S/. 95,83; respectivamente.

### Inventarios

Para encontrar el monto de inventarios necesario, debe utilizarse el ratio de rotación de inventarios. La fórmula se detalla a continuación:

$$\text{Rot. Inv.} = \frac{\text{Inv.}}{\text{Cto. de ventas}} \times 360 \text{ días}$$

Este ratio indica el número de días que en promedio toma pasar de materias primas a productos terminados. Esto es equivalente al ciclo de producción.

Utilizando esa ecuación, reemplazando las cifras correspondientes y despejando, se obtiene que el inventario requerido es de S/. 65, S/. 73,13 y S/. 93,44 para los años 1, 2 y 3; respectivamente.

El costo de ventas utilizado como denominador en la ecuación no incluye la depreciación. ¿Razones? Solo una y muy simple: la depreciación, por su naturaleza, no necesita ser financiada.

## Proveedores

Para estimar el importe que se adeudará a los proveedores debe utilizarse el ratio de rotación de cuentas por pagar, cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{Rot. C}\times\text{P} = \frac{\text{C} \times \text{P}}{\text{Cto. de ventas}} \times 360 \text{ días}$$

Este ratio indica el promedio de días en que se paga a los proveedores de la empresa. Para el proyecto, se ha supuesto que tardarán 35 días en cancelar. Reemplazando las cifras y despejando en esta ecuación, para el año 1:

$$35 = \frac{\text{C} \times \text{P}}{520,00} \times 360$$

Se proyecta que se requieren S/.50,56 para ese año. Operando de la misma manera para los años 2 y 3 se encontrará que necesitan S/.56,88 y S/.72,67; respectivamente. Aquí tampoco se ha considerado la depreciación dentro del costo de ventas.

¡Listo!, ya se tiene el CTN para cada uno de los tres años del proyecto. Para visualizarlo mejor, se presenta en el formato del Estado de Situación Financiera (ESF):

ESF año 1			
Caja	4,44	Proveedores	50,56
C×C	66,67		
Inventarios	65,00		
<b>CTN año 1</b>	<b>85,56</b>		
<hr/>			
Cap. de trabajo increm. 0	85,56		

Para el año 1, se requerirá S/. 85,86 en CTN. ¿Cómo será financiado? Se sabe que con recursos de terceros (o sea deuda bancaria) o aporte de los accionistas.

El CTN para el año 2, por su parte, ascenderá a S/. 96,25; de los cuales ya se financiaron S/. 85,56; por lo que solo se necesitará adicionar S/. 10,69 (es decir, el CTN incremental). No hay que perder de vista que para el año 1 se necesitará financiar la totalidad del CTN, pues recién está empezando el proyecto.

ESF año 2			
Caja	5,00	Proveedores	56,88
C×C	75,00		
Inventarios	73,13		
<b>CTN año 2</b>	<b>96,25</b>		
<hr/>			
Cap. de trabajo increm. 1	10,69		

En el año 3, el CTN necesario será S/. 122,99; de los cuales ya se financiaron S/. 96,25 (S/. 85,86 el año 1 y S/. 10,69 el año 2). Por ello, solo se requerirá S/. 26,74 de financiamiento. Esa cifra es el CTN incremental para ese año.

ESF año 3			
Caja	6,39	Proveedores	72,67
C×C	95,83		
Inventarios	93,44		
<b>CTN año 3</b>	<b>122,99</b>		
<hr/>			
Cap. de trabajo increm. 2	26,74		

La siguiente pregunta que se debe contestar es para cuándo se necesitan esos recursos en el proyecto. Es necesario tener en cuenta que cuando se proyecta el flujo de caja (FC) se asume automáticamente que los ingresos y gastos se realizan en el último día del periodo de proyección (si este es de un año, entonces se asume que las

cifras consignadas se originaron el 31 de diciembre). De ahí que es fácil entender que si el CTN incremental se necesita en el año 1, entonces este deberá estar disponible en el año 0; y así sucesivamente. Para entenderlo mejor, se presenta este cuadro:

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>
Cap. de trabajo neto incremental	85,56	10,69	26,74	
Stock de cap. de trabajo neto	85,56	96,25	122,99	

Una última atingencia, cuando se evalúa un proyecto en el FC debe incluirse solo las necesidades incrementales. Esto es, la primera línea del cuadro anterior. ¡Ojo!, no se incluye el *stock* de capital de trabajo. Si se hiciera, entonces contabilizaría doble. Para el año 2, por ejemplo, de consignarse S/. 96,25 como las necesidades de CTN se perdería de vista que de esa cantidad ya se invirtieron S/. 85,56 en el año 0; y que solamente se requieren S/. 10,69 adicionales para ese año.

- **Método 2: Ciclo de conversión en efectivo**

Se ha definido esta ecuación, como el ciclo de conversión en efectivo:

$$\text{Nro de días a financiar} = \text{Cprod} + \text{CC} + \text{Plazo prom. proveedores}$$

Esta expresión entrega el número de días de operaciones del negocio que se tiene que financiar con deuda (aparte de la que proporcionaron los proveedores) o con el dinero de los accionistas.

Asimismo, en términos aproximados, se puede hacer equivaler cada uno de estos componentes con un ratio financiero:

$$\begin{aligned} \text{Cprod} &= \text{Rot. Inv.} \\ \text{CC} &= \text{Rot. C}\times\text{C} \\ \text{plazo prom.} &= \text{Rot. C}\times\text{P} \\ \text{proveedores} & \end{aligned}$$



Dicho esto, de regreso al caso y de acuerdo a los supuestos la rotación de las cuentas por cobrar era de 30 días, la de inventarios 45 días y el plazo promedio de pago a los proveedores era de 35 días.

Reemplazando en la ecuación:

$$\text{Ciclo de conversión en efectivo} = 45 \text{ días} + 30 \text{ días} - 35 \text{ días} = 40 \text{ días}$$

Esto significa que el proyecto debe financiar 40 días de operación con recursos de terceros (deudas bancarias) o aporte de accionistas.

Ahora bien, la inversión en CTN debe estar expresada en términos monetarios. ¿Cómo, entonces, convertir esos 40 días a nuevos soles? La solución es sorprendentemente simple. Se debe proyectar el Estado de Resultados del proyecto y calcular cuánto se necesita gastar diariamente para operar el negocio. No debe perderse de vista qué resultados más confiables pueden derivarse utilizando la proyección de los egresos operativos del FC.

En el caso, siguiendo con la proyección del Estado de Resultados se obtienen estas cifras:

### Estado de Resultados proyectado

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ventas	800,0	900,0	1,150,0
Costo de ventas	-520,0	-585,0	-747,5
Depreciación	-100,0	-100,0	-100,0
<b>Utilidad bruta</b>	180,0	215,0	302,5
Gastos operativos	-120,0	-135,0	-172,5
<b>Utilidad operativa</b>	60,0	80,0	130,0
<b>Gastos anuales</b>	640,0	720,0	920,0
<b>Gastos diarios</b>	1,78	2,00	2,56

Para el año 1, se necesitan anualmente S/. 640 para operar el negocio. Esa cifra es producto de sumar el costo de ventas y los gastos operativos (S/. 520 y S/. 120, respectivamente). Siguiendo el mismo procedimiento para el año 2 ese monto asciende a S/. 720, y S/. 920 para el año 3. Debe anotarse que no se ha incluido la depreciación en

el cálculo. La razón ya fue explicada anteriormente. Pasar las cifras anuales a términos diarios implica dividir la cifra anual entre 360. Así, entonces, para el año 1 se necesita gastar S/. 1,78 para solventar los gastos diarios del proyecto.

El próximo paso es sencillo de entender: es necesario multiplicar el ciclo de conversión en efectivo del año 1 (recordar que está expresado en número de días) por el gasto diario de operar el negocio en ese mismo año. Es decir, se debe multiplicar 40 días x S/. 1,78 por día; obteniendo la cantidad de S/. 71,11. Realizando similar procedimiento para los dos años siguientes, se obtiene estas cifras:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ciclo producción		45,00	45,00	45,00
Ciclo venta		30,00	30,00	30,00
Prom. pago proveedores		35,00	35,00	35,00
Ciclo de conversión en efectivo (A)		40,00	40,00	40,00
Costos anuales		640,00	720,00	920,00
Costos día (B)		1,78	2,00	2,56
<b>(A)*(B)</b>		<b>71,11</b>	<b>80,00</b>	<b>102,22</b>

¿Estos resultados representan el CTN para cada año? La respuesta es no, pues falta considerar las necesidades mínimas de caja para cada año. Debe recordarse que el CTN es el resultado del activo corriente menos el pasivo corriente y que el primero, aparte de las cuentas por cobrar y del inventario, incluye la caja. Las necesidades de caja del proyecto ya se habían obtenido. Por lo tanto, para el año 1 a los S/. 71,11 hay que adicionarle S/. 4,44. La suma resultante, S/. 75,55; sí representa las necesidades de CTN del proyecto para el año 1.

En el cuadro siguiente, se detalla el cálculo para los años venideros:

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
(A)*(B)	71,11	80,00	102,22
(+) Caja mínima	4,44	5,00	6,39
<b>Cap. de trabajo neto</b>	<b>75,56</b>	<b>85,00</b>	<b>108,61</b>

En resumen, el proyecto necesitará una inversión total de S/. 108,61 en CTN; pero en tres partes. El momento en el que se requerirá es presentado a continuación:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Cap. de trabajo neto incremental	75,56	9,44	23,61	
Stock de cap. de trabajo neto	75,56	85,00	108,61	

En otras palabras, se necesitará S/. 75,56 en el año 1 (que tendrá que ser invertido en el año 0); S/. 9,44 para el año 2 (a financiarse en el año 1); y S/. 23,61 en el año 3 (que deberá conseguirse en el año 2).

Por último, si se compara las cifras que arrojan ambos métodos puede observarse que son diferentes; pero que tienden a converger (S/. 85,56 frente a S/. 75,56 para el año 1, S/. 96,25 frente a S/. 85 en el año 2, y para el último año S/. 122,99 versus S/. 108,61). Esta diferencia se debe a los supuestos asumidos. Sin embargo, la mayoría de administradores financieros consideran al método contable como el más exacto.

### • Método 3: El porcentaje de cambio en ventas

Esta técnica, vale la pena advertir, aunque menos precisa es ampliamente utilizada cuando se evalúa un proyecto. Parte de un simple principio: cuando se incrementan las ventas también aumentan las necesidades de CTN (se necesita financiar más producción). Teniendo en cuenta esto, lo único que hay que averiguar es cuánto se requiere de CTN adicional cuando se incrementan en S/. 1,00 las ventas.

Para tenerlo claro, es necesario hacer ese cálculo con las cifras que se estimaron aplicando la metodología contable:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ventas proyectadas (en S/.)	800,00	900,00	1,150,00	
<b>Incremento en ventas</b>	<b>800,00</b>	<b>100,00</b>	<b>250,00</b>	
CTN	85,56	96,25	122,99	
<b>CTN incremental</b>	<b>85,56</b>	<b>10,69</b>	<b>26,74</b>	
<b>Inc. en ventas/inc.en CTN</b>	<b>10,69 %</b>	<b>10,69 %</b>	<b>10,69 %</b>	

El incremento en ventas para el año 1 se obtiene restando a las ventas de ese año (S/. 800) las del año 0 (S/. 0); y así sucesivamente, para financiar esa cantidad adicional

de ventas (S/. 800) se necesitan S/. 85,56 de CTN (este dato se obtuvo aplicando la metodología contable). Es decir, por cada nuevo sol adicional de ventas se requiere S/. 0,11 de CTN (S/. 85,56/S/. 800).

Lo anterior sirvió para enseñar cómo se obtiene el ratio porcentual (10,69 % significa S/. 0,1069 de capital de trabajo por cada nuevo sol de ventas). Sin embargo, no es posible utilizar esa cifra en el proyecto, pues se estaría aplicando un razonamiento circular. Lo que se estila es hallar este dato indirectamente.

Así, si el proyecto consiste simplemente en una ampliación de las actividades productivas del negocio (por ejemplo, adicionar una línea de producción de zapatos a una fábrica de calzado), entonces lo único que se debe hacer es calcular el promedio histórico de este ratio tomando como referencia los estados financieros del negocio. Caso contrario (si se produce calzado, pero el proyecto es una fábrica de chocolates), se debe ubicar empresas parecidas al proyecto y obtener el promedio histórico con los datos contables de esa industria (*benchmarking*).

Es necesario regresar al proyecto. Si se supone ahora que por cada nuevo sol de ventas adicionales se requiere S/. 0,095 de CTN (es decir un ratio de 9,5 %); con ese dato puede elaborarse una tabla como la siguiente:

	% de incremento en ventas (B) <b>9,50 %</b>			
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ventas		800,00	900,00	1 150,00
Ventas incrementales (A)		800,00	100,00	250,00
<b>(A)*(B)</b>	<b>76,00</b>	<b>9,50</b>	<b>23,75</b>	

¿Qué representa la cifra que se obtiene multiplicando (A)\*(B)?, pues es la necesidad de CTN incremental que requiere el proyecto. En el año 1, por ejemplo, se incrementarán las ventas en S/. 800 y por cada nuevo sol de estas ventas se necesitarán S/. 0,095 de CTN; se requerirán S/. 76 de CTN (S/. 800 × S/. 0,095) que deberán ser financiados en el año 0, y así sucesivamente.

La inversión total en este rubro será de S/. 109,25; repartido en tres desembolsos de S/. 76 (año 0), S/. 9,50 (año 1) y S/. 23,75 (año 2). Para visualizarlo mejor se presenta el cuadro siguiente:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Cap. de trabajo neto incremental</b>	<b>76,00</b>	<b>9,50</b>	<b>23,75</b>	
<b>Stock de cap. de trabajo neto</b>	<b>76,00</b>	<b>85,50</b>	<b>109,25</b>	

Es pertinente, ahora, revisar la estimación de CTN incremental del proyecto con los tres métodos explicados:

### **Metodología contable**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Cap. de trabajo neto incremental</b>	<b>85,56</b>	<b>10,69</b>	<b>26,74</b>	
Stock de cap. de trabajo neto	85,56	96,25	122,99	

### **Metodología del ciclo de conversión en efectivo**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Cap. de trabajo neto incremental</b>	<b>75,56</b>	<b>9,44</b>	<b>23,61</b>	
Stock de cap. de trabajo neto	75,56	85,00	108,61	

### **Metodología del % del cambio en ventas**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Cap. de trabajo neto incremental</b>	<b>76,00</b>	<b>9,50</b>	<b>23,75</b>	
Stock de cap. de trabajo neto	76,00	85,50	109,25	

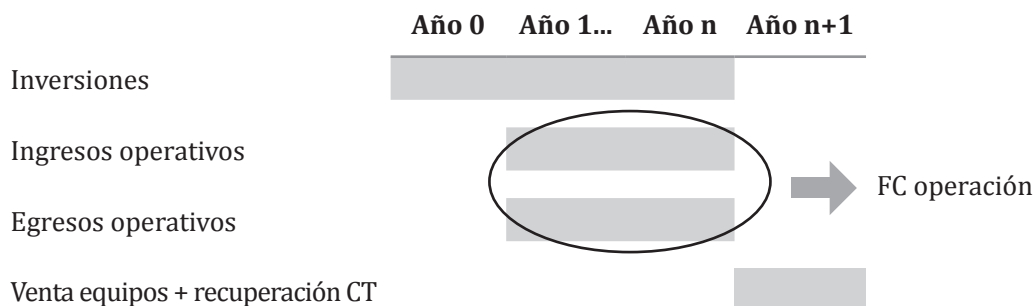
Tal como se aprecia, los tres métodos convergen en las cifras de la estimación del CTN. ¿Cuál utilizar?, simple, debe emplearse aquel con el que uno se sienta más cómodo; sin embargo, se previene nuevamente que el método contable es el más preciso.

### **2.2.3. El flujo de caja de operación**

El flujo de caja de operación registra todas las entradas y salidas de efectivo del proyecto ocurridas durante el tiempo en el que produce los bienes, o entrega los servicios para los cuales fue diseñado. Obviamente, eso sucede desde el año 1 hasta el año n.

Gráficamente, entonces, esto puede verse así:

**Gráfico 2.11. El flujo de caja de operación**

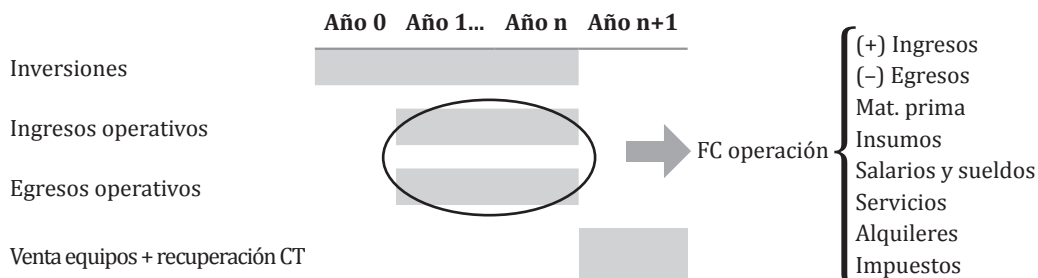


Elaboración propia.

¿Qué debe registrarse en el FC de operación? Simple, todos los ingresos en efectivo que se produzcan por la venta de bienes y servicios, así como todos los egresos en los que se incurrieron por la producción de los bienes o la prestación del servicio. Así, por ejemplo, se debe registrar las salidas de dinero originadas por la compra de materia prima e insumos, el pago de sueldos y salarios, el pago de servicios (agua, energía eléctrica, comunicaciones, etc.), los alquileres y el pago de impuestos.

Nuevamente, un gráfico ayudará a entender mejor lo explicado:

**Gráfico 2.12. Componentes del flujo de caja de operación**



Elaboración propia.

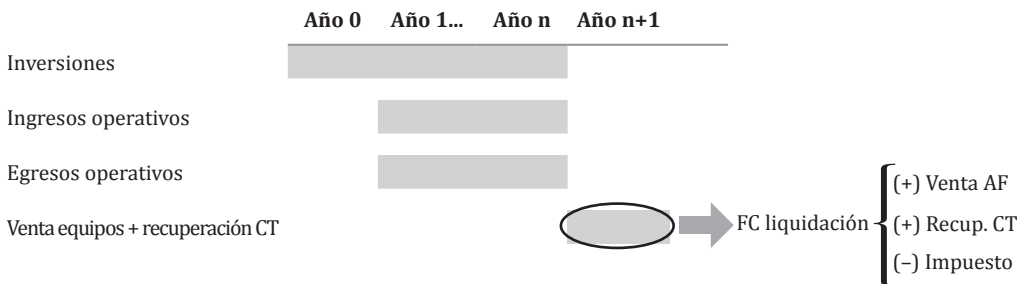
### 2.2.4. El flujo de caja de liquidación

El FC de liquidación registra los ingresos y salidas de efectivo que se producen cuando el proyecto termina. Si bien, convencionalmente, se reconoce que eso sucede un año después del último año de vida útil ( $n+1$ ), muchos evaluadores lo incluyen dentro del último año de vida útil del proyecto ( $n$ ). En lo que sigue, se adoptará la primera aproximación, por lo que se considerará que este termina en el periodo  $n+1$ .

¿Por qué existe este FC?, pues porque al final del proyecto ocurren dos hechos que originan movimiento de efectivo. El primero está representado por la venta de los activos fijos que se utilizaron, mientras que el segundo contempla la recuperación del monto total de lo invertido en capital de trabajo. A esto hay que agregar los posibles efectos tributarios que se pueden originar.

En forma gráfica, se representaría de esta manera:

**Gráfico 2.13. Componentes del flujo de caja de liquidación**



Elaboración propia.

La venta del activo fijo; llámese terrenos, inmuebles, mobiliario, maquinaria, vehículos, etcétera; se produce al ya no ser necesario mantenerlos, dado que el proyecto dejó de producir bienes o servicios. ¿Qué se haría con máquinas que ya no serán utilizadas, si las opciones son quedarse con ellas o venderlas?, sin dudar, se escogería la segunda opción, ¿no?

El capital de trabajo (CT), por su parte, se recupera debido a que ya no es necesario mantener inversiones en activos corrientes, puesto que ya no hay ciclo productivo qué financiar. ¿Cuánto del CT se recupera?, pues se supone que el 100 % de lo invertido o lo que es igual al *stock* de capital que se tiene al año  $n$ .

Queda por explicar cómo se calcula el monto que se recibirá por la venta de los activos fijos. Eso será abordado en el siguiente apartado.

### 2.2.5. Métodos para estimar el valor de liquidación de un activo

Aquí se calculará el monto de efectivo que se recibe cuando se venden los activos fijos del proyecto. Obviamente, esto se produce en el año de liquidación (año  $n+1$ ). En lo que sigue se utilizará, indistintamente, valor de liquidación o valor de recuperación.

Un ejemplo vale más que mil explicaciones. Así que supongamos que usted está evaluando la posibilidad de hacer movilidad escolar. Para tal efecto, debe adquirir un minibús valorizado en \$ 50 000. Si bien el vehículo dura tributariamente cinco años, solo desea trabajarlo cuatro. Note que los proyectos pueden durar más, menos o igual que la vida contable de los activos utilizados. En este caso, el proyecto dura menos que la vida contable del minibús. Para que no haya errores, este proyecto dura seis años, un año de inversión (año 0), cuatro años de operación (del año 1 al año 4) y uno de liquidación (año 5).

En el año 5, es decir, uno más que el último año de vida útil, usted querrá deshacerse del vehículo. ¿La razón?, salvo que tenga una familia enorme, no lo necesitará para transportarse. Deshacerse no es lo mismo que regalar, así que lo que tiene en mente es venderlo. La pregunta que cae de madura es ¿a cuánto?

Existen tres técnicas para conocer el valor de esa venta. La primera es el método de valor en libros, la segunda se conoce como el método de valor de mercado, y la última es el valor actual del flujo de caja futuro. Vale la pena mencionar que las dos primeras son las más utilizadas. La última, siendo la más adecuada teóricamente, es muchísimo más complicada de realizar y es por esa razón que no se desarrollará.

Se debe empezar con el método de valor en libros (MVL). Es simple de entender y fácil de aplicar. Postula que el valor de los activos fijos en el año de liquidación será igual al valor en libros que estos tengan a ese momento. Para el caso, entonces, el valor de venta de la camioneta en el año  $n+1$  será igual al valor en libros que tenga el vehículo en el año  $n$ .

A calcular, entonces. ¡Ojo! la depreciación del minibús se hará por el sistema de línea recta a razón de 20 % anual (esa es la tasa de depreciación que la autoridad tributaria local asigna a los vehículos).



Tabla de depreciación		
Año	Depreciación anual	Valor en libros
0		50 000,00
1	10 000,00	40 000,00
2	10 000,00	30 000,00
3	10 000,00	20 000,00
4	10 000,00	10 000,00
5	10 000,00	0,00

➔ Valor liquidación

¡Listo!, ¿cómo se lee la tabla? Simple, cada año el minibús pierde 20 % de su valor (\$ 10 000); así, entonces, en el año 1 ya no vale \$ 50 000 (su valor de adquisición) sino 20 % menos; y así sucesivamente. ¿Cuál sería, entonces, el precio que recibiría por la venta del vehículo?, \$ 10 000. Recuerde que este método dice que el valor de liquidación que se recibirá en el año  $n+1$  (año 5) es el valor en libros del año  $n$  (año 4); por ello, lo que se recibirá por el minibús será \$ 10 000.

Pero, ¿qué sucede si usted cree que el valor del vehículo puede ser mayor o menor que los \$ 10 000 que arroja el MVL? Puede ser que piense que la importación de ese tipo de automóviles pueda cerrarse en el futuro, lo que haría que el precio de uno de segunda mano se eleve de manera considerable o, también, calcular que el vehículo puede disminuir de valor aceleradamente por el uso que se le dará. Sea lo que suceda definitivamente, piensa que el MVL no le permitirá obtener un valor que refleje lo que el mercado quiera pagar por ese vehículo.

En realidad, entonces, lo que usted postula es que el método que debe seguirse es el denominado método de valor de mercado (MVM), en donde el precio que se paga por el activo es lo que el mercado piensa que vale.

Se dejará de lado cómo se llega al precio que el mercado quiere pagar, el cual se retomará más adelante. Si utiliza este método pueden haber, y de hecho habrán, efectos tributarios. Para ilustrar este punto, supongamos que pueden existir tres escenarios; a saber:

Escenario A	Valor de mercado	>	Valor en libros
	\$ 20 000,00		\$ 10 000,00
Escenario B	Valor de mercado	=	Valor en libros
	\$ 10 000,00		\$ 10 000,00
Escenario C	Valor de mercado	<	Valor en libros
	\$ 5 000,00		\$ 10 000,00

Así, por ejemplo, en el escenario A por el minibús le pagarán \$ 20 000; cuando el valor en libros es de \$ 10 000. Note que el escenario B es idéntico a lo que predice el MVL.

A continuación, se presenta la proyección del Estado de Resultados y el flujo de caja para el año 5 (periodo n+1) en cada uno de los tres escenarios:

Estado de Resultados	Escenario A	Escenario B	Escenario C
	Año n+1	Año n+1	Año n+1
...			
Ganancias extraordinarias	10 000,00	0,00	-5 000,00
Impuesto a la renta	-3 000,00	0,00	0,00
Utilidad neta	7 000,00	0,00	-5 000,00
Flujo de caja	Año n+1	Año n+1	Año n+1
...			
Valor de liquidación AF	20 000,00	10 000,00	5 000,00
Impuesto a la renta	-3 000,00	0,00	0,00
FC	17 000,00	10 000,00	5 000,00

En el escenario A, el proyecto en el Estado de Resultados registrará ganancias extraordinarias de \$ 10 000; pues se está vendiendo a \$ 20 000 un activo que tiene un valor en libros de \$ 10 000. 30 % de la ganancia será reclamada por el Estado a través del impuesto a la renta. En el flujo de caja, por su parte, se registrará ingresos en efectivo de \$ 20 000 (lo que se recibió al vender el activo) y un egreso de \$ 3 000 producto del pago del impuesto a la renta; con lo que la caja generada por la operación ascenderá a \$ 17 000. El escenario B y C, tienen la misma interpretación; sin embargo,

hay que notar que en este último caso el impuesto a la renta es de \$ 0, pues el Estado no puede cobrar impuestos sobre pérdidas.

Ahora, imagine qué sucede si la venta no se hace en el año 5 (n+1), sino que se efectúa en el último año de vida útil del proyecto (año 4, también conocido como el año n). Si se supone que el proyecto tiene utilidades ese año, no sorprenderá al saber que en los dos primeros escenarios no habrá mayor variación; pero el tercer escenario cambiará de esta manera:

	Escenario C
Estado de Resultados	<u>Año n</u>
...	
Ganancias extraordinarias	-5 000,00
Impuesto a la renta	1 500,00
Utilidad neta	-3 500,00
Flujo de caja	<u>Año n</u>
...	
Valor de liquidación AF	5 000,00
Impuesto a la renta	1 500,00
FC	6 500,00

Aquí, el impuesto a la renta en vez de ser un gasto se transforma en un ingreso porque la pérdida extraordinaria se convierte en un escudo fiscal, es decir, reduce el monto del impuesto a la renta que el proyecto tiene que hacer ese año. ¿En cuánto?, pues en \$ 1 500 (\$ 5 000\*30 %) y, por lo tanto, el efectivo proveniente de esa venta no es \$ 5 000, sino esa cantidad más el ahorro en el pago del impuesto a la renta (\$ 1 500); totalizando \$ 6 500.

No es recomendable utilizar el MVM. Dos razones avalan esta posición: es difícil saber cuál es el precio correcto y la inclusión de valores de mercado por encima del valor en libros puede distorsionar el resultado de la evaluación.

En cuanto al precio. Note que usted está pretendiendo calcular **hoy** (así, en negrita) lo que puede valer un minibús dentro de cinco años. Esto implica que debe evaluar no solo los beneficios y costos directos del proyecto (un trabajo ya de por sí complicado), sino que también quiere conocer el precio de este tipo de vehículo. Es

decir, casi está evaluando dos proyectos. Conclusión, mucho trabajo para un rubro que no es el *core business* de su negocio. Y en cuanto a la distorsión en el resultado de la evaluación; suponga que el flujo de caja del proyecto durante sus años de operación, no es positivo. Así, sin complicarnos la vida, ¿aceptaría ese proyecto?, sin duda alguna lo rechazaría. Pero qué sucede si usted estima que la importación de estas camionetas, a nivel local, se prohibirá; y que, por lo tanto, el precio de una de segundo uso se disparará; lo que llevará a que el valor de liquidación del minibús será significativo. Qué pasaría si ese valor incorporado en el flujo de caja convierte su proyecto en creador de valor, ¿lo aceptaría?; si dice que sí, piénselo un momento. ¿Qué es lo que está evaluando? ¿Un negocio de movilidad escolar o convertirse en vendedor de camionetas de segundo uso? ¡Ajá!, entonces, para qué incluirlo, ¿no?

Todo lo anterior no hace sino intensificar las fortalezas del MVL. Uno. No necesita devanarse el cerebro proyectando precios de sus activos fijos. La regla a seguir es simple: lo que valen en libros es lo que recibirá cuando se vendan. Dos. Al no reflejar valores fuera del promedio permite que se concentre en lo que importa, la operación del proyecto y no la caja que podría lograr por comercializar activos de segundo uso.

### 2.3. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO DE UN PROYECTO

Una vez determinado cuánto costara invertir en el proyecto (esto es, los montos determinados por el FC de inversión), es necesario establecer cómo será financiado. En términos muy simplificados, las opciones que se abren son básicamente dos: el bolsillo del accionista (al que indistintamente se llamará *equity* o aporte) y el bolsillo de un tercero, al cual llamaremos deuda.

A la combinación de deuda y *equity* (que puede emplearse para financiar un proyecto), se le conoce como estructura de financiamiento. Y esta puede ir desde 0 % deuda/100 % *equity*, hasta 100 % deuda/0 % *equity*. Sin embargo, este último límite, es justo decirlo, es casi imposible de alcanzar. ¿La razón?, a los bancos les gusta que los accionistas se «mojen» con algo a la hora de financiar el proyecto, pues eso demuestra el compromiso y la confianza que tienen en este. Pero vale preguntarse, ¿conviene tomar algo de deuda a la hora de financiar el proyecto? En el apartado siguiente se responderá a este cuestionamiento.

## La conveniencia de tomar crédito

En la jerga financiera, una empresa apalancada es la que ha tomado deuda; en contraposición, una empresa no apalancada es la que solo tiene el dinero de los accionistas (capital) como fuente de los fondos de la firma. Una compañía se apalanca (toma prestado) para financiar activos corrientes (capital de trabajo) o activos no corrientes (activos fijos e intangibles). Existe una tercera razón, y es la que se deriva de refinanciar deudas contraídas anteriormente; pero esta última será dejada, por el momento.

Es potestad de los accionistas de la empresa decidir si sus inversiones las financian solo con su dinero o toman préstamos (o una mezcla de ambos). Pero ¿cuál decisión es la correcta? Es importante leer con atención, pues se dará cuatro razones para comprobar que si se endeuda **responsablemente** (¡así, en negrita!) se puede crear valor con la inversión:

Primera razón: las empresas que no toman deudas solo pueden crecer basándose en los recursos que generan internamente, o en el dinero de sus accionistas. Un ejemplo ayudará a entender mejor. Supongamos que usted le ha echado el ojo a un local que, por su ubicación, estima le ayudará a incrementar apreciablemente sus ventas. El precio de este inmueble —pues lo quiere comprar— asciende a \$ 75 000. Dado que es alérgico a tomar deudas, únicamente lo puede comprar con el efectivo que en ese momento tenga la empresa o lo que encuentre en su bolsillo, ¿pero qué pasa si recurriendo a esas dos fuentes solo puede juntar \$ 50 000? Obvio, se tiene que despedir del local de sus sueños. Más aún, se la pongo más difícil; su competencia, que sí se financia con deuda, compra el inmueble. Finalmente, ¿quién se beneficia con el incremento en las ventas debido a la ubicación del local?

Segunda razón: tomar deuda mejora el rendimiento contable que los accionistas obtienen sobre su capital, esto es, mejora el ROE (return on equity), lo que en español vendría a ser retorno sobre el capital (o patrimonio) y está definido por utilidad neta/capital (o patrimonio). Imaginemos dos empresas exactamente iguales, salvo que una, la empresa A, ha tomado \$ 200 de deuda por la cual le cobran 10 % anual; y la otra, la empresa B, no tiene deuda (recuerde: A es una empresa apalancada y B es una empresa no apalancada). A continuación, se presenta sus estados de situación financiera y estados de resultados:

ESF B		Estado de Resultados B		ESF A		Estado de Resultados A	
Activos	400	Ventas	500	Activos	400	Ventas	500
		Costo de ventas	-280	Deudas	200	Costo de ventas	-280
		Utilidad bruta	220			Utilidad bruta	220
		Gastos adm.	-20			Gastos adm.	-20
Capital	400	Gastos ventas	-30	Capital	200	Gastos ventas	-30
		Utilidad operativa	170			Utilidad operativa	170
ROE	119	Gastos financieros	0	ROE	105	Gastos financieros	-20
	400	Ut. antes de imptos.	170		200	Ut. antes de imptos.	150
ROE	29,8%	Impuesto a la renta	-51	ROE	52,5%	Impuesto a la renta	-45
		Utilidad neta	119			Utilidad neta	105

Empecemos con la empresa B. Observe que los accionistas pusieron \$ 400 y obtuvieron ganancias por \$ 119, es decir, consiguieron un retorno sobre su capital (ROE) de casi 30 %. Ahora es momento de analizar a la empresa que se apalancó (empresa A) ¿Qué pasó con el ROE?, simple, este es de casi 53 %, un incremento de 23 puntos (o 76 %) sobre lo que obtuvieron los accionistas de la empresa no apalancada. La razón es sencilla, los accionistas de esta empresa invirtieron solo 50 % de lo que pusieron los de la empresa B (el otro 50 % lo financiaron con deuda) y obtuvieron una ganancia que fue solo 12 % menor (\$ 105 versus \$ 119); pero que en términos relativos significó una rentabilidad de 53 % sobre el capital invertido.

Tercera razón: tiene que ver con la reducción en el pago de los impuestos que se generan cuando se registran los intereses (o gastos financieros) como un gasto en el Estado de Resultados de la empresa. Regresemos al ejemplo anterior. Recuerde que A es una empresa apalancada (se prestó 200 a una tasa de interés de 10 %), en tanto que B no lo es. Revisemos sus estados de resultados nuevamente, pero a partir de la utilidad operativa:

Estado de Resultados B		Estado de Resultados A	
		...	
<b>Utilidad Operativa</b>	<b>170</b>	<b>Utilidad Operativa</b>	<b>170</b>
Gastos financieros	0	Gastos financieros	-20
<b>Ut. antes de imptos.</b>	<b>170</b>	<b>Ut. antes de imptos.</b>	<b>150</b>
Impuestos a la renta	-51	Impuestos a la renta	-45
<b>Utilidad neta</b>	<b>119</b>	<b>Utilidad neta</b>	<b>105</b>

¿Cuáles son las diferencias más saltantes? Una es, sin duda alguna, que A registra gastos financieros; la segunda es que como consecuencia de eso registra, también, menos utilidades; y la tercera, aunque menos notoria, es que A pagó menos impuesto que B. Esta, es necesario resaltar, es una razón adicional para tomar deuda dentro de la estructura de capital de la empresa; pues los gastos financieros (intereses) funcionan como escudo fiscal.

Un escudo fiscal es todo gasto que se registra en el Estado de Resultados y que ayuda a disminuir el monto imponible (150 en A frente a 170 en B) y, por lo tanto, disminuye el pago del impuesto a la renta (45 en A frente a 51 en B). Esa reducción de 6 en el pago del impuesto implica que la empresa A tendrá que utilizar solo 45 en vez

de 51 de su preciada caja (*cash is king, ¿se acuerda?*). Esto es, tomar deuda le ahorró 6 de impuesto a la renta o, visto de otra manera, le generó 6 más de caja. Si quiere hallar rápidamente la reducción de impuesto resultante haga esto: multiplique los intereses pagados por la tasa de impuesto a la renta; en el ejemplo:  $20 \times 30\% = 6$ . Sin embargo, no hay que perder de vista que para que los escudos fiscales operen la empresa debe obtener utilidades antes de impuestos.

Cuarta razón: menos impuestos; significa que la tasa de interés que la empresa paga después de impuestos es menor. La empresa A se endeudó al 10%; pero en términos prácticos solo pagó 7%. ¿Cómo así?, pues si bien le pagó al banco 20 ( $200 \times 10\%$ ), se ahorró 6 en el pago del impuesto a la renta; lo que significa que, en la práctica, pagó solo  $20 - 6 = 14$  de intereses; y eso, sobre el total prestado (200), da una tasa de interés después de impuestos del 7%. Nuevamente, si lo quiere hallar más rápidamente multiplique la tasa de interés que el banco le cobra por 1 menos la tasa de impuesto a la renta ( $10\% \times (1 - 30\%) = 7\%$ , en el ejemplo). En otras palabras, si toma deuda parte del interés que le cobran las instituciones financieras se lo paga indirectamente el Estado, vía un menor pago de Impuesto a la Renta, siempre y cuando su empresa obtenga utilidades.

Se ha comprobado, entonces, que el endeudamiento responsable es bueno para la empresa y el proyecto. Endeudamiento responsable es aquel que se toma solo cuando se está seguro que su utilización en la empresa incrementará el flujo de caja resultante (sea porque aumentarán los ingresos, reducirán los costos o una mezcla de ambos) lo suficiente para que estos préstamos puedan ser pagados sin problemas. Pero, ¿cuál es la proporción que se debe buscar? Simple, aquella que brinde el menor costo posible. Sin embargo, esto no es tan fácil de calcular; pues, como todo en la vida, requiere lo que en inglés se denomina *trade off* entre las ventajas y desventajas de la deuda frente al *equity*.

## El costo de las fuentes de financiamiento

Se ha dicho que un proyecto puede financiarse con deuda y *equity* (aporte). Ahora bien, ¿cuál es el costo de estas fuentes de financiamiento? El costo de la deuda es la tasa de interés después de impuestos, es decir,  $i \times (1 - \text{tax})$ . No olvide que tomar deuda trae consigo escudos fiscales. En tanto que el costo del aporte de los accionistas (*equity*) es el famoso **COK** (costo de oportunidad del capital), que es simplemente la rentabilidad que estos han dejado de ganar en una alternativa de similar riesgo.



Mírelo de esta manera, usted tiene S/. 40 y los quiere invertir en el proyecto A que le rinde 10 %, luego vengo yo y le digo que mejor ponga ese dinero en el proyecto B (latas de cerveza). ¿Cuánto sería lo mínimo que le exigiría al proyecto B para dejar de invertir en A?, 10 %, ¿no es cierto? ¿Entiende ahora por qué es un costo de oportunidad?; es simplemente lo que usted está dejando de ganar en A por invertir en B (o sea 10 %); por lo que esa rentabilidad es lo mínimo que pediría para pasar del proyecto A al B.

Observe que mencioné una alternativa de similar riesgo. Esto es clave. Imagine que el proyecto A es poner esos S/. 40 en el banco más reputado del país. ¿Exigiría lo mismo que le paga el banco por sus ahorros, que por la inversión en el proyecto «latas de cerveza»? La respuesta es un no rotundo, pues ambas alternativas no tienen similar riesgo. De hacerlo, estaría exigiendo una rentabilidad al proyecto B que no va de acuerdo al riesgo que corre al poner su dinero en esa inversión. Obviamente, debería pedir más. Es por esto que las alternativas deben tener riesgo comparable. De otra manera, el concepto del COK no funciona.

El ejemplo siguiente ayudará a refozar la idea. Usted quiere evaluar un proyecto que tiene dos años de vida (uno de inversión y uno de operación). El total de la inversión es S/. 150, y será financiada en un 60 % por acreedores (préstamos bancarios) y 40 % por accionistas (*equity*). La tasa de interés que el banco cobra es 10 %, el COK (la rentabilidad mínima que los accionistas exigen) es 15 % y la tasa de impuesto a la renta es de 30 %.

¿Cuál es el costo de los recursos que se utilizaron en financiar el proyecto? No olvide que el monto total de inversión fue S/. 150, y que de esa cantidad 60 % lo pusieron los bancos y 40 % los accionistas. Así, tenemos que:

$$\text{Inversión} = \text{Equity} + \text{Deuda, o}$$

$$\text{S/. 150} = (\text{S/. 150} \times 40\%) + (\text{S/. 150} \times 60\%) = \text{S/. 60} + \text{S/. 90}$$

Listo, ya tenemos lo que se llama en finanzas la estructura de financiamiento del proyecto. Es decir, el % de deuda y *equity* que se utilizarán para financiar la inversión.

Ahora, es necesario calcular el costo de esa estructura de financiamiento. La tasa de interés después de impuestos es 7 % ( $10\% \times (1 - 30\%)$ ) y el COK es 15 %. Por lo tanto, el costo de las fuentes utilizadas para financiar la inversión es:

$$(\text{S/. } 60/\text{S/. } 150) \times 15 \% + (\text{S/. } 90/\text{S/. } 150) \times 10 \% \times (1 - 30 \%), \text{ o}$$

$$40 \% \times 15 \% + 60 \% \times 10 \% \times (1 - 30 \%) = 10,20 \%$$

¿Qué es 10,20%?, bueno, es evidente que es el costo ponderado de las fuentes de financiamiento que se utilizaron en el proyecto. Eso quiere decir que, en promedio, el costo de la deuda y el *equity* ascienden a 10,20%. O, en otras palabras, es el costo promedio ponderado del capital (¡efectivamente!, es el famoso WACC o weighted average cost of capital). Si bien esto es cierto, no le aclara mucho el panorama. Voy a darle una segunda definición de lo que significa este 10,20%. Preste atención, esta tasa es lo que el proyecto tiene que rendir para que los accionistas y acreedores vean cumplidas sus expectativas de rentabilidad. El 10,20% es la valla que el proyecto tiene que superar para crear valor para los accionistas. Más de 10,20% crea valor, menos destruye valor.

Mírelo así. Lo invito a imaginar que el proyecto puede tener estos tres resultados:

	Año 0	Año 1	Rentabilidad proyecto		Resultado
Escenario 1	-150,00	165,30	10,20 %	Valla	Cumple expectativas
Escenario 2	-150,00	180,00	20,00 %	10,20 %	Crea valor
Escenario 3	-150,00	157,50	5,00 %	(WACC)	Destruye valor

En el escenario 1, la rentabilidad que arroja el proyecto es de 10,20%, tasa que es exactamente igual al costo de las fuentes (*equity* y deuda) utilizadas. Calcular cuánto tendría que ganar el proyecto, en nuevos soles, para igualar el costo ponderado de las fuentes de financiamiento arrojaría S/. 15,30 (o sea S/. 150 × 10,20%). Con eso alcanza para pagar el rendimiento que piden los acreedores: 60% × S/. 150 × 7% = S/. 6,30 (sí, 7%, y no 10%; acuérdesse que lo que importa es la tasa de interés después de impuestos, dado que de cada S/. 10 que cancela el proyecto a los bancos en intereses, S/. 3 lo paga indirectamente el Estado al permitir que el proyecto abone esa cantidad de menos en el impuesto a la renta) y, también, es suficiente para pagar la tasa que los accionistas requieren: 40% × S/. 150 × 15% = S/. 9,00. En resumen, la rentabilidad que arrojó el proyecto fue repartida así:

$$\text{S/. } 15,30 = \text{S/. } 6,30 \text{ (va para los bancos)} + \text{S/. } 9,00 \text{ (va para los accionistas)}$$

Observe que arrojando 10,20 % de rendimiento, el proyecto le paga a los que pusieron sus fondos exactamente lo que querían obtener.

Por su parte, si el proyecto obtiene una rentabilidad de 20 %, esta se reparte así:

$$\text{S/. 30,00} = \text{S/. 6,30 (bancos)} + \text{S/. 23,70 (accionistas)}$$

¿Se acuerda cuánto era lo mínimo que querían los accionistas? 15 % era el COK, lo que equivalía a un rendimiento de S/. 9,00 por los S/. 60 que pusieron. Con S/. 23,70 que han ganado, ahora obtuvieron lo mínimo que querían (S/. 9,00) y, encima, se han hecho más ricos en S/. 14,70. O, lo que es lo mismo, se ha creado valor por esa cantidad. No importa cuánto gane el proyecto, los bancos siempre se llevan lo mismo. Todo lo demás, se lo lleva el accionista.

¿Y qué pasa si el proyecto solo arroja S/. 7,50? (Ojo, esto es equivalente a que rinda solo 5 %). Respuesta: se ha destruido valor, pues los bancos, que son los que cobran primero, se han llevado sus S/. 6,30 que requerían y el saldo (S/. 1,20) los accionistas. O, lo que es lo mismo, este proyecto en vez de darles S/. 9,00 les ha dado solo S/. 1,20.

#### **2.4. ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA**

El flujo de caja de un proyecto no es nada más que la suma algebraica de tres flujos: el flujo de caja de inversión, el flujo de caja de operación y el flujo de caja de liquidación. El primero comprende el dinero gastado en activos fijos (terrenos, edificaciones, maquinaria y equipo, vehículos, etcétera), intangibles (permisos, patentes, intereses preoperativos, etcétera) y capital de trabajo; el segundo detalla los ingresos y egresos en efectivo que se producen durante el tiempo en que el proyecto entrega bienes o servicios; en tanto que el tercero recoge las entradas en efectivo que se generan cuando el proyecto termina y se liquida, esto es, cuando se venden los activos fijos y se recupera el capital de trabajo invertido.

Cuando se evalúa un proyecto, la proyección del flujo de caja es de vital importancia para la toma de decisiones, pues ya se conoce que al final del día lo único que interesa es cuánto dinero queda en el bolsillo. Por lo tanto, el saber cómo construirlo puede representar la diferencia entre el éxito y el fracaso en una aventura empresarial.

A continuación se reseña los consejos que hay que tomar en cuenta para elaborar el flujo de caja de un proyecto:

**Consejo 1. En el flujo de caja de un proyecto, interesa solo la rentabilidad incremental.**

En otras palabras, «lo que varía por el proyecto es lo único que interesa cuando se le evalúa»; esto quiere decir que solo debe tomarse en cuenta en la evaluación los beneficios y costos asociados a la ejecución del proyecto, o los efectos que este pueda tener en las otras operaciones de la empresa. Imagine que usted tiene una planta embotelladora de bebidas, la misma que produce 100 000 botellas mensuales. Ahora, está considerando la adquisición de una línea de embotellado adicional que llevará la producción a 250 000 botellas al mes. Pregunta, si quiere evaluar el proyecto «Adquisición de línea de embotellado», ¿qué cantidad debe consignar como producción?, la respuesta es 150 000 (250 000 – 100 000), pues esa es, precisamente, la cantidad de botellas con la cual el proyecto contribuirá a la producción total de su empresa. ¿No quiere equivocarse?, bueno, entonces siempre proyecte dos escenarios: empresa sin proyecto (escenario A) y empresa + proyecto (escenario B), luego reste (B) – (A) y esa cantidad es la que se debe al proyecto.

**Consejo 2. No considerar los costos hundidos dentro del flujo de caja del proyecto.**

Un costo hundido (costo sepultado, para los españoles) es aquel en el que se incurre se haga o no el proyecto. Dentro de esta categoría caen los costos del estudio (pues realice o no el proyecto siempre tendrá que pagar la elaboración del estudio de prefactibilidad o factibilidad), los gastos de investigación y desarrollo (lance o no el medicamento el laboratorio farmacéutico, deberá hacer pruebas para determinar sus efectos). ¿Otro ejemplo?, bueno, considere que su empresa paga el alquiler de un terreno aledaño a sus instalaciones, por el cual desembolsa \$ 10 000 mensuales. Actualmente, ese terreno no tiene uso alguno; por lo cual, usted está pensando utilizarlo para un proyecto. Pregunta, ¿los \$ 10 000 mensuales que ya paga por el alquiler se consideran parte de los costos del proyecto?, respuesta: no. La frase clave aquí es «ya paga por el

alquiler», esto es, haga o no el proyecto, se le deberá pagar al propietario del terreno sus \$ 10 000 al mes. ¿No le queda claro?, bueno, considérelolo de esta manera:

	<b>Empresa con proyecto</b>	(-)	<b>Empresa sin proyecto</b>	=	<b>Proyecto</b>
Alquiler	10 000,0	(-)	10 000,0	=	0,0

¿Ahora sí lo entendió? Por el proyecto usted no tiene que pagar alquiler adicional fuera del que ya paga sin necesidad de ejecutar la inversión del proyecto.

**Consejo 3. Incorporar los costos de oportunidad en el flujo de caja del proyecto.**

Un costo de oportunidad en un proyecto es el ingreso al que se renuncia por hacerlo. Dos ejemplos aclararán este punto. Supongamos la misma situación anterior; pero en este caso se recibe antes que pagar alquiler. El proyecto en el que ha considerado invertir hará que usted le pida al inquilino que se marche, con lo que ya no percibirá los \$ 10 000 mensuales de alquiler. Queda claro que por el proyecto está renunciando a esa cantidad de dinero. Esto hace que esos \$ 10 000 al mes sean un costo atribuible al proyecto; por lo que debe considerarse como una salida de efectivo en el flujo de caja. Ejemplo 2, imagine que el padre de un amigo le ha regalado una oficina valorizada en \$ 50 000. Su amigo considera hacer una empresa consultora, para lo cual utilizará la oficina. ¿Deberá o no considerar el valor de la oficina como un costo del proyecto?, respuesta: sí, pues por hacer el proyecto está renunciando a recibir \$ 50 000 que le produciría la venta del inmueble. No se confunda, siempre enfrentamos costos de oportunidad; por ejemplo, usted podría estar haciendo otra actividad en vez de leer este libro. Sin embargo, en el flujo de caja solo se incluye los costos de oportunidad «monetizables» (los que pueden ser cuantificados en unidades monetarias); los que no tienen esas características, se ven reflejados en la tasa de descuento.

**Consejo 4. Considerar los costos de erosión o sinergia en el flujo de caja de un proyecto.**

A veces, un proyecto erosiona las ventas actuales de la empresa. Imagine que usted tiene una empresa que solo produce una marca de galletas (marca A). Las ventas

de ese producto alcanzan 50 000 unidades mensuales. Ahora, usted considera producir una marca adicional (marca B) que estima venderá 12 000 unidades. Asimismo, su departamento de marketing le ha informado que algunos consumidores de su marca tradicional pasarán a comprar la nueva marca (la estimación más confiable le dice que la reducción en las ventas de la marca A será de 2 000 unidades). Asumamos, por simplicidad, que los precios y los costos son iguales en ambas marcas. ¿Cuáles serán las ventas que deben considerarse en el proyecto «Lanzamiento marca B»? ¿12 000? No, la respuesta es solo 10 000 unidades. Las otras 2 000 son unidades que la empresa ha dejado de vender en la marca tradicional. Ese es un típico costo de erosión que debe ser tomado en consideración a la hora de proyectar el flujo de caja de un proyecto.

La sinergia, por su parte, ocurre cuando el proyecto aumenta el flujo de caja de otras actividades de la empresa. Piense, por ejemplo, en una campaña de publicidad para una marca de chocolates que no solo incrementa las ventas de ese tipo de productos, sino que también aumenta la de otros productos del negocio.

**Consejo 5. No olvidar incorporar las inversiones de capital de trabajo en el flujo de caja de un proyecto.**

¿Se podría manejar un auto sin gasolina? No, por supuesto. ¿Sería factible operar un proyecto sin capital de trabajo?, otra vez la respuesta es un rotundo no. Simplemente no habría recursos para seguir produciendo mientras se cobra lo vendido. Los métodos para calcular las necesidades de capital de trabajo de un proyecto (y por extensión de una empresa) ya fueron desarrollados.

Por último, y en lo que sigue, se supone que todas las ventas y las compras se hacen al contado y todo lo que es producido se vende. En otras palabras, lo propuesto es romper el principio contable del devengado. Existe el riesgo que se mencione que todas las empresas (y, por lo tanto, los proyectos) reciben y otorgan créditos, por lo que la asunción no se ajusta a la realidad. Se pondrá un ejemplo para ilustrar este punto, trayendo a la vida un proyecto que puede llamarse el proyecto X, este durará 10 años y venderá S/. 100 000 mensuales siguiendo esta estructura: 10 % al contado, 40 % a 30 días y 50 % a 60 días. Ahora, se proyecta los ingresos en efectivo mensuales:

	%	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 5...12
Ventas		100 000,0	100 000,0	100 000,0	100 000,0
Al contado	10,0 %	10 000,0	10 000,0	10 000,0	10 000,0
30 días	40,0 %		40 000,0	40 000,0	40 000,0
60 días	50,0 %			50 000,0	50 000,0
<b>Ingresos en efectivo</b>		<b>10 000,0</b>	<b>50 000,0</b>	<b>100 000,0</b>	<b>100 000,0</b>

Observe, por favor, a partir de qué mes las ventas se hacen iguales; no importando las condiciones de venta pactadas con los clientes. A partir del mes 3; ese es el punto, precisamente. No vale la pena proyectar estructuras de ventas o compras al crédito si su impacto en los ingresos en efectivo totales del proyecto es marginal y solo visible en el primer año. Pero si usted lo considera importante, entonces no dude en considerarlo.

## 2.5. LA IMPORTANCIA DE LOS ESCUDOS FISCALES

Los escudos fiscales (EF) son todos aquellos gastos que, registrados en el Estado de Resultados de la empresa, determinan, al reducir el monto imponible, un menor pago del impuesto a la renta. Bajo esa definición, entonces, **todos** (así, en negrita) los gastos anuales en los que incurre la firma (materia prima, salarios, alquileres, etcétera) se convierten en EF.

Si bien esto es correcto, en finanzas y, sobre todo, a la hora que se evalúan proyectos, los EF que interesan son los que se derivan de tres rubros del gasto; a saber: la depreciación, los gastos financieros y los derivados de las ventas de los activos fijos al inicio o al final del momento de la inversión. La respuesta del porqué es elemental y sencilla: todo lo que reduzca la salida de efectivo del proyecto —y el pago del impuesto a la renta es uno de ellos— redundará en una mayor disponibilidad de caja; lo que, a la vez, se traducirá en una mayor generación de valor para el accionista.

Los EF que provienen de la depreciación (EFD) y de los gastos financieros (EFI) son conceptos claros. Están simplificados en los cuadros siguientes, en los cuales se asume una tasa de impuesto a la renta de 30 %:

**Gráfico 2.14. Escudos fiscales de la depreciación y los intereses**

<b>Cuadro A. Escudo fiscal proveniente de la depreciación</b>		
Estado de Resultados	Escenario 1	Escenario 2
Ventas	200,00	200,00
(-) Costo de ventas (sin depreciación)	-125,00	-125,00
<b>(-) Depreciación</b>	<b>0,00</b>	<b>-20,00</b>
Utilidad bruta	75,00	55,00
(-) Gastos administrativos	-20,00	-20,00
(-) Gastos de ventas	-10,00	-10,00
Utilidad operativa	45,00	25,00
(-) Gastos financieros	0,00	0,00
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>45,00</b>	<b>25,00</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	<b>-13,50</b>	<b>-7,50</b>
Utilidad neta	31,50	17,50
Escenario 1: No hay depreciación, monto imponible S/. 45 e impuesto a la renta S/. 13,50.		
Escenario 2: Cifras similares al del escenario 1, solo que ahora se incluye gastos de depreciación (S/. 20). Eso hace que se reduzca el monto imponible de S/. 45 a S/. 25 y, por lo tanto, también disminuye el pago del impuesto a la renta en S/. 6 (de S/. 13,50 a S/. 7,50).		

<b>Cuadro B. Escudo fiscal proveniente de los gastos financieros</b>		
Estado de Resultados	Escenario 1	Escenario 2
Ventas	200,00	200,00
(-) Costo de ventas (con depreciación)	-145,00	-145,00
Utilidad bruta	55,00	55,00
(-) Gastos administrativos	-20,00	-20,00
(-) Gastos de ventas	-10,00	-10,00
Utilidad operativa	25,00	25,00



<b>Cuadro B. Escudo fiscal proveniente de los gastos financieros</b>		
<b>(-) Gastos financieros</b>	<b>0,00</b>	<b>-15,00</b>
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>25,00</b>	<b>10,00</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	<b>-7,50</b>	<b>-3,00</b>
Utilidad neta	17,50	7,00
Escenario 1: No hay intereses, monto imponible S/.25 e impuesto a la renta S/. 7,50.		
Escenario 2: Cifras similares a las del escenario 1, solo que ahora se incluye gastos financieros (S/. 15). Eso hace que se reduzca el monto imponible de S/. 25 a S/. 10 y, por lo tanto, también disminuye el pago del impuesto a la renta en S/. 4,50 (de S/. 7,50 a S/. 3,00).		

Elaboración propia.

Queda claro que la inclusión de ambos rubros de gasto ha reducido el monto imponible y el pago del impuesto a la renta. Alguien podría observar que, también, la utilidad ha disminuido; pero, lo que manda es la caja y no la utilidad a la hora de generar valor. Por lo que, al final del día, el pagar menos tributos hace que el proyecto tenga más caja y, por ende, genere más valor para sus accionistas.

Hay un efecto que se debe resaltar, y es que el EFI reduce la tasa de interés que efectivamente paga la empresa o el proyecto cuando toma deudas. Asimismo, la depreciación no representa una salida de efectivo. Es más bien una provisión contable que se registra en el Estado de Resultados para tener en cuenta el desgaste por el uso de los activos fijos en el proceso productivo. Muchas personas consideran a la depreciación como un generador de efectivo. Esto no es verdad, la depreciación per se no genera efectivo; es más bien su efecto al reducir el monto imponible lo que entrega efectivo al proyecto.

Dos puntos que son importantes considerar:

1. Los escudos fiscales solo operan cuando hay utilidades (hay que tatuarse esto en la frente, para que nunca se olvide). Obviamente, si la empresa no tiene utilidades no hay que pagar impuesto a la renta y, por lo tanto, pierde totalmente importancia el hecho de que se registren rubros de gasto que reduzcan el monto imponible; simplemente porque este no existe.

2. La manera más sencilla de calcular el menor pago de impuesto derivado de los EF es sencillo. Por ejemplo, en el caso de la depreciación, la menor salida de caja fue de S/. 6,00 y, en el caso de los gastos financieros, el monto ahorrado fue de S/. 4,50. Para obtenerlos, siga estos dos pasos:

**Paso 1.** Verifique que ese año existan utilidades en el proyecto o empresa. Si la respuesta es sí, entonces continúe al paso 2.

**Paso 2.** Multiplique la tasa de impuesto a la renta, en nuestro caso 30 % por la depreciación del periodo, en caso que esté buscando el EFD; o por los gastos financieros, cuando busque el EFI. El monto, así obtenido, será el ahorro producido en el impuesto a la renta.

	<b>Gasto</b>	<b>×</b>	<b>Tasa impto.</b>	<b>=</b>	<b>Monto ahorrado en tax</b>
Ahorro tributario por EFD	= 20,00	×	30 %	=	6,00
Ahorro tributario por EFI	= 15,00	×	30 %	=	4,50

## 2.6. LOS EFECTOS TRIBUTARIOS Y LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD

El costo de oportunidad (CO) es un beneficio monetario o no al que se renuncia por efectuar una acción. Por ejemplo, un típico CO es a lo que usted, en este momento, está renunciando (mirar TV, chequear sus correos, etcétera) por leer este libro.

Un efecto tributario, que es importante tomar en cuenta cuando el proyecto se encuentra en la etapa de inversión (momento 0), tiene que ver cuando se presentan CO derivados de la utilización o no de activos fijos que la empresa o los accionistas ya poseen.

A continuación, describo una situación sencilla. Imagine que quiere evaluar la posibilidad de echar a andar una empresa de consultoría. Resulta que usted posee una oficina con un valor comercial de \$ 50 000, que serviría como sede de la empresa. Le pregunto: ¿el costo de inversión incluiría o no esos \$ 50 000? La respuesta es por supuesto que sí, dado que por utilizarla en su proyecto está renunciando a recibir \$ 50 000 que percibiría de venderla a un tercero. En este caso, la oficina representa un típico CO.

Pasemos ahora a una situación más complicada. Ahora usted posee una empresa en marcha que genera utilidades, y tiene una máquina sin utilizar en el almacén. Viene el ingeniero de planta y le dice que podrían elaborar con ella un nuevo producto, que le generará un flujo de caja después de impuestos de S/. 50 000 por tres años y que, para hacerlo, lo único que necesitan es enchufarla. Adicionalmente, la máquina tiene un valor nulo en los libros contables de su empresa y nadie, preste atención, nadie se muestra interesado en adquirirla. La tasa de impuesto a la renta es de 30 %. Obviamente, es una situación extrema; pero conveniente para entender el impacto de los CO.

El flujo de caja (FC) de este proyecto es sencillo de elaborar:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
0,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

¿Cambiaría el FC si, en ese momento y como caído del cielo, se presenta un interesado en adquirir la máquina por S/. 100 000? Es claro que sí; pero si usted está pensando que el FC resultante puede expresarse así, es que no está tomando en cuenta los efectos tributarios:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
-100 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

✗

No se olvide que existe un impuesto a la renta de 30 %. Ahora bien, ¿a cuánto está renunciando por negarse a vender la máquina y utilizarla en el proyecto? Pues no a S/. 100 000, sino a S/. 70 000; por lo que el FC correcto es el siguiente:

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
-70 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

✓

¿Cómo así desaparecieron S/. 30 000? Pues porque de haberlo vendido a S/. 100 000, el Estado se hubiera llevado el 30 % de la ganancia. El Estado de Resultados y el FC del año 0, de haberse producido la venta, dejarían la operación así:

**Escenario resultante de haber vendido el AF**

Estado de Resultados	Año 0
Ganancia extraordinaria	100 000,00*
Impuesto a la renta	-30 000,00**
Utilidad neta	70 000,00

\* Ingreso extraordinario: S/. 100 000

(-) Valor en libros AF : S/. 0

Ganancia extraordinaria: S/. 100 000

\*\* Este es el tax que se lleva el Estado por la ganancia extraordinaria producto de la venta del AF.

**Escenario resultante al no haber vendido el AF**

Flujo de caja	Año 0
CO sin efecto tributario	-100 000,00*
Efecto tributario	30 000,00**
FC	-70 000,00***

\* Se está renunciando a S/. 100 000, sin considerar el impuesto a la renta que hubiese debido pagar.

\*\* Este es el tax que se hubiera llevado el Estado por la ganancia extraordinaria producto de la venta del AF.

\*\*\* Esta cantidad es a lo que realmente se está renunciando.

Ahora se delinea un escenario más complicado. Si se imagina que, permaneciendo todo lo demás igual, el valor en libros del AF es de S/. 55 000 y existen tres alternativas para vender la máquina: la primera por S/. 100 000, la segunda por S/. 55 000 y la tercera por S/. 20 000; los FC resultantes serían:

Escenario 1

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
-86 500,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

Escenario 2

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
-55 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

Escenario 3

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
-30 500,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00

Es conveniente revisar el escenario 3. Aquí la máquina se está vendiendo a un precio menor que el valor en libros. En este caso, el CO sin efecto tributario es sencillo de calcular: S/. 20 000, pero a eso hay que agregarle el efecto tributario; lo que lleva el ingreso al que se renuncia de S/. 20 000 a S/. 30 500. ¿Cómo así?, esto se explica en el siguiente gráfico:

**Escenario resultante de haber vendido el AF**

Estado de Resultados	Año 0
Pérdida extraordinaria	-35 000,00*
Impuesto a la renta	10 500,00**
Utilidad neta	-24 500,00

\* Ingreso extraordinario: S/. 20 000  
 (-) Valor en libros AF: S/. 55 000  
 Pérdida extraordinaria S/. 35 000

\*\* Este es el escudo fiscal que gana la empresa por vender un precio menor que el valor en libros.

**Escenario resultante al no haberse vendido el AF**

Flujo de caja	Año 0
CO sin efecto tributario	-20 000,00*
Efecto tributario	-10 500,00**
FC	-30 500,00***

* Se está renunciando a S/. 20 000 sin considerar el escudo fiscal que se estaría dejando de pagar.
---

** Este es el tax que se hubiese dejado de pagar de haberse vendido la máquina.
---

*** Esta cantidad es a lo que realmente se está renunciando.
--

Es importante tener claro que no solo se está renunciando a S/. 20 000, sino también a un menor pago de impuestos por S/. 10 500, al vender una máquina por una cantidad de dinero que está por debajo de su valor en libros. Obviamente, esto es así porque la empresa tiene utilidades y la pérdida que se produciría, de efectuar la venta del equipo, serviría como escudo fiscal.

El cómo se llega a los resultados de los escenarios 1 y 2, se lo dejo a usted.

**2.7. EL FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO**

Mediante la proyección del flujo de caja libre (FCL o, si quiere sofisticarse, *free cashflow to the firm*) se llega a determinar cuánta caja arrojará el proyecto. Si la generación de caja es positiva, entonces quiere decir que ese dinero está disponible luego que el proyecto cubrió sus costos operativos (es decir, cumplió con los trabajadores y proveedores), pagó sus impuestos (cumplió con el Estado) y realizó las inversiones en activos fijos y capital de trabajo necesarias para que el proyecto siga produciendo los bienes y servicios para los cuales fue creado. Es necesario recordar que si el proyecto está apalancado (tiene deuda) ese dinero debe ser repartido entre acreedores y accionistas (en ese orden), si no lo está, entonces ese dinero se lo lleva

íntegramente el accionista. Si este no es el caso (es decir, si el proyecto tiene deuda dentro de su estructura de financiamiento), entonces el siguiente paso es hallar el FC del accionista; esto es, la cantidad de dinero que le queda al accionista luego de cubrir costos, pagar impuestos, realizar inversiones y pagar a los acreedores.

La construcción del FCL sigue cualquiera de estas tres metodologías:

**Alternativa 1.** Método directo. Es lo que implica armar el FCL línea por línea (ingresos, egresos operativos, impuestos, inversiones, etcétera).

**Alternativa 2.** Método del NOPAT, las siglas en inglés de utilidad operativa después de impuestos (Ut. Operativa \*  $[1 - \text{tax}]$ ).

**Alternativa 3.** Método del EBITDA (o, menos elegante, en castellano: la utilidad operativa + la depreciación y la amortización de intangibles).

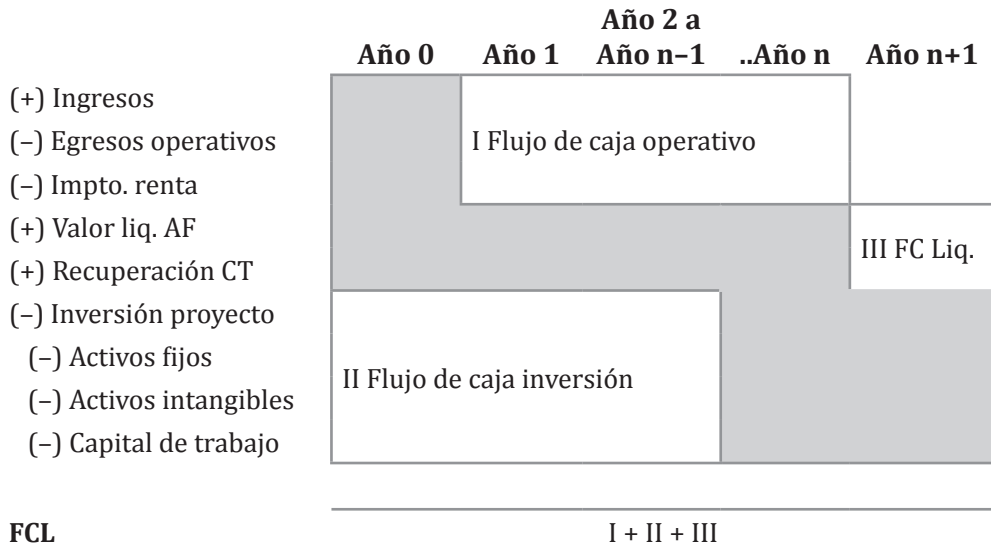
Los tres métodos deben arrojar el mismo resultado final, siempre y cuando se asuma que las ventas y las compras se hacen al contado (es decir, rompiendo el principio del devengado). Sin embargo, sea cual sea el método escogido, no hay que perder de vista que siempre se debe proyectar el Estado de Resultados del proyecto. Un momento, ¿no es que solo interesaba la caja y no la utilidad? Sí, efectivamente es así, pero en cualquiera de los tres métodos se necesita insumos que solo pueden ser proporcionados por este estado financiero. El método directo proporciona el impuesto a la renta; el método del NOPAT brinda la utilidad operativa; y el método del EBITDA entrega la utilidad operativa y la depreciación y amortización de intangibles. Es necesario no perder de vista que, sea cual sea la estructura de financiamiento del proyecto, el Estado de Ganancias y Pérdidas no debe incluir los gastos financieros (pago de intereses a los bancos). No hay que romperse la cabeza; después se verá cómo incluir los gastos financieros dentro del flujo de caja.

¿Un consejo?, siempre es necesario proyectar primero el FC de operación, luego el FC de inversión y, por último, el FC de liquidación.

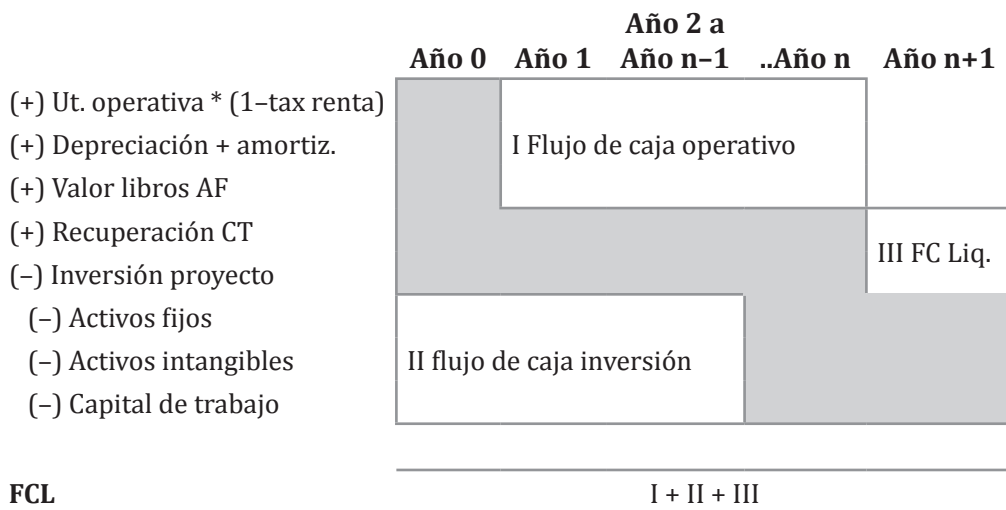
A continuación, se resumen esquemáticamente las tres metodologías descritas:

**Gráfico 2.15. Metodologías para construir el FCL de un proyecto**

**FCL – Método directo**



**FCL – Método NOPAT**





**FCL – Método EBITDA**

	Año 0	Año 1	Año 2 a Año n-1	..Año n	Año n+1
(+) Ebitda * (1-tax renta)		I Flujo de caja operativo			
(+) Depreciación * tax renta					
(+) Valor liq. AF*(1-tax renta)					
(+) Recuperación CT					III FC Liq.
(-) Inversión proyecto					
(-) Activos fijos					
(-) Activos intangibles	II Flujo de caja inversión				
(-) Capital de trabajo					
<b>FCL</b>	I + II + III				

Elaboración propia.

Por favor, notar que en el método del NOPAT se consigna en el FCL el valor en libros del activo fijo como parte del FC de liquidación. Esto no debe olvidarse.

**2.8. EL FLUJO DE CAJA DEL ACCIONISTA**

El flujo de caja libre (FCL) es lo que entrega el proyecto en efectivo a los que lo financiaron, no importando cómo estos se lo repartan. Es como si el proyecto acudiera a bancos y accionistas y les dijese «inviertan en mí S/. 100 y yo les entregaré S/. 20 en efectivo durante X años». «La manera como se repartan esos S/. 20 —sigue diciendo el proyecto— no es de mi incumbencia». Es por esto que el FCL no considera la estructura financiera (porcentajes y costos de deuda y aporte) escogida para implementar el proyecto. En términos simples, no toma en cuenta el servicio de la deuda.

Es importante corregir una definición que, en algunos libros, se brinda sobre el FCL; puesto que este no es el flujo de caja del proyecto como si solo el accionista lo hubiese financiado.

Anteriormente se explicó las metodologías utilizadas para construir el flujo de caja libre (FCL). Ahora conviene exponer cómo llegar a determinar cuánto le queda al accionista. Es decir, hay que pasar del FCL (lo que entrega el proyecto) al flujo de caja del accionista (FCA), también llamado flujo de caja patrimonial, flujo de caja financiero o flujo de efectivo apalancado.

Antes de explicar la metodología para hallarlo, primero hay que definirlo. El FCA es lo que le deja el proyecto al accionista luego de cubrir sus costos, pagar sus impuestos, ejecutar las inversiones necesarias para la marcha del negocio (hasta aquí es el FCL) y pagar a los acreedores. Obviamente, lo que queda de efectivo el accionista se lo puede meter al bolsillo sin ningún problema, pues ya cumplió con todos: trabajadores y proveedores (costos), Estado (impuestos), proyecto (inversiones) y acreedores (pago de deudas).

Es fácil darse cuenta de que en el año T el FCA viene definido por:

$$FCA_t = FCL_t (-) \text{ servicio de la deuda}_t$$

En realidad le falta algo a esa expresión. Se ha dicho que apalancado o no el proyecto (con o sin deuda), el Estado de Resultados no debe incluir el pago de intereses (gastos financieros). Al hacer esto, es importante tener conciencia de que no se está considerando el menor pago de impuesto a la renta, producto de la inclusión de los intereses; por lo que se hace que el proyecto pague más en tributos de lo que realmente debería, motivo suficiente para compensar esto de alguna manera.

Para demostrar lo anterior, hay que tomar en cuenta este caso. La empresa A tiene una utilidad operativa de S/. 200 y una deuda de S/. 500, por la cual los bancos le cobran 8 % anual. Se asume una tasa de impuesto a la renta de 30 %. El cuadro 2 es el Estado de Resultados «normal», es decir, incluye los gastos financieros; en tanto que el cuadro 1 es el Estado de Resultados «económico» (sin intereses), el que se dijo era necesario elaborar:

<b>Cuadro nro. 1</b>		<b>Cuadro nro. 2</b>	
<b>Estado de Resultados (económico)</b>		<b>Estado de Resultados («normal»)</b>	
Utilidad operativa	200,0	Utilidad operativa	200,0
Intereses	0,0	Intereses	-40,0
Impuesto renta	-60,0	Impuesto renta	-48,0
Utilidad neta	140,0	Utilidad neta	112,0

Observe que no incluir los gastos financieros (Cuadro nro. 1) hace que la empresa pague más impuesto a la renta de lo que debería (en vez de pagar S/. 48 está pagando S/. 60, S/. 12 más). ¿Cómo calcular lo que ahorraría en impuesto a la renta la inclusión de los intereses, sin elaborar el Estado de Ganancias y Pérdidas con y sin gastos financieros? Simple; halle, para ese año (periodo t), el escudo fiscal de los intereses (EFI):

$$\mathbf{EFI_t = interés\ pagado_t \times tasa\ de\ impuesto\ a\ la\ renta_t}$$

Al comprobar esta ecuación:

$$\mathbf{EFI = S/. 40 \times 30 \% = S/. 12}$$

Hemos hallado que el ahorro en impuesto a la renta por incluir los gastos financieros en el Estado de Ganancias y Pérdidas asciende a S/. 12, sin tener que elaborar el Estado de Resultados con y sin intereses. Ojo, el EFI, como todo escudo fiscal, solo aplica si existen utilidades.

Ahora sí, podemos desarrollar la ecuación del FCA para el periodo t en su totalidad:

$$\mathbf{FCA_t = FCL_t (-) servicio\ de\ la\ deuda_t (+) EFI_t}$$

Básicamente, con la inclusión del EFI, lo que estamos haciendo es devolver al proyecto lo que se pagó en exceso de impuesto a la renta.

Esquemáticamente,

**Gráfico 2.16. Flujo de caja del accionista**

	Año 0	Año 1	Año n-1	..Año n	Año n+1
FCL			Año 2 a I + II + III		
(-) Servicio deuda (1)					
(+) EFI (2)					
(+) Deuda (3)					
FCA		(1) + (2) + (3)			

Elaboración propia.

Observe que en el año 0, el año de la decisión, al monto de la inversión (FCL) se le suma la deuda incurrida. Esto se hace porque, para el accionista, la deuda es una entrada de efectivo; con lo que, para ese año y desde el punto de vista de este, lo relevante es el monto de su aporte.

## 2.9. CONSTRUCCIÓN DE LOS FLUJOS DE CAJA: UN CASO PRÁCTICO

Considere este pequeño caso:

Un proyecto cuya inversión es de S/. 100 y dura tres años, será financiado en un 50 % con un préstamo a una tasa del 10 % anual; y cuyo principal será pagado en una cuota al final del año 3. La estructura de la inversión es 70 % activos fijos y 30 % capital de trabajo. La utilidad operativa del proyecto, sin considerar depreciación, es de S/. 180 y asciende al 33,33 % anual (es decir, el activo fijo se deprecia hasta S/. 0 en los tres años del proyecto). Al final de la vida útil (cuando el proyecto se liquida), el activo fijo se vende en S/. 10. Asimismo, la tasa de impuesto a la renta está fijada en 30 % y, por simplicidad, se supondrá que no hay IGV. Con estos datos halleemos el FCL y el FCA.

Antes de hacer las proyecciones, precisemos los puntos siguientes. Primero: el proyecto es de una empresa nueva (en otras palabras, la empresa es el proyecto).

Segundo: es un proyecto apalancado (los accionistas han decidido tomar deuda para financiar parte de la inversión). Tercero: el proyecto dura cuatro años (un año de inversión [año 0] y tres años de operación [vida útil]). A efectos de simplificar el caso, asumiremos que el proyecto se liquida en el último año de vida útil (año 3). También podríamos haber considerado el año 4, que sería el año de liquidación.

Armados con esos datos y precisiones, hallaremos el FCL por el método del NOPAT. Debemos empezar proyectando el Estado de Resultados económico (esto es, sin considerar los intereses a pesar que el proyecto tiene deuda). Recuerde que lo necesitamos para poder determinar el NOPAT, que es la base de la proyección por este método.

La proyección arroja los resultados siguientes:

<b>Estado de Resultados (económico)*</b>				
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Utilidad operativa (sin depreciación)		180,0	180,0	180,0
Depreciación		-23,3	-23,3	-23,3
Ingreso extraordinario				10,0**
Impuesto a la renta		-47,0	-47,0	-50,0
<b>NOPAT***</b>		<b>109,7</b>	<b>109,7</b>	<b>116,7</b>

* Aunque el proyecto esté apalancado no incluye los intereses.
** Ingreso extraordinario = venta del AF en S/. 10 cuando su valor en libros es 0.
*** Se debe recordar que NOPAT = utilidad operativa x (1-tax).

Elaboración propia.

No pierda de vista los comentarios insertos en el cuadro. Note que al ser un proyecto de una empresa nueva, no hay ningún efecto tributario en el año de inversión.

Con el NOPAT podemos proyectar el FCL:

**Flujo de caja libre (método NOPAT)**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
NOPAT		109,7	109,7	116,7
(+) Depreciación		23,3	23,3	23,3
(+) Valor en libros AF				0,0*
(+) Recuperación CT				30,0**
(-) Inversión	-100,0			
Activo fijo	-70,0			
Capital de trabajo	-30,0***			
<b>FCL</b>	<b>-100,0</b>	<b>133,0</b>	<b>133,0</b>	<b>170,0</b>
* Se consigna el valor en libros del activo fijo.				
** Recuperación CT= suma algebraica de todo lo invertido en capital de trabajo.				
*** En el FC solo se registran las variaciones en el CT (no el stock).				

Interpretemos estos resultados a la luz de lo explicado. El proyecto recibe S/. 100 y entrega, en efectivo, S/. 133 cada año durante los dos primeros años, y S/. 170 en el tercero. Como se dijo anteriormente, en el FCL, al proyecto no le importa quiénes lo financian. Recibe S/. 100 y genera en efectivo, a lo largo de su vida útil, un total de S/. 436. Cómo se lo repartan los que lo financiaron, no es de su incumbencia.

Para saber cómo se lo distribuyen los que aportaron estos S/. 100, debemos hallar el FCA. En otras palabras, queremos saber cuánto reciben en efectivo los acreedores y los accionistas. La línea final (FCA), muestra cuánto le queda al accionista luego que el proyecto paga la deuda contraída.

Obviamente, al FCL debemos quitarle lo que los acreedores se llevan y, luego, calcular el efecto fiscal (el menor monto del pago en el impuesto) en el que se incurrió, al no incluirse en el Estado de Resultados los intereses. Nuevamente, no deje de prestar atención a los comentarios insertos en la proyección.

**Flujo de caja del accionista\***

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
FCL	-100,0	133,0	133,0	170,0
(-) Servicio deuda	50,0**	-5,0	-5,0	-55,0
(+) EFI		1.5***	1,5	1,5
<b>FCA</b>	<b>-50,0</b>	<b>129,5</b>	<b>129,5</b>	<b>116,5</b>

\* Para hallar el FCA partimos del FCL.

\*\* La deuda en el año 0 es positiva, pues para los accionistas es una entrada en efectivo.

\*\*\* Recordar que  $EFI = \text{intereses} \times \text{tax}$ , entonces  $5 (\text{intereses}) * 30 \% (\text{tax})$ .

Interpretemos los resultados. A los accionistas, el proyecto les pide S/.50 (S/.100 la inversión total – S/.50 que ponen los bancos) y les entrega, en efectivo, S/.129,5 por dos años y S/.116,5 en el tercero. Observe que en el año 3, no solo se paga intereses (S/.5), sino que también se debe devolver el principal (S/.50) de la deuda contraída. También, es valioso tener en cuenta que el EFI aplica en todos los años porque hay utilidades en los tres años de vida útil del proyecto.

Ahora, halleemos el FCL por el método directo. Debe quedar claro que el Estado de Resultados y el FCA se hallan de manera similar, sea cual sea el método que escoja para proyectar el FCL. Recuerde que el FCL por este método se construye línea por línea (ingresos, egresos, impuestos, etcétera).

**Flujo de caja libre (método directo)**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Ingresos operativos		180,0	180,0	180,0
Valor de liquidación				40,0
Activo fijo				10,0
Recuperación CT				30,0
Impuesto a la renta		-47,0	-47,0	-50,0
(-) Inversión	-100,0			
Activo fijo	-70,0			
Capital de trabajo	-30,0			
<b>FCL</b>	<b>-100,0</b>	<b>133,0</b>	<b>133,0</b>	<b>170,0</b>

Por último, proyectemos el FCL por el método del EBITDA:

<b>Flujo de caja libre (método EBITDA)</b>				
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
EBITDAx (1-tax)		126,0	126,0	126,0
(+) Depreciación × tax		7,0	7,0	7,0
Valor de liquidación				37,0
Activo fijo*(1-tax)				7,0
Recuperación CT				30,0
(-) Inversión	-100,0			
Activo fijo	-70,0			
Capital de trabajo	-30,0			
<b>FCL</b>	<b>-100,0</b>	<b>133,0</b>	<b>133,0</b>	<b>170,0</b>

Como supusimos que todo lo que se compra y se vende es al contado, los tres métodos arrojan los mismos resultados

## 2.10. LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN UNA EMPRESA EN MARCHA

La gran mayoría de proyectos corresponden a los desarrollados por empresas que ya están en marcha. Ampliación de capacidad instalada, sustitución de maquinarias y equipos; conveniencia de alquilar versus comprar, son típicas situaciones que los evaluadores enfrentan en su trabajo cotidiano. Veamos cómo evaluarlos.

Lo primero que debe tenerse presente es que lo único que interesa, es el flujo de caja incremental o marginal; hay que recordar que para evaluar proyectos solo cuenta lo que varía. Considere este caso, una empresa que genera S/. 500 000 en ventas mensuales está proyectando adquirir maquinaria y equipo que le permitirá incrementarlas a S/. 850 000. La pregunta que tenemos que contestar es si para evaluar este proyecto debemos considerar los S/. 850 000, que es el nuevo nivel de las ventas de la firma, como ingresos del proyecto. La respuesta es un rotundo no, pues el proyecto incrementa las ventas en S/. 350 000 y esa es la cifra que debe emplearse como los ingresos del proyecto. Visto de otra manera, de los S/. 850 000 vendidos, S/. 500 000 ya eran generados por la operación del negocio; sin considerar el nuevo proyecto.

Entonces, cuando se evalúa un proyecto solo interesa identificar y cuantificar los beneficios y costos que se generan por este. Por ejemplo, el costo de la materia



prima de los productos que elaborará el proyecto naturalmente debe considerarse, así como también —en el caso que ocurran— las pérdidas contables, que se traducirán en escudos fiscales para la empresa que ejecutará el proyecto.

Queda claro, entonces, que es el flujo de caja incremental el que interesa proyectar. En el caso del proyecto de una empresa creada para ejecutarlo, no hay problema de elaborarlo, pues dado que la empresa es el proyecto, todos los beneficios y costos originados se deben al proyecto; por lo que el FC de la empresa es el FC del proyecto. Pero si el proyecto evaluado es el de una empresa ya en funcionamiento, ¿cómo se aísla los beneficios y costos del proyecto?

No hay que preocuparse por ello, es sencillo de hacer y existen dos alternativas: una es elaborar de frente el FC incremental del proyecto, esta alternativa es la preferida por los evaluadores experimentados pues es una manera rápida de elaborar las proyecciones del proyecto. La otra manera —recomendable si no se tiene mucha experiencia en evaluar proyectos— es plantear dos situaciones. La primera, a la que denominaremos A, es la situación de la empresa sin el proyecto (en nuestro ejemplo, ventas mensuales S/. 500 000); la segunda, a la que llamaremos B, representa la situación de la empresa con el proyecto (empresa + proyecto), es decir, S/. 850 000; siguiendo con el caso. Para aislar el efecto que ha tenido el proyecto en los ingresos, lo que hay que hacer es tomar la situación B y restarle la situación A (S/. 850 000 – S/. 500 000), cuyo resultado es S/. 350 000, cifra correspondiente a las ventas que se deben al proyecto y que necesitamos utilizar en las proyecciones correspondientes.

Para una mejor comprensión de lo explicado, trabajaremos un pequeño caso práctico. A fin de no infringir derechos de autor, este caso fue adaptado del texto *Casos prácticos de dirección financiera* (2000), de Martín y Martínez.

La empresa Fertilizantes Orgánicos S.A.C. se dedica a la fabricación y comercialización de un fertilizante químico para el sector agrario. Sin embargo, está estudiando la expansión de las ventas de ese producto a regiones aledañas, para lo cual, dado que tienen su capacidad productiva al máximo, necesitaría llevar a cabo una inversión en maquinaria por valor de S/. 10 millones de nuevos soles. El gerente comercial de la empresa estima que dicha expansión supondrá elevar las ventas anuales, que actualmente son 25 millones, hasta alcanzar los 45 millones durante cada uno de los próximos cuatro años.

Los costos variables de FOSAC suponen el 60 % de las ventas y están constituidos, en su totalidad, por las compras a proveedores. Los costos fijos, que actualmente son S/. 2,3 millones/año de los que un millón de nuevos soles corresponde a cargos por depreciación, se incrementarán con esta nueva inversión en un millón cada año (sin incluir la depreciación). La depreciación de la maquinaria se llevará a cabo mediante el sistema de línea recta, teniendo esta un valor de liquidación estimado al final del cuarto año de dos millones. Las necesidades de capital de trabajo se estiman en el 10 % de las ventas incrementales anuales. La tasa impositiva que soporta la sociedad es 35 %, y el costo de capital estimado es 15 %.

Lo primero que hay que encontrar es las ventas y los gastos que se originan por el proyecto. Para tal efecto, se debe construir una tabla de este tipo:

	<b>Situación actual empresa (A)</b>	<b>Situación empresa + proyecto (B)</b>	<b>Proyecto (B) - (A)</b>
Ventas	25 000 000,00	45 000 000,00	20 000 000,00
Costos variables	15 000 000,00	27 000 000,00	12 000 000,00
Costos fijos sin depreciación	1 300 000,00	2 300 000,00	1 000 000,00
Depreciación	1 000 000,00	3 500 000,00	2 500 000,00

↑  
Cifras del proyecto

Con estas cifras, se está a disposición de hacer la evaluación del proyecto de FOSAC. Las cifras del proyecto serán utilizadas para encontrar el flujo de caja incremental; pero primero hay que proyectar el flujo de caja de la situación de la empresa sin proyecto (situación actual). Es necesario recordar que en ausencia de gastos financieros, el NOPAT (utilidad operativa después de impuestos) es similar a la utilidad neta:

**Situación empresa sin proyecto (A)**

Estado de	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
<b>Resultados</b>					
Ventas	25 000 000,00	25 000 000,00	25 000 000,00	25 000 000,00	25 000 000,00
Ganancias extraor- dinarias					
Costos variables	-15 000 000,00	-15 000 000,00	-15 000 000,00	-15 000 000,00	-15 000 000,00
Costos fijos	-1 300 000,00	-1 300 000,00	-1 300 000,00	-1 300 000,00	-1 300 000,00
Depreciación	-1 000 000,00	-1 000 000,00	-1 000 000,00	-1 000 000,00	-1 000 000,00
Impuesto a la renta	-2 695 000,00	-2 695 000,00	-2 695 000,00	-2 695 000,00	-2 695 000,00
Utilidad neta	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00
<b>Flujo de caja (método NOPAT)</b>					
NOPAT	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00	5 005 000,00
(+) Depreciación	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
(+) Recuperación CT					0,00
(+) Valor en libros AF					0,00
Inversión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Activo fijo	0,00				
Capital de trabajo	0,00				
FCL	0,00	6 005 000,00	6 005 000,00	6 005 000,00	6 005 000,00

La maquinaria y equipo que la empresa ya posee, y el capital de trabajo para la operación actual; no se consideran.

Luego, se procede a elaborar la proyección de la empresa más el proyecto:

Situación empresa con proyecto (B)					
Estado de	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Resultados					
Ventas	45 000 000,00	45 000 000,00	45 000 000,00	45 000 000,00	45 000 000,00
Ganancias ex- traordinarias					2 000 000,00
Costos variables	-27 000 000,00	-27 000 000,00	-27 000 000,00	-27 000 000,00	-27 000 000,00
Costos fijos	-2 300 000,00	-2 300 000,00	-2 300 000,00	-2 300 000,00	-2 300 000,00
Depreciación	-3 500 000,00	-3 500 000,00	-3 500 000,00	-3 500 000,00	-3 500 000,00
Impuesto a la renta	-4 270 000,00	-4 270 000,00	-4 270 000,00	-4 270 000,00	-4 970 000,00
Utilidad neta	7 930 000,00	7 930 000,00	7 930 000,00	7 930 000,00	9 230 000,00
<b>Flujo de caja</b>					
(método NOPAT)					
NOPAT	7 930 000,00	7 930 000,00	7 930 000,00	7 930 000,00	9 230 000,00
(+) Depreciación	3 500 000,00	3 500 000,00	3 500 000,00	3 500 000,00	3 500 000,00
(+) Recuperación CT					2 000 000,00
(+) Valor en libros AF					0,00
Inversión	-12 000 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Activo fijo	-10 000 000,00				
Capital de trabajo	-2 000 000,00*				
FCL	-12 000 000,00	11 430 000,00	11 430 000,00	11 430 000,00	14 730 000,00
* S/. 45 000 000. Ventas con proyecto (-) S/. 25 000 000. Ventas sin proyecto = S/. 20 000 000 * 10 % =					
S/. 2 000 000					

Ahora, al FC de la situación empresa más proyecto (B), se resta el FC de la situación empresa sin proyecto (A):

FCL (B) - FCL(A)	-12 000 000,00	5 425 000,00	5 425 000,00	5 425 000,00	8 725 000,00
------------------	----------------	--------------	--------------	--------------	--------------



FC proyecto

¡Listo!, se ha obtenido el FC del proyecto.

Sin embargo, también se tiene la posibilidad de elaborar de frente el FC incremental, es decir, el FC del proyecto. El resultado de ese esfuerzo sería el que se muestra a continuación:

<b>Situación proyecto</b>					
Estado de Resultados	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Ventas		20 000 000,00	20 000 000,00	20 000 000,00	20 000 000,00
Ganancias extraordinarias					2 000 000,00
Costos variables		-12 000 000,00	-12 000 000,00	-12 000 000,00	-12 000 000,00
Costos fijos		-1 000 000,00	-1 000 000,00	-1 000 000,00	-1 000 000,00
Depreciación		-2 500 000,00	-2 500 000,00	-2 500 000,00	-2 500 000,00
Impuesto a la renta		-1 575 000,00	-1 575 000,00	-1 575 000,00	-2 275 000,00
Utilidad neta		2 925 000,00	2 925 000,00	2 925 000,00	4 225 000,00
<b>Flujo de caja (método NOPAT)</b>					
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
NOPAT		2 925 000,00	2 925 000,00	2 925 000,00	4 225 000,00
(+) Depreciación		2 500 000,00	2 500 000,00	2 500 000,00	2 500 000,00
(+) Recuperación CT					2 000 000,00
(+) Valor en libros AF					0,00
Inversión	-12 000 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Activo fijo	-10 000 000,00				
Capital de trabajo	-2 000 000,00				
FCL	-12 000 000,00	5 425 000,00	5 425 000,00	5 425 000,00	8 725 000,00

Como es evidente, los dos métodos arrojan el mismo resultado. ¿Cuál es mejor?, tal como se dijo, depende de la experiencia evaluando proyectos, si no se tiene se recomienda el método que involucra elaborar las proyecciones de la empresa y de la empresa más el proyecto.

### 2.11. ¿EL PROYECTO GENERA VALOR?

Es importante recordar que el incremento en la riqueza de los dueños del negocio tiene relación directa con la generación de valor de la firma. El valor se genera siempre y cuando la empresa o el proyecto entregue una mayor rentabilidad que la tasa mínima que los inversionistas exigen por colocar sus fondos en él.

La tasa mínima requerida no es ni más ni menos que el costo de los recursos que se emplearon en el proyecto. Desde la perspectiva del FCL, los recursos alcanzan el total de la inversión. En tanto que para el FCA, es solo el aporte de los accionistas. Debe quedar claro que para invertir en un proyecto solo se tiene acceso a dos grandes categorías: dinero propio (aporte de los accionistas), al que llamaremos *equity*; y dinero de terceros (deuda). Por fines didácticos, aquí se supone que esta última solo es deuda bancaria.

¿Ha visto alguna vez, una competencia de salto alto? Es claro, que el atleta participante lo ha hecho bien si superó la valla y, por el contrario, ha fracasado si no alcanza la altura suficiente para pasarla. Pues bien, la mejor manera de comprender si un proyecto genera valor es asemejándolo con el atleta del ejemplo. El proyecto genera valor si logra superar la valla, y lo destruye si no puede superarla. La valla en este ejemplo es el WACC, en el caso se mida la rentabilidad por el FCL; y el COK, si esta se hace con el FCA.

¿Por qué el WACC y el COK son las vallas contra las que se debe medir el valor generado?, pues es simple de entender, pero antes es conveniente recordar un par de aspectos conceptuales.

El FCL es lo que el proyecto entrega en efectivo, no importando quién lo financió; por lo que no incluye el pago de la deuda a los acreedores. Lo que el proyecto genera en dinero a lo largo de su vida útil debe ser comparado con el total de la inversión que necesitó para implementarse. Ese monto fue financiado por acreedores (deuda) y accionistas (*equity*), los cuales en el momento de entregar sus fondos anunciaron, también, sus expectativas de rentabilidad. En el caso de los bancos (asumiendo que la deuda sea íntegramente bancaria), esa expectativa está representada por la tasa de interés que cobran por su dinero (Se aconseja no olvidar que para el proyecto la tasa de interés relevante es la tasa después de impuestos ( $i \times [1 - \text{tax}]$ ). En el caso de los accionistas, lo mínimo que querían obtener es el famoso COK, es decir, la rentabilidad que están dejando de ganar en una alternativa de similar riesgo. Ahora bien, ¿cuánto

deberá el proyecto rendir como mínimo?, deberá ganar, por lo menos, el promedio ponderado de las rentabilidades que exigen los inversores por colocar sus fondos; o, lo que es lo mismo desde el punto de vista del proyecto, el costo promedio ponderado de los recursos utilizados para ejecutarlo (el famoso WACC, en inglés).

Cabe señalar que la tasa de interés que un banco cobra, en teoría, debería ser menor que el COK de los accionistas. Dos razones fundamentan esta aseveración: 1. Los accionistas son acreedores residuales. Esto es, cobran después de los bancos (en verdad, cobran después de cualquier acreedor); por lo que los accionistas, al percibir un mayor riesgo que los bancos, ajustan sus expectativas de rentabilidad hacia arriba y 2. Los bancos tienen un portafolio de inversiones mucho más diversificado que los accionistas de un proyecto; por lo que aceptar un proyecto más a su portafolio les trae, en promedio, menos riesgo que la misma acción por parte del accionista.

Regresando a la explicación, en caso de evaluar el proyecto con el FCA hay que tener presente que este es lo que le queda al accionista luego de pagar a los acreedores. Ese efectivo que el proyecto le genera al accionista hay que compararlo contra lo que le pide. ¿Cuál es la expectativa de ganancia del accionista por los fondos que invierte ahí?, el COK, por lo cual se deduce que si el proyecto rinde más que el COK, entonces se ha generado valor y si no lo hizo, entonces lo ha destruido. ¿Y si rindió una rentabilidad igual al COK?, pues le ha dado exactamente lo que ha pedido, pero no se ha generado valor.

En resumen, entonces:

<b>Evaluación del proyecto a través de:</b>	<b>Se compara contra:</b>	<b>Significado</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusión</b>
Flujo de caja libre (FCL)	WACC	Pto. de vista de los inversionistas: expectativas de rentabilidad promedio por los recursos invertidos/Pto. de vista del proyecto: costo promedio de las fuentes utilizadas en su financiamiento.	Rentabilidad > WACC	Genera valor
			Rentabilidad = WACC	Da lo requerido
			Rentabilidad < WACC	Destruye valor

<b>Evaluación del proyecto a través de:</b>	<b>Se compara contra:</b>	<b>Significado</b>	<b>Resultados</b>	<b>Conclusión</b>
Flujo de caja del accionista (FCA)	COK	Rentabilidad de una alternativa de similar riesgo.	Rentabilidad > COK	Genera valor
			Rentabilidad = COK	Da lo requerido
			Rentabilidad < COK	Destruye valor

¿Quedó más claro ahora?

Ya se está listo para discutir cómo saber si el proyecto superó la valla. En otras palabras, es momento de desarrollar los indicadores de rentabilidad.

## 2.12. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Ya se conoce que, con el flujo de caja, se ha proyectado cuánto efectivo dejará la inversión; en tanto que con la tasa de descuento puede determinarse la valla que el proyecto debe superar para crear valor. Juntar estos elementos y dar la respuesta sobre el valor que entrega la inversión, es función de los indicadores de rentabilidad.

Los principales son: el valor presente neto, conocido como VPN; y la tasa interna de retorno, más fácilmente identificable como TIR. Por cierto, al VPN también se le conoce como valor actual neto (VAN).

Aplicar y comprender estos indicadores es clave en la administración financiera de un negocio. Para entender mejor, es necesario recurrir a los ejemplos que se desarrollaron en el apartado «Construcción de los FC: Un caso práctico». Para ese proyecto, se elaboró el FCL por el método del NOPAT:



<b>Flujo de caja libre (método NOPAT)</b>				
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
NOPAT		109,7	109,7	116,7
(+) Depreciación		23,3	23,3	23,3
(+) Valor en libros AF				0,0
(+) Recuperación CT				30,0
(-) Inversión	-100,0			
Activo fijo	-70,0			
Capital de trabajo	-30,0			
<b>FCL</b>	<b>-100,0</b>	<b>133,0</b>	<b>133,0</b>	<b>170,0</b>

Así, el proyecto pidió \$ 100 (año 0), y entregó en efectivo \$ 133 por cada uno de los dos años siguientes; y \$ 170 en el último. ¿Es aceptable este proyecto?

Dado que esa respuesta se obtiene a través de los indicadores de rentabilidad, estos deben ser explicados detalladamente.

### **El valor presente neto (VPN)**

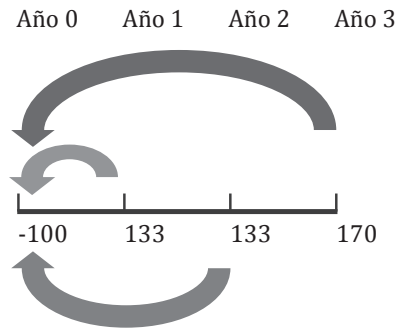
Una respuesta intuitiva a la pregunta del apartado anterior, podría ser que se aprobaría el proyecto siempre y cuando este entregue más de lo pedido. En el ejemplo sería comparar \$ 100, el desembolso, frente a \$ 133 + \$ 133 + \$ 170; es decir, \$ 436 que fue el efectivo que generó el proyecto. Más aún, en vez de comparar se podría, simplemente, efectuar esta operación: **-\$ 100 + \$ 436 = \$ 336**; donde se observaría que, dado que el proyecto exigió \$ 100 y dio \$ 436, ha generado \$ 336 por encima de la inversión. En conclusión, sería una tentación aceptarlo.

Aunque el razonamiento es correcto, se deja de lado un concepto clave de las finanzas: el valor del dinero en el tiempo. Simplemente no es igual gastar \$ 1 en el año 0, que ganar \$ 1 en el año 3. En pocas palabras, un dólar americano de hoy vale más que uno de mañana. ¿Por qué?, simple, el dólar americano recibido hoy puede ser invertido y obtener rentabilidad.

Entonces, ¿qué hacer para superar este problema? Pues se necesita poner todos los dólares en la misma unidad de tiempo. Esto equivale a llevar todo a valores del año 3 (valor futuro), o traer todo al año 0 (valor presente). No es difícil de entender que se

preferirá este último, dado que la decisión de inversión se toma en el presente (esto es el momento 0 del flujo). Esquemáticamente, tendrá que hacerse como muestra el gráfico:

**Gráfico 2.17. Fundamento del valor presente**



Elaboración propia.

Hay que llevar \$ 133 del año 1 a valores del año 0; \$ 133 del año 2 a valores del año 0; y, por último, \$ 170 del año 3 a valores del año 0. La parte matemática del asunto no es difícil de entender. Pero antes debe recordar la fórmula de interés compuesto.

$$VF_n = VP \times (1 + i)^n$$

Donde el valor futuro (**VF**) en el momento  $n$  depende del valor presente, o valor actual multiplicado por el factor de capitalización  $(1 + i)$  elevado a la  $n$  periodos.

Ahora, simplemente se despeja el valor presente en esa ecuación:

$$VP = \frac{VF_n}{(1+i)^n}$$

Es decir, el VP, el valor de ese efectivo en términos del año 0, es igual a dividir el VF del año  $n$  entre el factor de capitalización elevado a la  $n$ .

Nota: a la  $i$  ahora la llamaremos tasa de descuento.

Retomando el caso, se puede decir que para poder comparar lo invertido versus lo recibido deben ponerse todos los flujos en términos del año 0; entonces, la ecuación resultante sería la siguiente:

$$\text{VPN} \Rightarrow \left( -100 + \frac{133}{(1+d)^1} + \frac{133}{(1+d)^2} + \frac{170}{(1+d)^3} \right)$$

Si se quiere ver más formalmente, la fórmula del VPN se expresa así:

$$(I_0) + \frac{FC_1}{(1+d)^1} + \frac{FC_2}{(1+d)^2} + \frac{FC_3}{(1+d)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+d)^n}$$

Donde  $I_0$  es la inversión realizada en el año 0,  $FC_1$  es el efectivo que se genera en el año 1, y así sucesivamente.

El resultado es el VPN del proyecto. ¿Por qué se llama así?, pues porque se ha traído al **presente** los flujos futuros y se han «neteados», restándoles la inversión. Si el resultado es positivo, entonces debe aceptarse el proyecto (ha dado más de lo que se ha pedido); por el contrario, se rechaza si el resultado es negativo (puesto que ha pedido más de lo que ha dado). ¿Y si el VPN es cero? Paciencia, que más tarde se contestará a la pregunta.

Tal como se dijo al comienzo, es función de los indicadores de rentabilidad unir el FC con la tasa de descuento ( $d$ ).

Dado que este es un FCL, entonces es claro que la valla contra la cual se debe comparar el proyecto es el WACC (si fuese el FCA, entonces sería el COK); y, por lo tanto, esa es la tasa de descuento que debe utilizarse. Para hallarla se asume que los acreedores y accionistas financian la mitad de la inversión cada uno, el COK es 12 %, y que por su parte el banco pide una tasa de interés de 10 % anual.

El WACC se halla resolviendo la expresión siguiente:

$$(\$/.50/\$.100) \times 12\% + (\$/.50/\$.100) \times 10\% \times (1 - 30\%), \text{ o}$$

$$50\% \times 12\% + 50\% \times 10\% \times (1 - 30\%) = 9,50\%$$

Lo mínimo que debe rendir el proyecto es 9,50 % promedio anual, para que tanto los accionistas como los proveedores satisfagan sus requerimientos de rentabilidad. Luego, 9,50 % es la tasa de descuento que debe utilizarse para hallar el VPN del proyecto.

Reemplazando, entonces:

$$VPN = -100 + \frac{133}{(1 + 9,50\%)^1} + \frac{133}{(1 + 9,50\%)^2} + \frac{170}{(1 + 9,50\%)^3}$$

$$VPN = -100,00 + 121,46 + 110,92 + 129,48$$

$$VPN = 261,87$$

\$ 121,46 son \$ 133 del año 1, expresados en valores del año 0; y así sucesivamente. ¿Otra manera de verlo? Si se quiere ganar \$ 133 en el año 1; es necesario invertir \$ 121,46 en el año 0, al 9,50 %.

El VPN es \$ 261,87. Es decir, el proyecto ganó los 9,50 % que se requería como mínimo y entregó \$ 261,87 más. Si se quiere decir de otra manera, entonces este proyecto ha creado valor a los accionistas por \$ 261,87. ¿Debe ser aceptado?, sí, sin duda alguna.

¿Y qué pasa cuando el VPN es igual a cero? Se debe aceptar el proyecto, ya que está dando lo mínimo que se le exigía.

Al formalizar los criterios de aceptación y rechazo del VPN, sin olvidar que este indicador está expresado en unidades monetarias; se tendrá:

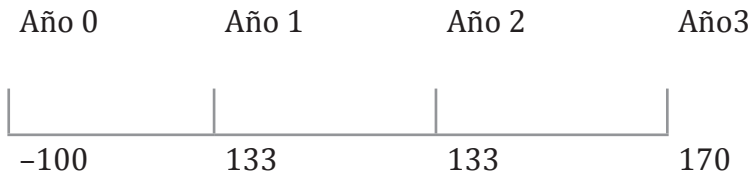
VPN				
			Decisión	Razón
VPN	>	0	Aceptar	Crea valor
VPN	=	0	Aceptar	Rinde lo esperado
VPN	<	0	Rechazar	Destruye valor

### La tasa interna de retorno (TIR)

Cuando se pregunta qué significa la TIR, una respuesta típica es la siguiente: es la tasa de descuento que hace el VPN igual a 0. Como es comprensible, la frustración es grande porque, si bien esa definición es matemáticamente correcta, desde el punto de vista financiero no dice absolutamente nada.

En realidad, dejando de lado el aspecto matemático del tema, la TIR no es nada más ni nada menos que la tasa de rentabilidad promedio anual que el proyecto paga a los inversionistas por invertir sus fondos allí. Esa tasa de rentabilidad se debe comparar contra lo que se deseaba ganar como mínimo: el WACC, si se utiliza el FCL; o el COK, si es el FCA.

Volviendo al ejemplo anterior, el FCL del proyecto era:



Lo cual expresa que el proyecto ha pedido \$ 100 (al ser un FCL no importa a quién) y ha entregado, en efectivo, \$ 133 por cada uno de los siguientes dos años y \$ 170 en el tercer y último año del mismo.

Por otro lado, también determinó que el WACC de este proyecto era de 9,50 %; lo que significaba, que esta era la valla mínima que el proyecto debía superar. Más de eso, crea valor (¿para quién?, para el accionista); menos de eso destruye valor (también para el accionista). ¿Y si rinde el WACC?, pues ha brindado lo mínimo requerido.

Ya se tienen los dos elementos necesarios para hallar la TIR, es decir, el FC y la tasa de descuento, la misma que servirá como elemento de comparación (la valla de rentabilidad que el proyecto debe superar). Al trabajar con un FCL; la tasa relevante, entonces, es el WACC.

Se sabe que la TIR, desde el punto de vista matemático, es la tasa que hace el VPN igual a 0. Aplicando esto en nuestro caso, se obtendría lo siguiente:

$$-100 + \frac{133}{(1 + \text{TIR})^1} + \frac{133}{(1 + \text{TIR})^2} + \frac{170}{(1 + \text{TIR})^3} = 0$$

Resolviendo esta ecuación (¡gracias a Dios que ahora existe el Excel!), se encuentra que la TIR es igual a 125 %.

Ahora bien, dejemos las matemáticas y empecemos con las finanzas. ¿Qué significa ese 125 %?, pues como ya se dijo, es la tasa de rentabilidad anual promedio que el proyecto entrega por invertir allí. ¿Se quiere ver de otra manera?, pues si se piensa que el proyecto es un banco que dice «Si coloca \$ 100 en un depósito a tres años nosotros le pagaremos, anualmente, \$ 133 en cada uno de los dos primeros años; y \$ 170 en el tercero». La TIR sería la tasa de interés promedio anual que el banco paga por depositar el dinero allí, o sea, 125 % por año.

¿Se debe aceptar o rechazar este proyecto desde el punto de vista de la TIR?, la respuesta es sencilla. Los inversionistas de este proyecto necesitan como mínimo que rinda 9,50 % anual y encuentran que este entrega una rentabilidad de 125 %. Obviamente, deben aceptarlo. Por otro lado, si la TIR fuese menor que el 9,50 %, entonces los inversionistas deberían rechazarlo, pues no cumple con sus expectativas de rentabilidad mínimas. En caso que este arrojase exactamente 9,50 %, entonces también debería aceptarse, pues les está dando exactamente lo que ellos esperaban.

Formalizando, ahora, los criterios de aceptación y rechazo de la TIR:

TIR				
			Decisión	Razón
TIR	>	Tasa de descuento	Aceptar	Crea valor
TIR	=	Tasa de descuento	Aceptar	Rinde lo esperado
TIR	<	Tasa de descuento	Rechazar	Destruye valor

### El índice beneficio–costo

La lógica del índice beneficio–costo (I B/C), también conocido como relación beneficio–costo, es simple de entender y puede inferirse rápidamente observando la fórmula usada para hallarlo:

$$I\ B/C = \frac{\sum \text{ingresos actualizados}}{\sum \text{costos actualizados}}$$

En síntesis, debe sumarse todos los ingresos y costos actualizados, es decir, llevados a valores presentes del año 0, utilizando como tasa de descuento el WACC o el COK, dependiendo si se utiliza el FCL o el FCA, respectivamente, y luego dividirlos; el resultado se pone en valor absoluto y luego se toma la decisión. El criterio para aceptar o rechazar un proyecto se resume a continuación:

$$\begin{array}{rcl}
 & > & 1 \quad \text{aprobar} \\
 \text{I B/C} & = & 1 \quad \text{aprobar} \\
 & < & 1 \quad \text{rechazar}
 \end{array}$$

Si el I B/C es  $> 1$ , significa que los ingresos son mayores que los costos; y si es  $< 1$ , implica lo opuesto. ¿Y si el I B/C es igual a 1?, también se debe aceptar el proyecto, pues los ingresos del mismo son iguales a sus costos.

Es importante tener en cuenta que los ingresos incluyen los valores de liquidación del proyecto, esto es, la venta de los activos fijos y la recuperación del capital de trabajo; en tanto que en los costos también se toma en cuenta la inversión. En términos amplios, entonces, la fórmula del I B/C es la que sigue:

$$\text{I B/C} = \frac{\sum \text{ingresos actualizados} + \text{valor de liquidación}}{\sum \text{inversión} + \text{costos actualizados}}$$

Si bien es simple y fácil de entender, la razón por la cual no se utiliza con frecuencia tiene estrecha relación a lo engorroso que implica hallarlo. Es necesario prestar atención, pues se pondrá un ejemplo en forma de un recetario; empleando para tal fin un caso adaptado<sup>2</sup>:

Una empresa está considerando la compra de una nueva máquina llamada TX2, que cuesta \$ 60 000. La máquina requiere \$ 10 000 en costos de instalación, que pueden ser cargados a resultados inmediatamente; y \$ 10 000 adicionales, en capital de trabajo. La vida útil de TX2 es de seis años, después de lo cual se puede vender a un valor de liquidación de \$ 20 000. La máquina requiere mantenimiento en el año 3 por \$ 15 000, el mismo que también puede ser cargado

<sup>2</sup> Cfr. Emery y Finnerty 2000.

a resultados. La empresa utiliza la depreciación en línea recta y la máquina se depreciará hasta un valor en libros de \$ 0 en cinco años. La tasa de impuesto a la renta es de 40 % y el costo de capital es de 15 %. Se espera que TX2 incremente los ingresos en \$ 70 000 y gastos en \$ 35 000 anuales. ¿Conviene que la empresa adquiera la TX2?

**Paso 1.** Establecer el modelo de pronóstico; en términos simples, elabore el flujo de caja. Para el caso, el FC sería el siguiente:

Estado de Resultados	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingreso		70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00
Ganancias extraordinarias							20 000,00
Gastos	-10 000,00	-35 000,00	-35 000,00	-50 000,00	-35 000,00	-35 000,00	-35 000,00
Depreciación		-12 000,00	-12 000,00	-12 000,00	-12 000,00	-12 000,00	
Impuestos a la renta	4 000,00	-9 200,00	-9 200,00	-3 200,00	-9 200,00	-9 200,00	-22 000,00
Utilidad neta	-6 000,00	-13 800,00	-13 800,00	-4 800,00	-13 800,00	-13 800,00	-33 000,00
<b>Flujo de caja</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>
Ingresos		70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00
Valor liquidación AF							20 000,00
Recuperación capital de trab.							10 000,00
Gastos	-10 000,00	-35 000,00	-35 000,00	-50 000,00	-35 000,00	-35 000,00	-35 000,00
Impuestos a la renta	4 000,00	-9 200,00	-9 200,00	-3 200,00	-9 200,00	-9 200,00	-22 000,00
Inversión AF	-60 000,00						
Capital de trabajo	-10 000,00						
FCL	-76 000,00	25 800,00	25 800,00	16 800,00	25 800,00	25 800,00	43 000,00

Observe que el impuesto a la renta es positivo en el año 0 (+\$ 4 000), dado que los gastos de instalación al cargarse a resultados se convierten en escudos fiscales, es decir, hacen que la empresa ahorre \$ 4 000 en tributos.

**Paso 2.** Separar ingresos y egresos.

Para el caso desarrollado, la separación debería ser la siguiente:



Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	año 4	Año 5	Año 6
Ingresos	0,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00
Egresos	-76 000,00	-44 200,00	-44 200,00	-53 200,00	-44 200,00	-44 200,00	-57 000,00
FCL	-76 000,00	25 800,00	25 800,00	16 800,00	25 800,00	25 800,00	43 000,00

**Paso 3.** Actualizar ingresos y egresos.

En este caso, actualizaremos los ingresos y egresos con la tasa de 15 % (COK).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	año 4	Año 5	Año 6
Factor de actualización (a)	1,00	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50	0,43
Ingresos actualizados	0,00	60 869,57	52 930,06	46 026,14	40 022,73	34 802,37	43 232,76
Egresos actualizados	-76 000,00	-38 434,78	-33 421,55	-34 979,86	-25 271,49	-21 975,21	-24 642,67

Elaboración propia.

Así, \$70 000 del año 1 equivalen a \$60 869,57 del año 0 ( $70\,000 / (1 + 15\%)^1$ ); y así sucesivamente.

**Paso 4.** Sumarlos en valores absolutos.

**Sumatoria ingresos actualizados 277 883,62**

**Sumatoria egresos actualizados 254 725,57**

**Paso 5.** Dividirlos y tomar la decisión.

$$\frac{\text{sumatoria ingresos actualizados } 277\,883,62}{\text{sumatoria egresos actualizados } 254\,725,57} = 1,09$$

En este caso, el proyecto debe aprobarse porque su I B/C es mayor a 1.

Ahora, se demostrará la razón por la que el I B/C es tan poco utilizado. Para eso, le pido que calculemos el VPN del proyecto:

FCL	-76,000,00	25 800,00	25 800,00	16 800,00	25 800,00	25 800,00	43 000,00
VPN@15 %	23 158,04						

Y ahora, restemos a los ingresos actualizados los egresos actualizados:

$$277\,883,62 - 254\,725,57 = 23\,158,04$$

Así es, obtenemos el VPN. Para hallar el I B/C debemos efectuar cinco pasos, en tanto que para hallar un resultado similar solo tenemos que completar dos: elaborar el FC y luego hallar el VPN; pero, tristemente, el I B/C tiene más desventajas. Por ejemplo, este indicador no debe ser utilizado cuando se evalúan alternativas mutuamente excluyentes. Para explicarlo, nos valdremos del ejemplo siguiente:

	COK				VPN	I B/C
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3		
	10 %					
A	-200,00	100,00	100,00	300,00	198,95	1,99
B	-200,00	-400,00	300,00	760,00	255,30	1,45

Si le hubiésemos hecho caso al I B/C, deberíamos haber escogido el proyecto A; el cual, sin embargo, tiene un VPN menor que el del proyecto B.

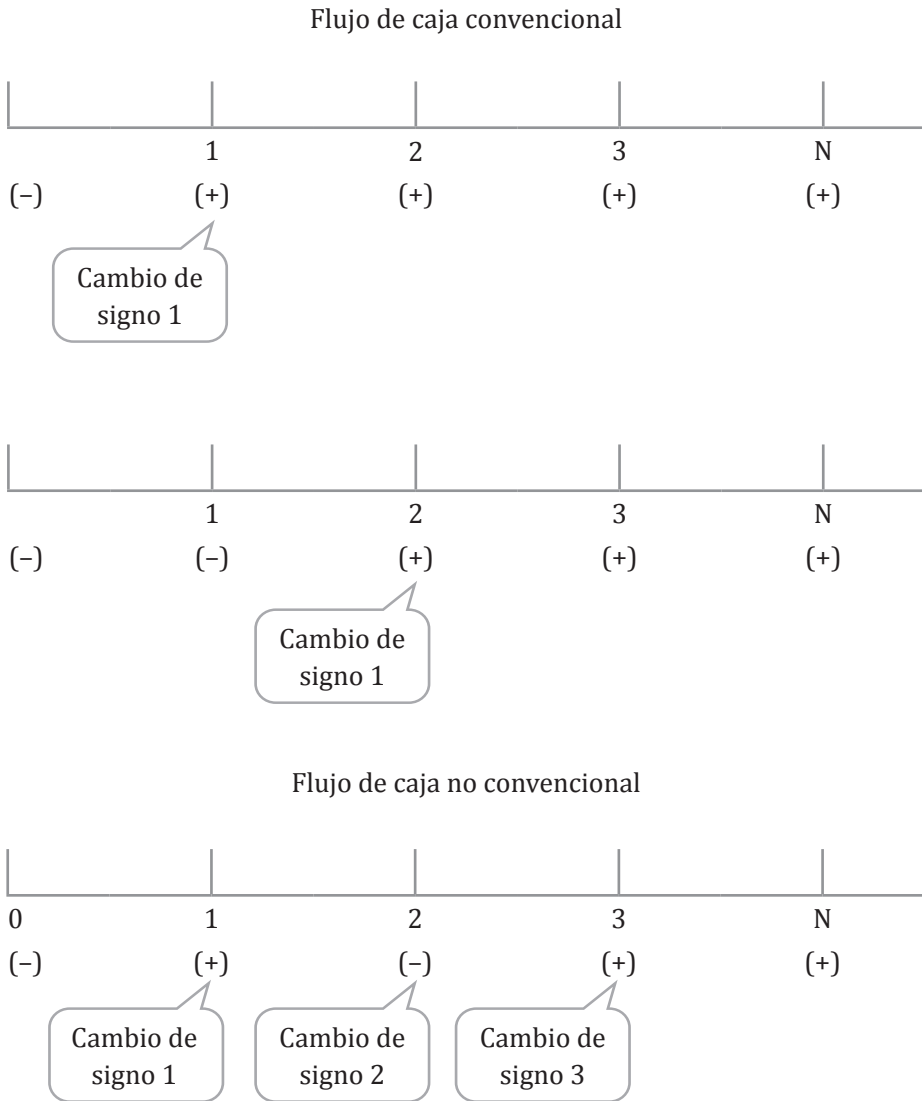
### 2.13. LOS PROBLEMAS DE LA TIR

Imagine que me pide hacer un análisis de rentabilidad con el caso que estudiamos cuando explicamos el VPN y la TIR, y le respondo: «El VPN es de \$ 261,87; lo que significa que el proyecto le pagó lo mínimo que requería (9,50 %) y, encima, le ha hecho rico en esa cantidad. Por otro lado, la TIR es de 125 % anual; lo que significa que anualmente, en promedio, le está rindiendo esa rentabilidad cuando esperaba como mínimo 9,50 %».

Indudablemente, el concepto de la TIR es más amigable y es por esto que muchas personas la utilizan en sus análisis de rentabilidad, inclusive por encima del VPN. Sin embargo, antes de que cante victoria, es necesario mencionarle que la TIR tiene dos problemas que hacen que su ámbito de aplicación se vea grandemente reducido.

El primer problema tiene que ver con su utilización en flujos de caja no convencionales (FCNC). Un FC convencional (FCC) es aquel en que solo existe un cambio de signo, en tanto que un FCNC contiene más de un cambio de signo. En términos gráficos, la estructura de ambos FC sería así:

**Gráfico 2.18. Flujo de caja convencional y no convencional**



Elaboración propia.

Observe que, en el primer caso, en ambas situaciones solo se pasa una sola vez de salidas de efectivo (signo negativo) a entradas de efectivo (signo positivo). En tanto que en el FCNC, las entradas y salidas se alternan; lo que hace que en el gráfico existan, por lo menos, tres cambios de signo.

Pues bien, tome nota, que teóricamente habrá tantas TIR como cambios de signo haya en el flujo de caja. Por lo que, de aplicar este indicador de rentabilidad a un FCNC, nos encontraremos con más de una tasa de descuento que hará que el VPN sea igual a 0. Ahora, imagine que está evaluando un proyecto cuyo flujo de caja tiene dos cambios de signo; usted sabe de antemano que habrá por lo menos dos tasas de descuento que harán el VPN de ese flujo igual a 0. Suponga que su COK es 10 % y que la  $TIR_1$  es 8 %, en tanto que la  $TIR_2$  es 12 %. ¿Cuál sería su recomendación?, con la primera TIR tendría que rechazar el proyecto, mientras que con la segunda debería recomendar su aprobación. ¿Qué debería hacer frente a esta situación?, pues dejar de utilizar la TIR como elemento de decisión y emplear el VPN.

Primera conclusión, entonces cuando evaluamos proyectos con FCNC debemos utilizar el VPN. Comprendido, me dirá, y a continuación podría preguntarme si cuando el FC es convencional podremos emplear, indistintamente, el TIR y el VPN. Para contestar esto debemos explicar el segundo problema que tiene la TIR.

En términos simples, este problema se origina cuando se evalúa más de un proyecto. En esta situación, la TIR puede entrar en contradicción con el VPN. ¿Qué significa esto?, pues que si se está decidiendo entre los proyectos A y B, la TIR puede decir que el proyecto A es el mejor; mientras que el VPN dice que el proyecto B debe ser el elegido.

Pero antes, es pertinente afirmar que se enfrentará la necesidad de evaluar más de un proyecto en solo dos escenarios:

Uno. Al evaluar alternativas mutuamente excluyentes —o proyectos AMES en la jerga de evaluación de proyectos—. Dos proyectos se excluyen mutuamente cuando, al ejecutar uno, necesariamente se debe renunciar a hacer el otro. Un ejemplo claro de este tipo de situación es cuando se tiene un terreno y dos proyectos para instalar allí. Evidentemente, si se escoge hacer uno de ellos, se debe dejar el otro.

Dos. Cuando existe lo que en Finanzas se denomina racionamiento de capital. Esta situación se origina cuando existen proyectos cuyos montos de inversión sobrepasan el presupuesto de la empresa (o el CAPEX). Obviamente, lo que hay que hacer aquí es priorizar los proyectos que agreguen más valor a los accionistas.

Lo importante es que, en cualquiera de los dos casos, se tiene más de un proyecto que evaluar. Y es aquí donde se produce la contradicción entre el VPN y la TIR. Más aún, este problema se da, específicamente, cuando los proyectos analizados tienen montos de inversión diferentes o presentan una diferente distribución temporal de la caja (por

ejemplo, cuando el proyecto A tiene los flujos de caja más grandes al inicio, en tanto que el proyecto B los tiene hacia el final).

Ante la contradicción, ¿qué indicador se debe utilizar para tomar la decisión?

Para contestar esa pregunta, considere este caso:

La empresa ZZZ tiene dos proyectos de inversión, cuyos flujos de caja son los siguientes:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Proyecto A	-1 200,00	750,00	750,00	750,00	750,00
Proyecto B	-1 600,00	900,00	900,00	900,00	900,00

Tristemente, la empresa solo tiene fondos para invertir en uno de ellos, por lo que debemos ayudarle a decidir. La tasa de rendimiento mínima es del 10 %.

Lo primero que debemos notar es que tenemos una situación de racionamiento de capital (el monto de la inversión en los proyectos es mayor que el monto que la empresa puede gastar). Asimismo, los montos de inversión son diferentes, por lo que podemos asegurar que, de todas maneras, habrá contradicción entre el VPN y la TIR. Veamos:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	VPN	TIR
Proyecto A	-1 200,00	750,00	750,00	750,00	750,00	1 177,40	50,23 %
Proyecto B	-1 600,00	900,00	900,00	900,00	900,00	1 252,88	42,68 %

Estamos frente a la situación que predijimos. Si le hacemos caso a la TIR, deberíamos escoger el proyecto A; por el contrario, el proyecto a elegir con el VPN sería el B. ¿Cuál debemos elegir, finalmente?

Demostraré que el indicador que debemos seleccionar, en esta situación, es el VPN y lo voy a hacer de dos modos:

**Explicación 1.** Supongamos que usted es un fanático de la TIR. Así que le propongo evaluar el proyecto incremental (B-A) bajo ese método. Pero antes de hacerlo, entendamos bien qué es este proyecto incremental. Simplemente es, partiendo del proyecto A que era el que se había aceptado por la TIR, cuánto se necesita invertir (o

desinvertir) y cuánto de más (o de menos) retornará por ejecutar el proyecto B. Menos complicado aún, es simplemente dejar de hacer A, para hacer B. Estos son los cálculos:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>TIRM</b>
Proyecto (B-A)	-400,00	150,00	150,00	150,00	150,00	18,45 %

Observe que hemos puesto TIRM y no TIR, dado que lo que se está obteniendo es la tasa interna de retorno marginal (TIRM). A una tasa de 18,45 % obtenemos más de lo mínimo que estábamos dispuestos a recibir (COK = 10 %); por lo que deberíamos aceptar también ese proyecto y el proyecto A. En pocas palabras, hemos escogido: **Proyecto A + Proyecto (B - A)**; lo que es igual a elegir el proyecto B.

¿Qué indicador nos decía que ese proyecto era el adecuado desde el inicio?, pues el VPN. Entonces, ¿a qué le debemos hacer caso cada vez que enfrentemos este tipo de situaciones?, pues al VPN. Otra manera de verlo es que la TIRM nos dice que se crea valor ejecutando el proyecto (B-A), lo que implica dejar de hacer B para hacer A. ¿No lo convencí? Déjeme tratar con la explicación 2.

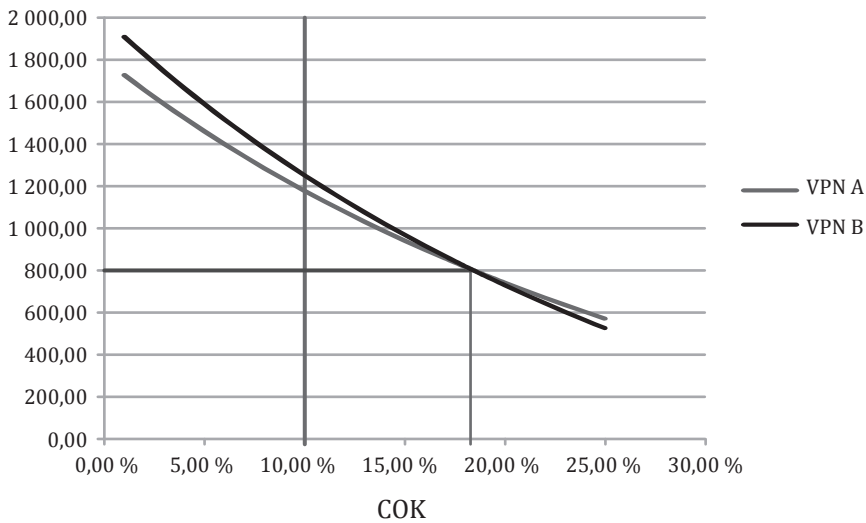
**Explicación 2.** Desarrollemos una tabla donde se muestren los VPN de los dos proyectos, a diferentes tasas de descuento. Nos salen estas cifras:

<b>COK</b>	<b>VPN A</b>	<b>VPN B</b>
25,00 %	571,20	525,44
...	...	...
19,00 %	778,94	774,73
18,45 %	800,00	800,00
18,00 %	817,55	821,06
17,00 %	857,43	868,91
16,00 %	898,64	918,36
15,00 %	941,23	969,48
14,00 %	985,28	1 022,34
13,00 %	1 030,85	1 077,02
12,00 %	1 078,01	1 133,61
11,00 %	1 126,83	1 192,20
10,00 %	1 177,40	1 252,88

9,00 %	1 229,79	1 315,75
8,00 %	1 284,10	1 380,91
7,00 %	1 340,41	1 448,49
....	...	...
1,00 %	1 726,47	1 911,77

Note que a una tasa de 18,45 %, ambos proyectos arrojan los mismos VPN. A esa tasa denominémosla tasa de indiferencia. Ahora, esa data llevémosla a un gráfico, en donde en el eje de las X estén representadas las tasas de descuento, y en el de las Y los VPN respectivos. El gráfico resultante se muestra a continuación e incorpora la tasa de indiferencia:

**Gráfico 2.19. VPN, proyectos A y B, y la tasa de indiferencia**



Elaboración propia.

Ahora bien, a un COK de 10 %, ¿cuál proyecto debemos escoger?, esto puede responderse sin problemas. El proyecto B, el mismo que el VPN desde el principio aconsejaba seleccionar. Podemos ampliar la definición: a tasas menores de la tasa de indiferencia debemos escoger el proyecto B; por el contrario, tasas mayores que la de indiferencia harán que seleccionemos el proyecto A.

Ahora tenemos a la misma empresa, similar tasa de descuento; pero con un diferente proyecto:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Proyecto A	-200,00	160,00	360,00
Proyecto B	-200,00	330,00	130,00

Observe que aquí se presenta la situación en la que la distribución temporal de los FC es diferente. ¿Cuál proyecto debe seleccionarse? No se preocupe, pues tiene las herramientas para poder resolver este caso, así que se lo dejo a usted.

Segunda conclusión; cuando evaluemos más de un proyecto a la vez, debemos hacerle caso al VPN.

En resumen, solo se puede utilizar la TIR cuando se evalúa un solo proyecto que tenga un flujo de caja convencional. ¿Lo desilusioné?, bueno, es mejor que sea ahora y no cuando se presente al directorio una evaluación basada, exclusivamente, en la TIR; y alguien empiece a hacerle observaciones embarazosas.

#### **2.14. UN INDICADOR ADICIONAL: EL PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Este indicador que no es de rentabilidad, es decir, no mide la creación de valor de un proyecto, es utilizado como elemento auxiliar en la toma de decisiones al momento de evaluar proyectos de inversión. Al periodo de recuperación de inversión (PRI), también se le conoce en inglés como *payback*.

Debe quedar claro que al no ser el PRI un indicador de rentabilidad, debe ser usado conjuntamente con alguno de los indicadores de rentabilidad que se acostumbra emplear (VPN o TIR). La lógica que sigue su uso es simple, se escoge el proyecto que recupera la inversión de la manera más rápida posible. Es importante, entonces, conocer en qué circunstancias se usa el PRI y la respuesta es que su empleo se justifica cuando el inversor está direccionando sus recursos a proyectos que se desarrollarán en sectores o países de alto riesgo. En este contexto, riesgo es la probabilidad que ocurra un cambio brusco en el marco regulatorio, estallen conflictos internos (un golpe de estado o guerra civil) o externos.

Así, por ejemplo, si estamos evaluando la posibilidad de entrar a invertir en un país altamente inestable (el Perú de hace 25 años sería un buen ejemplo de este tipo de estados) y tenemos en cartera cinco proyectos; primero debemos tener claro qué proyectos nos agregan valor. Vamos a suponer que de esos cinco solo tres son rentables. ¿Debemos invertir en los tres?; pues en un escenario en el que no hay racionamiento



de capital ni riesgo sectorial o de país, sí; sin duda alguna. Lamentablemente, existe el riesgo país, por lo que además de cerciorarnos que el o los proyectos sean rentables, debemos incluir en nuestro análisis la probabilidad que se produzca un cambio brusco en el marco legal o en la gobernabilidad del país destino. Para hacer precisamente esto es que se emplea el PRI y de los tres proyectos rentables elegiremos el que nos paga la inversión en el plazo más corto, o cumple la valla que nos hemos impuesto (por ejemplo, solo aprobar proyectos que recuperen la inversión en «X» años).

El PRI es fácil de comprender y también muy simple de llevar a la práctica. En teoría existen dos tipos de PRI, el que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y el que sí lo hace. Evidentemente, solo interesa aquel PRI que toma en cuenta el hecho que «un nuevo sol hoy, vale más que un nuevo sol mañana».

A continuación, será desarrollado un pequeño caso para ilustrar la utilización del PRI<sup>3</sup>.

Un fabricante de ollas produce 200 000 unidades al año, actualmente. Compra tapas a un proveedor externo al precio de \$ 2,00 por cada una. El gerente de la planta cree que sería más barato hacer las tapas que comprarlas. El costo directo de producción se estima en únicamente \$ 1,50 la tapa. La maquinaria necesaria costaría \$ 150 000. Esta inversión podría depreciarse totalmente, utilizando un sistema de depreciación lineal a siete años; pero se seguiría utilizando durante los tres años restantes. El gerente de la planta estima que la operación requeriría capital de trabajo neto de \$ 30 000. Si la empresa paga impuestos a una tasa del 30 %, el costo de oportunidad del capital es del 15 % y tiene como política aceptar proyectos que recuperen la inversión en cuatro años, ¿apoyaría la propuesta de ese gerente?

La evaluación del proyecto se detalla en el cuadro adjunto:

---

3 Cfr. Brealey, Myers y Allen 2010: 163-164

<b>Estado de Resultados</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Ahorro costos	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
Depreciación	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57	-21 428,57
Impuesto a la renta	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-23 571,43	-30 000,00	-30 000,00	-30 000,00
<b>Utilidad neta</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>55 000,00</b>	<b>70 000,00</b>	<b>70 000,00</b>	<b>70 000,00</b>
<b>Flujo de caja</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
NOPAT	55 000,00	55 000,00	55 000,00	55 000,00	55 000,00	55 000,00	55 000,00	55 000,00	70 000,00	70 000,00	70 000,00
(+) Depreciación	21 428,57	21 428,57	21 428,57	21 428,57	21 428,57	21 428,57	21 428,57	21 428,57	0,00	0,00	0,00
Recuperación cap. de trabajo											30 000,00
Valor en libros AF											0,00
Inversión	-180 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Activos fijos	-150 000,00										
Capital de trabajo	-30 000,00										
<b>FCL</b>	<b>-180 000,00</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>76 428,57</b>	<b>70 000,00</b>	<b>70 000,00</b>	<b>100 000,00</b>
<b>VPN</b>	<b>205 474,90</b>										

El proyecto es rentable. Sin embargo, se debe agregar al análisis la respuesta a la pregunta en cuántos años el proyecto recupera la inversión. Hay que recordar que la empresa tiene como política que sus proyectos tengan un PRI de cuatro años.

Para obtener la respuesta, se divide el proceso de análisis en cuatro pasos:

**Paso 1.** Actualizar el FCL. El cuadro siguiente presenta el resultado respectivo:

	FCL	FCL actualizado
<b>Año 0</b>	-180 000,00	-180 000,00
<b>Año 1</b>	76 428,57	66 459,63
<b>Año 2</b>	76 428,57	57 790,98
<b>Año 3</b>	76 428,57	50 253,03
<b>Año 4</b>	76 428,57	43 698,28
<b>Año 5</b>	76 428,57	37 998,51
<b>Año 6</b>	76 428,57	33 042,18
<b>Año 7</b>	76 428,57	28 732,33
<b>Año 8</b>	70 000,00	22 883,12
<b>Año 9</b>	70 000,00	19 898,37
<b>Año 10</b>	100 000,00	24 718,47

Así, por ejemplo, \$ 100 000 recibidos en el año 10 equivalen a \$ 24 718,47 del año 0. La operación matemática es la siguiente:

$$\frac{100\,000,00}{(1+15\%)^{10}} = 24\,718,47$$

La tasa de actualización es el COK del proyecto.

**Paso 2.** Establecer el cuadro siguiente:

	<b>Inversión por recuperar</b>	<b>FCL actualizado</b>
<b>Año 0</b>	-180 000,00	-180 000,00
<b>Año 1</b>		66 459,63
<b>Año 2</b>		57 790,98
<b>Año 3</b>		50 253,03
<b>Año 4</b>		43 698,28
<b>Año 5</b>		37 998,51
<b>Año 6</b>		33 042,18
<b>Año 7</b>		28 732,33
<b>Año 8</b>		22 883,12
<b>Año 9</b>		19 898,37
<b>Año 10</b>		24 718,47

**Paso 3.** Efectuar el análisis siguiente para el año 1: al final del año 0 falta recuperar \$ 180 000 (es decir, la inversión total); en el año 1, el proyecto entrega efectivo por un valor actual de \$ 66 459,63, por lo que al final de ese año queda por recuperar \$ 113,540,37 o \$ 180 000 – \$ 66 459,63.

	Año 0	Año 1
Inversión por recuperar	-180 000,00	-113 540,37
FCL actualizado	-180 000,00	66 459,63

Siguiendo con la lógica desarrollada en el párrafo anterior, para el año 2 la tabla debe mostrar las cifras siguientes:

	Año 0	Año 1	Año 2
Inversión por recuperar	-180 000,00	-113 540,37	-55 749,39
FCL actualizado	-180 000,00	66 459,63	57 790,98

Esto indica que de los \$ 113 540,37 que faltan recuperar de la inversión a finales del año 1, se ha recuperado \$ 57 790,98; que es la caja que a valores del año 0 entrega el proyecto en el año 2; por lo que terminando ese año solo faltarían recuperar \$ 55 749,39 o \$ 113 540,37 – \$ 57 790,98.

El análisis completo se detalla a continuación:

	Inversión por recuperar	FCL actualizado
<b>Año 0</b>	-180 000,00	-180 000,00
<b>Año 1</b>	-113 540,37	66 459,63
<b>Año 2</b>	-55 749,39	57 790,98
<b>Año 3</b>	-5 496,37	50 253,03
<b>Año 4</b>	38 201,92	43 698,28
<b>Año 5</b>	76 200,43	37 998,51
<b>Año 6</b>	109 242,61	33 042,18
<b>Año 7</b>	137 974,94	28 732,33
<b>Año 8</b>	160 858,06	22 883,12
<b>Año 9</b>	180 756,43	19 898,37
<b>Año 10</b>	205 474,90	24 718,47

**Paso 4.** Tomar la decisión. Observe que en el año 4 la inversión por recuperar se hace positiva:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Inversión por recuperar	-180 000,00	-113 540,37	-55 749,39	-5 496,37	38 201,92
FCL actualizado	-180 000,00	66 459,63	57 790,98	50 253,03	43 698,28

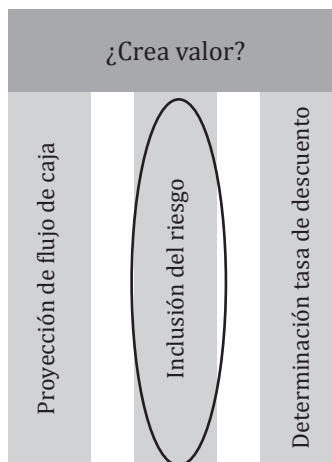
Esto implica que en algún momento de ese año el proyecto recuperó la inversión total; por lo que, convencionalmente, se asume que el PRI del proyecto es cuatro años. Esto calza con la política de la empresa, motivo por el cual se debería aceptar ejecutar la inversión.

## Unidad 3. Pilar II: Incorporación del riesgo

### 3.1. EL RIESGO EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Es tiempo de tratar el segundo pilar de las técnicas de evaluación de proyectos; esto es, la inclusión del riesgo.

Gráfico 3.1. Los tres pilares de la evaluación de proyectos



Elaboración propia.

Imaginemos que el proyecto que estamos evaluando es la instalación de una panadería, la cual será operada por cinco años. Uno de los supuestos básicos que se ha utilizado para construir el FC del proyecto ha sido, obviamente, el precio del

pan. Nuestras estimaciones han arrojado que el pan podrá ser vendido a S/. 0,15 por unidad. Si utilizamos ese precio para los cinco años que dura la operación del proyecto, estaremos suponiendo que la probabilidad de ocurrencia de nuestra estimación es del 100 %. Le pregunto, ¿Es realista suponer que a lo largo de ese periodo de tiempo, el precio del pan no variará? Obviamente, no. El precio del pan puede ser mayor o menor de S/. 0,15. Es decir, existe la probabilidad que el precio se comporte de manera diferente a lo originalmente estimado.

Lo anterior define de manera conceptual al riesgo. Riesgo, por lo tanto, es simplemente la probabilidad de que las variables del proyecto se comporten de manera diferente a lo supuesto. Este riesgo ocurre, tomando el ejemplo anterior, tanto cuando el precio del pan aumenta (aunque esto favorezca a nuestro proyecto), como cuando disminuye (lo que perjudica). Se hace esta aclaración, pues es costumbre percibir el riesgo solo cuando el comportamiento de la variable analizada no es favorable.

Estadísticamente, el riesgo es definido como el grado de dispersión de los resultados observados frente al promedio. A mayor dispersión, mayor riesgo. Esa dispersión también se conoce como volatilidad, y es medida a través de la desviación estándar; la cual es la raíz cuadrada de la varianza. Mientras más alta sea la desviación estándar, mayor será la volatilidad y, por ende, el riesgo.

Un ejemplo ayudará a mejorar la comprensión de estos conceptos. Supongamos, que estamos pensando invertir en bolsa. Para tal fin, vemos el comportamiento de dos acciones (A y B) durante los últimos cinco días (lo sé... ese lapso de tiempo es muy breve para poder obtener conclusiones válidas; pero estoy simplificando la situación para fines didácticos). Las rentabilidades observadas en ese periodo, se presentan en la tabla siguiente (en %):

<b>Día</b>	<b>Acción A</b>	<b>Acción B</b>
-5	5,0	8,0
-4	4,5	6,5
-3	5,5	9,0
-2	5,8	2,0
-1	5,7	1,0

El promedio de la rentabilidad es el mismo para las dos acciones. Tanto la acción A como la B tienen una rentabilidad promedio de 5,3 %. Ahora es necesario saber cuál



es la más volátil. Es decir, cuál es la que presenta un mayor grado de dispersión de la rentabilidad observada con respecto a su promedio.

En este caso, a simple vista podemos deducir que la acción B es la que presenta mayor volatilidad; pero como no siempre esta observación será tan evidente, es que necesitamos hallar la desviación estándar.

Esta es la fórmula que nos permite obtener la desviación estándar, representada por la letra griega sigma (no se olvide que es la raíz cuadrada de la varianza).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - r_{prom})^2}{n-1}}$$

Para hallar la desviación estándar de la rentabilidad de la acción A, hay que obtener primero el promedio. En este caso, ya lo hicimos (5,3 %). Luego, se debe operar la fórmula planteada. El denominador es  $n - 1$ , donde  $n$  es el tamaño de la muestra (en nuestro ejemplo, las rentabilidades de cinco días). El porqué se le resta una unidad a la muestra tiene que ver con el concepto estadístico de grados de libertad. Debido a que el rendimiento promedio se obtiene de los mismos datos de la muestra, se pierde un grado de libertad al utilizarse uno de los datos puntuales; lo que implica que para el cálculo de la varianza se tiene en realidad solo  $n-1$  datos adicionales en los cuales basarse.

Para la acción A, la desviación estándar es de 0,54 % (la desviación estándar siempre está expresada en las unidades de la variable [nuevos soles, kilogramos, metros, porcentajes, etcétera]) y se obtiene de esta expresión:

$$\left( \frac{(5,0 - 5,3)^2 + (4,5 - 5,3)^2 + (5,5 - 5,3)^2 + (5,8 - 5,3)^2 + (5,7 - 5,3)^2}{(5 - 1)} \right)^{1/2} = 0,54$$

La acción B, por su parte, tiene una desviación estándar de 3,60 %. Tal como se dijo, esta acción tiene una volatilidad mayor que A. También podemos decir que la rentabilidad de la acción B presenta una variación mayor frente a su promedio que las de la acción A.

En conclusión, la acción B es más riesgosa que la A. Los entendidos no deben dejar escapar que falta complementar este análisis con el coeficiente de variación; pero, por el momento, será dejado de lado para retomarse más adelante.

### 3.2. ¿CÓMO INTRODUCIR EL RIESGO EN LOS PROYECTOS?

Si en un proyecto se quiere introducir la posibilidad que no ocurra lo que se ha supuesto, es decir, el riesgo; se pueden emplear las técnicas siguientes:

- El análisis de sensibilidad por variables y por escenarios.
- La determinación del punto de equilibrio.
- El análisis estadístico.
- La simulación Montecarlo.

Vale la pena mencionar que, como me dijo un profesor, «Cada uno es dueño de sus propios miedos»; por lo que la situación que para usted puede ser aceptable, para otro individuo, de repente, no lo será.

Es conveniente recalcar, que sea cual sea el método escogido, debe partirse por elaborar el modelo de pronóstico. Simplemente se trata de desarrollar en una hoja Excel el flujo de caja del proyecto; pero lo más importante es incluir un panel de datos de entrada en donde se introduzcan los valores de todas las variables que se utilizan en las proyecciones. ¿La razón?, simple, si se varían las cifras que se utilizan, debe asegurarse que introduciendo en la celda correspondiente la modificación, esta se verá reflejada en todo el modelo; incluyendo el cálculo de los indicadores de rentabilidad (VPN o TIR).

A continuación, presento un ejemplo muy simplificado de lo explicado en el párrafo anterior. Imagine que está evaluando un proyecto en el que usted estima que en el año 1 venderá 20 unidades, a S/. 5 cada una. En su hoja Excel, ha construido el modelo de pronóstico de los ingresos ( $p \times q$ ) de su proyecto, utilizando el panel de variables de entrada donde «p» es S/. 5 y «q» es 20; con lo que, en la situación inicial, las ventas ascenderán a S/. 100 en ese año, tal y como se muestra aquí:

Situación inicial

Panel de variables de entrada

Precio (p)	5,00
Cantidad (q)	20,00

Modelo de pronóstico

	año 1
Ingresos por venta	100,00*

* $p (S/. 5) \times q (20) = S/. 100$
---------------------------------------

Ahora, suponga que, por algún motivo, usted piensa que el precio que estimó en la situación inicial es muy conservador y quiere saber qué pasaría con sus ingresos si este aumenta a S/. 6 por unidad. Luego, va a su panel de variables de entrada y solo modifica la celda correspondiente al precio. Dado que la celda ingresos por venta está relacionada a las celdas precio (p) y cantidad (q), automáticamente variará pasando de S/. 100 a 120. Es decir, lo verá así en su hoja de cálculo:

Situación modificada

Panel de variables de entrada

Precio (p)	6,00*
Cantidad (q)	20,00

Modelo de pronóstico

	año 1
Ingresos por venta	120,00**

*El precio en el panel de entrada se modifica de S/. 5 a S/. 6.
---

** Automáticamente se modifican los ingresos, pues ahora la fórmula recoge el cambio efectuado en la celda del precio.
--

Es necesario hacer hincapié en la importancia de establecer el panel de variables de entrada para elaborar las proyecciones del proyecto. Si no lo hace así, no podrá elaborar un análisis de riesgo eficiente y puede que los resultados que obtenga no tengan ningún sentido.

En lo que sigue se empezará a desarrollar la primera técnica que se tiene disponible para incluir el riesgo en los proyectos de inversión.

### 3.3. EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad busca medir cómo se afecta la rentabilidad de un proyecto cuando una o varias variables que conforman los supuestos, bajo los cuales se elaboraron las proyecciones financieras, se modifican. Es por lo anterior que algunos textos en inglés la denominan la técnica del *what if...*, reconociendo que lo que trata de hacer esta metodología es determinar qué pasa con la rentabilidad del proyecto si una o más variables cambian.

Cuando solo una de las variables se modifica, se está frente al análisis de sensibilidad por variables (o unidimensional); si por el contrario, más de una cambia de valor, entonces se está ejecutando un análisis de sensibilidad por escenarios (también conocido como multidimensional).

#### *Análisis de sensibilidad por variables*

Para realizar este análisis, debe seguirse estos pasos:

1. Elaborar el modelo de pronóstico, en pocas palabras, se debe obtener las proyecciones en una hoja de cálculo; la cual debe incluir el Estado de Resultados, el flujo de caja y los indicadores de rentabilidad. No olvide incluir el panel de variables de entrada.

Para una mejor comprensión de esta técnica, desarrollaremos un pequeño caso práctico:

El director de finanzas de SIPECA S.A.C., considera una inversión de \$ 420 000 en una máquina que se depreciará durante su vida económica de siete años; por el método de línea recta. La tasa de descuento apropiada es de 13 %; y la tasa de impuesto a la renta es de 35 %. Se supone que todos los ingresos y gastos, se reciben y se pagan en efectivo.

A continuación, se presenta la evaluación del proyecto de SIPECA S.A.C. Observe que el FC fue construido bajo el método del NOPAT.

<b>Variables de entrada</b>		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>
Ventas		25 000,00							
Precio		40,00							
Ctos. variables		20,00							
Ctos. fijos		300 000,00							
Inversión		420 000,00							
Impto. renta		35 %							
COK		13 %							
<b>Estado de Resultados</b>									
Ingresos		1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Ctos. variables		-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00
Ctos. fijos		-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00
Depreciación		-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Impto. renta		-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00
NOPAT		91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00
<b>Flujo de caja</b>									
NOPAT		91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00
Depreciación		60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión		-420 000,00							
FCL		-420 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00
VPN		247 814,18							

2. Escoger las variables del panel de entrada que puedan afectar de manera importante la rentabilidad del proyecto. La pregunta que seguramente se está haciendo es, ¿cuáles y cuántas debo escoger?

Le comento que nada es axiomático en finanzas; así que siga estas simples reglas prácticas:

- En relación a cuáles. Precio y cantidad, de todas maneras, tienen que seleccionarse. Las demás variables dependen de las características de su proyecto. Así, por ejemplo, si tiene un alto componente de mano de obra en su estructura de costos, entonces el salario podría ser un elemento clave en la rentabilidad del proyecto; si, adicionalmente es un proyecto altamente apalancado (endeudado), la tasa de interés puede convertirse en crucial para determinar si genera valor, y así sucesivamente.
- En relación a cuántas variables debe escoger. Ni muchas, ni pocas. Le **sugiero** (así, en negrita) entre cinco y ocho como máximo. Acuérdesse que es igual de malo tener poca o demasiada información pues podría perder el foco del análisis (sin dejar de mencionar que si su proyecto tiene más de diez variables que usted considera importantes para la rentabilidad del mismo, entonces podemos concluir a priori que es altamente riesgoso).

En el caso que estamos desarrollando, se escogieron como variables críticas para el proyecto las ventas (número de unidades), el precio, los costos variables y los costos fijos.

<b>Variables de entrada</b>	
<b>Ventas</b>	<b>25 000,00</b>
<b>Precio</b>	<b>40,00</b>
<b>Ctos. variables</b>	<b>20,00</b>
<b>Ctos. fijos</b>	<b>300 000,00</b>
Inversión	420 000,00
Impto. renta	35 %
COK	13 %

3. Tomar solo una de las variables escogidas, por ejemplo, el precio y multiplicar el valor que inicialmente se proyectó por un factor, digamos 0,9; el valor resultante se introduce en el panel de variables de entrada como el nuevo precio. Si el modelo de pronóstico está correctamente diseñado, automáticamente se obtendrá el VPN o la TIR (siempre y cuando no haya problemas con esta última). Lo que se ha hecho es obtener el VPN (o la TIR) del proyecto cuando solo el precio disminuye en 10 %. Es necesario recalcar el término «solo el precio», pues en eso radica, exactamente, el análisis que se está explicando: buscar ver cómo se afecta la rentabilidad del proyecto cuando solo una variable se modifica. Hecho esto, se vuelve a ejecutar el paso anterior. Esta vez multiplique el precio original por un factor de 0,8 (o lo que es equivalente a suponer que sufrió una disminución de 20 %) y obtendrá el VPN del proyecto cuando solo el precio se ve reducido en ese porcentaje. No se le debe escapar que así como multiplica el precio por factores menores a 1, también puede hacerlo por factores mayores a 1. En el caso que afecte el precio por un factor de 1,10; simplemente está simulando que aumentó en 10 % y, así, podrá obtener un nuevo VPN.

Variables de entrada	
Ventas	25 000,00*
<b>Precio</b>	<b>40,00</b>
Ctos. variables	20,00*
Ctos. fijos	300 000,00*
Inversión	420 000,00
Impto. renta	35 %
COK	13 %
* Se observa que solo ha variado el precio. Todas las demás variables permanecen igual.	

Estado de Resultados	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos		900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00
Ctos. variables		-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00
Ctos. fijos		-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00
Depreciación		-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Impto. renta		-14 000,00	-14 000,00	-14 000,00	-14 000,00	-14 000,00	-14 000,00	-14 000,00
NOPAT		26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00
<b>Flujo de caja</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>
NOPAT		26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00	26 000,00
Depreciación		60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión	-420 000,00							
FCL	-420 000,00	86 000,00	86 000,00	86 000,00	86 000,00	86 000,00	86 000,00	86 000,00

VPN	-39 655,50*
*Precio en el panel de variables de entrada, automáticamente el VPN se modifica.	

4. Repetir el análisis para todas las variables escogidas en el paso 2. Le recalco, de nuevo, que solo debe modificarse la nueva variable; por ejemplo, la cantidad. El precio debe volver a su valor inicial.

Variables de entrada		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
<b>Ventas</b>	<b>25 000,00</b>								
Precio	40,00*								
Ctos. variables	20,00*								
Ctos. fijos	300 000,00*								
Inversión	420 000,00								
Impto. renta	35 %								
COK	13 %								
* Se observa que solo ha variado el número de unidades vendidas. Todas las demás variables permanecen igual.									
Estado de Resultados		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos		900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00	900 000,00
Ctos. variables		-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00	-450 000,00
Ctos. fijos		-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00
Depreciación		-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Impto. renta		-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00	-31 500,00
NOPAT		58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00
Flujo de caja		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
NOPAT		58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00	58 500,00
Depreciación		60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión		-420 000,00							
FCL		118 500,00	118 500,00	118 500,00	118 500,00	118 500,00	118 500,00	118 500,00	118 500,00
VPN		104 079,34*							

\*Introduciendo esa variación en las ventas en el panel de variables de entrada, automáticamente el VPN se modifica.



5. Construir una matriz que reúna todos los indicadores de rentabilidad así obtenidos.

### Análisis de sensibilidad por variables (valores absolutos)

Factor	Ventas	Precio	Ctos. variables	Ctos. fijos
1,30	679 018,69	1 110 223,21	-183 390,34	-10 908,53
1,20	535 283,85	822 753,53	-39 655,50	75 332,37
1,10	391 549,01	535 283,85	104 079,34	161 573,27
1,00	247 814,18	247 814,18	247 814,18	247 814,18
0,90	104 079,34	-39 655,50	391 549,01*	334 055,08
0,80	-39 655,50	-327 125,18	522 283,85	420 295,98
0,70	-183 390,34	-614 594,86	679 018,69	506 536,89

\*\$ 391 549,01 es el VPN del proyecto cuando solo los costos variables disminuyen en 10 %.

Esta matriz ayudará a conocer con qué variables la rentabilidad del proyecto es más sensible; y, al saber lo anterior, se podrá efectuar estudios más profundos sobre estas variables.

Por ejemplo, en el caso desarrollado, las variables más importantes son el precio y la cantidad. Al conocer esto, se pedirá al área de marketing de la empresa que afine el estudio de mercado del proyecto.

¿En la matriz puede ver, claramente, que precio y cantidad son las variables críticas?, ¿no?, no se preocupe. Le recomiendo que elabore una matriz, expresada en términos de índices. Siguiendo con nuestro caso, esta matriz convertida se vería así:

### Análisis de sensibilidad por variables (índices)

	Ventas	Precio	Ctos. variables	Ctos. fijos
1,30	274,00*	448,01	-74,00	-4,40
1,20	216,00	332,00	-16,00	30,40
1,10	158,00	216,00	42,00	65,20
1,00	100,00	100,00	100,00	100,00
0,90	42,00	-16,00	158,00	134,80
0,80	-16,00	-132,00	210,76	169,60
0,70	-74,00	-248,01	274,00	204,40

\*En realidad, es una simple regla de tres.

Si \$ 247 814,18 es igual a 100, entonces \$ 679 018,69 será igual a  $x$  y así se procede con las otras cantidades.

Solo una acotación antes de terminar, ¿hasta dónde ir hacia arriba o abajo en el factor de escalamiento? Usted pone los límites y los intervalos entre escalón y escalón, según su experiencia o las características del proyecto.

## **Análisis de sensibilidad por escenarios**

Intuitivamente, puede entenderse que si el análisis de sensibilidad por variable (o unidimensional) centraba la atención en el comportamiento de la rentabilidad del proyecto ante la modificación de una sola variable; el análisis de escenarios conlleva la modificación de dos o más variables a la vez cuyo fin es, también, ver cómo se afecta la rentabilidad del proyecto.

Nuevamente, surgen las preguntas, ¿cuántas variables modificar? y ¿cómo hacerlo? Antes de contestarlas, se debe incidir que la lógica de este análisis dicta que todas las variables escogidas se muevan a la vez; pero, y esto es lo importante, de manera consistente. Es decir, no se modifican «a tontas y locas», sino que sus variaciones deben obedecer a escenarios que pueden presentarse a lo largo de la vida del proyecto. Un escenario, por si acaso, se define como un marco de relaciones causales lógicas.

Ahora sí, procedamos a responder la primera pregunta: ¿cuántas?; ya se dijo que en finanzas nada está escrito en piedra, por lo que la elección del número de variables a modificar dependerá de las características del proyecto y la experiencia del evaluador. Es aconsejable utilizar las mismas variables seleccionadas para el análisis por variable. ¿Y en cuanto al número de escenarios?, bueno, sin dejar de mencionar que aunque el cielo es el límite, no olvidemos que demasiada información es contraproducente; por ello no se necesitan más de tres escenarios (a lo sumo cuatro): al primero lo denominaremos escenario base (o normal); al segundo escenario lo llamaremos pesimista; y al tercero, optimista.

Tomando este último como ejemplo, ¿qué es un escenario optimista?, supongamos que su proyecto es implementar una panadería. Ya determinó, anteriormente, que el precio, la cantidad de pan y el precio de la harina de trigo son las variables que más impactan en la rentabilidad del proyecto y las utilizó, una a una, para determinar la matriz del análisis por variables. Ahora, si quiere hacer un análisis de escenarios, debe modificar todas las variables a la vez. Si es un escenario optimista, por ejemplo, el precio y la cantidad de pan que proyecta vender deben incrementarse y el precio de la harina de trigo disminuir.

En cuanto a la pregunta del cómo, se hace de la misma manera como está explicado anteriormente; solo que, a diferencia del análisis por variables, ahora se introducen todas las variables modificadas a la vez y se obtiene el VPN por cada uno de los escenarios.

Un ejemplo lo ayudará a entender mejor. Regresemos al caso de SIPECA. El panel de variables de entrada, para la situación inicial, era así:

<b>Variables de entrada</b>	
<b>Ventas</b>	<b>25 000,00</b>
<b>Precio</b>	<b>40,00</b>
<b>Ctos. variables</b>	<b>20,00</b>
<b>Ctos. fijos</b>	<b>300 000,00</b>
Inversión	420 000,00
Impto. renta	35 %
COK	13 %

Llamemos a la situación inicial escenario base, es decir, la estimación que creemos se dará con mayor probabilidad a lo largo de la vida del proyecto. Vea que las variables críticas para el proyecto son las ventas (en unidades), el precio, los costos variables unitarios y los costos fijos (en unidades monetarias). Note que la inversión inicial, la tasa del impuesto a la renta y la tasa de descuento no han sido consideradas variables críticas en este caso.

Imagine, ahora, que usted quiere hacer un análisis por escenarios. Para tal efecto, proyecta el valor de las variables críticas en dos situaciones adicionales. A la primera, la denominaremos escenario optimista y, a la segunda, escenario pesimista. Al final tendrá tres escenarios, es decir, tres situaciones donde las variables críticas se mueven a la vez; pero de manera lógica. Esto lo puede ver más gráficamente, en el cuadro siguiente:

Variables de entrada	Escenarios		
	Base	Optimista	Pesimista
Ventas	25 000,00	27 000,00	23 000,00
Precio	40,00	42,00	38,00
Ctos. variables	20,00	19,00	21,00
Ctos. fijos	300 000,00	280 000,00	320 000,00
Inversión	420 000,00	420 000,00	420 000,00
Impto. renta	35 %	35 %	35 %
COK	13 %	13 %	13 %

Observe que, por ejemplo, para las ventas el escenario base contemplaba 25 000 unidades; mientras que el escenario optimista (una situación mejor que la del escenario base) proyectaba 27 000 unidades de productos vendidos; a la par que en el pesimista (una situación peor), la cantidad vendida se reducía a 23000 unidades. Asimismo, es pertinente resaltar que todas las variables críticas se mueven acorde con los escenarios. Un escenario pesimista, significa que estas se modifican de manera perjudicial para el proyecto.

Una vez que se ha planteado los valores del conjunto de variables que representa cada escenario, se debe reemplazar los valores en el panel de entrada de datos. Así, entonces, para el escenario pesimista este panel recogería los valores: venta 23000 unidades, precio \$ 38 por unidad, costos variables \$ 21 y costos fijos \$ 320 000; y como el modelo de pronóstico está relacionado a esas celdas, automáticamente arrojará el VPN; en este caso -\$ 123 021,71:

Variables de entrada	
Escenario pesimista	23 000,00
Ventas	38,00
Ctos. variables	21,00
Ctos. fijos	320 000,00
Inversión	420 000,00*
Imppto. renta	35 %*
COK	13 %*

\* La inversión, la tasa de impuesto a la renta y el COK no sufren variación por no ser consideradas variables críticas en este ejemplo.

Estado Resultados	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos		874 000,00	874 000,00	874 000,00	874 000,00	874 000,00	874 000,00	874 000,00
Ctos. variables		-483 000,00	-483 000,00	-483 000,00	-483 000,00	-483 000,00	-483 000,00	-483 000,00
Ctos. fijos		-320 000,00	-320 000,00	-320 000,00	-320 000,00	-320 000,00	-320 000,00	-320 000,00
Depreciación		-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Imppto. renta		-3 850,00	-3 850,00	-3 850,00	-3 850,00	-3 850,00	-3 850,00	-3 850,00
NOPAT		7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00
<b>Flujo de caja</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>
NOPAT		7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00	7 150,00
Depreciación		60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión	-420 000,00							
FCL	-420 000,00	67 150,00	67 150,00	67 150,00	67 150,00	67 150,00	67 150,00	67 150,00
VPN		-123 021,71						

Al final de este análisis, se obtiene los VPN para los tres escenarios:

Escenario	VPN	Índice
Optimista	653 146,42	263,56
Base	247 814,18	100,00
Pesimista	-123 021,71	-49,64

Al interpretar estos resultados:

1. El VPN del proyecto solo es negativo en el escenario pesimista.
2. El valor que toma el VPN, en este escenario, presenta una reducción en relación al escenario base; el cual es proporcionalmente menor en comparación al aumento que experimenta este indicador en el escenario optimista.

En conclusión, podemos opinar que el proyecto es medianamente riesgoso. Si, por otro lado, en los tres escenarios el VPN del proyecto es positivo, entonces podemos concluir que este no es riesgoso (y viceversa).

Si usted domina el programa Excel, no debe escapársele que este análisis se puede hacer en forma más rápida y sin problemas utilizando la opción escenarios.

### 3.4. EL ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

No debe confundirse con la definición contable de este concepto, la cual precisa que es el número de unidades que deben venderse para que los ingresos sean iguales a los costos o, lo que es lo mismo, para que la utilidad sea cero.

Desde la perspectiva de la evaluación de proyectos, el punto de equilibrio se define como el valor de cualquiera de las variables críticas (o de riesgo) que hace que el VPN sea cero.

Si se está evaluando un proyecto que consiste en implementar una panadería y se ha determinado que las variables críticas para el proyecto son el precio del pan y el de la harina de trigo; entonces el precio del pan que hace el VPN de nuestro proyecto igual a 0, es el punto de equilibrio en relación a esa variable. De igual manera, el precio de la harina de trigo que hace 0 el VPN, es el punto de equilibrio desde el punto de vista del precio de ese insumo.

Regresemos a nuestro caso de SIPECA. Hasta ahora, hemos obtenido el VPN del proyecto en el escenario más probable, el cual se muestra a continuación:

Variables de entrada									
Ventas	25 000,00								
Precio	40,00								
Ctos. variables	20,00								
Ctos. fijos	300 000,00								
Inversión	420 000,00								
Impto. renta	35 %								
COK	13 %								
<b>Estado de Resultados</b>		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>
Ingresos		1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Ctos. variables		-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00	-500 000,00
Ctos. fijos		-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00	-300 000,00
Depreciación		-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Impto. renta		-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00	-49 000,00
NOPAT		91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00
<b>Flujo de caja</b>		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>
NOPAT			91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00	91 000,00
Depreciación			60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión		-420 000,00							
FCL		-420 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00	151 000,00
VPN									247 814,18

Asimismo, realizamos un análisis de sensibilidad por variables y un análisis de sensibilidad por escenarios, asumiendo que las ventas, precio, costos variables y costos fijos eran las variables críticas para la rentabilidad del proyecto.

Ahora, es tiempo de realizar el análisis del punto de equilibrio. ¿Cómo se hace?, simple, utilizando las mismas variables seleccionadas en el análisis por variables se debe encontrar para cada una de ellas el valor que hace el VPN del proyecto igual a 0.

Así, por ejemplo, para el caso de las ventas este análisis nos dará la cantidad de unidades vendidas que hace que el VPN del proyecto de SIPECA sea 0. El procedimiento se hace más rápido si se utiliza la herramienta «buscar objetivo», del Excel. Sin embargo, hay que ser claros; para que dicha herramienta pueda ser aplicada, el modelo debe contar con un panel de variables de entrada que esté enlazado o vinculado al Estado de Resultados, el flujo de caja y el indicador de rentabilidad, en este caso el VPN.

Al final del análisis, tendremos una tabla de estas características:

Variable de entrada		Pto. de equilibrio	%
Ventas	25 000,00	20 690,00	-17 %
Precio	40,00	36,55	-9 %
ctos. variables	20,00	23,45	17 %
ctos. fijos	300 000,00	386 205,00	29 %
Inversión	420 000,00	738 172,00	76 %
Impto. renta	35 %		
COK	13 %		

Interpretemos los resultados que nos muestra. Se reitera que, en el caso de las ventas, por ejemplo; 20 690 es el número de unidades vendidas que hace el VPN del proyecto igual a 0. Es decir, una cantidad menor de ventas hará que el proyecto no sea rentable ( $VPN < 0$ ) ¿Y qué nos dice la cifra de \$ 36,55 en cuanto al precio?, pues que ese es el valor que hace el VPN igual a 0. 0, lo que es lo mismo, si el precio es menor que \$ 36,55; el proyecto no crea valor para los accionistas. Y así sucesivamente. No debe escapar a su atención que este análisis también se aplicó a la inversión, a pesar que esta no era considerada una variable crítica para la rentabilidad del proyecto.

Perfecto, hemos interpretado lo que nos dice la cifra asociada a cada variable. El paso siguiente es determinar cuál es la que impacta más a la rentabilidad del proyecto.



Para hacer esto tenemos que utilizar la última columna del cuadro (es decir el % de aumento o disminución). En el caso de los costos fijos, por ejemplo, un incremento de 29 % ( $[\$386\,205/\$300\,000]-1$ ), frente a la cifra consignada en el escenario más probable ( $\$300\,000$ ) hace que el VPN sea cero. Hecho esto, le pido que ponga esos porcentajes en valor absoluto. ¿Cuál es el menor?, el precio, sin duda alguna. Entonces, la variable que impacta más en la rentabilidad del proyecto es el precio; pues una variación de solo 9 %, hace que el VPN sea cero. Las siguientes serían la cantidad de unidades vendidas y los costos variables, puesto que una variación de 17 % en cada una de esas variables hace que el VPN se convierta en cero. Ahora le pregunto, ¿qué hay de la inversión?, note que no es una variable de riesgo, lo sabemos porque esta puede incrementarse en 76 % (pasando de  $\$420\,000$  a  $\$738\,172$ ) para que recién el VPN sea igual a cero.

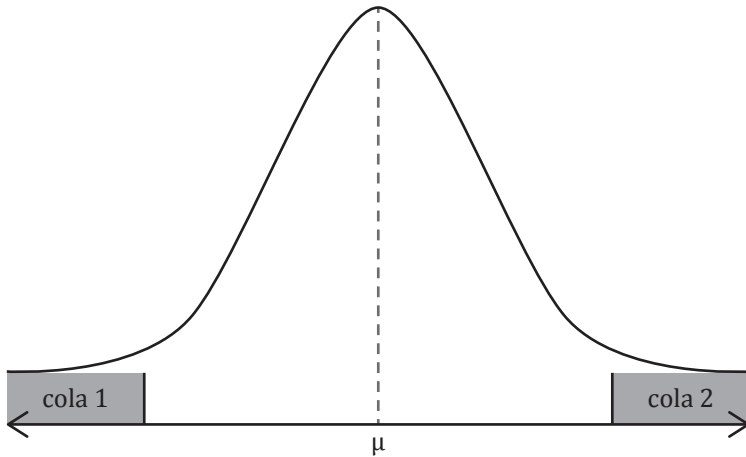
Una última acotación antes de terminar, el análisis del punto de equilibrio debe ser consistente con los resultados del análisis de sensibilidad por variables. Esto significa que las dos técnicas deben arrojar los mismos resultados. En el caso de SIPECA, ambas nos dijeron que las variables que representaban más riesgo para el proyecto eran las ventas, el precio y el costo variable; en ese orden.

### 3.5. MEDICIONES ESTADÍSTICAS DEL RIESGO DE UN PROYECTO

Antes de empezar, debe explicarse los conceptos que servirán para aplicar esta técnica cuando se evalúen proyectos.

Primero, debe conocerse la «ley de los grandes números». Esta expresa que si un experimento se repite muchísimas veces, entonces sus resultados se distribuirán de manera normal (si se es un poco más técnico, entonces debe recurrirse al teorema del límite central; el cual postula que, en condiciones generales, si  $S_n$  es la distribución de  $n$  variables aleatorias independientes, entonces esta se aproximará a una distribución normal).

Segundo, una distribución normal, también conocida como la campana de Gauss, es una distribución simétrica; lo que quiere decir que la mayoría de las observaciones realizadas (pesos, estaturas, rentabilidades, etcétera) se encontrarán situadas alrededor del promedio. Así, por ejemplo, si quiere medirse la estatura de todos los peruanos y se escoge una muestra representativa de la población, entonces la mayoría de los resultados de esa muestra se encontrarán alrededor del promedio de estatura hallado. Una distribución normal, gráficamente, se presenta así:

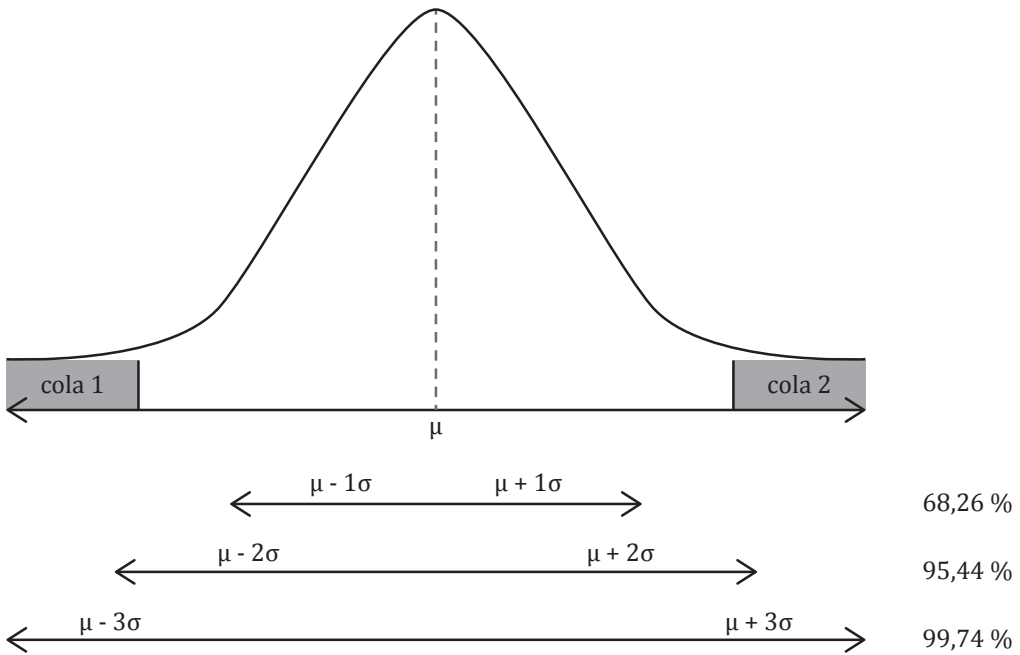
**Gráfico 3.2. La distribución normal**

Elaboración propia.

Por si acaso, la letra griega  $\mu$  denota el promedio. Se procede a tomar el ejemplo de la estatura. Si se toma una muestra representativa de los peruanos y se miden, entonces las estaturas se distribuirán de manera normal. Asimismo, se observará que la mayoría de resultados se agrupará alrededor del promedio ( $\mu$ ) y que habrá, relativamente, pocos individuos muy bajos (cola 1) y escasos muy altos (cola 2).

Tercero, la amplitud en las principales distribuciones de probabilidades se mide a través de la desviación estándar (debe tenerse presente que esta es la raíz cuadrada de la varianza). Tradicionalmente, se toma este indicador como una aproximación al riesgo. La desviación estándar se denota con la letra griega  $\sigma$  y la varianza con  $\sigma^2$ . Sin embargo, la distribución normal tiene una característica muy interesante a la cual se denominará la propiedad de los intervalos. El siguiente gráfico ayudará a ilustrar mejor este punto:

**Gráfico 3.3. Intervalos distribución normal**

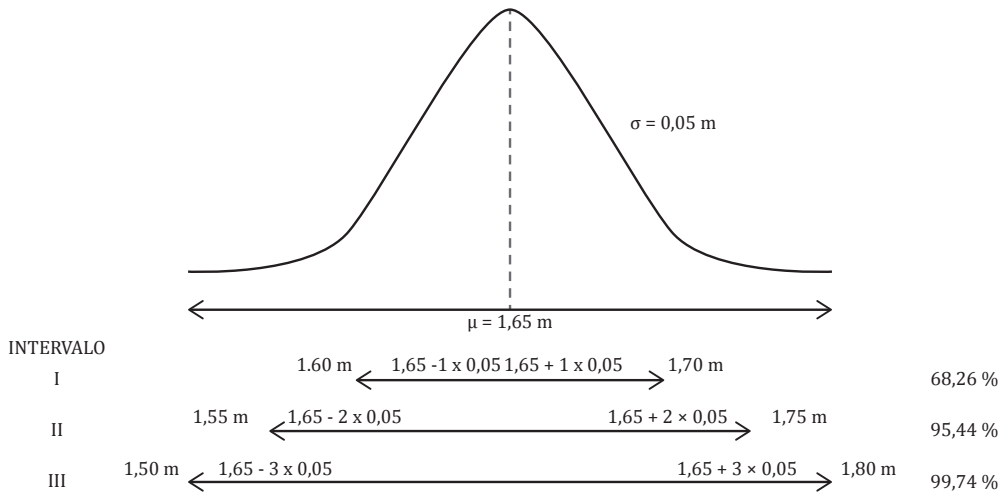


Elaboración propia.

Imagine que luego de medir la estatura de la muestra que se escogió (¡ojo! esta tiene que ser representativa para que los resultados, desde el punto de vista estadístico, sean significativos), el promedio encontrado fue de 1,65 m (165 cm), y que la  $\sigma$  era de 0,05 m (5 cm). El gráfico de arriba dice, simplemente, que si a la media (1,65 m) le restamos 1  $\sigma$  (1,65 - 0,05) y le sumamos 1  $\sigma$  (1,65 + 0,05), obtendremos un intervalo que va desde 1,60 m (límite inferior) a 1,70 m (límite superior); en donde, con una probabilidad de 68,26 %, se encontrará la estatura promedio de los habitantes del país.

Si continuase el análisis, entonces se tendrá estos resultados:

**Gráfico 3.4. Estatura de la población**



Elaboración propia.

El intervalo II dice que existe una probabilidad de 95,44 % que la estatura promedio de los peruanos se encuentre entre 1,55 m y 1,75 m. Por su parte, el intervalo III nos indica, con una certeza casi absoluta (99,74 % de probabilidad), que la estatura promedio de los habitantes del país se encuentra entre 1,50 m y 1,80 m.

Ahora es momento de aplicar lo aprendido cuando se evalúa un proyecto. Retornemos al caso de la máquina de SIPECA S. A. C. Al proyecto de esta empresa le hemos aplicado el análisis de sensibilidad por variables y por escenarios, y también hemos hallado el punto de equilibrio. Es tiempo de efectuar el análisis estadístico.

Para empezar, tenemos que elaborar los escenarios que pensamos pueda enfrentar el proyecto. Afortunadamente, ya los tenemos:

Variables de entrada	Escenarios		
	Base	Optimista	Pesimista
Ventas	25 000,00	27 000,00	23 000,00
Precio	40,00	42,00	38,00
Ctos. variables	20,00	19,00	21,00
Ctos. fijos	300 000,00	280 000,00	320 000,00
Inversión	420 000,00		
Impto. renta	35 %		
COK	13 %		

Note que las variables que se modifican en los tres escenarios son ventas, precio, costos variables y costos fijos. Por su parte la inversión, el impuesto a la renta y el COK se mantienen iguales.

Ahora, vamos a introducir en el cuadro anterior las probabilidades de ocurrencia de cada escenario. Creemos que el escenario base tendrá un 50 % de probabilidad que ocurra durante la vida del proyecto. De igual manera, los escenarios optimista y pesimista tendrán 25 % de probabilidad de ocurrencia cada uno. Antes de continuar, es importante notar tres puntos: **1.** Las probabilidades de ocurrencia deben sumar 100 %; **2.** El escenario base debe tener una mayor probabilidad; y **3.** Existen métodos que permiten determinar la probabilidad asignada a cada escenario. Uno de los utilizados es el método Delfos.

Incluyamos, entonces, en nuestro cuadro anterior, las probabilidades para cada escenario:

Variables de entrada	Escenarios		
	50 %	25 %	25 %
Probabilidad de ocurrencia			
	Base	Optimista	Pesimista
Ventas	25 000,00	27 000,00	23 000,00
Precio	40,00	42,00	38,00
Ctos. variables	20,00	19,00	21,00
Ctos. fijos	300 000,00	280 000,00	320 000,00

Hemos omitido las variables inversión, impuesto a la renta y COK; por tomar un valor similar en cualquier escenario.

Ahora pregunto, qué pasaría con el VPN de este proyecto si lo repetimos, teóricamente, muchísimas veces. Pues que este indicador se distribuiría de manera normal y, si esto es así, entonces lo único que nos interesaría como inversores es cuánto esperar de rentabilidad en promedio (el VPN esperado o VPNE) y cuál sería el riesgo al que nos enfrentaríamos (la desviación estándar o  $\sigma$ ).

Obtengamos primero el VPNE. Hay varios caminos para hacerlo, escogamos el más simple; hallemos el VPN de cada escenario, luego multipliquemos cada escenario por la probabilidad de ocurrencia y los resultados así obtenidos, sumémoslos. El valor que obtengamos es el VPNE. Si queremos una definición más formal, entonces sería así:

$$\text{VPNE} = \Sigma \text{VPN}_i \times \text{Prob}_i$$

Regresando al caso, el VPNE del proyecto se obtiene de la manera siguiente:

	Escenarios		
	Base	Optimista	Pesimista
Prob. de ocurrencia	50 %	25 %	25 %
VPN por escenario	247 814,18	653 146,42	-123 021,71
VPN * probabilidad	123 907,09	163 286,61	-30 755,43
VPNE ( $\Sigma \text{VPN} * \text{Prob.}$ )			256 438,27

Ahora ya sabemos que, en promedio, podemos esperar de este proyecto una rentabilidad de \$ 256 438,27. El próximo paso es hallar el riesgo del proyecto, el cual estará medido por la volatilidad de la rentabilidad del mismo. Para eso, debemos calcular la desviación estándar del VPN. Sin embargo, primero hay que obtener la varianza (acuérdesese que la desviación estándar, es la raíz cuadrada de la varianza).

La fórmula para la varianza se detalla a continuación:

$$\sigma^2 = \Sigma (\text{VPN}_i - \text{VPNE})^2 * \text{Prob}_i$$

En simple, al VPN de cada escenario tiene que restarle el VPNE; elevarlo al cuadrado; luego multiplicarlo por su probabilidad de ocurrencia; y, posteriormente,

sumarlo. El resultado obtenido es la varianza del VPN del proyecto. Desarrollémoslo, para una mejor comprensión:

$\left. \begin{array}{l} (247\,814,18 - 256\,438,27)^2 \\ + \\ (653\,146,42 - 256\,438,27)^2 \\ + \\ (-123\,907,09 - 256\,438,27)^2 \end{array} \right\}$	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">                     Varianza  <math>\sigma^2</math> </td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;"> <math>75\,378\,998,67</math> </td> </tr> </table>	Varianza $\sigma^2$	$75\,378\,998,67$
Varianza $\sigma^2$			
$75\,378\,998,67$			

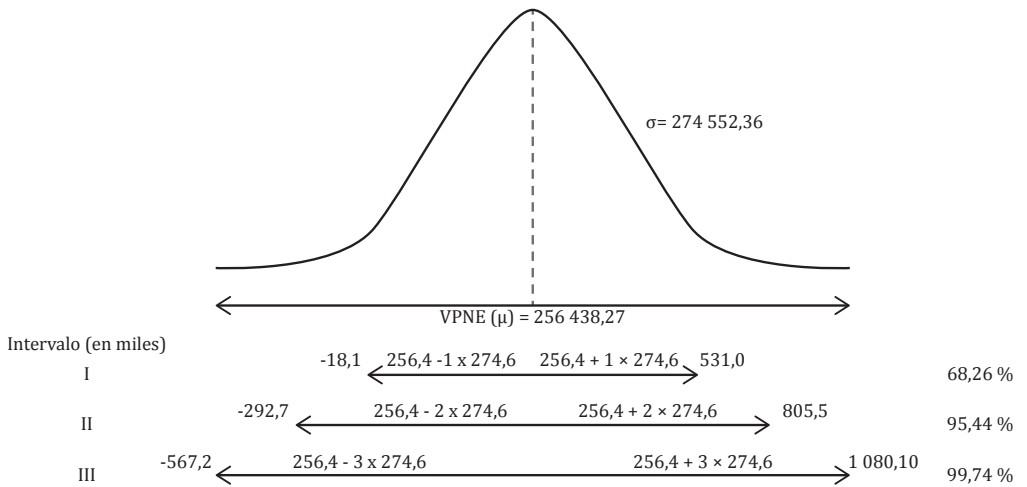
Ese número no nos dice mucho. Un indicador que tiene más sentido es la desviación estándar. Así que, a esa cantidad, hay que sacarle la raíz cuadrada. No se olvide que la desviación estándar está en la misma unidad de medida que el indicador que estamos analizando. Dado que el VPN está expresado en unidades monetarias, entonces también lo estará la desviación estándar.

$$\begin{aligned} \sigma &= (75\,378\,998,67)^{0,5} \\ &= 274\,552,36 \end{aligned}$$

La desviación estándar del proyecto de SIPECA asciende a \$ 274552,36.

¿Y la  $\sigma$  de qué nos sirve?, bueno, podemos hacer un análisis del tipo que desarrollamos en el ejemplo de la medición de la estatura. Podemos armar, entonces, tres intervalos sumando al VPNE +/-  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  y  $3\sigma$ . Gráficamente, tendríamos esto:

**Gráfico 3.5. Intervalos de la distribución del VPN del proyecto**



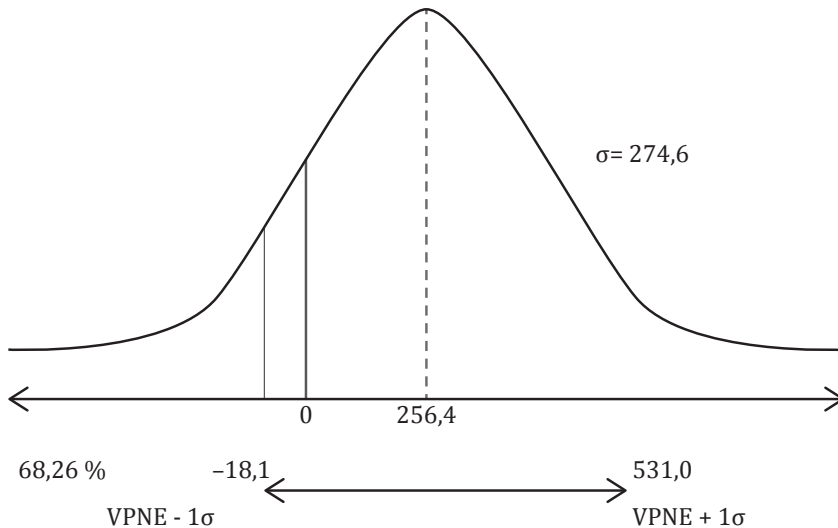
Elaboración propia.

¿Basándonos en este análisis, podríamos concluir que el proyecto de SIPECA es riesgoso? La respuesta es afirmativa, pues ya el límite inferior del primer intervalo es negativo.

También podemos obtener la probabilidad que el VPN del proyecto sea mayor o igual a cero. El gráfico siguiente, muestra lo que queremos obtener:



**Gráfico 3.6. Probabilidad que el VPN sea mayor o igual a cero**



Elaboración propia.

Antes de seguir con la explicación, tenemos que tener muy claro que la distribución normal es simétrica. Es decir, existe una probabilidad del 50 % que el VPN del proyecto sea mayor a \$ 256 438,27; y también existe la misma probabilidad que sea menor a esa suma. También, puede verlo así, existe la probabilidad de 84,13 % (50 % a la derecha del VPNE + 68,26 %/2) que el VPN sea igual o mayor que \$ -18,1 miles.

Lo que buscamos, entonces, es la probabilidad de que el proyecto tenga un VPN mayor o igual a 0; es decir, en el gráfico buscamos el área a la derecha de 0. Debemos encontrar a cuantas desviaciones del VPNE se encuentra el punto 0. Dividimos, entonces, el VPNE por la  $\sigma$ :

$$256,4/274,6 = 0,934$$

Es decir, se necesita 93,4 % de una  $\sigma$  para ubicar el punto donde el VPNE es igual a cero.

Otra vez debemos tener presente la simetría de la distribución normal. Una desviación estándar, hacia la izquierda del promedio, tiene una probabilidad de 34,13 % (68,26 %/2). Entonces, si a 31,88 % (93,4 % del 34,13 %) le agregamos 50 % (probabilidad de obtener un VPN superior al VPNE), obtenemos 81,88 %.

$$50 \% + (68,26 \% / 2) * 93,4 \% = 81,88 \%$$

Ese porcentaje representa la probabilidad que el VPN del proyecto de SIPECA sea mayor o igual a 0. ¿Es riesgoso el proyecto?, bueno, lo único que le puedo decir es que existe una probabilidad de uno entre cinco que el proyecto no sea rentable. Recuerde lo que ya se dijo: «Cada uno es dueño de sus propios miedos». Con estos datos, tome su decisión.

También hay otra manera de ver el riesgo de un proyecto. Para tal efecto, utilizamos el coeficiente de variación (cv), el mismo que indica cuantas unidades de riesgo por unidad de rentabilidad esperada se obtiene del proyecto que estamos analizando. La fórmula se presenta a continuación:

$$cv = | \sigma / VPNE |$$

Debemos tener presente que, mientras más alejado de 1 este el cv, el proyecto será más riesgoso; por el contrario, mientras más cercano a 0, menos riesgoso será. En el caso del proyecto de SIPECA, se obtiene un cv de 1,07:

$$cv = |274,6 / 256,4| = 1,07$$

Por cada unidad de rentabilidad esperada, el proyecto nos entrega 1,07 unidades de riesgo. Podemos concluir que el proyecto es medianamente riesgoso.

Por último, el cv se utiliza de manera preponderante cuando se está evaluando el riesgo de dos o más proyectos. Para ilustrar este punto, pongamos esta situación hipotética: tenemos dos proyectos, el proyecto A tiene un  $\sigma$  de \$ 10 000 y el proyecto B de \$ 15 000. Basándose exclusivamente en la  $\sigma$ , se debería escoger el proyecto A como el menos riesgoso (menos  $\sigma$  = menos volatilidad = menos variabilidad de los resultados esperados con respecto al promedio). Ahora, introduzcamos el VPNE de cada proyecto. Así, con el proyecto A se obtiene una rentabilidad promedio de \$ 10 000; mientras que el proyecto B entrega \$ 150 000. ¿Cambia en algo la percepción del riesgo? Por supuesto que sí; en el A, el proyecto que habíamos escogido como menos riesgoso nos entrega 1 unidad de riesgo por cada unidad de rentabilidad esperada; en cambio, el proyecto B entrega solo 0,1 unidades de riesgo por unidad de rentabilidad. Obviamente, el proyecto

B debe ser el escogido como el menos riesgoso. Conclusión: cuando estamos evaluando el riesgo de más de un proyecto debemos utilizar el  $cv$  y no la  $\sigma$ .

### 3.6. LA SIMULACIÓN MONTECARLO

En simple, esta metodología mezcla el análisis de escenarios con la técnica de mediciones estadísticas; pero, y aquí está lo importante, las variables críticas, es decir, aquellas cuya variación impacta fuertemente en la rentabilidad del proyecto, se insertan dentro de una distribución de probabilidades ad hoc para cada una de ellas. ¿Y por qué se denomina simulación Montecarlo? Pues debido a que los valores de cada una de las variables se escogen de manera aleatoria, al igual que los números que se obtienen en una ruleta.

Es importante notar que, en los primeros 30 años de su existencia, esta técnica no fue muy utilizada. Recién a partir de la segunda mitad de la década del año 1990, es que se vuelve popular entre los evaluadores de proyectos. ¿Razones?, básicamente dos, la primera tiene que ver con el desarrollo de hardware (capacidad de procesamiento); y la segunda con la aparición de software que corre en Excel y que facilita, grandemente, su aplicación. Es probable que se haya escuchado mencionar alguno de ellos; los más conocidos son: el Crystall Ball y el Risksimulator.

La técnica se desarrolla a través de seis pasos, a saber: elaboración del modelo de pronóstico; selección de las variables de riesgo; asignación de la distribución de probabilidades a cada variable; inclusión de condiciones de correlación; simulación; y análisis de resultados.

A continuación, se procede a desarrollarlas.

#### 1. Elaboración del modelo de pronóstico

No se asuste, no es nada del otro mundo, ¿tiene el programa Excel?, ¿sí?, entonces lo único que tiene que hacer es proyectar el Estado de Resultados, y el flujo de caja del proyecto que está analizando; incluya el indicador de rentabilidad correspondiente (VPN, TIR, etcétera). No se olvide de adicionar el panel de variables de entrada en su hoja.

Para nuestro ya conocido caso de la máquina de SIPECA, el modelo sería el desarrollado en apartados anteriores, tal como se muestra a continuación:

**Gráfico 3.7. Modelo de pronóstico proyecto**



Elaboración propia.

Note cómo se vinculan las ventas del año 1 al panel de variables de entrada ventas (celda \$B\$4) x precio (celda \$B\$5).

## 2. Selección de variables de riesgo

Una vez elaborado el modelo, el paso siguiente es seleccionar las variables que impactan más en la rentabilidad del mismo. Observe que, anteriormente, ya lo hemos hecho cuando explicamos el análisis de sensibilidad. Le debe quedar claro que el concepto es el mismo, debemos escoger precio y cantidad de todas maneras y el resto de variables, dependiendo de las características particulares del proyecto que estamos evaluando; y, en cuanto al número, pues ni muchas ni pocas. Si quiere una mejor aproximación, escoja las variables que luego del análisis de sensibilidad unidimensional son las que afectan, de manera importante, al VPN del proyecto.

En el caso de SIPECA, se escogieron: número de unidades vendidas, el precio de venta, los costos variables y los costos fijos:

<b>Variables de riesgo</b>	
Ventas	25 000,00
Precio	40,00
Ctos. variables	20,00
Ctos. fijos	300 000,00

### 3. Asignación de la distribución de probabilidades

Debemos tener en cuenta que las variables críticas (en realidad, todas las variables del proyecto) son de naturaleza riesgosa, pues pueden comportarse de manera diferente a lo esperado. Se ha abordado este problema anteriormente, sea efectuando un análisis unidimensional (por variable), multidimensional (por escenario), hallando el punto de equilibrio, o mediante el análisis estadístico; pero para ejecutar la simulación Montecarlo, a cada una de las variables críticas debe asignársele una distribución de probabilidades.

Antes de continuar es necesario definir, de manera simple, este concepto. Una distribución de probabilidad es, esencialmente, la asignación de probabilidades de ocurrencia a una variable sobre un rango de valores discretos o continuos. Un valor discreto es una variable que se puede asociar a un número natural (por ejemplo, número de unidades vendidas), en tanto que una variable continua es aquella cuyo rango se encuentra dentro de un continuo de valores (i.e. monto de las ventas en nuevos soles).

Las distribuciones de probabilidad son utilizadas para regular la probabilidad de seleccionar variables dentro de rangos definidos y sirven, específicamente, para expresar cuantitativamente las creencias y expectativas acerca del resultado de un evento futuro.

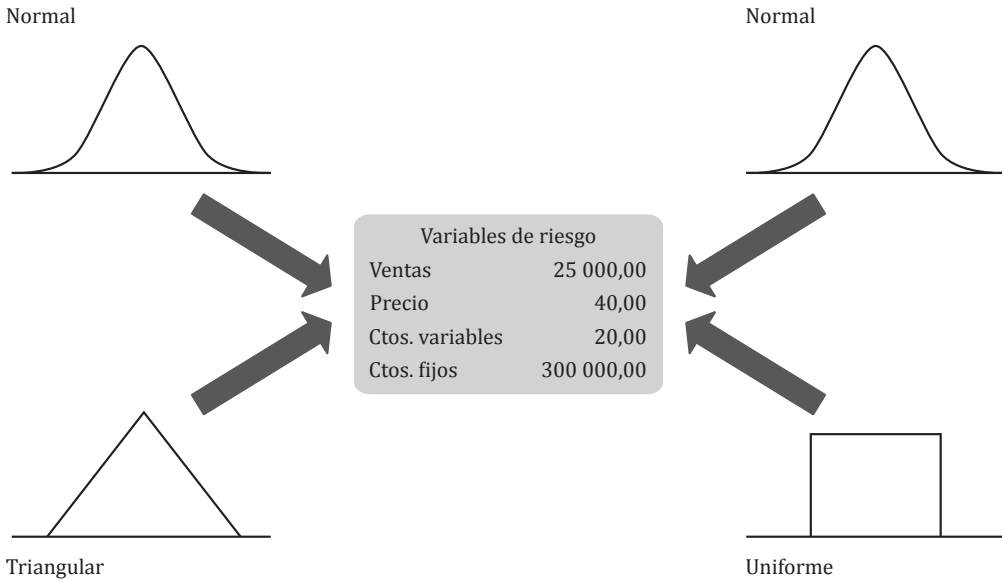
Se puede distinguir dos tipos de distribuciones, a la primera clase pertenecen las denominadas simétricas. A esta categoría corresponden la distribución normal, la uniforme y la triangular; entre otras. Sea cual sea la seleccionada, la asignación de probabilidades se da a lo largo de un rango definido de valores, pero con diversos grados de concentración alrededor del promedio. Por otro lado, también existen las distribuciones escalonadas y las sesgadas. Con la primera clase se puede definir intervalos en el rango de valores de la variable; asignándole, a cada uno de ellos, una probabilidad de ocurrencia de manera escalonada.

Regresemos al tema que estamos tratando. No se desanime, por favor, es menos complicado de lo que cree. Siga estas simples reglas:

- a. Si la variable de riesgo seleccionada tiene data histórica; simplemente utilice la herramienta que existe en cualquiera de los programas que corren la simulación Montecarlo y que permite adecuar la data a una distribución de probabilidades específica. Por ejemplo, en el programa Riskease el comando es *el fit user data*.
- b. Si, por otro lado, la variable no tiene data histórica, entonces busque la opinión de expertos, recurra a su experiencia o seleccione la distribución normal; pues el perfil de variación de muchas de las variables de un proyecto puede ser adecuadamente descrito a través de su utilización. También puede usar una distribución triangular; si considera que la variable puede tomar pocos valores; o, en su defecto, una distribución uniforme si espera que todos los valores tengan la misma probabilidad de ocurrencia. Por último, la distribución escalonada es especialmente útil si se cuenta con abundante opinión de expertos.

En el caso de SIPECA, las variables críticas consideradas eran el número de unidades vendidas (ventas), el precio, los costos variables unitarios y los costos fijos. A cada una de estas variables se le ha asignado una distribución de probabilidades. Así, por ejemplo, a las ventas y al precio se les ha asignado una distribución normal, a los costos variables una uniforme y a los costos fijos una distribución triangular. Por si acaso, los valores que están dentro del recuadro son los que se tomaron en cuenta para las proyecciones del escenario base. Gráficamente, se puede representar de la manera siguiente:

**Gráfico 3.8. Distribución de probabilidades variables de riesgo**



Elaboración propia.

El siguiente paso es especificar el nivel de variación posible para cada variable crítica. Esto se lleva a cabo mediante la fijación de límites (valores máximos y mínimos) dentro del rango de valores asignado a cada una de ellas. Cuando hay data histórica, la definición de los límites se obtiene como subproducto de procesar los datos para asignar una distribución de probabilidad a la variable crítica seleccionada. En el caso que no exista información disponible, usualmente se confía en el juicio de expertos o del evaluador del proyecto.

Para el caso de SIPECA, se ha procedido a asignar valores a cada una de las variables críticas:

### Variables de riesgo

				Valor	
	Dist. de probabilidad	Valor base	$\sigma$	Mínimo	Máximo
Ventas	Normal	25 000,00	2 500,00	23 000,00	27 000,00
Precio	Normal	40,00	4,00	38,00	42,00
Ctos. variables	Uniforme	20,00		19,00	21,00
Ctos. fijos	Triangular	300 000,00		280 000,00	320 000,00

Así, por ejemplo, las ventas se distribuyen de manera normal en el rango que va de 23 000 a 27 000 unidades, teniendo como valor base 25 000 y una desviación estándar de 25 00. La misma explicación se tendrá para la variable precio. A los costos variables se les asignó una distribución uniforme, lo que implica que todos los valores dentro del rango tiene una similar probabilidad de ocurrencia. Por último, los costos fijos se distribuyen de manera triangular, es decir, que existen tres valores: un máximo, un mínimo y el promedio.

#### 4. Inclusión de condiciones de correlación entre las variables críticas

Se dice que dos variables están correlacionadas cuando varían, conjuntamente, de manera sistemática. Cumplir este paso es de vital importancia, si se quiere completar exitosamente la simulación Montecarlo. La razón es simple de entender, y la comprenderá mejor cuando desarrolle los dos últimos pasos. Por el momento, establezcamos que hay una correlación negativa entre ventas y precio. Obviamente, si el precio sube, las ventas disminuyen. Por lo tanto, la correlación es negativa (o inversa); pero debemos tener claro, también, la intensidad del movimiento conjunto. Si tiene data histórica de ambas variables puede hacer el análisis correspondiente, sino, nuevamente la cifra dependerá de la opinión de expertos o de su experiencia como evaluador. Supongamos que en este caso hay un coeficiente de correlación de  $-0,30$ .



## 5. Ejecución de la simulación

Esto lo hace el programa que se haya elegido (Riskease, Risksimulator, @risk, Crystall ball, etcétera).

En realidad, es necesario tener claro que el proceso es aleatorio (y de ahí el nombre montecarlo, por el juego de ruleta), escogiendo al azar un dato por cada variable de riesgo seleccionada y procediendo a reemplazarlos en el panel de variables de entrada. Dada la vinculación entre este, las proyecciones y el indicador de rentabilidad (en este caso el VPN), automáticamente se recalculará todo el modelo de pronóstico, incluyendo el VPN, y este valor se llamará  $VPN_1$ . Inmediatamente después, y al seleccionar otro dato por cada una de las variables de riesgo, se reemplazará en el panel de variables de entrada, recalculando el modelo, y se obtendrá un nuevo VPN al que se llamará  $VPN_2$ . Este proceso se repite hasta contar con tantos VPN como simulaciones se haya pedido que ejecute al programa (100, 500, 1 000, 10 000, etcétera).

Regresemos al caso de SIPECA. Observe cuidadosamente lo que se muestra a continuación, y que aplica lo explicado en el párrafo anterior:

Variables de entrada	
Ventas	23 000,00
Precio	42,00
Ctos. variables	18,66
Ctos. fijos	311 540,00
Inversión	420 000,00
Impto. renta	35 %
COK	13 %

	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3	...	Simulación n
Ventas	23 000,00	26 000,00	24 000,00	...	25 410,00
Precio	42,00	38,54	41,56	...	40,99
Ctos. variables	18,66	20,98	20,50	...	19,10
Ctos. fijos	311 540,00	315 940,00	284 400,00	...	318 540,00
VPN	320 486,51	77 114,68	308 297,80	...	356 146,84

Estado de Resultados	Año 0
Ingresos	966 000,00
Ctos. variables	-429 180,00
Ctos. fijos	-311 540,00
Depreciación	-60 000,00
Impto. renta	-57 848,00
Utilidad neta	107 432,00

Flujo de caja (método del NOPAT)	Año 0
NOPAT	107 432,00
Depreciación	60 000,00
Inversión	-420 000,00
FCL	-420 000,00
VPN	320 486,51

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Ingresos	966 000,00	966 000,00	966 000,00	966 000,00	966 000,00	966 000,00	966 000,00
Ctos. variables	-429 180,00	-429 180,00	-429 180,00	-429 180,00	-429 180,00	-429 180,00	-429 180,00
Ctos. fijos	-311 540,00	-311 540,00	-311 540,00	-311 540,00	-311 540,00	-311 540,00	-311 540,00
Depreciación	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00	-60 000,00
Impto. renta	-57 848,00	-57 848,00	-57 848,00	-57 848,00	-57 848,00	-57 848,00	-57 848,00
Utilidad neta	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
NOPAT	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00	107 432,00
Depreciación	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Inversión	-420 000,00						
FCL	167 432,00	167 432,00	167 432,00	167 432,00	167 432,00	167 432,00	167 432,00
VPN	320 486,51						

Hemos pedido que el programa corra  $n$  simulaciones. En la primera simulación, el programa escogió al azar un valor para cada una de las variables críticas. Así, para las ventas seleccionó 23 000 unidades, para el precio S/. 42, en el caso de los costos variables y costos fijos asumió S/. 18,66 y \$ 311 540; respectivamente. Posteriormente, reemplazó esa data en el panel de variables de entrada y recalculó la rentabilidad del proyecto, obteniendo un VPN de \$ 320 486,51. Luego, procedió a escoger otros cuatro valores, calculó el VPN respectivo (\$ 77 114,68) y así sucesivamente, hasta completar las  $n$  simulaciones solicitadas.

Es importante que tenga en cuenta que si bien la selección hecha es al azar, esta se encuadra dentro de las distribuciones de probabilidad seleccionadas para cada variable, respetando los rangos asignados y las condiciones de correlación entre variables. Así, en el caso de las ventas, escogió un valor (23 000 unidades) que se encontraba dentro de la distribución e intervalo asignado (distribución normal y de 23 000 como mínimo, a 27 000 como máximo), y así lo hizo con las otras variables. Las condiciones de correlación son importantes de respetar, pues así se elimina la posibilidad que el programa arroje resultados inconsistentes. En el caso de SIPECA, introducimos una condición que declaraba que había una correlación negativa (-0,30) entre precio y cantidad. Con esta restricción estábamos diciéndole al programa que cuando seleccione un dato de precio y este es alto, entonces escoja un valor de ventas bajo; y viceversa. La inconsistencia de la que hablaba podía darse al tener seleccionadas ventas y precios altos, o bajos a la vez.

## 6. Análisis de los resultados

¿Se acuerda que este método era una mezcla del análisis de escenarios con el de mediciones estadísticas?, pues ahora le explicaré el porqué.

Al final del proceso se cuenta con  $n$  escenarios y  $n$  VPN. La probabilidad de ocurrencia de cada escenario es  $1/n$ . Es decir, cada VPN obtenido tiene la probabilidad  $1/n$  de ocurrir en ese universo. Luego, se puede deducir que tenemos los insumos para poder hallar, entre otros datos, a los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{VPNE} &= \sum \text{VPN}_i \times \text{Prob}_i \\ \sigma^2 &= \sum (\text{VPN}_i - \text{VPNE})^2 * \text{Prob}_i \\ \sigma &= (\sum (\text{VPN}_i - \text{VPNE})^2 * \text{Prob}_i)^{0.5} \\ \text{cv} &= | \sigma / \text{VPNE} | \end{aligned}$$

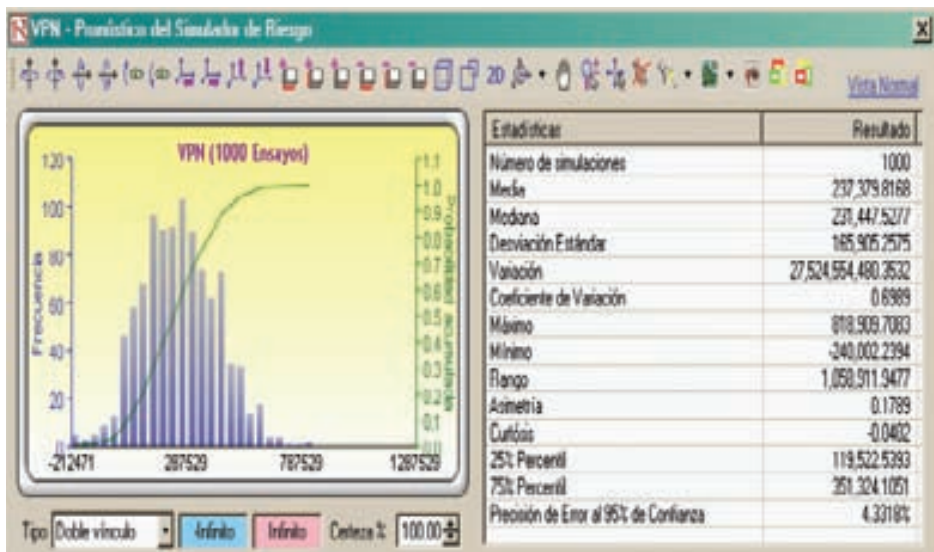
En el caso de SIPECA, para hallar el VPNE del proyecto se tendría que hacer este cálculo:

Nro. escenario	VPN por escenario	Prob. ocurrencia
1	320 486,51	1/1 000
2	77 114,68	1/1 000
3	308 297,80	1/1 000
...	...	...
1 000	356 146,84	1/1 000

$$VPNE = 320,49 * 1/1\ 000 + 77,11 * 1/1\ 000 + 308,30 * 1/1\ 000 \dots 356,15 * 1/1\ 000$$

Y así sucesivamente para la  $\sigma^2$ , la  $\sigma$ , el coeficiente de variación, etcétera. No se preocupe, pues cualquier programa que utilice le dará un cuadro resumen que le evitará hacer los cálculos. Así, por ejemplo, para el caso que estamos analizando, el Risksimulator, el cual ha corrido 1 000 simulaciones, le presentará un resumen de este tipo:

**Gráfico 3.9. Pantalla del Risksimulator**



Elaboración propia.

Esta data debe interpretarse de la misma manera como se explicó en las unidades anteriores.

Sin embargo, cabe resaltar, para que quede claro, que cualquier método que se emplee para medir el riesgo en un proyecto tiene componentes subjetivos y, más aún, la prueba ácida es la propensión o aversión al riesgo de los inversionistas. Es seguro que este mismo set de datos puede ser interpretado de manera diferente por cada inversor. Es importante recordar, otra vez, que «Cada uno es dueño de sus propios miedos».

### 3.7. LA TÉCNICA DE LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN

Esta técnica se utiliza cuando se evalúan proyectos que tienen más de una decisión que tomar. Para una mejor ilustración, se procederá a desarrollar un caso práctico extraído del libro *Ejercicios de evaluación privada de proyectos*.

«La empresa Aeronaves del Perú S.A. está evaluando la compra de nuevas unidades para sus rutas internacionales. Para ello, cuenta con dos propuestas: un avión turbopropulsor nuevo que costaría \$ 550 000; y un avión de combustión de segunda mano, que solo vale \$ 250 000. En el caso que, en el año 2, la demanda fuera alta, se podrían hacer, a fines del primer periodo, refacciones al avión de segunda mano por \$ 150 000. A continuación, se presentan las características de las demandas, sus probabilidades y los beneficios netos de cada uno de los aviones». (Beltrán y Cueva 1996:188).

#### Opción 1: Avión turbopropulsor

Primer año	Prob.	FC (\$ miles)	Segundo año	Prob.	FC (\$ miles)
Demanda alta	0,6	150	Demanda alta	0,8	960
			Demanda baja	0,2	220
Demanda baja	0,4	30	Demanda alta	0,4	930
			Demanda baja	0,6	140

**Opción 2: Avión de combustión**

Primer año	Prob.	FC (\$ miles)		Segundo año	Prob.	FC (\$ miles)
Demanda alta	0,6	100	Repara	Demanda alta	0,8	800
			-150	Demanda baja	0,2	100
			No repara	Demanda alta	0,8	410
				Demanda baja	0,2	180
Demanda baja	0,4	25		Demanda alta	0,4	220
				Demanda baja	0,6	100

Si el costo de capital es 10 %, ¿qué avión se debe recomendar para comprar?

Antes de desarrollar el caso, es conveniente notar que la empresa debe tomar dos decisiones. La decisión principal es comprar uno u otro avión; y la otra, a la que denominaremos secundaria, contempla la reparación del avión de combustión. La existencia de las dos decisiones en el proyecto hace necesaria la utilización de la técnica de los «árboles de decisión».

Proyectos en los que debemos utilizar esta técnica los encontramos; por ejemplo, en el lanzamiento de medicamentos por parte de empresas farmacéuticas, en donde la venta a personas (decisión 1) está atada a la ejecución de pruebas piloto (decisión 2); en empresas mineras o de petróleo que subordinan la decisión de ejecutar la explotación del yacimiento (decisión 1) a la culminación de programas de exploración (decisión 2).

Una vez comprendida la naturaleza de los proyectos en los que se emplea la técnica de los árboles de decisión, la explicaremos utilizando como ejemplo el caso de Aeronaves del Perú S.A. Dicho método contempla la ejecución de cuatro pasos.

**Paso 1: Dibujar el árbol**

Antes de dibujar el árbol en sí, es conveniente tener en cuenta que existen los «nodos de decisión» y los «nodos de probabilidad».

Los primeros se reconocen porque, al ser decisiones, no tienen porcentajes de probabilidad asociados (en nuestro caso, por ejemplo, o se compra el avión

turbopropulsor, o el avión a combustión; es decir, es uno u otro). En el gráfico los reconoceremos por ser cuadrados.

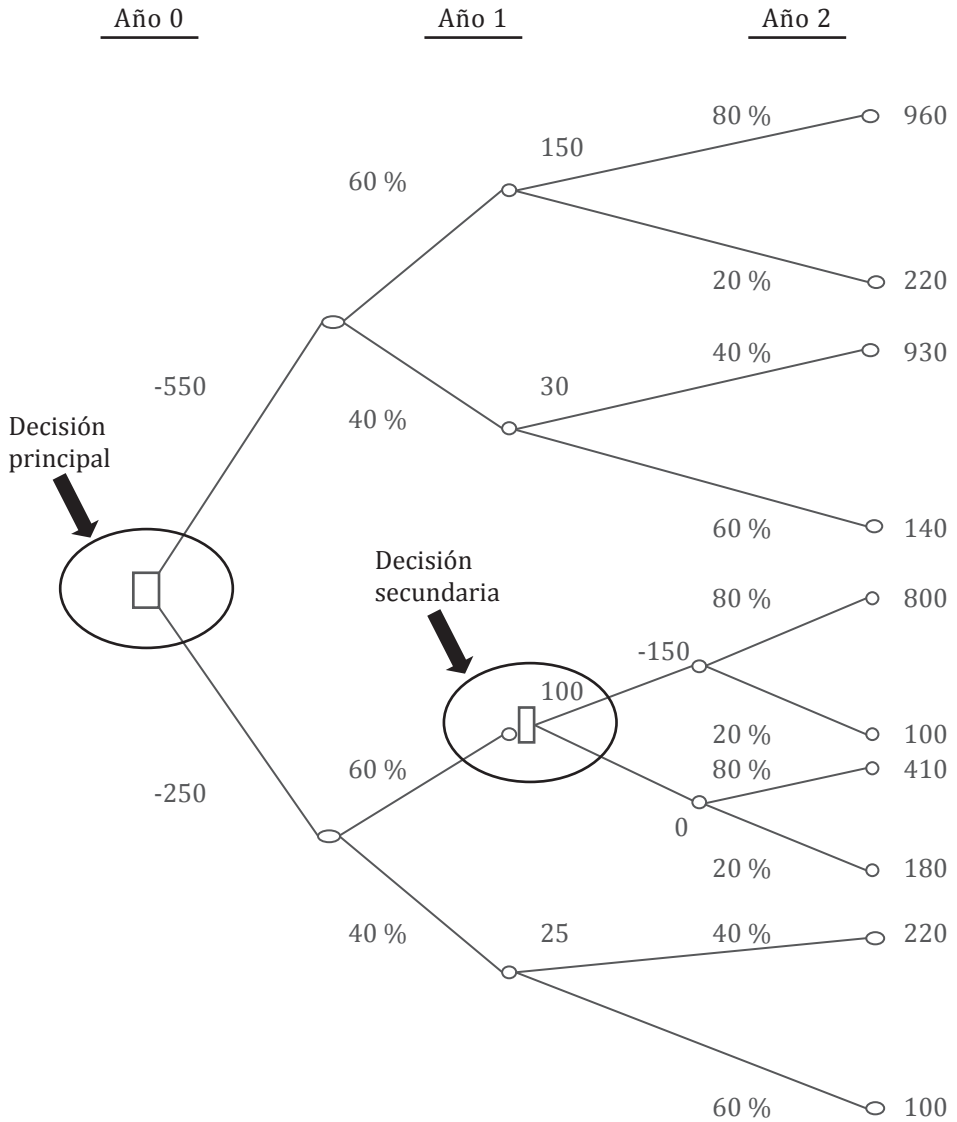
Los nodos de probabilidad, por su parte, representan los eventos aleatorios que puede enfrentar el proyecto (en nuestro caso, por ejemplo, si compramos el avión turbopropulsor podemos enfrentar, en el primer año, una demanda alta o una demanda baja) y son fácilmente reconocibles, pues tienen asociadas probabilidades de ocurrencia (siguiendo con el ejemplo, la probabilidad de enfrentar demanda alta es de 60 %, en tanto que la probabilidad de una demanda baja es de 40 %).

## **Paso 2: Asignar las probabilidades de ocurrencia, la inversión y los retornos (caja) asociados a ellos**

Esto es lo más difícil de efectuar, puesto que no le debe escapar que la estimación de la probabilidad de ocurrencia es una decisión subjetiva. Felizmente, en nuestro caso, los tenemos.

En el gráfico siguiente, se presentan los pasos 1 y 2 para el proyecto de Aeronaves del Perú. Note que se ha marcado las dos decisiones que debe enfrentar la empresa, las mismas que podemos reconocer por la forma de los nodos (cuadrados). Todos los demás nodos son de probabilidad.

**Gráfico 3.10. Árbol de decisión proyecto: Pasos 1 y 2**



Elaboración propia.

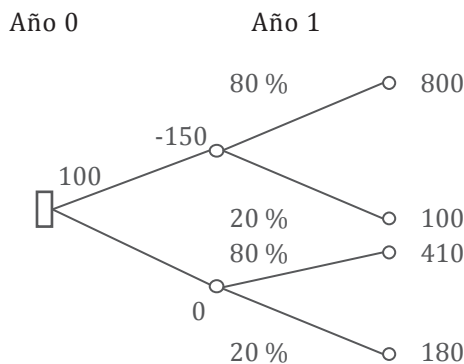


### Paso 3: Toma de decisión secundaria o «podar» el árbol

Ejecutar este paso implica tomar, primero, las decisiones secundarias en forma secuencial y de adelante para atrás; vale decir, que las decisiones que deben tomarse primero son las que se encuentran más lejos de la decisión principal; e ir avanzando hacia atrás.

¿Se debe, entonces, reparar o no reparar el avión de combustión?, antes de contestar la pregunta hay que ser claros; este proyecto pasa a ser ahora nuestro foco de análisis, así que es necesario olvidar, por el momento, la decisión de adquisición. A continuación, se explica gráficamente:

**Gráfico 3.11. Toma de decisión secundaria**



Elaboración propia.

Es importante tomar nota que, ahora, el proyecto cuya evaluación se realiza ya no es si se adquiere uno u otro avión, sino tiene relación a si, comprando el avión a combustión, lo debemos reparar o no. Ese proyecto, entonces, tiene el árbol siguiente (no pierda de vista que simplemente hemos aislado la decisión secundaria [o rama] del árbol principal). Obviamente, la decisión de reparar o no, ocurre en el año 0 de ese proyecto (a pesar que sea el año 1 del proyecto de compra de aeronaves).

Lo que queda ahora, es elegir qué opción es la más conveniente. Lógicamente, se deberá elegir la que genere más valor para los accionistas, y eso se hace a través del

VPN. Dado que están presentes probabilidades de ocurrencia y retornos asociados, se obtendrán valores esperados.

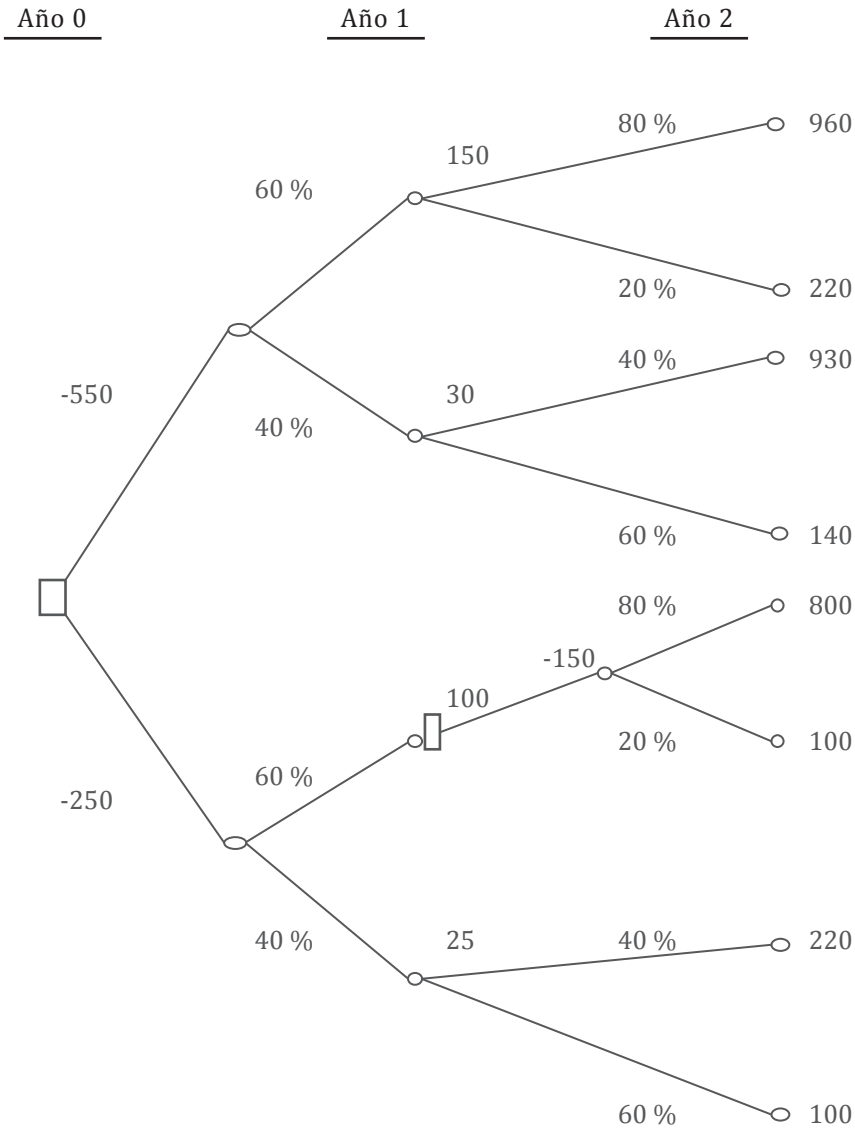
La parte operativa de la decisión, es la que se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} \text{VPNE reparar} &= -150 + \frac{\text{FCEsp.1}}{(1 + 10\%)^1} \\ \text{FCEsp.1} &= (800 \cdot 80\%) + (100 \cdot 20\%) \\ \text{VPNE reparar} &= 450 \\ \hline \text{VPNE no reparar} &= 0 + \frac{\text{FCEsp.1}}{(1 + 10\%)^1} \\ \text{FCEsp.1} &= (410 \cdot 80\%) + (180 \cdot 20\%) \\ \text{VPNE reparar} &= 330,91 \end{aligned}$$

Es evidente que debemos escoger la opción de reparar el avión de combustión, pues genera mayor valor (\$ 450 mil dólares americanos) que la de no reparar (\$ 330,9 mil dólares americanos). Lo anterior implica «podar» del árbol todos los eventos, probabilidades y retornos resultantes de no reparar la aeronave. El árbol podado se presenta a continuación:

**Gráfico 3.12. Árbol «podado»**

Árbol podado



Elaboración propia.

Al compararlo con el árbol original, salta a la vista que ha desaparecido la opción de no reparar el avión a combustión.

### Paso 4: Toma de decisión principal

Una vez que hemos «podado» el árbol, lo único que queda por hacer es tomar la decisión principal; esto es, adquirir el avión turbopropulsor o el de combustión. Es evidente que elegiremos aquella opción que represente el mayor VPN para los accionistas. Nuevamente, obtendremos valores esperados al estar involucrados en los cálculos, probabilidades de ocurrencia y retornos asociados.

En resumen, debemos obtener valores desarrollando las expresiones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{VPN turbo} &= -550 + \frac{\text{FCEsp.1}}{(1 + 10\%)^1} + \frac{\text{FCEsp.2}}{(1 + 10\%)^2} \\ \text{VPN comb.} &= -250 + \frac{\text{FCEsp.1}}{(1 + 10\%)^1} + \frac{\text{FCEsp.2}}{(1 + 10\%)^2} \end{aligned}$$

En el caso del turbopropulsor, el FC esperado del año 1 (FCEsp.1) es fácil de obtener:

$$\text{FCEsp.1} = (150 * 60\%) + (30 * 40\%) = 102$$

En el caso del FC esperado del año 2 (FCEsp.2), la expresión matemática desarrollada será la siguiente:

$$\text{FCEsp.2} = \boxed{((960 * 80\%) + (220 * 20\%)) * 60\%} + ((930 * 40\%) + (140 * 60\%)) * 40\% = 669,6$$

¡Atención!, para que en el año 2 ocurra demanda alta (80 % de probabilidad y \$ 960 mil dólares americanos de retorno) o demanda baja (20 % de probabilidad y \$ 220 mil dólares americanos de retorno), previamente se ha debido experimentar demanda alta, la misma que tenía una probabilidad de ocurrencia de 60 % (vea el segmento de la fórmula encerrado en un rectángulo). Igual explicación aplica para la demanda baja (40 % de probabilidad) del año 1.

La evaluación del valor generado por la compra del avión a combustión, sigue una línea similar. El FC esperado del año 1 (FCEsp.1), se obtiene así:

$$FC_{Esp.1} = \boxed{((100 - 150) * 60\%)} + (25 * 40\%) = -20$$

Note, por favor; a los \$ 100 mil dólares americanos de retorno obtenido en el año 1 de haber ocurrido una demanda alta, se le ha quitado los \$ 150 mil que costaría reparar el avión (vea el segmento de la fórmula encerrado en un rectángulo).

Por su parte, el FC esperado del año 2 (FC<sub>Esp.2</sub>), se halla resolviendo la expresión siguiente:

$$FC_{Esp.2} = ((800 * 80\%) + (100 * 20\%)) * 60\% + ((220 * 40\%) + (100 * 60\%)) * 40\% = 455,2$$

Una vez que hemos obtenido los FC esperados para cada alternativa, hallamos el VPNE correspondiente:

$$\begin{aligned} \text{VPN turbo} &= -550 + \frac{102}{(1 + 10\%)^1} + \frac{669,6}{(1 + 10\%)^2} = 96,12 \\ \text{VPN comb.} &= -250 + \frac{-20}{(1 + 10\%)^1} + \frac{455,2}{(1 + 10\%)^2} = 108,12 \end{aligned}$$

La opción que deben escoger los accionistas de Aeronaves del Perú es comprar el avión a combustión, pues genera un mayor valor para ellos que la otra alternativa.

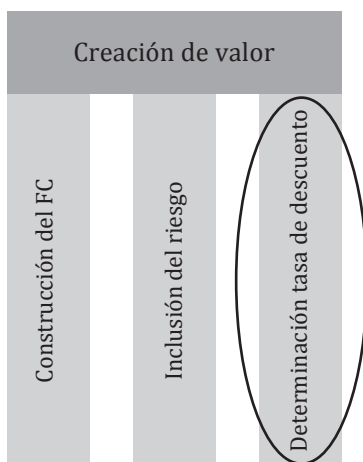
La técnica del árbol de decisión es fácil de entender; aunque tiene dos particularidades que la hacen difícil de aplicar en la práctica: la primera tiene que ver con la complejidad que puede encontrarse en graficar las decisiones en algunos tipos de proyectos; y la segunda se relaciona con la asignación de probabilidades de ocurrencia. El primer problema se resuelve utilizando software especializado (programas tales como *Precision Tree*, *DecisionTree*, etcétera, están disponibles en el mercado), en tanto que el segundo no tiene, lamentablemente, una solución tan directa; aunque se utiliza el método Delphi (Delfos) para la estimación de probabilidades de ocurrencia, sigue siendo un proceso altamente subjetivo y es que nunca se debe olvidar que «Cada ser humano es dueño de sus propios miedos».

## Unidad 4. Pilar III: Determinación de la tasa de descuento

### 4.1. ¿CUÁNTO GANAR POR INVERTIR?

Las técnicas de evaluación de proyectos buscan responder la pregunta de cuánto valor crea el proyecto para los accionistas. Asimismo, contestar esa interrogante estaba sustentado en el desarrollo de tres pilares, tal como muestra la ilustración siguiente:

**Gráfico 4.1. Los tres pilares de la evaluación de proyectos**



Elaboración propia.

Es momento de desarrollar el tercer pilar. Es decir debe, encontrarse cuánto se quiere ganar por invertir. ¿La respuesta?, en teoría es simple, se debe obtener más de lo que se habría ganado en una alternativa de similar riesgo. Este concepto se conoce como el costo de oportunidad del capital (COK). Costo de oportunidad, porque por poner dinero en esta inversión se está dejando de hacer otra que podría haber brindado una rentabilidad alternativa; por lo que el inversionista debe exigir ganar no menos de esa tasa. Si el negocio entrega menos, se está destruyendo valor; si, por el contrario, brinda más, entonces se lo está creando.

A continuación, se dará un rápido vistazo a cómo los accionistas enfrentan este delicado reto del que depende el éxito y fracaso del negocio:

- El retorno sobre el patrimonio (ROE) obtenido en empresas similares. Fácil y rápido; pero... ¡errado!, pues este indicador es netamente contable, incorporando conceptos que no tienen relevancia financiera y empleando data histórica. Esta aproximación no toma en cuenta que para invertir no solo interesa lo pasado, sino lo que el negocio ganará en el futuro.
- La metodología del QGE (siglas de quiero ganar esto). No tiene ninguna base técnica y expresa, simplemente, los deseos que tiene el inversor de obtener un retorno sobre su inversión que satisfaga una expectativa mínima subjetiva. Esto equivale a tratar de predecir el clima sacando el dedo índice por la ventana.

El famoso CAPM (*capital asset pricing model*), es una teoría que tiene más de 45 años de existencia y permanece vigente a pesar de los múltiples intentos realizados para cuestionarla. En sencillo, esta teoría postula que la rentabilidad de cualquier activo con riesgo (y un negocio cae, obviamente, dentro de esa categoría), es directamente proporcional al riesgo sistemático de este activo. El riesgo sistemático se define como aquel que no puede ser reducido mediante la diversificación de la cartera de inversiones. Huelga decir que este es el método que comúnmente se utiliza entre consultoras y la banca de inversión con el fin de obtener el COK para conglomerados corporativos y empresas grandes a nivel local.

Otra situación es el intento de hacer ese mismo cálculo para el segmento MYPE. La teoría financiera predice que el COK de los accionistas debe ser mayor que la tasa de interés que los acreedores cobran. Razones, dos y poderosas: la primera tiene que ver con la calidad de acreedores residuales que tienen los accionistas, ellos son

los últimos en cobrar y, por lo tanto, al incorporar deuda en la estructura de capital de su inversión perciben más riesgo y efectúan los ajustes correspondientes en la rentabilidad esperada; en tanto que la segunda se basa en la diferencia del tamaño de los portafolios de proyectos en los que han invertido accionistas y bancos. Estos últimos, sin lugar a dudas, tienen un número mucho mayor de proyectos y, más importante aún, con una mayor diversificación que el accionista; por lo que, incorporar uno adicional le resultará menos riesgoso estando, por lo tanto, dispuesto a recibir una tasa de rendimiento menor.

Y, sin embargo, esto no va de la mano con lo que se observa en la realidad. Las instituciones financieras cobran, en promedio, 30 % anual por prestarle nuevos soles al segmento de pequeños y microempresarios. Entonces, ¿la teoría financiera está equivocada?, bueno, sin dejar de reconocer que hay un vacío en este tópico, pues son muy pocos los trabajos que indican cómo calcular la tasa de rentabilidad apropiada para este tipo de negocios, hay que tener en cuenta que existe lo que los economistas denominan «rigideces» en el sistema financiero. Es decir, se trata de la incapacidad de las entidades financieras para diseñar y aplicar sistemas de *pricing* a los préstamos destinados a pequeños y microempresarios. El *pricing* consiste en la aplicación de tasas de interés, diferenciadas según el riesgo del prestatario; entendiéndose que, conforme exista un *track* crediticio del cliente, este debería servir para ajustar, para arriba o para abajo, lo que el banco le cobra.

¿Qué hacer entonces?, aparte del mea culpa que los profesionales en finanzas debemos hacer por la falta de desarrollo teórico en este tema, es importante propiciar y alentar un debate en foros especializados. Paralelamente, la banca debe, sea por convicción propia o guiada por el ente supervisor, diseñar e implantar sistemas de fijación de precios (tasas de interés) que tomen en cuenta el verdadero riesgo que asume cuando presta dinero a los clientes del segmento MYPE.

En el próximo apartado, se explicará de manera muy simplificada el modelo CAPM; pues este servirá de base para encontrar la tasa de descuento que debe aplicarse al FC del proyecto.

## 4.2. UN MODELO FINANCIERO: EL CAPM

El CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) es un modelo financiero desarrollado en la década de 1960 que vincula linealmente la rentabilidad de cualquier activo financiero con el riesgo de mercado de ese activo.

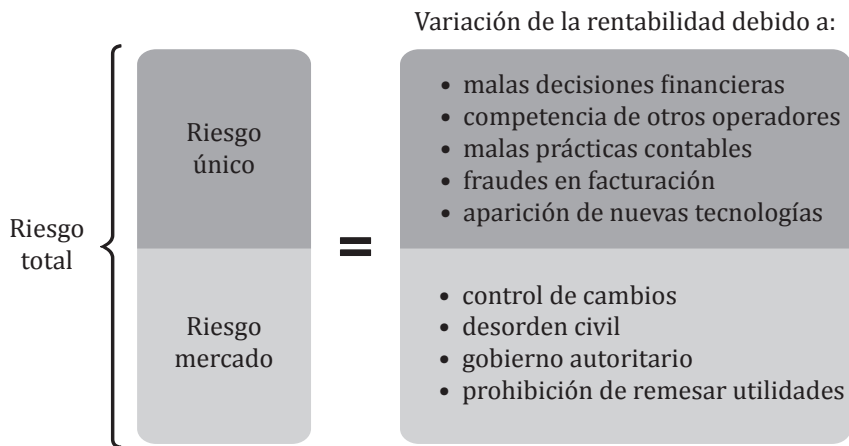


Es momento de retroceder un poco, para una mejor comprensión de lo desarrollado en el párrafo anterior. Toda inversión en un activo con riesgo (las acciones son el ejemplo por antonomasia), debe ser recompensada con rentabilidad. No hay ninguna novedad en eso; pues, inclusive, las abuelas ya lo sabían («A mayor riesgo, mayor rentabilidad»). El riesgo está expresado por la volatilidad de los resultados esperados con respecto al promedio. En términos estadísticos, el riesgo está expresado por la desviación estándar. Sin embargo, ese riesgo es la suma de dos componentes: el riesgo único o no sistemático y el riesgo de mercado o sistemático.

El primer componente es el riesgo que el inversionista asume cuando la rentabilidad del activo puede variar por razones atribuibles directamente a la gestión de la firma, la competencia o la aparición de nuevas tecnologías. El segundo componente es el riesgo que se corre debido a que la empresa opera en un entorno socioeconómico dado.

Así, por ejemplo, si se adquiere una acción de una empresa de telefonía que opera en el Perú; el riesgo que corre, o sea, la probabilidad que la rentabilidad de esa acción sea diferente a la esperada, es la suma del riesgo único y del riesgo de mercado. El siguiente gráfico lo explicará mejor:

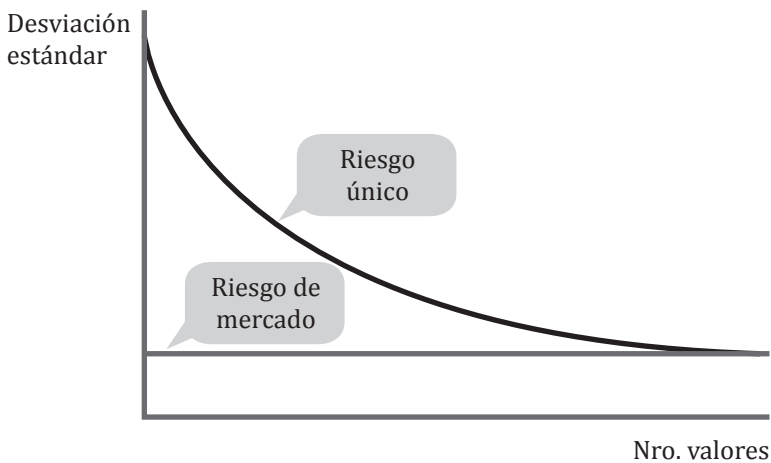
**Gráfico 4.2. Riesgo único y riesgo de mercado**



Elaboración propia.

Ahora bien, un inversionista astuto comprenderá que parte del riesgo total puede ser eliminado. ¿Cómo?, pues muy simple, diversificando. Es importante observar que dije astuto y no sofisticado, pues ese es un concepto intuitivo (ya el viejo dicho lo decía: «No hay que poner todos los huevos en una sola canasta»). Entonces, si en la cartera de inversiones no solo se tiene las acciones de la empresa de telefonía, sino también de firmas que operan en otros sectores (minería, banca, textiles, consumo masivo, etcétera), se compensará la variación de la rentabilidad de la acción de la empresa de telefonía con la variación de la rentabilidad en otros sectores. Mientras más diversificada sea la cartera, el riesgo único irá disminuyendo; pero lo que no puede reducir, así la cartera esté totalmente diversificada, es el riesgo de mercado, pues, sea cual sea la acción que se adquiera, todas tendrán en común el hecho que operan en el Perú. El gráfico siguiente lo presenta de manera esquemática:

**Gráfico 4.3. Efectos de la diversificación**



Elaboración propia.

Se conoce, entonces, que si son inversionistas diversificados el riesgo único de la cartera no debe preocupar porque puede reducirse. El riesgo de mercado (o sistemático) que no puede eliminarse, es el que debe tenerse en cuenta cuando se exige rentabilidad.

Por lo tanto, y como primera conclusión, la rentabilidad está ligada solo al riesgo de mercado del activo financiero. Viéndolo de otra manera, cuando se invierte en un activo riesgoso la meta es ganar más que si se invierte en un activo libre de riesgo. Cabe señalar que en la literatura financiera americana los activos libres de riesgo son los bonos del tesoro de los EE. UU. Sin embargo, puede adelantarse una definición más amplia: un activo sin riesgo es un título soberano emitido por un país en la moneda del país y adquirido por agentes que solo operan en ese territorio. Regresando a la explicación, si se invierte en cualquier activo financiero, es natural que se quiera ganar un piso (lo que le paga un bono del tesoro), más un plus por el riesgo que se corre al adquirir ese activo. Otra vez, ¿cuál riesgo?, solo el de mercado.

Esta es la progresión del concepto:

$$\begin{array}{rcccl}
 \text{Rentabilidad esperada} & = & \overbrace{\text{rend. activo sin riesgo}}^{\text{piso}} & + & \overbrace{\text{prima por riesgo activo } i}^{\text{plus}} \\
 \text{activo financiero } i & & & & \\
 \\ 
 r_i & = & r_f & + & \text{prima por riesgo activo } i
 \end{array}$$

A continuación se da un paso adicional, ¿cuál es la prima por riesgo del activo?, el modelo determina que el riesgo de mercado de un activo, viene dado por el famosísimo beta.

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)}$$

En realidad, el riesgo de mercado es la covarianza de los rendimientos del activo con respecto a los rendimientos del mercado. La división entre la varianza del rendimiento del mercado se hace para obtener un coeficiente normalizado que tenga sentido de interpretar. Ese coeficiente normalizado es el beta.

En la práctica, el beta se mide de manera más simple:

$$\beta_i = \frac{\Delta \% \text{ rentabilidad Acción}_i}{\Delta \% \text{ rentabilidad Mercado}}$$

En sencillo, el cambio porcentual de la rentabilidad de cualquier acción está en función del comportamiento que tenga la rentabilidad del mercado. En la práctica, la rentabilidad del mercado es la que se obtiene en invertir en la Bolsa de Valores. En el caso del Perú, sería el Índice General Bursátil de la BVL.

El coeficiente beta es, entonces, un índice normalizado que mide el riesgo de mercado de ese activo financiero, pudiendo alcanzar un rango de valores que va desde 0 a más de uno. No se debe perder de vista que puede haber activos con betas negativos; pero esto no es muy común; así que para propósitos didácticos se dejarán de lado.

Así, entonces, si una acción tiene un beta de 1,5 significa que si el mercado sube en 10 %, la acción sube en 15 %, y si este baja en 10 %, la acción bajará en 15 %. Las acciones con un beta mayor a 1 son consideradas riesgosas, pues amplifican los movimientos del mercado. Por otro lado, si la acción tiene un beta de 0,5; implica que si el mercado sube en 10 %, la acción lo hará en 5 %; y si baja en 10 %, entonces la acción bajará en 5 %. Acciones con betas menores a uno son consideradas de bajo riesgo, pues su comportamiento es menos que proporcional al del mercado. ¿Y un activo con un beta de cero?, pues es simplemente un activo sin riesgo de mercado, pues su rentabilidad y la del mercado están desacopladas.

Entonces, el modelo CAPM predice que la rentabilidad de cualquier activo con riesgo viene dada por esta ecuación:

$$r_i = r_f + \text{prima por riesgo activo } i$$

Donde la prima por riesgo del activo es proporcional a su beta, el riesgo de mercado del activo, multiplicado por la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ). Esta última expresión representa el plus que debe obtenerse para cambiar el portafolio de 100 % de activos sin riesgo, a 100 % de activos con riesgo de mercado.

Así, finalmente, la ecuación del CAPM es la siguiente:

$$r_i = r_f + \beta_i \times (r_m - r_f)$$

El modelo predice, tal como se señaló al principio, que la rentabilidad de cualquier activo con riesgo (activo  $i$ ) es proporcional al riesgo de mercado de ese activo (representada por el  $\beta$ ), multiplicado por la prima por riesgo de mercado.

### 4.3. DETERMINANDO LA TASA DE DESCUENTO DE UN PROYECTO

Para empezar, debe tenerse claro lo siguiente:

**Uno.** La tasa de rendimiento que se le exige a un proyecto está en función directa de su riesgo, y no del de la empresa que lo ejecuta (jamás debe olvidarse esto).

**Dos.** Las tasas de descuento que deben obtenerse son el WACC y el COK, para descontar el FCL y el FCA, respectivamente.

**Tres.** El COK, es decir, la tasa de rentabilidad que exigen los accionistas por invertir su dinero en el proyecto, es la única variable que es necesario determinar. La tasa de interés, que es la otra tasa que se considera en el WACC, es fijada por las instituciones financieras. En otras palabras, el proyecto es un tomador de precios, en lo que se refiere a lo que cobra la institución financiera.

El WACC viene dado por esta fórmula:

$$\text{WACC} = \frac{D}{D + E} \times i \times (1 - \text{tax}) + \frac{E}{D + E} \times \text{COK}$$

**Cuatro.** Para determinar el COK se utilizará el modelo CAPM (este modelo no es santo de la devoción de muchos; pero nadie, en más de 50 años, ha podido desarrollar una teoría alternativa que ligue, de manera tan simple y elegante, la rentabilidad y el riesgo).

Por lo tanto, el COK del proyecto será determinado por la ecuación del modelo:

$$\text{COK}_{\text{proy.}} = r_f + \beta_{\text{proy.}} \times [r_m - r_f]$$

Dado que los valores de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) y la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ) son datos que se pueden obtener fácilmente (más adelante se dirá dónde encontrarlos), es el  $\beta_{\text{proy.}}$  lo que debe hallarse para obtener la tasa de rentabilidad de los accionistas.

Llegado este punto, es necesario aclarar el significado de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) y de la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ):

- $r_f$  el primer elemento de la ecuación del CAPM, es la tasa de interés que paga el día de hoy un activo libre de riesgo al plazo más cercano al del proyecto (también existe una interpretación alternativa, en donde el  $r_f$  es la tasa de interés que paga el activo libre de riesgo con el mayor plazo). Puede decidirse entre cualquiera de las dos aproximaciones; pero teniendo en cuenta el principio de la consistencia, es mejor utilizar la primera.
- En la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ),  $r_m$  es la rentabilidad promedio anual que entrega el mercado en el plazo más largo posible. Por su parte,  $r_f$  es la rentabilidad promedio anual que rinde el activo libre de riesgo, en el mismo plazo que el considerado para la rentabilidad del mercado. Debe resaltarse que lo que se busca es obtener una tendencia para, de tal modo, suavizar las volatilidades que se pueden dar en el corto plazo. Es necesario notar que este  $r_f$  no es el mismo valor que el  $r_f$  que constituye el primer elemento de la ecuación.
- Asimismo, es conveniente aclarar si se debe utilizar el promedio aritmético o el geométrico. Este último es el más adecuado para describir el desempeño histórico a largo plazo de un activo, en tanto que el promedio aritmético se utiliza cuando se estima el rendimiento esperado de una inversión durante un horizonte futuro en función a su desempeño pasado (Cfr. Berk y DeMarzo: 296). **Se aconseja**, entonces, emplear el promedio geométrico en la estimación de los elementos que conforman la prima por riesgo de mercado. Esto también es señalado por Damodaran y Pablo Fernández, puesto que las medias geométricas son las que más se acercan al valor de mercado y reflejan de forma más certera la revalorización media de un patrimonio invertido a largo plazo en acciones. Por último, en finanzas  $2 + 2$  no son 4 sino 4,04 ( $[1,02]^2 - 1$ ). Sin embargo, en una reciente investigación (2012) efectuada entre más de 35 corporaciones americanas por Bruner, Eades y Harris («Best Practices in estimating the cost of capital: survey and synthesis»), más del 71 % de la muestra indicó que utilizaba la media aritmética para hallar la prima

por riesgo de mercado. Como se dijo anteriormente, en finanzas nada está escrito en piedra y este es un buen ejemplo de que la teoría y las *best practices* difieren.

Antes de continuar, deben quedar claros estos cuatro puntos:

1. La tasa de rendimiento que se le exige a un proyecto, está en función directa de su riesgo y no del de la empresa que lo ejecuta.
2. Las tasas de descuento que importan son el WACC y el COK, para descontar el FCL y el FCA, respectivamente.
3. El COK, es decir, la tasa de rentabilidad que exigen los accionistas por invertir su dinero en el proyecto, es la única variable necesaria por determinar, puesto que la tasa de interés que cobran es un precio dado.
4. Si se emplea la ecuación del CAPM para determinar el COK del proyecto, entonces solo debe preocupar hallar el  $\beta$  del proyecto ( $\beta_{proy.}$ ).

En el punto 1, puede darse dos situaciones; tal como lo detalla el cuadro siguiente:

Situación	Solución
Riesgo del proyecto $\neq$ riesgo de la empresa	Método de la industria o empresa «proxy».
Riesgo del proyecto = riesgo de la empresa	Corregir el $\beta$ de la empresa por el apalancamiento del proyecto.

Es mejor empezar con la situación más común, es decir, cuando el riesgo del proyecto es distinto al de la empresa. La metodología de la industria o empresa *proxy*, se aplica a proyectos desarrollados por empresas sin riesgo de quiebra y tiene cinco pasos. Es importante que preste atención, pues lo que sigue se desarrollará como si fuera un recetario:

**Paso 1.** Identificar una empresa o grupo de empresas (industria) que desarrollen actividades similares, o muy parecidas, a las que se aplicará el proyecto que viene siendo evaluado. Más adelante se explicará de dónde sacar esos datos.

**Paso 2.** Al identificar el *proxy* del proyecto, se extrae la data siguiente:

- a. El  $\beta$  de las acciones, también conocido como  $\beta_{equity}$ .
- b. El ratio de apalancamiento (D/E) a precios de mercado (no interesan los valores contables).
- c. La tasa de impuesto a la renta a la que está sujeta la empresa o industria *proxy*.

**Paso 3.** Quitar el efecto del apalancamiento en el  $\beta$  *proxy*. En la jerga financiera, debe «desapalancar» el  $\beta$ . ¡Ojo! el  $\beta$  de la acción de una empresa apalancada (el  $\beta_{equity}$ ), representa la suma del riesgo de operar el negocio y el riesgo de haber tomado deuda. El «desapalancar» anula el riesgo que implica haber tomado deuda. Visto de otra manera, se debe encontrar el  $\beta$  que represente el riesgo de los accionistas de haber financiado el 100 % de la inversión con sus fondos (también conocida como  $\beta$  desapalancada o  $\beta\mu$ ).

Para «desapalancar» debemos aplicar la ecuación Hamada (Robert Hamada, 1972). La lógica detrás de la ecuación es muy simple de entender, tal como detalla la siguiente secuencia:



Uno. Activo\* = deuda + equity

Dos. 
$$\beta_{\text{Activo}} = \frac{D}{D + E} \times \beta_{\text{deuda}} + \frac{E}{D + E} \times \beta_{\text{Equity}}^{***}$$

$\beta_{\mu}^{**}$

Tres.  $\beta_{\text{deuda}}$  es igual a 0 en una empresa sin riesgo de quiebra

Cuatro. Ecuación reformulada:

$$\beta_{\mu} = \frac{E}{D + E} \times \beta_{\text{Equity}}$$

Cinco. Dividiendo numerador y denominador entre E

$$\beta_{\mu} = \frac{E/E}{D/E + E/E} \times \beta_{\text{Equity}}$$

Reordenando la ecuación

$$\beta_{\mu} = \frac{1}{1 + D/E} \times \beta_{\text{Equity}}$$

Seis. Incorporando los efectos fiscales de la deuda (1 - Tax)

$$\beta_{\mu} = \frac{1}{1 + \left[ \frac{D}{E} \times (1 - \text{tax}) \right]} \times \beta_{\text{Equity}}$$

➔ Ecuación Hamada

\* Es la ecuación contable fundamental el activo es = al pasivo más el patrimonio

\*\* Al  $\beta$  activo también se le conoce como  $\beta$  desapalancado ( $\mu$ )

\*\*\* El  $\beta$  de un portafolio es el ponderado de las  $\beta$  de sus componentes

Es importante notar que para desapalancar debe usarse el  $\beta_{\text{equity}}$ , el D/E y la tasa de impuesto a la renta de la empresa o de la industria *proxy*.

**Paso 4.** Incluir el efecto del apalancamiento decidido en el proyecto. Es decir, hay que «apalancar» el  $\beta$  desapalancado ( $\beta_{\mu}$ ) con la estructura D/E y la tasa de impuesto a la renta del proyecto que se está analizando. ¿Cómo hacerlo?, pues simple, utilizando nuevamente la ecuación Hamada; pero ahora lo que se quiere hallar es el  $\beta_{\text{proy}}$  o el  $\beta_{\text{equity}}$  del proyecto:

$$\beta_{\text{proy.}} = \left[ 1 + \frac{D}{E} \times (1 - \text{tax}) \right] \times \beta_{\mu}$$

**Paso 5.** Reemplazar el  $\beta_{\text{proy.}}$  en la ecuación del CAPM:

$$COK_{\text{proy.}} = r_f + \beta_{\text{proy.}} \times [r_m - r_f]$$

¡Listo!, ya se tiene la tasa de rentabilidad que los accionistas exigirán al proyecto. No olvidar tomar en cuenta el significado de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) y de la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ).

Es momento de determinar las tasas de descuento de un proyecto. El caso que resolveremos, se resume a continuación:

Se tiene la posibilidad de invertir en una fábrica de componentes electrónicos en el Perú. El proyecto se financiaría en un 50 % con un préstamo a cuatro años, que tiene una TEA del 9 %. A efecto de evaluar el proyecto, se ha considerado conveniente utilizar tres empresas americanas de referencia, cuyos datos son:

<b>Anexo A</b>			
<b>Empresas</b>	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>	<b>Empresa C</b>
$\beta$ apalancada ( $\beta_{\text{equity}}$ )	1,75	1,80	1,95
Deuda (valor mdo.)	40	35	50
Capital ( $\text{equity}$ ) (valor mdo.)	100	120	150
Tasa de impuesto a la renta	35 %	35 %	35 %

El riesgo país del Perú se estima en 2,50 %, la tasa de impuesto a la renta del proyecto es del 30 %. Para los demás datos, se entrega la información siguiente:

### Rendimiento emisiones del tesoro EE. UU. (fecha actual)

Instrumento	Retorno anual
Notas del tesoro	1,10 %
Bonos del tesoro (1 año)	1,24 %
Bonos del tesoro (5 años)	2,26 %
Bonos del tesoro (10 años)	3,35 %
Bonos del tesoro (30 años)	4,39 %

#### Anexo B

#### Resultados históricos rendimiento EE. UU.

Promedio geométrico	Acciones	Notas del tesoro	Bonos del tesoro
1928–2010	12,38 %	3,97 %	5,21 %
1962–2010	12,63 %	6,22 %	7,39 %
1990–2010	16,27 %	4,85 %	8,63 %

¿Cuáles son las tasas de descuento relevantes para el proyecto?

Antes de empezar, hay que tener claros los puntos siguientes:

1. Debemos hallar el COK y el WACC, en ese orden.
2. Para tal efecto, utilizaremos la metodología del CAPM.
3. Hemos obtenido data de empresas similares (empresas *proxy*), que operan en el mercado estadounidense.
4. Los datos para la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) y la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ), provienen del mercado estadounidense.
5. Las cifras del caso han sido consignadas solo para propósitos didácticos. Más adelante le diré de dónde obtener estos datos.

La referencia en los puntos 3 y 4 al mercado estadounidense, no es casual. Tenga en cuenta que el CAPM se basa en la teoría de los mercados de capitales eficientes,

la cual, a su vez, solo puede ser posible en un entorno de competencia perfecta. El mercado de capitales peruano no es profundo, líquido o muy transparente; por lo que no es conveniente tomar data originada allí para calcular los parámetros de la ecuación del CAPM. En ese orden de ideas, el mercado que más se asemeja a lo que tenían en mente Sharpe y Lintner, cuando desarrollaron el modelo, era el mercado de capitales estadounidenses. Por otro lado, la existencia de información pública para poder determinar las empresas *proxy* al proyecto es abundante, precisamente, en ese mercado.

Empecemos entonces a desarrollar la metodología que nos permitirá hallar el COK y, por extensión, el WACC del proyecto:

**Paso 1.** Identifique a una empresa o grupo de empresas (industria) que desarrollen actividades similares, o muy parecidas, a las que hará el proyecto que está evaluando.

**Paso 2.** Identificado el *proxy* de su proyecto, extraiga la data siguiente:

- El  $\beta$  de las acciones, también conocido como  $\beta_{equity}$ .
- El ratio de apalancamiento (D/E) a precios de mercado (repito, no interesan los valores contables).
- La tasa de impuesto a la renta a la que está sujeta la empresa o industria *proxy*.

El anexo A que está al principio de este apartado contiene la data para cumplir los pasos 1 y 2.

**Paso 3.** Quite el efecto del apalancamiento en el  $\beta$  *proxy*. Para «desapalancar», debe utilizar la ecuación Hamada:

$$\beta_{\mu} = \frac{1}{1 + \left( \frac{D}{E} \times (1 - \text{tax}) \right)} \times \beta_{Equity}$$

En esta ecuación se debe utilizar el D/E, el tax y el  $\beta_{equity}$  de la empresa *proxy*. Como en este caso existen tres empresas, tenemos que desapalancar el  $\beta_{equity}$  de cada una de ellas. Desarrollaremos, en detalle, el desapalancamiento del  $\beta$  de la empresa A:

$$\beta_{\mu} = \frac{1}{1 + \left( \frac{40}{100} \times (1 - 35\%) \right)} \times 1,75$$

$$\beta_{\mu} = 1,39$$

El mismo procedimiento aplicado a las empresas B y C arroja  $\beta_{\mu}$  de 1,51 y 1,60; respectivamente. ¡Listo!, ya tenemos el  $\beta_{\mu}$  de las empresas individuales. ¿Cómo pasamos de empresa a industria?, simple, obtenemos el promedio aritmético y el resultado es el  $\beta_{\mu}$  de la industria, tal como se demuestra a continuación:

	$\beta_{\mu}$	
Empresa A	1,39	$\beta_{\mu}$ industria    1,50
Empresa B	1,51	
Empresa C	1,60	

**Paso 4.** Incluya el efecto del apalancamiento decidido en su proyecto. Es decir, «apalancque» el  $\beta$  desapalancado ( $\beta_{\mu}$ ) con la estructura D/E y la tasa de impuesto a la renta del proyecto. Utilice nuevamente la ecuación Hamada; pero, ahora, lo que quiere hallar es el  $\beta_{proy}$  o el  $\beta_{equity}$  del proyecto:

$$\beta_{proy} = \left[ 1 + \frac{D}{E} \times (1 - \text{tax}) \right] \times \beta_{\mu}$$

En el proyecto que estamos analizando, la estructura D/E es de 1 (50%/50%) y la tasa de impuesto a la renta es de 30%. Aplicando la fórmula, obtenemos un  $\beta_{proy}$  de 2,55:

$$\beta_{proy} = \left[ 1 + \frac{50\%}{50\%} \times (1 - 30\%) \right] \times 1,50$$

$$\beta_{proy} = 2,55$$

**Paso 5.** Reemplace el  $\beta_{\text{proy}}$  en la ecuación del CAPM:

$$COK_{\text{proy}} = r_f + \beta_{\text{proy}} \times [r_m - r_f]$$

Para hallar los parámetros de la ecuación, utilizaremos el cuadro contenido en el anexo B. Tenga en cuenta que:

- El  $r_f$  que emplearemos es 2,26 %, que es el rendimiento el día de hoy de un bono del tesoro de EE. UU. a cinco años.
- $r_m$  será igual a 12,38 % y  $r_f$  tomará el valor de 5,21 %, los cuales son los rendimientos geométricos promedios del mercado y de la tasa libre de riesgo en el plazo más largo posible. La prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ), entonces será de 7,17 %.

El COK del proyecto, por lo tanto, ascenderá a 20,54 %:

$$COK_{\text{proy}} = 2,26\% + 2,55 \times (12,38\% - 5,21\%)$$

$$COK_{\text{proy}} = 20,54\%$$

Pero, ese rendimiento lo exigirá un accionista estadounidense que invierta su dinero en un proyecto de componentes electrónicos en EE. UU. Eso quiere decir que esa tasa es en dólares americanos y, además, no ajustada por la inflación (tasa en términos corrientes); pues el CAPM es un modelo que entrega como resultado rendimientos corrientes.

Hay que tener en cuenta que el proyecto será ejecutado en el Perú; por lo que ese rendimiento hay que ajustarlo al riesgo de invertir en el país. ¿Cómo se hace esto?, pues simplemente sumándole el riesgo país del día de **hoy**, pues no olvide que usted está decidiendo **hoy** si invierte en el proyecto. El riesgo país viene a ser el diferencial de tasa de rendimiento que existe entre bonos emitidos por el Perú en \$ y los bonos del tesoro estadounidense. Para nuestro caso, sería de 2,50 %. Así, entonces, el COK en dólares americanos corrientes del proyecto a ejecutarse en nuestro país sería de 23,04 %:

$$COK_{\text{proy}} = 2,26\% + 2,55 \times (12,38\% - 5,21\%) + \text{riesgo país}$$

$$COK_{\text{proy}} = 2,26\% + 2,55 \times (12,38\% - 5,21\%) + 2,50\%$$

$$COK_{\text{proy}} = 23,04\%$$

Un último recordatorio, no debe olvidar que esa tasa de rendimiento, que otra vez le recuerdo es corriente, debe aplicarse como tasa de descuento al flujo de caja del accionista (FCA) proyectado en dólares americanos corrientes. No se preocupe, que más adelante, le explicaré cómo pasarlo a moneda nacional.

**Paso 6.** Halle el WACC del proyecto. La fórmula para obtenerlo, se detalla a continuación:

$$WACC = \frac{D}{D + E} \times i \times (1 - \text{tax}) + \frac{E}{D + E} \times COK_{\text{proy.}}$$

En el caso del proyecto, el WACC es de 14,67 %.

$$WACC = 50\% \times 9\% \times (1 - 30\%) + 50\% \times 23,04\%$$

$$WACC = 14,67\%$$

Esta tasa debe aplicarse como tasa de descuento al flujo de caja libre, proyectado en dólares americanos corrientes.

A continuación, verá recompensada su paciencia; pues explicaré aspectos prácticos de la metodología, incluyendo dónde encontrar la data para aplicarla.

#### **4.4. ASPECTOS PRÁCTICOS PARA DETERMINAR LA TASA DE DESCUENTO DE UN PROYECTO**

Es momento de establecer el origen de la data con la que se debe contar para poder aplicar la ecuación del modelo; pero antes es bueno recordar algunos puntos importantes:

1. El COK ( $r_{\text{proy}}$  o  $k_{\text{proy}}$ ), es la tasa que el día de hoy quieren ganar los accionistas por invertir en el proyecto. La precisión de la fecha es importante, no es lo que desean haber ganado en el pasado ni ganar en el futuro; es lo que quieren ganar en el presente, el momento 0, pues es el momento de la toma de decisión (invertir o no)
2. El CAPM es un modelo que no descuenta la inflación, y para que pueda aplicarse mejor debe utilizarse data del mercado estadounidense; que es el mercado más profundo, transparente y líquido a nivel global. Dado estos antecedentes, el COK que se obtiene es una tasa de rentabilidad corriente que los accionistas del proyecto quisieran ganar si invirtiesen en EE. UU.
3. Para poder llevar la tasa de rentabilidad al mercado peruano, hay que realizar un ajuste sumándole el riesgo país; pero es importante enfatizar, nuevamente, que el riesgo país, que en simple es el diferencial entre bonos soberanos en dólares americanos Perú/EE. UU. , debe ser el vigente hoy, pues es precisamente en este momento que se debe tomar la decisión.

Otra aproximación más conservadora para ajustar la tasa de rentabilidad por el riesgo país, es multiplicarlo por un factor de ajuste ( $\lambda$ ) y luego adicionarlo a la tasa de descuento; esto es:

$$\lambda \times \text{riesgo país}$$

$$\text{donde } \lambda = \frac{\sigma \text{ índice BVL}}{\sigma \text{ bonos soberanos Perú S/}}$$

El  $\lambda$  toma un valor aproximado de 1,5. Por lo que si el riesgo país es, por ejemplo, 190 bps (puntos básicos) o 1,90 % (el factor de conversión es 100 bps = 1 %), entonces a la tasa de rentabilidad hay que adicionarle:

Ajuste normal = 1,90 %, o


Ajuste conservador =  $1,5 \times 1,90 \% = 2,85 \%$ .


Usted decide cuál emplear.




4. La ecuación del CAPM aplicada al COK, es la siguiente:

$$K_{proy} = r_f + \beta_{proy} \times [r_m - r_f] + \text{riesgo país}$$

  
 Rendimiento hoy

  
 Diferencial periodo  
más largo posible

  
 Diferencial hoy

Entiende, entonces, el porqué de haber hecho la precisión de la fecha en el  $r_f$  y en el riesgo país, ¿no? En el caso de la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ), se debe utilizar el diferencial entre el promedio geométrico del rendimiento del mercado y el de bonos del tesoro de EE. UU. al plazo más largo posible.

5. Por último, no hay que dejar de lado que esa tasa que ya está expresada en términos locales sigue estando en dólares americanos corrientes; por lo que debe aplicarse a FC proyectados en dólares americanos corrientes.

Dicho esto, se pasará a encontrar la data necesaria para aplicar la ecuación:

- $r_f$ . Se puede encontrar información en este enlace: <http://pe.invertia.com/mercados/bonos/default.aspx> o también probar en <http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yield>. No olvidar que, por consistencia, debe utilizarse el plazo del bono que más se asemeje al proyecto.
- Prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ). Se encuentra en este enlace [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/histretSP.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html).
- $\beta$  desapalancadas ( $\beta_\mu$ ) por sector (industria) mercado norteamericano. Para ello se puede acceder al enlace siguiente: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html). Revisar la sexta columna, *Unlevered beta*, pues es la necesaria para apalancarla con la D/E y la tasa de impuesto a la renta del proyecto. En realidad, y gracias a Damodaran, se ha ido directamente al paso 4 del procedimiento diseñado en el apartado anterior.

- Riesgo país. Se puede encontrar información en este enlace: <http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?sFrecuencia=D> bajo la etiqueta > *spread - EMBIG Perú (pbs)* o también en <http://www.ambito.com/economia/mercados/Riesgo-historico.asp?idpais=13>.

Para terminar, qué se hace si el FC está en nuevos soles corrientes y la tasa de rentabilidad está en dólares americanos corrientes, como es el caso de aplicar la metodología aquí discutida. Obviamente, hay que pasarla a una tasa en nuevos soles, ¿cómo?, pues multiplicándola por la inflación relativa Perú/EE. UU.; de la manera siguiente:

$$K_{proy} = (r_f + \beta_{proy} \times [r_m - r_f] + \text{riesgo país}) \times ((1 + \pi_{perú} / 1 + \pi_{usa})^{-1})$$

¡Listo!, ahora sí, ya se tiene la tasa de rentabilidad del accionista en nuevos soles corrientes.

#### 4.5. LA TASA DE DESCUENTO DE UN PROYECTO EN LA PRÁCTICA

Puede aplicarse lo tratado sección anterior, a un caso práctico.

Una empresa de servicios financieros quiere incursionar en un proyecto de publicidad. Los analistas de la empresa han calculado que la inversión para ejecutar el proyecto ascendería a \$ 350 000, 65 % de los cuales serían aportados por los accionistas y el saldo sería financiado mediante un préstamo a cuatro años y a una tasa de interés del 9 %. La tasa de impuesto a la renta es del 30 %.

Las preguntas que se deben contestar tienen que ver con el COK y el WACC del proyecto, en ese orden. Para todos los efectos, **hoy** (momento 0 o fecha actual) es el 27.2.2012.

Para hallar el COK, vamos a aplicar el modelo CAPM:

$$K_{proy} = r_f + \beta_{proy} \times [r_m - r_f]$$

**Paso 1.** Hallemos el  $\beta_{proy}$

Entremos a la página web de Damodaran: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html).

Hemos escogido el  $\beta$  desapalancado ( $\beta_{\mu}$ ) de las firmas del sector publicidad (*advertising*) que operan en el mercado estadounidense (acuérdesse que un proyecto se mide por su riesgo y no por el de la empresa que lo ejecuta [Servicios Financieros]).

Procedamos a apalancar la  $\beta_{\mu}$  con la D/E y tasa de impuesto a la renta del proyecto: 0,54 (35 %/65 %) y 30 %:

$$\beta_{\text{proy}} = \left[ 1 + \frac{35\%}{65\%} \times (1 - 30\%) \right] \times 1,46$$

$$\beta_{\text{proy}} = 2,01$$

Listo, ya tenemos el  $\beta_{\text{proy}}$

**Paso 2.** Hay que obtener los parámetros  $r_f$  y  $r_m - r_f$

Para hallar  $r_f$  podemos recurrir a este enlace <http://pe.invertia.com/mercados/bonos/default.aspx>.

Un bono del tesoro estadounidense, a cinco años, rinde el día de hoy 0,8446 %.

Por su parte, la prima por riesgo de mercado asciende a 4,10 % y la obtenemos en el enlace [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/histretSP.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html).

**Paso 3.** Hallemos el COK del proyecto. Aplicando la ecuación CAPM:

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 0,8446\% + 2,01 \times 4,10\%$$

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 9,09\%$$

Tal como se explicó, esto es lo que pedirían los accionistas de haber ejecutado el proyecto en EE. UU.

**Paso 4.** Ajustemos la tasa de rentabilidad por el riesgo país. Vamos a utilizar la aproximación simple, esto es; vamos a sumar al COK, el riesgo país.

Para obtener el riesgo país debemos ingresar a este enlace: <http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?sFrecuencia=D>, etiqueta > *spread - EMBIG Perú (pbs)*.

El riesgo país al 27. 02.2012 es de 203 pbs, lo que equivale a 2,03 %.

Procedemos a ajustar el COK de los accionistas, sumándole el riesgo país:

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 9,09\% + \text{riesgo país}$$

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 9,09\% + 2,03\%$$

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 11,12\%$$

Ahora sí, los accionistas que quieran invertir en este proyecto en el Perú esperan ganar no menos de 11,12 % en dólares americanos corrientes. No olvidemos que podríamos haber utilizado la aproximación más conservadora, corrigiendo el riesgo país por el factor  $\lambda$ , lo que llevaría el COK de los accionistas a 12,13 % .Tal como puede verse a continuación:

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 9,09\% + \lambda \times \text{riesgo país}$$

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 9,09\% + 1,50 \times 2,03\%$$

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 12,13\%$$

Como ya se manifestó anteriormente, usted escoge.

**Paso 5.** Hallemos el WACC. Tal como se detalla a continuación, este asciende a 9,43 % en dólares americanos corrientes.

$$\text{WACC} = \frac{D}{D + E} \times i \times (1 - \text{tax}) + \frac{E}{D + E} \times \text{COK}_{\text{proy}}$$

$$\text{WACC} = 35\% \times 9\% \times (1 - 30\%) + 65\% \times 11,12\%$$

$$\text{WACC} = 9,43\%$$

Pero ¿qué pasa si nuestros flujos de caja están en nuevos soles corrientes?, pues tenemos que convertir las tasas que hemos hallado y que están en dólares americanos a nuestra moneda; para lo cual debemos ajustar tanto el COK (11,12 %) como la tasa de interés (9 %) por el factor siguiente:

$$\text{COK}_{\text{en S/.}} = \text{COK}_{\text{en US\$}} \times \frac{(1 + \pi \text{ Perú})}{(1 + \pi \text{ USA})}$$

$$i_{\text{en S/.}} = i_{\text{en US\$}} \times \frac{(1 + \pi \text{ Perú})}{(1 + \pi \text{ USA})}$$

Para ambos países, la previsión de inflación en el 2012 es 2 % (fuente FED y BCR para EE. UU. y Perú, respectivamente). Por lo que el factor de ajuste sería 1 (uno) y en este caso las tasas en dólares americanos corrientes serían iguales a la tasas en nuevos soles corrientes.

#### 4.6. EL VALOR PRESENTE NETO AJUSTADO (VPNA)

Es momento de presentar un nuevo indicador de rentabilidad: el valor presente neto ajustado o APV, por sus siglas en inglés (*adjusted present value*), el cual es el resultado de la suma de dos VPN:

	VPN	Del FCL del proyecto usando como tasa de descuento el COK desapalancado	
VPNA =	+		
	VPN	Del FC del financiamiento usando como tasa de descuento la tasa de interés antes de impuestos	

Este indicador de rentabilidad solo se utiliza en proyectos financiados con préstamos de terceros (proyectos apalancados).

El primer componente del VPNA muestra el valor que genera el proyecto a los accionistas de haberlo financiado, en su totalidad, con recursos propios. Es decir, sin

haber recurrido a apalancarlo. En tanto que el componente dos, muestra la generación de valor obtenida por la decisión de los accionistas de obtener financiamiento para ejecutar el proyecto.

Desarrollemos un caso práctico para entender la mecánica de la obtención y el significado del VPNA:

Chimú Agropecuaria, empresa dedicada a la industria avícola, está considerando una inversión en activos fijos por un monto de \$ 25 000 y de \$ 5 000 en capital de trabajo. Esta máquina reducirá sus costos variables en \$ 5 000 anuales y, simultáneamente, incrementará sus ingresos por ventas en \$ 8 000 anuales. La gerencia financiera considera conveniente apalancar el proyecto en un 70 % sobre el activo (D/A), con un préstamo a un plazo similar a la vida útil de la maquinaria. La tasa de interés pactada con el banco es del 6 % TEA. La maquinaria tiene un horizonte de vida de cinco años, al cabo del cual tendrá un valor en el mercado de \$ 4 000. Chimú Agropecuaria está sujeta a una tasa de impuestos del 30 %. Adicionalmente, debe tomarse en cuenta los datos siguientes: la tasa libre de riesgo relevante es de 5 %, el beta de una empresa similar al proyecto es de 1,85; pero con un ratio D/E de 1, y que la prima por riesgo de mercado es 8 %.

Con estos datos, se hallará el VPNA del proyecto.

Tome nota, que se va a desarrollar en cuatro pasos:

### **Paso 1. Elaborar las proyecciones económico-financieras.**

En pocas palabras, proyecte el FCL y el FC del financiamiento.

Vamos primero con el FCL. Observe que lo hemos elaborado por el método directo:

<b>Estado de Resultados</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos		13 000	13 000	13 000	13 000	13 000
Ganancias extraordinarias						4 000
Depreciación		-5 000	-5 000	-5 000	-5 000	-5 000
Impto. renta		-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-3 600
Ut. neta		5 600	5 600	5 600	5 600	8 400

**Flujo de caja libre  
(método directo)**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos		13 000	13 000	13 000	13 000	13 000
Recuperación activo fijo						4 000
Recuperación cap. trabajo						5 000
Impto.		-2 400	-2 400	-2 400	-2 400	-3 600
Inversión	-30 000					
Activo fijo	-25 000					
Capital de trabajo	-5 000					
<b>FCL</b>	<b>-30 000</b>	<b>10 600</b>	<b>10 600</b>	<b>10 600</b>	<b>10 600</b>	<b>18 400</b>

Para construir el FC del financiamiento, primero debemos construir el cronograma de pagos del préstamo obtenido:

<b>Tasa</b>	<b>6 %</b>					
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Saldo	21 000	17 275	13 326	9 140	4 703	0
Principal		3 725	3 949	4 186	4 437	4 703
Intereses		1 260	1 036	800	548	282
<b>Cuota</b>		<b>4 985</b>	<b>4 985</b>	<b>4 985</b>	<b>4 985</b>	<b>4 985</b>

El monto del préstamo es de \$ 21 000. Las condiciones del proyecto destacaban que el apalancamiento sería del 70 % del ratio D/A, y no se olvide que  $A = D + E$ ; por lo que  $70 \% \times \$ 30\,000$  es el apoyo financiero solicitado. El cronograma de pagos precisa que cada año se pagará al banco la suma de \$ 4 985. Para el primer año, \$ 3 725 de esa cantidad pertenecerá al principal, y el saldo a los intereses.

El FC del financiamiento se presenta a continuación, ¡jojo! con las notas explicativas:

**Flujo de caja**

<b>de financiamiento</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
(-)SD		-4 985*	-4 985	-4 985	-4 985	-4 985
(+) EFI		378**	311	240	165	85
(+) Deuda	21 000***					
<b>Flujo de caja financiamiento</b>	<b>21 000</b>	<b>-4 607</b>	<b>-4 674</b>	<b>-4 745</b>	<b>-4 821</b>	<b>-4 901</b>

\* Pago de la cuota al banco.

\*\* Ahorro de impuestos por pago de intereses: intereses año 1 (\$ 1 260) x 30 %.

\*\*\* Para los accionistas el desembolso del préstamo (año 0) es una entrada en efectivo.

El FC del financiamiento es la suma algebraica de lo que se le pagó al banco por el préstamo, más lo que el proyecto se ahorró en impuestos por haber incluido los intereses como gastos dentro del Estado de Resultados.

En otras palabras, el FC del financiamiento muestra lo que se recibió (\$ 21 000) versus lo que se pagó realmente, luego de considerar el efecto de los gastos financieros como escudos fiscales: en el año 1, \$ 4 607 en vez de \$ 4 985; y así sucesivamente.

**Paso 2 . Desapalancar el  $\beta$ .**

Como dato, el caso mencionaba que el  $\beta$  de la empresa *proxy* era de 1,85; pero con un ratio de apalancamiento (D/E) de 1. Con estos datos obtengamos el  $\beta_\mu$ :

$$\beta_\mu = \frac{1}{1 + (1 \times (1 - 30\%))} \times 1,85$$

$$\beta_\mu = 1,09$$

El  $\beta_\mu$  asciende a 1,09. Este es el  $\beta$  que le corresponde al proyecto si los accionistas hubiesen estado dispuestos a financiarlo al 100 %. No olvide esto.

**Paso 3. Hallar el  $\text{COK}_\mu$  (COK desapalancado)**

El  $\text{COK}_\mu$  es la tasa de rendimiento requerida por los inversores, de haber puesto ellos el 100 % de la inversión; y se obtiene aplicando la fórmula del CAPM:



$$COK_{proy} = r_f + \beta_{proy} \times [r_m - r_f]$$

El caso nos dice que el  $r_f$  que utilizaremos es 5 %, y que la prima por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ) asciende a 8 %. Reemplazando:

$$COK_{proy} = 5,00 \% + 1,09 \times 8 \%$$

$$COK_{proy} = 13,72 \%$$

13,72 % es la tasa que los accionistas de Chimú Agropecuaria pedirían, como mínimo, al proyecto; de haberlo financiado al 100 %.

#### Paso 4. Obtener el VPNA

Primero vamos a obtener el VPN del FCL, descontándolo a la tasa de 13,72 %:

FCL	-30 000	10 600	10 600	10 600	10 600	18 400
<b>VPN (@13,72 %) =</b>	<b>10 738</b>					

¿Qué significa \$ 10 738?, simple, es la generación de valor que los accionistas hubiesen obtenido de financiar con sus recursos toda la inversión requerida.

Sin embargo, ellos decidieron apalancar el proyecto. Pidieron al banco \$ 21 000 y solo aportaron \$ 9 000. ¿Esta estrategia les trajo algún beneficio? Por supuesto, los escudos fiscales les posibilitaron ahorrar efectivo. El VPN del FC del financiamiento, descontado a la tasa de interés que le cobra el banco, permite medir el beneficio obtenido:

<b>Flujo de caja de financiamiento</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
(-)SD		-4 985	-4 985	-4 985	-4 985	-4 985
(+) EFI		378	311	240	165	85
(+) Deuda	21 000					
<b>Flujo de caja financiamiento</b>	<b>21 000</b>	<b>-4 607</b>	<b>-4 674</b>	<b>-4 745</b>	<b>-4 821</b>	<b>-4 901</b>
<b>VPN (@6 %) =</b>	<b>1 028</b>					

Mírelo de esta manera, a valores del día de hoy (año 0) los accionistas recibieron \$ 21 000 y solo pagaron \$ 19 972. El saldo, \$ 1 028, es el beneficio en la caja del proyecto por el efecto de incluir los gastos financieros como escudos fiscales.

Ahora sí, el VPNA es simplemente la suma de los VPN hallados:


$$\begin{array}{rcl}
 \text{VPN} & \text{Del FCL del proyecto usando} & \\
 & \text{como tasa de descuento el} & = 10\,738 \\
 & \text{COK desapalancado} & \\
 \text{VPNA} = & + & + \\
 \text{VPN} & \text{Del FC del financiamiento usando} & \\
 & \text{como tasa de descuento la tasa de} & = 1\,028 \\
 & \text{interés antes de impuestos} & \\
 & & \left. \vphantom{\begin{array}{r} \\ \\ \\ \\ \end{array}} \right\} 11\,766
 \end{array}$$

Esa cifra (\$ 11 766) representa la generación de valor del proyecto para los accionistas per se, más el efecto del apalancamiento decidido por estos.

#### 4.7. LAS TRES FORMAS DE MEDIR LA RENTABILIDAD DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN

Una vez explicado el concepto del valor presente neto ajustado (APV, por sus siglas en inglés), hay que compararlo con otros indicadores de rentabilidad que utilizan el VPN.

Existen tres metodologías para medir la generación de valor del proyecto, utilizando el VPN. Un cuadro resumen se presenta a continuación:

	Utiliza	y lo descuenta al	
Método 1	FCL	WACC	
Método 2	FCA	COK apalancado	
Método 3	FCL + FCFinanciamiento	COK $\mu$ + i antes de impuestos	 VPN

Cabe resaltar que los tres desembocan en un VPN que cuantifica el valor que genera el proyecto a los accionistas y que, por lo tanto, debería ser igual bajo los tres métodos.

Utilicemos al caso anterior (Chimú Agropecuaria) para ver si esto es así: los cálculos respectivos se lo dejo a usted:

Con el método 1, el VPN del proyecto se obtiene así:

**Paso 1.** Hallamos el  $\beta$  proy

	Proxy	Proy
D	50 %	70 %
E	50 %	30 %
tax	30 %	30 %
$\beta$	1,85	2,87

**Paso 2.** Hallamos el COK proyecto

$$COK_{proy} = 27,93 \%$$

**Paso 3.** Hallamos el CPPK (WACC) del proyecto

$$WACC = 11,32 \%$$

**Paso 4.** Hallamos el VPN con el WACC

FCL	-30 000	10 600	10 600	10 600	10 600	18 400
VPN@ 11,32 %		13 429				

Con el método 2, observe que para hallar el flujo de caja del accionista (FCA) se le ha quitado al FCL el FC del financiamiento, el VPN del proyecto se hallaría así:

**Paso 1.** Hallamos el FCA

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FCL	-30 000,00	10 600,00	10 600,00	10 600,00	10 600,00	18 400,00
(-) FC financiamiento	21 000,00	-4 607,32	-4 674,38	-4 745,46	-4 820,80	-4 900,67
FCA	-9 000,00	5 992,68	5 925,62	5 854,54	5 779,20	13 499,33

**Paso 2.** Hallamos el COK proyecto

$$\text{COK}_{\text{proy}} = 27,93 \%$$

**Paso 3.** Hallamos el VPN con el COK proyecto

$$\text{VPN}@ 27,93 \% = 8\ 200$$

El VPN, con el método 3 (APV), asciende a \$ 11 766; y ya fue explicado, en detalle, anteriormente.

Vale la pena hacer un cuadro comparativo de los resultados:

	VPN
Método 1	13 429
Método 2	8 200
Método 3	11 766

Es claro que tenemos un problema, puesto que los tres valores son diferentes aun cuando miden la generación de valor de los accionistas. ¿Cómo es posible que esto sea así?

Aunque, en teoría, deben ser iguales; en la práctica no lo son por tres razones poderosas:

1. El  $\text{COK}_{\text{proy}}$  varía anualmente, pues el apalancamiento del proyecto disminuye conforme este va amortizando la deuda. Debe tener claro que el COK se hace menor, puesto que al pagar su deuda los accionistas disminuyen su exigencia de rentabilidad al reducirse el riesgo del proyecto. Observe que, a pesar de lo anterior, se asume que los accionistas piden una rentabilidad de 27,93 % durante toda la vida del proyecto.

2. El WACC también varía año a año, y esto por dos causas; la primera es la variación del  $COK_{\text{proy}}$  a la que hicimos referencia en el párrafo anterior; mientras que la segunda tiene que ver con la modificación que, anualmente, se producirá en las ponderaciones ( $D/D + E$  y  $E/D + E$ ) que sirven para calcular el WACC. Al amortizarse la deuda, la participación del E será porcentualmente mayor cada año que pase. Otra vez le pido observar que, a pesar de esto, el WACC lo hemos mantenido constante a lo largo del horizonte de vida del proyecto (11,32 %).
3. Y la última razón, de lejos la más poderosa, es que las ponderaciones para hallar el WACC deben, en teoría, estar expresadas en valores de mercado y no contables. Esto reforzaría el hecho que el WACC se modificaría año a año, conforme vayan variando la deuda y el *equity* a dichos valores.

No son malas noticias; simplemente hay que tener en cuenta que, en la vida real no se hacen esos ajustes y, por lo tanto, se emplea una misma tasa de descuento (COK o WACC) para toda la vida del proyecto. Sin embargo, debe quedar absolutamente claro que los tres indicadores miden la generación de valor para los accionistas del proyecto.

## Unidad 5. Casos especiales en la evaluación de proyectos

### 5.1. ¿CÓMO EVALUAR PROYECTOS CON VIDAS ÚTILES DIFERENTES?

Imagine que compiten en una carrera de 100 metros planos un niño de 7 años y un adulto de 21. Salvo circunstancias fortuitas, se esperaría que gane el adulto. Este resultado es evidente, y no se debe a que el adulto sea más veloz, sino a que su grado de desarrollo corporal, resistencia, largo de las zancadas, etcétera, le harían tomar ventaja sobre el rendimiento del niño. Ahora surge la pregunta: ¿es justo este tipo de competencia?, por lógica no lo es.

Eso mismo pasa cuando se evalúan proyectos con vidas útiles diferentes. El proyecto de mayor duración tendrá casi siempre un VPN superior, y no porque sea más rentable, sino, simplemente, porque dura más; pero ¿se estará haciendo lo correcto al elegirlo?

En lo que sigue, se discutirá las técnicas que se utilizan a fin de evitar ese sesgo en la toma de decisiones. Para ilustrar el punto se presenta este ejemplo:

Existen dos proyectos. El proyecto A dura dos años (uno de inversión y uno de vida útil), mientras que el proyecto B tiene un horizonte temporal de tres años (uno de inversión y dos de vida útil). Los flujos de caja de ambos proyectos se detallan a continuación:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Proyecto A	-200	360	
Proyecto B	-200	200	200

Se asume un costo de oportunidad de 10 %. ¿Cuál proyecto debe escogerse?

Obviamente, el criterio de selección es el VPN, así que como primer paso hay que obtenerlo:

COK	10 %			VPN
	Año 0	Año 1	Año 2	
Proyecto A	-200	360		127,27
Proyecto B	-200	200	200	147,11

Ahora, debe elegirse aquel que tenga el mayor VPN. Obviamente, se trata del proyecto B.

Pero no hay que perder de vista que es precisamente el proyecto B el que tiene una mayor vida útil (dos años versus un año en el proyecto A). ¿Es verdaderamente más rentable el proyecto B?, ¿no será que tiene un mayor VPN porque dura más? Para salir de esta duda, los evaluadores de proyectos utilizan dos técnicas: la uniformización de vidas útiles (UVU) y el valor anual equivalente (VAE).

Con la primera, se busca hacer «crecer» el proyecto que tiene menor duración (en términos del ejemplo, desarrollar al niño y luego hacerlo competir con el adulto). Esta técnica repite teóricamente los proyectos hasta que sus finales coincidan, posteriormente se obtiene el VPN y se escoge el que arroje la mayor creación de valor. La forma de hacer esto no es nada complicada, debe prestarse atención porque se explicará en forma de pasos a seguir:

**Paso 1.** Obtener los años de vida útil de los proyectos (no considere el año de inversión).

En el ejemplo, proyecto A, 1 año; y proyecto B, dos años

**Paso 2.** Sacar el MCM con esa data.

En el ejemplo, MCM de 1 y 2 es 2 (1 – 2 | 2)

**Paso 3.** Dividir el MCM entre los años de vida útil de cada proyecto, la cifra resultante será el número de veces que debe repetirse cada uno de ellos.

En el ejemplo, para el proyecto A, 2 veces (2/1); y para el proyecto B, 1 vez (2/2)

**Paso 4.** Replicar los proyectos, de acuerdo a lo obtenido en el paso anterior.

Es importante tener en cuenta dos cosas:

- Una de las veces corresponde al proyecto original.
- El proyecto que se repite, se inicia cuando termina el anterior.

En el ejemplo, la réplica de los proyectos sería así:

		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Proyecto A	1ra. vez	-200	360	
	2da. vez		-200	360
Proyecto A*		-200	160	360
		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Proyecto B	1ra. vez	-200	200	200

¿Qué se tiene ahora?, pues dos proyectos (A\* y B) con la misma duración.

**Paso 5.** Calcular el VPN a los proyectos modificados.

Ahora, ambos proyectos están compitiendo en igualdad de condiciones; por lo que sí es factible obtener el VPN y escoger:

<b>COK</b>	<b>10 %</b>			
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>VPN</b>
Proyecto A*	-200	160	360	242,98
Proyecto B	-200	200	200	147,11

**Paso 6.** Seleccionar el proyecto.

Debe escogerse el proyecto que tenga mayor VPN, ¿cuál es?, el proyecto A. No perder de vista que de no haber utilizado esta técnica se habría seleccionado el proyecto B sin que realmente fuera el que crea más valor, sino porque simplemente duraba más.

¿Se entendió?, fácil; pero todavía no se puede cantar victoria. Qué pasaría si contara con dos proyectos que tuviesen 7 y 11 años de vida útil, respectivamente. Aplicando la técnica UVU, deberíamos repetir el proyecto de 7 años, 11 veces; y el otro, que dura 11 años, 7 veces. Es por esto que se prefiere el VAE.

### 5.1.1. El valor anual equivalente

Primero se enseñará cómo obtenerlo, y luego será el turno de explicar cómo entender los resultados obtenidos. Para explicar este método se continuará con el ejemplo anterior.



Se sabe ya que no es posible calcular directamente el VPN a estos flujos de caja. La UVU fue aplicada, anteriormente. Ahora se utilizará el VAE.

Es necesario poner atención, pues, se obtendrá a través de una receta de solo tres pasos:

**Paso 1.** Obtener el VPN de los proyectos originales.

COK	10 %			VPN
	Año 0	Año 1	Año 2	
Proyecto A	-200	360		127,27
Proyecto B	-200	200	200	147,11

**Paso 2.** Desarrollar la ecuación siguiente para cada uno de los proyectos:

$$\text{Proyecto A} \quad \longrightarrow \quad 127,27 = \frac{\text{VAE}_A}{(1+10\%)^1}$$

$$\text{Proyecto B} \quad \longrightarrow \quad 147,11 = \frac{\text{VAE}_B}{(1+10\%)^1} + \frac{\text{VAE}_B}{(1+10\%)^2}$$

Es importante observar que en el lado izquierdo de la ecuación está el VPN de los proyectos originales, y en el lado derecho está el valor presente de tantos términos del VAE como años de vida útil tengan los proyectos (uno para el proyecto A y dos para el B).

**Paso 3.** Resolver la ecuación (despejar el VAE de cada uno) y elegir aquel proyecto que tenga el mayor VAE.

$$\text{VAE}_A = 140,00$$

$$\text{VAE}_B = 84,76$$

De acuerdo al criterio de selección antes planteado, se debería escoger el proyecto A. ¿Qué proyecto fue escogido por el UVU?, ¡ajá!, también el A. Lo que implica que ambos métodos deben arrojar el mismo resultado.

De la misma manera que en el primer método, el VAE es relativamente fácil de obtener; pero, también, puede ser trabajoso. Por ejemplo, si se tiene un proyecto que cuenta con 10 años de vida útil, y otro que posee 11 años y se quiere aplicar la metodología explicada, debería tenerse en el lado derecho de la ecuación 10 y 11 términos, respectivamente; lo que hace un poco tedioso despejar el VAE de cada proyecto.

Afortunadamente, la vida es más fácil si se tiene en cuenta que el VAE es lo que se conoce en matemáticas financieras como anualidad, es decir, el pago periódico que, traído a valor presente, es igual al monto del año 0. ¿Complicado?, para nada. En el caso del proyecto B, por ejemplo, hipotéticamente se ha prestado \$ 147,11 (el VPN del proyecto en su forma original) a un plazo de dos años (equivalente a su vida útil) y a una tasa de 10 % (equivalente al costo de oportunidad), pues bien, la cuota anual que se debe pagar para cancelar ese préstamo (\$ 84,76) es el VAE.

Para hallarlo se puede utilizar la función pago del Excel. Sin embargo, lo importante, no es solo saber obtenerlo, sino también entender lo que significa.

Imaginemos una situación en donde usted tiene dos proyectos. Para facilitar la explicación, supongamos que son los dos que ya hemos estado trabajando. ¡Ojo! No pierda de vista que son proyectos (solo tiene un estudio, no ha puesto ni un nuevo sol de inversión; todavía). Ahora, suponga que por alguna razón quiere venderlos, ¿cuánto debería estar dispuesto a recibir por ellos, como mínimo? La respuesta es... al VPN que cada uno le entregue. ¿La razón? Simple, asumamos que vende el proyecto B. Tal como mencionamos, lo venderá a \$ 147,11 (su VPN). Imagine que la persona que lo adquiere, lo ejecuta, obteniendo a valor presente \$ 147,11; por encima de lo que pidió como mínimo (10 %). Descantando lo que le pagó, el VPN de ese proyecto para esa persona será 0 y, por lo tanto, él ha ganado exactamente lo que quería y así se sentirá satisfecho por la transacción realizada.

Entendido lo anterior, pasemos a preguntarnos qué proyecto le conviene vender, ¿el A o B? Acuérdesse que no puede utilizar como criterio de decisión el VPN, pues ambos tienen diferente vida útil; usted sabe que esa cantidad es la que debe cobrar por venderlos, pero no puede utilizarlos para decidir cuál es el mejor. Para salvar este inconveniente, supongamos que la persona que los quiere comprar le dice que en el caso del proyecto A, el precio acordado (el VPN) se lo pagará en una cuota anual; en tanto que de adquirir el B, el precio se lo pagará en dos cuotas anuales. Note que en los dos casos cobrará un interés de 10 % (el COK) y el plazo de pago es exactamente igual a la vida útil de cada uno de los proyectos. Mirando solo por el monto de cada

cuota anual, ¿cuál proyecto le resulta más atractivo de vender? Lógicamente el que le significa un mayor ingreso anual, y este es el proyecto A, por el cual recibirá una cuota anual de \$ 140 (frente a la cuota anual de la venta del proyecto B, \$ 84,76).

¿Entendió la lógica que guía al VAE?

Así como se emplea el criterio del VAE, también se puede utilizar el criterio del costo anual equivalente (CAE) para evaluar proyectos con vidas útiles diferentes.

### 5.1.2. El costo anual equivalente (CAE) y proyectos que no se pueden repetir

Ahora se enfrenta una situación que involucra decidir entre dos máquinas. La máquina A tiene una vida útil de cuatro años, mientras que la máquina B cuenta con tres años y el COK asciende a 13 %. Dado que son proyectos con vidas útiles diferentes, el criterio de selección debe basarse en el valor anual equivalente (VAE). Hasta aquí, el razonamiento es impecable.

Adicionalmente, se tienen otros datos. Ambas máquinas producirán, anualmente, el mismo producto al mismo precio (\$ 25 000); pero los costos y la inversión en cada uno de los casos será diferente. Con la máquina A, el costo por año ascenderá a \$ 10 000; en tanto que la máquina B costará operarla \$ 9 000. La inversión, tal como se mencionó, será diferente. Por la máquina A debe pagarse \$ 25 000, mientras que la B costará \$ 29 000. Para facilitar la comprensión, no se toman en cuenta los impuestos.

Con todos estos datos, ¿es lógico seguir pensando que el criterio correcto continúa siendo el VAE? Antes de responder se debe observar que, dado que con ambas máquinas se percibirá el mismo ingreso anual (\$ 25 000), este dato deviene en irrelevante para integrarlo a la solución del problema. Eliminados los ingresos (es decir, las entradas de caja), solo quedan el monto de la inversión y los costos (los cuales constituyen una salida de efectivo) como insumos para la decisión en ambos casos. Cuando se configure este tipo de situaciones, el criterio que debe utilizarse es el del costo anual equivalente (CAE).

El CAE es lo mismo que el VAE (una anualidad) y se halla de la misma forma, en lo único que se diferencian es en el criterio de decisión. Mientras que en este último primaba aquel proyecto que tuviese el valor más alto de VAE, en el caso del primero se escoge el proyecto que tenga el menor CAE en valor absoluto. El porqué se explica más adelante.

Los pasos para obtener el CAE siguen la misma secuencia que cuando se quiere encontrar el VAE.

Los VPN de los proyectos originales son:

<b>COK</b>		<b>13 %</b>				
<b>Proyecto</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	
A	-25 000,00	-10 000,00	-10 000,00	-10 000,00	-10 000,00	
B	-29 000,00	-9 000,00	-9 000,00	-9 000,00		
VPN A	-54 744,71					
VPN B	-50 250,37					

Obviamente, son negativos; puesto que para el cálculo se ha empleado solo egresos (inversión y costos).

Siendo el CAE una anualidad, se puede calcular a través de la función pago del Excel; donde el equivalente al préstamo sería el VPN de los proyectos originales (para el proyecto A \$ 54 744,71 y para el B \$ 50 250,37), el plazo de las vidas útiles (cuatro y tres años, respectivamente) y la tasa de interés sería el COK (13 %).

Haciendo los cálculos, se obtiene lo siguiente:

CAE A	18 404,85
CAE B	21 282,14

Aplicando el criterio de selección, el proyecto A es el escogido puesto que tiene el menor CAE en valor absoluto.

El porqué de este criterio es simple de entender. Si la selección está basada solo en costos, ¿se preferiría costos altos o bajos? Sin duda alguna se seleccionará aquel que represente los costos más bajos posibles, o lo que es lo mismo, aquel que tenga la menor cifra en valor absoluto.

Por último, si el VAE representa el equivalente a un pago periódico por la venta de un proyecto, el CAE es similar a la cuota de alquiler de una máquina. ¿Es preferible pagar una cuota alta o una baja? Y esa es la otra manera de ver la razón por la que se elige aquel proyecto con menor CAE en valor absoluto.

Para no complicarse la vida, debe emplearse esta regla cuando se evalúe proyectos con vidas útiles diferentes:

SI  $VPN > 0$ , ENTONCES UTILIZAR VAE  
 SI  $VPN < 0$ , ENTONCES UTILIZAR CAE

Sin embargo, no hay que perder de vista que todos los métodos que se han venido discutiendo (UVU, VAE y CAE) son válidos si y solo si los proyectos analizados pueden repetirse, aunque sea teóricamente. Lo anterior; obviamente, no aplica a proyectos tales como explotación de minas o yacimientos petrolíferos, en donde una vez agotado el mineral o terminado el petróleo se acaba el proyecto.

Lo que se hace en estos casos, es simple. Se explicará a través del desarrollo de un pequeño ejemplo:

Usted está estudiando dos proyectos. Ambos requieren una inversión inicial de \$ 80 000, cien por ciento destinada a la compra de activos fijos. El proyecto A durará seis años y tiene flujos de caja futuros netos de \$ 40 222 anuales. El proyecto B durará cinco años y tiene flujos de caja futuros netos de \$ 44 967 anuales. El COK de estos proyectos es del 12 %. El proyecto B no se puede repetir. ¿Cuál escogerá?

Para fines didácticos, asumamos que los activos se deprecian en seis y cinco años, respectivamente.

Siendo proyectos con vidas útiles diferentes que no se pueden repetir, es imposible utilizar el UVU, el VAE o CAE. Lo que se debe hacer es lo siguiente:

**Paso 1.**

Proyecto A	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6*
	-80 000,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00

\* Se eliminan los años adicionales al último año de vida útil del proyecto con menor duración.

Ahora, ambos proyectos tienen la misma vida útil (cinco años).

Pero hay que reformular el proyecto A:

**Paso 2.**

<b>Flujo reformulado</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Proyecto original	-80 000,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00
Valor de recuperación						13 333,33*
Proyecto A*	-80 000,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	53 555,33

\*Asumiendo que la inversión sea 100 % en activos fijos y se deprecia totalmente en seis años, al final del quinto año tendrá un valor en libros de \$ 13 333,33; lo que implica que puede venderse a ese valor, aumentando así el FC del último año. Esto compensa en parte haber eliminado un año de la proyección.

Ambos proyectos son comparables ahora, pues tienen la misma duración y al proyecto A se le ha compensado —vía un mayor valor de liquidación— la pérdida de los periodos adicionales a la vida útil del proyecto B. Los dos están listos para ser evaluados:

**Paso 3.**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Proyecto A*	-80 000,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	40 222,00	53 555,33
Proyecto B	-80 000,00	44 967,00	44 967,00	44 967,00	44 967,00	44 967,00
VPN A*	72 557,00					
<b>VPN B</b>	<b>82 095,97</b>					

Se escoge, como es debido, el proyecto con mayor VPN, que en este caso es el proyecto B.

**5.2. ¿MUCHOS PROYECTOS Y POCO DINERO?**

Cuando las empresas empiezan a elaborar sus presupuestos para el año siguiente, muchas se encuentran en una situación harto conocida por los gerentes financieros: existen proyectos cuya ejecución demanda más dinero que el CAPEX (en español, el

presupuesto de inversión) de la firma.

Esta situación, en evaluación de proyectos, se conoce como racionamiento de capital; y la única manera de enfrentarla es a través del ordenamiento (*rankeo*) de los proyectos, priorizando la ejecución de aquellos que generen más valor por nuevo sol invertido. Obviamente, se llevará a cabo todos los proyectos generadores de valor hasta que se agote el fondo previsto para el programa de inversión.

Imaginemos esta situación. Usted trabaja en una empresa donde, para el próximo año, se tiene previsto ejecutar proyectos hasta por \$ 100 000 y tiene las siguientes alternativas de inversión:

Proyecto	VPN	Inversión
1	5 000,00	10 000,00
2	5 000,00	5 000,00
3	10 000,00	90 000,00
4	15 000,00	60 000,00
5	15 000,00	75 000,00
6	3 000,00	15 000,00

Observe que estamos frente a una típica situación de racionamiento de capital; tenemos solo \$ 100 000 para invertir y la inversión de todos los proyectos suma \$ 255 000.

¿Qué se debe hacer?, ya sé lo que usted está pensando: «Fácil, debemos ordenarlos de mayor a menor por el VPN y, luego, seleccionar los mejores proyectos hasta agotar el fondo de inversión».

Pero le pido un momento de reflexión. Olvídense de este caso, y póngase en una situación de racionamiento hipotética, en donde tengo solo dos proyectos. El A tiene un VPN de \$ 10 000, y el VPN del B asciende a \$ 100 000. ¿Cuál elijo?; siguiendo su recomendación debería elegir el proyecto B, pues es el que tiene mayor VPN. Ahora, le agrego una pieza más de información: para ejecutar el proyecto A debemos invertir \$ 10 000, y para llevar a cabo el B, invertiremos un millón de dólares americanos. Le pregunto, ¿cambia en algo su percepción? Bueno, se lo pongo así: en el proyecto A, por cada nuevo sol invertido obtiene una rentabilidad de \$ 1; en tanto que en el proyecto B, ese ratio se reduce a \$ 0,10. Le pregunto, ¿cuál elegiría ahora?, pues el que le traiga la mayor rentabilidad por nuevo sol invertido y ese es el proyecto A; tome nota, que no lo hubiese elegido si solo se hubiera guiado por el VPN.

Lo que se ha obtenido es el índice de rentabilidad (IR), y se expresa a través de la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{\text{VPN}}{\text{Inversión}}$$

IR

Antes de continuar, y resumiendo lo aprendido:

1. Cuando se enfrenta situaciones de racionamiento de capital, no debe emplearse directamente el VPN.
2. El IR es el mecanismo adecuado para rankear proyectos cuando se está enfrentando una situación de racionamiento de capital.

Ahora sí, sigamos con el desarrollo de nuestro caso. Recordemos, tenemos \$ 100000 para invertir y seis proyectos cuyos montos de inversión suman \$ 255000.

Como ya es costumbre, se presenta la solución paso a paso:

Paso 1. Debemos obtener el índice de rentabilidad (IR)

<b>Proyecto</b>	<b>IR</b>
1	0,50
2	1,00
3	0,11
4	0,25
5	0,20
6	0,20

Paso 2. Ordenarlos de mayor a menor de acuerdo al IR

<b>Orden</b>	<b>Proyecto</b>	<b>IR</b>
1	2	1,00
2	1	0,50
3	4	0,25



4	5	0,20
5	6	0,20
6	3	0,11

Paso 3. Escoger de acuerdo a la restricción del presupuesto de inversión

Orden	Proyecto	Inversión	Presupuesto de inv.	
			Utilizado	Por utilizar
				100 000,00
1	2	5 000,00	5 000,00	95 000,00
2	1	10 000,00	15 000,00	85 000,00
3	4	60 000,00	75 000,00	25 000,00
4	5	75 000,00	No se puede escoger	
5	6	15 000,00	90 000,00	10 000,00*
6	3	90 000,00	No se puede escoger	

\* Proyectos escogidos 2, 1, 4, 6.

\$ 10,000 de saldo se devuelve a los accionistas.

Explicamos, de manera detallada, el paso 3. ¿Puede ejecutarse el proyecto con el mayor IR (proyecto 2)?, definitivamente sí, pues el presupuesto de inversión que tiene le permite ejecutarlo sin problema alguno. Pero ya solo le quedaría \$ 95 000 (\$ 100 000 – \$ 5 000) para afrontar los otros proyectos. Los proyectos 1 y 4, que son los que siguen de acuerdo al IR, también pueden ejecutarse con el saldo del presupuesto. Al escogerlos ya solo quedan \$ 25 000, los cuales no alcanzan para el proyecto siguiente (proyecto 5); cuya inversión asciende a \$ 75 000. Ante esta situación, ¿qué acción tomamos?; en realidad debemos seguir invirtiendo en los proyectos restantes, a pesar que el IR los ordene por debajo del proyecto 5. Es así que escogemos el proyecto 6, cuyo monto de inversión (\$ 15 000) permite ejecutarlo con el saldo que tenemos en nuestro presupuesto (\$ 25 000). El siguiente (el proyecto 3) no puede ser escogido, pues el monto de inversión excede, grandemente, los recursos que tenemos a nuestra disposición (\$ 90 000 versus \$ 10 000).

¿Y qué hacemos con los \$ 10 000 que sobran? Pues, en un mundo perfecto, el gerente financiero debería devolvérselos a los accionistas, vía dividendos o recompra

de acciones al reconocer que no existe dentro de la cartera de inversión de la empresa proyectos que excedan el costo de oportunidad de los accionistas (en realidad, en nuestro caso, sí existe y es el proyecto 3; pero no puede ser financiado con el presupuesto de inversión existente (\$ 10 000). Digo en un mundo perfecto, pues en la vida real le aseguro que la empresa se quedaría con los fondos; lo que ocasionaría un perjuicio a los accionistas al mantener ociosos (en el mejor de los casos) o invertir en proyectos que destruyen valor (en el peor de los escenarios) los fondos que estos le han confiado a la organización.

Sin embargo, si bien el IR es fácil de entender y aplicar, no cante victoria todavía. Imagine esta situación, su empresa tiene un presupuesto de capital de \$ 4,50 millones para el próximo año y tiene sobre su escritorio este análisis (todas las cifras expresadas en millones de \$):

	<b>Proyecto A</b>	<b>Proyecto B</b>	<b>Proyecto C</b>
Inversión	1,50	2,00	4,40
Vida útil	5 años	5 años	5 años
VPN@15 %	4,00	5,00	10,00
IR	2,67	2,50	2,27

Si usted sigue al pie de la letra las recomendaciones dadas, elegirá hacer primero el proyecto A y luego el B dado que son los que tienen el IR más alto, lamentablemente el proyecto C no podría haber sido seleccionado pues con el saldo del presupuesto asignado (\$ 0,90 millones) no lo puede financiar. Bueno, observe que el VPN A + VPN B le dan una creación valor conjunta de \$ 9 millones, pero si hubiera elegido solo el proyecto C (que tiene el menor IR de los tres estudiados) hubiese generado valor por \$ 10 millones. Así es, un millón más que los dos anteriores. ¿La moraleja?, pues lo que hay que hacer al final, cuando se enfrenta racionamiento de capital, es ejecutar la combinación de proyectos que estén dentro de la restricción presupuestaria y que en conjunto maximicen la creación de valor de la firma.

### 5.3. EL INCREMENTO EN LOS PRECIOS Y LOS PROYECTOS

La inflación —identificada por los economistas por la letra griega pi ( $\pi$ )— es el incremento sostenido y persistente del nivel de precios de la economía. La manera

cómo afecta a los agentes económicos es a través de la pérdida de capacidad adquisitiva del dinero. En pocas palabras; un nuevo sol ahora, compra menos que un nuevo sol de hace un año. Visto desde otra perspectiva; si hace un año, por ejemplo, se podía comprar cinco panes con un nuevo sol, ahora la misma cantidad de dinero permite comprar solo cuatro.

La presencia de la inflación lleva a distinguir entre precio corriente (o nominal) y precio real. El primero es el precio actual que paga por cualquier bien y que, por lo tanto, incluye el incremento producto del proceso inflacionario. En tanto, el precio real está referido a la capacidad adquisitiva de un año base. Por ejemplo, si el precio corriente, es decir, el precio vigente el día de hoy es S/. 10 y el precio real —expresado en poder adquisitivo del año 2000— es S/. 6; entonces puede interpretarse de la manera siguiente: S/. 10 de hoy compran tanto como S/. 6 del año 2000.

Pasar de un precio corriente a un precio real se conoce, en la jerga económica, como «deflactar». Cuando se deflacta se quita al precio corriente el efecto de la inflación, convirtiéndolo en un precio referido a un año base. En nuestro ejemplo anterior; al deflactar hemos convertido el precio corriente S/. 10, vigente el día de hoy, a un precio real de S/. 6 expresado en un año base, en este caso 2000. En realidad, lo que se ha hecho es quitarle el efecto de años de inflación al precio corriente.

Entendido lo anterior, pasemos a explicar la parte operativa. Deflactar es equivalente a obtener el valor presente (VP) de una cantidad. Acuérdesse que en el VP, la fórmula que utilizábamos era la siguiente:

$$VP_0 = \frac{VF_n}{(1 + d)^n}$$

Esto implicaba que, utilizando esta ecuación, un valor que íbamos a recibir (o pagar) en el año n lo podíamos hacer equivaler a una cantidad del año 0.

Pues bien, en el caso de la inflación la lógica es la misma; y la fórmula para deflactar viene dada por la expresión siguiente:

$$\text{Precio}_0 = \frac{\text{Precio}_n}{(1 + \pi_{\text{año } 1})^* (1 + \pi_{\text{año } 1})^* \dots (1 + \pi_{\text{año } n})}$$

Lo que indica esta fórmula es simple. Si queremos pasar un precio vigente del año  $n$  a capacidad adquisitiva del año 0 (en este caso nuestro año base), entonces tenemos que dividir el precio del año  $n$  entre  $(1 + \pi$  promedio anual) desde el año 1 hasta el año  $n$ .

Para esto, supongamos que tenemos los precios corrientes de un bien para tres años (año 1, año 2 y año 3) y queremos convertirlos a precios de un año base (año 0). Esta es la situación que le presento:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Precio corriente		10,00	15,00	25,00
Precio real <sub>año 0</sub>		¿?	¿?	¿?

No pierda de vista que lo que queremos hacer es poner todos los precios corrientes en poder adquisitivo de un año base (en nuestro caso, el año 0). Obviamente, necesitamos la inflación de cada uno de los periodos.

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Precio corriente		10,00	15,00	25,00
Precio real <sub>año 0</sub>		¿?	¿?	¿?
$\pi$		10 %	14 %	25 %

¡Listo, ya lo tiene! Para el año 1, por ejemplo, los precios en la economía se han incrementado en promedio en 10 % anual, con respecto al año 0. En tanto que para el año 2, estos han subido en 14 % en relación al año 1; y en el año 3 la inflación ha sido de 25 %, en relación al nivel del año 2.

Deflactemos entonces.

Para el año 1:

$$\text{Precio}_0 = \frac{10,00}{(1+10\%)}$$

El precio real es S/. 9,09; lo que significa que S/. 10 del año 1 compran tanto (tienen la misma capacidad adquisitiva) como S/. 9,09 del año 0.

Para el año 2:

$$\text{Precio}_0 = \frac{15,00}{(1+10\%) \times (1+14\%)}$$

$$\text{Precio}_0 = 11,96$$

S/.15 del año 2 compran tanto como S/.11,96 del año 0. Observe que si dividíamos  $15/(1+14\%)$ , hubiéramos expresado S/. 15 en precios del año 1.

Para el año 3:

$$\text{Precio}_0 = \frac{25,00}{(1+10\%) \times (1+14\%) \times (1+25\%)}$$

$$\text{Precio}_0 = 15,95$$

S/. 25 del año 3 tienen la misma capacidad adquisitiva de S/. 15,95 del año 0. Completemos ahora el cuadro anterior:

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>	<u>Año 3</u>
$\pi$		10 %	14 %	25 %
Precio corriente		10,00	15,00	25,00
Precio real año 0		9,09	11,96	15,95

Hablemos ahora sobre los flujos de caja reales y flujos de caja corrientes.

En términos simples, para proyectar los primeros se necesita utilizar precios reales, en tanto que los segundos utilizan precios corrientes. Así, entonces, los flujos de caja corrientes emplean precios que incluyen el efecto de la inflación; en tanto que los reales utilizan precios que están referidos al poder adquisitivo de un año base, que es el año 0 cuando se evalúan proyectos.

Revisemos un ejemplo. Utilicemos la tabla que ya construimos y adicionemos solo la producción anual para los tres años de la proyección:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Cantidad		1 000,00	1 000,00	1 000,00
Precio corriente		10,00	15,00	25,00
Precio real año 0		9,09	11,96	15,95

Si utilizamos cantidad por precio corriente, entonces hallaremos el ingreso corriente que, a su vez, lo emplearemos para construir el FC corriente. Si, por otro lado, escogemos los precios reales para el cálculo de los ingresos; entonces al multiplicarlos por la cantidad estaríamos hallando los ingresos reales que servirían como insumos para el FC real.

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	
Ingresos corrientes		10 000,00	15 000,00	25 000,00	➔ Montos para FC corriente
Ingresos reales		9 090,00	11 960,00	15 950,00	➔ Montos para FC real

Ahora bien, lo que sigue es importante. Si utiliza proyecciones reales, entonces debe utilizar tasas de descuento reales. Si, por el contrario, emplea proyecciones corrientes, entonces es pertinente emplear tasas de descuento corrientes. Acuérdesse que la tasa de descuento es el WACC (si utiliza un FCL), o el COK (si emplea el FCA).

Pasar de una tasa de descuento corriente a una real es fácil. Siga esta fórmula:

$$d_{\text{real}} = \left( \frac{1 + d \text{ nominal}}{1 + \pi \text{ prom. anual}} \right) - 1$$

Observe que en el denominador está la inflación promedio anual del periodo de proyección.

Un ejemplo ayudará a entender mejor. Regresemos al ejemplo con el que iniciamos la explicación de lo que significa la inflación.

Si tenemos la inflación anual de los próximos tres años:

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
$\pi$		10 %	14 %	25 %

La pregunta que tenemos que hacernos es, ¿cuál es la inflación promedio anual? Preste atención, a obtenerla:

**Paso 1 Hallamos la  $\pi$  acumulada**

$$\begin{aligned}\pi \text{ acumulada} &= [(1+\pi_1) \times (1+\pi_2) \times (1+\pi_3)] - 1 \\ \pi \text{ acumulada} &= 56,75 \%\end{aligned}$$

**Paso 2 Hallamos la  $\pi$  promedio anual**

$$\begin{aligned}\pi \text{ prom.anual} &= (1+\pi_{\text{acum.}})^{(1/3)} - 1 \\ \pi \text{ prom.anual} &= 16,16 \%\end{aligned}$$

No se olvide que la inflación se acumula a tasa compuesta; por lo que la alcanzada en los últimos tres años no es simplemente la suma de cada una de ellas y, de la misma manera, el promedio anual no es la división entre 3.

Imaginemos que para ese proyecto hemos determinado que la tasa de descuento es 30 % en términos corrientes; pero si tenemos el FC en términos reales, no podemos utilizar esa tasa para descontar ese FC. Lo que debemos hacer es convertirla a tasa real; para lo cual utilizamos la siguiente fórmula:

$$d_{\text{real}} = \left( \frac{1 + 30,50 \%}{1 + 16,16 \%} \right) - 1 = 11,91 \%$$

La tasa de descuento real asciende a 11,91 %, y es la que debemos utilizar si queremos descontar un FC real.

Explicemos ahora el concepto de **indexación**. Se dice que los precios están indexados cuando suben en la misma proporción que la inflación. Vamos a suponer que el proyecto que está evaluando calcula tasas de inflación para los próximos tres años de 10 %, 14 % y 25 %; respectivamente. Asimismo, sabe que el precio hoy (año 0) del producto que quiere producir asciende a \$ 8. Entonces, si decide aumentar el precio de acuerdo a la inflación de cada año, lo que estaría haciendo es indexar el precio de su producto. Usted terminaría con una proyección de precios así:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
$\pi$		10 %	14 %	25 %
precio corriente	8,00	8,80	10,03	12,54

Note que el precio corriente para el año 1 es igual a \$ 8,80; o lo que es igual a  $\$ 8 \times (1 + 10 \%)$ ; y así, sucesivamente. Ahora bien, ¿qué ocurre cuando indexamos los precios?, pues que los precios reales son iguales al precio del año base. Es decir, no ha habido pérdida de poder adquisitivo en el precio de su producto. Le dejo la tarea de comprobarlo.

Es momento de aplicar todo lo explicado resolviendo un caso práctico.

Una<sup>4</sup> empresa está evaluando un proyecto que tiene los pronósticos siguientes:

<b>en miles de S/.</b>	<b>año 0</b>	<b>año 1</b>	<b>año 2</b>
Inversión en activos fijos	-1 210		
Ingresos (en términos reales)		1 900	2 000
Egresos (en términos reales)		-950	-1 000
Depreciación		605	605

El gerente financiero, proyecta que la inflación será de 10 % anual durante los dos años siguientes. La tasa de descuento corriente asciende a 15,5 % y la tasa de impuesto a la renta asciende a 40 %. ¿Es una inversión que vale la pena?

Note que para fines didácticos se ha excluido la inversión en capital de trabajo. Asimismo, la máquina tiene un valor en libros de cero al final de la vida del proyecto.

Para contestar la pregunta, debemos hacer dos cosas: proyectar el flujo de caja y obtener el VPN. Debido a la presencia de la inflación, vamos a elaborar las proyecciones en términos corrientes y reales. No olvidemos que sea cual sea el método escogido para construir el flujo de caja libre (FCL), debemos antes elaborar el Estado de Resultados.

Proyectemos primero en términos corrientes. Como es usual, vamos a suponer que todas las ventas y las compras son al contado. El caso nos da los ingresos y egresos en términos reales, por lo que debemos transformarlos a cifras corrientes. Si para pasar

<sup>4</sup> Cfr. Ross, Westerfield y Jaffe 2009: 196.



de corrientes a reales dividíamos, entonces para hacer lo opuesto debemos multiplicar. En el cuadro siguiente, se muestra los ingresos y egresos en términos corrientes:

**Ingresos (en términos corrientes)**

**Año 1**  $1\,900 \cdot (1+10\%)^1 = 2\,090,00$

**Año 2**  $2\,000 \cdot (1+10\%)^1 = 2\,420,00$

**Egresos (en términos corrientes)**

**Año 1**  $950 \cdot (1+10\%)^1 = 1\,045,00$

**Año 2**  $1\,000 \cdot (1+10\%)^1 = 1\,210,00$

Ya los obtuvimos, ¿qué más necesitamos? La depreciación, por supuesto. Lo primero que debemos conocer es si la depreciación que se muestra en el caso está en términos reales o corrientes. ¿Qué piensa? Le doy una pista. Imagine que su empresa adquiere un vehículo por S/. 70 000 y lo puede depreciar en dos años a razón de 50 % anual, lo que implica S/. 35 000 por año. Ahora imagine que la  $\pi$  ese año es de 1 %, ¿cuánto hubiese tenido que depreciar?; fácil, S/. 35 000. ¿Y si hubiese sido 10 %?, pues la misma cantidad, ¿no?; ¿y si ascendía a 100 %?, obviamente lo mismo. Por todo ello, es sencillo deducir que los S/. 605 anuales que muestra la tabla están en términos corrientes. Esto implica que no debemos efectuar ningún ajuste para incluir la depreciación en nuestras proyecciones.

La proyección del Estado de Resultados, en términos corrientes, se muestra a continuación:

<b>Estado de Resultados (corriente)</b>			
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Ingresos		2 090,00	2 420,00
Gastos		-1 045,00	-1 210,00
Depreciación		605,00	-605,00
Impuesto a la renta		-176,00	-242,00
Utilidad neta		264,00	363,00

Puede comprobarlo, si gusta. El FCL lo vamos a elaborar por el método del

NOPAT. No está demás mencionar que cuando no hay gastos financieros, el NOPAT equivale a la UN.

El FCL se muestra a continuación:

	<b>Flujo de caja (real)</b>		
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
NOPAT		264,00	363,00
Depreciación		605,00	605,00
Inversión	-1 210,00		
FCL	-1 210,00	869,00	968,00

Ahora proyectemos el FCL en términos reales. Como sabemos, lo primero que debemos hacer es elaborar el Estado de Resultados en términos reales:

	<b>Estado de Resultados (real)</b>		
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Ingresos		1 900,00*	2 000,00
Gastos		-950,00**	-1 000,00
Depreciación		-550,00***	-500,00
Impuesto a la Renta		-160,00	-200,00
Utilidad neta		240,00	300,00

\* Dato del caso.

\*\* Ídem.

\*\*\* La depreciación que nos daba el caso estaba en términos nominales (o corrientes) por lo que hay que pasarla a términos reales. Hay que dividirla entre  $(1 + \text{inflación})^n$

El FCL real del proyecto se muestra a continuación:

	Flujo de caja (real)		
	Año 0	Año 1	Año 2
NOPAT		240,00	300,00
depreciación		550,00	500,00
inversión	-1 210,00		
FCL	-1 210,00	790,00	800,00

Perfecto, ya tenemos las proyecciones. Ahora, debemos saber si el proyecto genera valor. No se olvide que el FCL corriente se trae a valor presente con una tasa de descuento corriente; en tanto, el FCL real se descuenta con una  $d$  real.

El caso nos brinda el COK nominal (15,5 %). Para hallar el COK real, debemos aplicar la fórmula:

$$d_{\text{real}} = \frac{1 + 15,50\%}{1 + 10,00\%} - 1 = 5\%$$

¡Listo!, ahora debe utilizarse para descontar el FCL corriente y el real, respectivamente, y obtener el VPN.


Los resultados se muestran a continuación:

$$\text{VPN corriente} \quad -1,210,00 \quad + \frac{869,00}{(1 + 15,50\%)^1} \quad + \frac{968,00}{(1 + 15,50\%)^2} = 268,00$$

$$\text{FCL real} \quad -1,210,00 \quad + \frac{790,00}{(1 + 5,0\%)^1} \quad + \frac{800,00}{(1 + 5,0\%)^2} = 268,00$$

El resultado no debe sorprendernos. El VPN, sea corriente o real, es el mismo; pues ambos están expresados en moneda del año 0.

Una aproximación más directa para obtener el FCL real, es deflactar el FCL corriente; tal como se muestra en el cuadro siguiente:

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2</u>
FCL corriente	-1 210,00	869,00	968,00
	-1 210,00	869,00	968,00
	$(1 + 10,0\%)^0$	$(1 + 10,0\%)^1$	$(1 + 10,0\%)^2$
FCL real	-1 210,00	790,00	800,00

Una pregunta que siempre hacen es, ¿cuándo debemos utilizar proyecciones reales y cuándo las corrientes? Pues preste atención, ya que le voy a proponer lo que los estadounidenses llaman *rule of the thumb*: si la  $\pi$  es de un dígito, utilice proyecciones corrientes; si por el contrario, es de más de uno, entonces use proyecciones reales. Calcular la  $\pi$  para el periodo de proyección ya es, definitivamente, otro cantar.

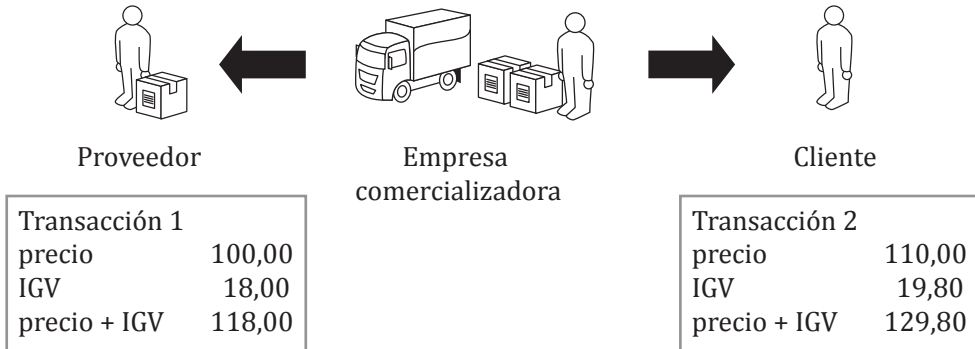
#### 5.4. EL IGV EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Los textos que tratan sobre las técnicas de evaluación de proyectos (presupuesto de capital, en la terminología estadounidense), no desarrollan el impacto que tiene el impuesto general a las ventas (IGV) en la disponibilidad de efectivo del proyecto. Es importante recordar que el IGV es un tributo que la empresa paga al comprar (salida de efectivo) y recibe al vender (entrada de efectivo); por lo que es necesario que el evaluador sepa cómo incluirlo en las proyecciones del flujo de caja (FC).

Pero primero debe entenderse bien qué es el IGV y cómo se paga. No hay que olvidar que este tributo es, en realidad, un impuesto al valor agregado (IVA); y, así se le conoce en muchos países, como es el caso de Argentina y Chile, entre otros.

Pero ¿qué significa que el IGV sea un impuesto al valor agregado? Simplemente que este tributo solo grava el valor que se agrega al bien o servicio en las diferentes transacciones que se realizan con él. Un ejemplo ayudará a explicarlo mejor. La ilustración que acompaña este párrafo representa las transacciones que hace una empresa comercializadora con su proveedor (transacción 1) y su cliente (transacción 2), respectivamente:

**Gráfico 5.1. IGV: Impuesto al valor agregado**

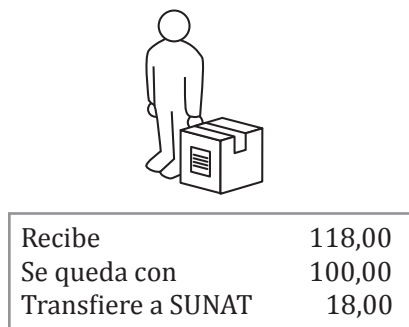


Elaboración propia.

En la transacción 1 (T1), la empresa compra al proveedor un bien por S/. 100, más el correspondiente IGV (18 %); por lo que el precio total en la T1 es de S/. 118. La T2, por su parte, refleja la venta que le hace a su cliente. Es necesario notar que la empresa ha cargado una utilidad de 10 % sobre el precio que pagó al proveedor, por lo que ahora la factura que emitirá será de S/. 129,80 (S/. 110 más S/. 19,80 de IGV).

Ahora bien, es menester centrar el análisis en la T1, y preguntar qué es lo que hace el proveedor con los S/. 118 que recibió. La ilustración siguiente ayudará a entender el proceso:

**Gráfico 5.2. IGV pagado al proveedor**



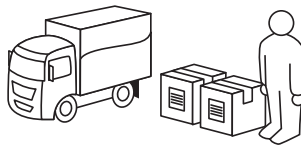
Elaboración propia.

Se supone que el proveedor tiene un proceso productivo integrado, es decir, en sus instalaciones productivas se transforma el producto desde materia prima hasta llegar al bien final. Si esto es así, entonces de los S/. 118 recibidos debe separar S/. 18 y transferirlo a la SUNAT, pues al ser el IGV un impuesto al valor agregado la base imponible es sobre S/. 100.

Ahora se procede a analizar la T2:

### Gráfico 5.3. El IGV de la transacción 2

Empresa comercializadora



Recibe	129,80
Se queda con	128,00
transfiere a SUNAT	1,80

Elaboración propia.

¿Qué hace la empresa comercializadora con los S/. 129,80 que recibió de su cliente?; pues contra lo que intuitivamente podría pensarse, no transfiere el íntegro del IGV recibido (S/. 19,80) a la SUNAT, sino que solo pasa S/. 1,80. El porqué tiene que ver con la característica de impuesto al valor agregado que posee el IGV.

Preste atención, que se lo explico a continuación. En la T1, el valor agregado fue de S/. 100; por lo que el Estado, a través de la SUNAT, cobró S/. 18 de IGV. Ahora bien, ¿cuánto fue el valor agregado en la T2?; pues S/. 10, al pasar el precio del bien de S/. 100 a S/. 110; lo que implica que la base imponible en esa transacción es S/. 10 y, por lo tanto, el IGV que cobrará el Estado será de S/. 1,80 (S/. 10 \* 18 %).

En la práctica, la empresa ha utilizado el IGV ya pagado como crédito fiscal (por favor, no lo confunda con el escudo fiscal); por lo que solo transfiere el saldo a la SUNAT. En términos coloquiales, le ha dicho a la SUNAT lo siguiente: «Recibí S/. 19,80 de IGV; pero como pagué S/. 18,0 de IGV en la transacción anterior voy a descontarlo, por lo que solo te transferiré S/. 1,80». El cuadro adjunto permite visualizar la explicación de manera más detallada:

En teoría:			En la práctica:		
Valor agregado T1		100,00	IGV recibido T2		19,80
Impto. valor agregado	18 %	18,00	IGV pagado T1		18,00
Valor agregado T2	110 - 100	10,00	Crédito fiscal		18,00
Impto. valor agregado	18 %	1,80	IGV generado T2	19,80 - 18,00	= 1,80

El caso desarrollado permite: uno, entender el carácter de impuesto al valor agregado que tiene el IGV; y dos, demostrar que este impuesto puede convertirse, bajo determinadas circunstancias, en una fuente de liquidez para el proyecto.

Llegado este punto, es conveniente resolver un caso práctico en donde se incluye el tratamiento que debemos darle al IGV al momento de proyectar un flujo de caja.

Supongamos que tenemos un proyecto cuyo flujo de caja libre (FCL), sin considerar el IGV, es como sigue:

	Flujo de caja sin IGV				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión	-500,00				
Recuperación AF					50,00
Ingresos		700,00	800,00	900,00	
Egresos		-630,00	-720,00	-810,00	
FCL	-500,00	70,00	80,00	90,00	50,00

Se pide:

- Calcular el flujo de caja con IGV, considerando que solo 80 % de los egresos están afectos a dicho impuesto.
- Calcular el módulo de IGV.
- Corregir el flujo de caja, de tal manera que incorpore el efecto del pago de IGV del proyecto.

Es bueno que nos demos cuenta de varias cosas; es un FCL elaborado por el método directo; el proyecto dura cinco años: un año de inversión, tres años de operación y uno de liquidación; no considera inversiones en capital de trabajo, pero sí requiere activos fijos por S/. 500; y, por último, no hay pagos por impuesto a la renta. Asimismo, para efectos de facilitar la explicación vamos a suponer que el IGV es de 20 %, y que afecta al 100 % de los ingresos y al 80 % de los egresos (es lógico suponer que el 20 % restante son salarios que no están gravados por dicho tributo), salvo en el caso de la compra del activo, el cual está afecto en un 100 %.

El cuadro siguiente muestra el flujo de caja en el que ya se incorporó el IGV, tanto a ingresos como a egresos. No pierda de vista que los ingresos también incluyen el valor de liquidación del activo fijo (año 4); asimismo, los egresos incorporan también la inversión en activos fijos (año 0):

<b>Flujo de caja con IGV</b>					
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Inversión	-600,00				
Recuperación AF					60,00
Ingresos		840,00*	960,00	1 080,00	
Egresos		-730,80**	-835,20	-939,60	
FCL	-600,00	109,20	124,80	140,40	60,00

\*  $S/. 840 = S/. 700 * (1 + 20 \%)$   
 \*\*  $S/. 630 * 80 \% * (1 + 20 \%) + S/. 630 * 20 \% = S/. 730,80$

Si cree que con esto ya resolvimos el problema, le pido que lo piense con más cuidado. Lo único que hemos hecho es agregar el IGV; pero no hemos determinado cuánto es lo que tenemos que pagar a la SUNAT. Para llegar a este punto, lo primero que tenemos que elaborar es el presupuesto de IGV; en donde consignaremos los IGV recibidos, es decir, el tributo que hemos cobrado cuando vendemos; y los IGV pagados, que son los impuestos que se han cancelado cuando hemos comprado bienes y servicios. El cuadro que se muestra a continuación, detalla el impuesto que debemos transferir a la SUNAT:



**Presupuesto de IGV**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
IGV recibido		140,00**	160,00	180,00	10,00
IGV pagado	-100,00*	-100,80***	-115,20	-129,60	0,00
IGV a pagar sin CF, año 0		-39,20****	-44,80	-50,40	-10,00
CF, año 0	100,00	60,80*****	16,00	0,00	0,00
IGV neto *****		0,00	0,00	-34,40	-10,00

\* Inversión con IGV – Inversión sin IGV  
 \*\* Ingresos con IGV – Ingresos sin IGV  
 \*\*\* Egresos con IGV – Egresos sin IGV  
 \*\*\*\* Pago de IGV luego de descontado el crédito fiscal (IGV pagado) del año 1.  
 \*\*\*\*\* Saldo del crédito fiscal del año 0 luego de cubrir el pago del IGV del año 1 (S/. 39,20).  
 \*\*\*\*\* Pago de IGV luego de descontado el crédito fiscal (IGV pagado) en el año 0.

Centremos nuestra explicación en el año 1. El IGV recibido (S/. 140) proviene de restar a los ingresos del FC con IGV (S/. 840), los ingresos del FC sin IGV (S/. 700). El IGV pagado (S/. 100,80) proviene de restar a los egresos del FC con IGV (S/. 730,80), los egresos del FC sin IGV (S/. 630). La cantidad de S/. 39,20 es el IGV que tendría que pagar el proyecto, descontando el IGV que pagó al momento de hacer compras (S/. 140,00–S/. 100,80). Esto implica que el IGV pagado es utilizado como crédito fiscal.

Sin embargo, ese monto no representa el tributo que se tiene que desembolsar finalmente. En realidad, ese año no tiene que pagar nada (note que el IGV neto para el año 1, es de S/. 0) ¿Se acuerda que el proyecto compró activos fijos por S/. 600 (S/. 500 + IGV) en el año 0?. Pues esos S/. 100 que pagó de IGV constituyen un crédito fiscal que será empleado para «netear» el tributo que debería pagar en el año 1 (S/. 39,20); así, en vez de tributar esa cantidad, no paga nada; pero ahora solo tendrá S/. 60,80 de crédito fiscal, que será utilizado para «netear» el IGV que debería pagar el año 2 (S/. 44,80); por lo que tampoco ese año tributaría; solo le quedaría S/. 16 de crédito fiscal para deducir de lo que debería pagar de IGV en el año 3 (S/. 50,40); y así, sucesivamente.

Queda claro, entonces, que el proyecto no debe pagar nada de este impuesto el año 1 y el año 2. Deberá pagar solo S/. 34,40 de S/. 50,40 el año 3; y recién el año 4 deberá tributar lo que le corresponde, pues ya no tiene crédito fiscal del año 0.

Y al final, el FCL del proyecto queda así:

<b>Flujo de caja con IGV</b>					
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
Inversión	-600,00				
Recuperación AF					60,00
Ingresos		840,00	960,00	1 080,00	
Egresos		-730,80	-835,20	-939,60	
Pago IGV*		0,00	0,00	-34,40	-10,00
<b>FCL</b>	<b>-600,00</b>	<b>109,20</b>	<b>124,80</b>	<b>106,00</b>	<b>50,00</b>

\* Los valores de este ítem se extraen del presupuesto de IGV.

Compárelo contra el FC del proyecto sin IGV:

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
FCL sin IGV	-500,00	70,00	80,00	90,00	50,00
FCL con IGV	-600,00	109,20	124,80	106,00	50,00
<b>Diferencia</b>	<b>-100,00</b>	<b>39,20</b>	<b>44,80</b>	<b>16,00</b>	<b>0,00</b>

¿Qué conclusiones podemos sacar?, pues que en este caso el IGV ha sido una fuente de liquidez para el proyecto, ya que el crédito fiscal del año 0 le ha permitido ganar efectivo en los tres primeros años. Lo anterior no hace sino enfatizar que la inclusión del IGV es importante para poder estimar la verdadera generación de caja del proyecto. De no haberlo hecho, en este caso se estaría dejando de registrar efectivo por S/. 39,20 el año 1; S/. 44,80 el año 2; y S/. 16 el año 3; lo que podría constituir la diferencia entre aceptar o rechazarlo.

## Unidad 6. La evaluación de un proyecto en la práctica

### 6.1. EL PROYECTO DE PRODEPSA

Productos Electrónicos del Perú S.A.A. (Prodep)<sup>5</sup>, obtuvo recientemente la aprobación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de un sistema revolucionario que advierte a las unidades de transporte de pasajeros la proximidad a otros vehículos de transporte (PROXY); el cual se diseñó para dar a los conductores de dichas unidades una advertencia adicional de peligro y así ayudarles a que no colisionen.

Prodep ha gastado un millón de dólares americanos en investigación y desarrollo durante los últimos cuatro años en que ha desarrollado PROXY, este saldrá al mercado al inicio de este año y la empresa espera que permanezca en él durante cinco años.

Inicialmente, Prodep necesitará \$ 5,2 millones en equipo de producción para fabricar PROXY<sup>6</sup>. Se espera que el equipo tenga una vida útil de siete años y se pueda vender en \$ 1,2 millones, después de cinco años<sup>7</sup>

---

5 Adaptado de Ross, Westerfield y Jaffe 2009: 345–346

6 De los cuales un millón de dólares americanos serán utilizados de una línea de producción anterior, que la empresa estimaba imposible vender. Dicha cifra es el valor en libros de estos equipos.

7 Solo el equipo nuevo.

Prodep intenta vender dos versiones diferentes de PROXY:

1. Nuevo PROXY. Se pretende instalar en unidades de transporte nuevas y su precio de venta es \$ 7 000 por sistema y el costo variable de la producción es \$ 5 000 por sistema.
2. Actualización de PROXY. Se pretende instalar en unidades de transporte existentes con una versión anterior. El precio de venta del sistema de actualización es \$ 3 500 por cada uno; y el costo variable de producción es \$ 2 200 por sistema.

Prodep intenta elevar los precios en la misma proporción que la inflación; los costos variables también aumentarán en esta medida. Además, el proyecto PROXY también incurrirá en costos de marketing y administración general por \$ 300 000 el primer año (se espera que aumenten en la misma medida que la inflación).

### EL MERCADO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE COMERCIALES

El estado de la economía tiene un efecto importante sobre la industria de manufactura de unidades de transporte. Los analistas de la industria tienen las siguientes expectativas de producción, dependiendo del estado anual de la economía durante los siguientes cinco años:

Estado economía	Probabilidad del estado (%)	Unidad nueva (año 1)	Crecimiento anual (%)
Crecimiento marcado	15	350	15
Crecimiento moderado	45	250	10
Recesión moderada	30	150	6
Recesión severa	10	50	3

Aunque las probabilidades de cada estado de la economía no cambiarán durante los siguientes cinco años, la producción de unidades de transporte en cada categoría aumentará; según se muestra en la tabla, cada año después del año 1. El MTC requiere que esas unidades de transporte tengan nuevos sistemas de advertencia de proximidad a otros vehículos, del que existen diversos fabricantes extranjeros además de Prodep.

La empresa estima que existen aproximadamente 12 500 unidades de transporte existentes en el mercado para su paquete de actualización de PROXY. Debido a las normas del MTC, será necesario que toda unidad de transporte tenga una actualización del sistema de advertencia de proximidad dentro de los siguientes cinco años; de nuevo, no necesariamente de Prodep. La empresa considera que las actualizaciones de la flota de unidades de transporte existentes se harán a lo largo de esos cinco años (el valor del dinero en el tiempo sugeriría a los fabricantes que difirieran la adquisición de actualizaciones hasta el quinto año; sin embargo, la demanda del consumidor de seguridad adicional inducirá a que se hagan actualizaciones antes de eso).

Prodep usa el sistema de depreciación de línea recta. El requerimiento de capital de trabajo inicial inmediato es de \$ 200 000; y a partir de allí los requerimientos de capital de trabajo serán de 5 % de las ventas incrementales.

Prodep tiene diversos competidores para los mercados del nuevo PROXY y de la actualización, pero espera dominar el mercado con una participación de 45 %.

La tasa de impuesto a la renta de Prodep es de 30 %. Se espera que la inflación anual permanezca constante en 3 %. Además, suponga que la empresa está pensando apalancar el proyecto. La relación D/E será de 1; para lo cual está planeando tomar un crédito a cuatro años, a una tasa de 8 % TEA, pagadero en cuotas (principal + intereses) anuales constantes.

- a. Con la información anterior, calcule la rentabilidad del proyecto mediante el FCL, el FC para el accionista y el VPNA para el escenario de crecimiento moderado. ¿Es rentable el proyecto?
- b. Realice un análisis de sensibilidad a los datos del proyecto; variando los ingresos, costos variables, costos fijos y el WACC. Suponga que cada una de estas variables se puede desviar de su valor esperado en el caso base (crecimiento moderado) en  $\pm 10\%$ ,  $\pm 20\%$   $\pm 30\%$ . Utilice solo el FCL e interprete los resultados.

- c. Prodep se siente segura de todos los supuestos que usó como datos para el análisis, excepto la estimación de las unidades nuevas (Ver tabla anterior).
- d. ¿Cuál es el VPN para el peor caso? ¿El VPN del mejor caso? Utilice el FCL y el FC para el accionista.
- e. Determine el VPN esperado, la desviación estándar y el coeficiente de variación del proyecto. Utilice el FCL y el FC para el accionista.
- f. ¿Cuáles son sus conclusiones?

Empezaremos a resolverlo a partir del próximo apartado.

## 6.2. EL PANEL DE VARIABLES DE ENTRADA

Debe notar que se ha creado un panel de variables de entrada. Es decir, un repositorio en donde incluiremos todos los supuestos que están contenidos en el caso. Le pido que vea el anexo nro. 1 ¿Para qué necesitamos este panel?, simple, pues de ahí obtendremos todos los datos que nos servirán para elaborar las proyecciones y, adicionalmente, el cambiar una de las celdas del panel hará que los flujos de caja varíen en concordancia.

Asimismo, debemos tener claro el horizonte temporal del proyecto. El caso nos los sugiere al mencionar que los equipos, a pesar que pueden durar contablemente siete años, se venderán en el año 5. Por lo tanto, asumiremos que la duración del proyecto será de seis años, uno de inversión (año 0), cinco de operación (del año 1 al año 5) y el año de liquidación lo incluiremos dentro del último año de vida útil (año 5).

Es importante notar que no se ha considerado los gastos realizados en investigación y desarrollo (un millón de dólares americanos) y, tampoco, los de la maquinaria que la empresa ya poseía; pero que no podía vender (un millón de dólares americanos). ¿Por qué?, pues ambos son costos hundidos. Esto último hace que la inversión en activos fijos originados por el proyecto ascendería a \$ 4,2 millones.

## 6.3. LAS PROYECCIONES ECONÓMICO-FINANCIERAS

En este apartado desarrollaremos las proyecciones económico-financieras del proyecto, es decir, proyectaremos el Estado de Resultados y los flujos de caja: el libre, el del financiamiento y el del accionista.

Las proyecciones resultantes son mostradas en el anexo 2. Hay que tener presente que las cifras están expresadas en \$ y en términos corrientes, pues los precios y los gastos han sido indexados por la inflación anual. El FCL ha sido elaborado por el método directo.

En resumen, entonces, el proyecto presenta las siguientes estimaciones de caja para los próximos seis años (años 0 a 5).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de caja libre	-4 400 000,0	1 140 106,9	1 184 593,2	1 232 499,9	1 284 207,2	2 805 639,3
Flujo de caja financiamiento	2 200 000,0	-611 425,8	-623 143,2	-635 798,0	-649 465,2	0,0
Flujo de caja accionista	-2 200 000,0	528 681,1	561 450,0	596 701,9	634 742,0	2 805 639,3

El FCL nos indica que el proyecto ha pedido \$4,4 millones a acreedores y accionistas en el año 0; y ha entregado en efectivo, luego de cubrir costos, pagar impuestos y efectuar inversiones, \$ 1,14 millones en el año 1, \$ 1,18 millones en el año 2; y así sucesivamente.

El FCA, por su parte, nos dice que el proyecto ha requerido que los accionistas inviertan \$ 2,2 millones en el año 0 y les ha entregado; luego de cubrir costos, pagar impuestos, efectuar inversiones y cancelar deudas a acreedores; \$ 528,7 miles al año 1, \$ 561,4 miles el año 2, y así sucesivamente.

Ahora, ya estamos listos para cerciorarnos si el proyecto genera valor; pero antes debemos determinar las tasas de descuento.

#### 6.4. DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE DESCUENTO DEL PROYECTO

Necesitamos hallar las tasas de descuento: el COK del proyecto (apalancado y desapalancado) y el WACC. Recuerde que la data pertinente se encuentra en los enlaces siguientes:

##### **Data rendimiento bonos de EE. UU.:**

<http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yield>

**Data betas de la industria:**

[http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)

**Data prima por riesgo de mercado:**

[http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/histretSP.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html)

**Data riesgo país:**

<http://www.ambito.com/economia/mercados/Riesgo-historico.asp?idpais=13>

El resultado está plasmado en el Anexo 3. Las variables de entrada para hallarlas se presentan a continuación:

**data de entrada**

Riesgo país	100 bp
Rendimiento bonos tesoro EE. UU.	0,77 %
Beta industria	0,91 telecom equipment (Damodaran)
Prima x riesgo de mercado	5,79 % Damodaran
D/E (proyecto)	1
Tax (proyecto)	30,00 %
Beta apalancado proyecto	1 547

**6.5. LA GENERACIÓN DE VALOR DEL PROYECTO**

Ahora ya estamos listos para poder aplicar los indicadores de rentabilidad, pues tenemos los flujos de caja y las tasas de descuento correspondientes. Un resumen se presenta en el cuadro siguiente:

<b>VPNFCL@8,16 %</b>	<b>1 473 863,83</b>
<b>VPNFCA@10,73 %</b>	<b>1 282 822,60</b>
<b>VPNA/APV</b>	<b>1 796 610,24</b>
VPNFCL@7,04 %	1 679 083,32
VPNFCA@8 %	117 526,92

Los cálculos respectivos están en el anexo 4. La conclusión es simple, el proyecto genera valor para sus accionistas.



Adicionalmente, hemos hallado el *payback* del proyecto. Este recupera la inversión en cinco años.

### 6.6. ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO

Es momento de saber si el proyecto Prodepsa es riesgoso. El análisis, en su totalidad, está desarrollado en el Anexo 5.

El acápite b. nos pide que realicemos un análisis de sensibilidad por variable. Observe que hemos creado un panel de variables de entrada donde se ha consignado las variables de riesgo del proyecto y el factor de escalamiento:

Variables de riesgo	Factor escalamiento
Ingresos	1,0
Costos variables	1,0
Costos fijos	1,0
CPPK	1,0

Asimismo, note que este factor de escalamiento lo hemos vinculado a las celdas de las proyecciones financieras; donde están las cifras de las variables de riesgo Así, entonces, si usted quiere incrementar el CPPK (o WACC) en 30 %, lo único que tiene que hacer es modificar la celda de factor de escalamiento de 1 a 1,3 y, automáticamente, el VPN se modificará:

Variables de riesgo	Factor escalamiento
Ingresos	1,0
Costos variables	1,0
Costos fijos	1,0
CPPK	1,3

---

FLUJO DE CAJA LIBRE	-4 400 000,0	1 140 106,9	1 184 593,2	1 232 499,9	1 284 207,2	2 805 639,3
---------------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

CPPK	10,61 %
VPN FCL	1 061 832,0

Lo que quiere decir es que si solo el WACC se incrementa en 30 %, el VPN del proyecto será de \$ 1,06 millones.

Si hacemos el análisis completo, variable por variable, obtendremos una matriz de este tipo:

Factor de ajuste	Ingresos	Costos variables	Costos fijos	CPPK
1,3	5 786 709,1	-1 310 476,3	1 209 147,6	1 061 832,0
1,2	4 349 094,0	-382 362,9	1 297 386,3	1 194 144,2
1,1	2 911 478,9	545 750,5	1 385 625,1	1 194 144,2
1,0	1 473 863,8	1 473 863,8	1 473 863,8	1 473 863,8
0,9	36 248,7	2 401 977,2	1 562 102,6	1 621 759,1
0,8	-1 401 336,4	3 330 090,6	1 650 341,3	1 775 360,1
0,7	-2 838 981,5	4 258 204 0	1 738 580,1	1 934 947,8

Lo que nos llevaría a concluir que la rentabilidad del proyecto es especialmente sensible a variaciones en el ingreso y costos variables.

El acápite c., por su parte, nos pedía hacer un análisis de sensibilidad por escenario al modificarse la tasa de crecimiento de la demanda y la venta de los productos nuevos durante el primer año en tres escenarios adicionales al escenario base: crecimiento alto (15 % y 350 unidades vendidas), recesión moderada (6 % y 150), y por último, recesión severa (3 % y 50). Los resultados se presentan a continuación:

<b>Resumen de escenario</b>				
	Valores actuales	Cto. alto	Rec. Moderada	Rec. Severa
Celdas cambiantes:				
\$D\$ 14	10 %	15 %	6 %	3 %
\$E\$ 14	250,00	350,00	150,00	50,00
Celdas de resultado:				
\$D\$ 61	1 473 863,83	1 902 076,59	1 120 558,05	816 680,73

No pierda de vista que hemos utilizado la herramienta administrador de escenarios del Excel. Los VPN por escenario son los que están en la fila de celdas de resultado. ¿Qué podemos concluir?; pues que el proyecto no es riesgoso, ya que ni siquiera en el peor escenario (recesión severa) el VPN es negativo.

Por último, en el acápite d nos piden que efectuemos un análisis estadístico del riesgo del proyecto. Para tal efecto, nos entregan la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. Armados con esos datos hemos procedido a hallar el VPNE, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Un resumen se presenta a continuación:

VPNE	1 366 385,70
Varianza	96 589 832 732,79
Desviación estándar	310 789,05
Coefficiente variación	22,75 %

El riesgo del proyecto es bajo, eso puede verse a través del coeficiente de variación (cv) que es de solo 22,75 %; recuerde que mientras más cercano a 0 esté el cv, el proyecto tiene un riesgo reducido. Paralelamente, podemos hacer el análisis de intervalos, el cual nos entrega la misma conclusión; pues existe la absoluta certeza que el proyecto no tendrá VPN negativos:

	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Probabilidad asociada</b>
Intervalo 1	1 055 596,65	1 677 174,75	68,26 %
Intervalo 2	744 807,60	1 987 963,8	95,44 %
Intervalo 3	434 018,55	2 298 752,85	99,74 %

Por si acaso, el intervalo 3 se lee de la manera siguiente: existe una probabilidad de 99,74 % que el VPN del proyecto se encuentre en el intervalo que va desde \$ 434 mil a \$ 2,30 millones.

**Anexo 1**

		<b>Panel de variables de entrada</b>					
Tasa inflación	3 %						
Tasa impto.	30 %						
Inversión	*	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	Activos fijos	4 200 000,0					
	Capital de trabajo año 0	200 000,0					
	Capital de trabajo año 1-año 5	5 %	ventas incrementales				
Estructura financiamiento	..						
	Aporte	50 %					
	Deuda	50 %					
Crecimiento moderado	10 %						
			<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Tasa crecim. unidades nuevas		10 %	250	275	303	333	366
	Unidades existentes	12 500					
Participación mdo.	45 %						
Ventas proxy		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	Demanda nuevo		113	124	136	150	165
	Demanda actualización	***	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125
Precios y costos	****	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	Precio venta nuevo		7 000,0	7 210,0	7 426,3	7 649,1	7 878,6
	Precio venta actualización		3 500,0	3 605,0	3 713,2	3 824,5	3 939,3
	Costos variable nuevo		5 000,0	5 150,0	5 304,5	5 463,6	5 627,5
	Costos variable actualización		2 200,0	2 266,0	2 334,0	2 404,0	2 476,1
	Costos fijos		300 000,0	309 000,0	318 270,0	327 818,1	337 652,6
Depreciación							
Años	7,0						
Tasa	14,29 %						
Tabla		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	Valor en libros	4 200 000,0	3 600 000,0	3 000 000,0	2 400 000,0	1 800 000,0	1 200 000,0
	Depreciación		600 000,0	600 000,0	600 000,0	600 000,0	600 000,0
Valor liquidación	1 200 000,0						
Servicio deuda		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	
	Tasa de interés	8 %					
	Saldo	2 200 000,0	1 711 774,2	1 184 490,4	615 023,9	0,0	
	Principal		488 225,8	527 283,8	569 466,5	615 023,9	
	Intereses		176 000,0	136 941,9	94 759,2	49 201,9	
	Cuota		664 225,8	664 225,8	664 225,8	664 225,8	
Tasas de descuento							
	COK	10,73 %					
	WACC	8,16 %					

\* Gastos de marketing = costo hundido. Maquinaria ya adquirida; pero que no tiene interesados en comprarla, también.

\*\* D/E = 1

\*\*\* 12 500 \* 45 % y esa cifra se reparte de manera uniforme durante los cinco años del proyecto.

\*\*\*\* Están indexados a la inflación.

## Anexo 2

Estado de resultados económicos*	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5**
Ventas nuevo		787 500,0	892 237,5	1 010 905,1	1 145 355,5	1 297 687,7
Ventas actualización		3 937 500,0	4 055 625,0	4 177 293,8	4 302 612,6	4 431 690,9
Ganancias extraordinarias						0,0***
Costos variables nuevo		-562 500,0	-637 312,5	-722 075,1	-818 111,0	-926 919,8
Costos variables actualiz.		-2 475 000,0	-2 549 250,0	-2 625 727,5	-2 704 499,3	-2 785 634,3
Costos fijos		-300 000,0	-309 000,0	-318 270,0	-327 818,1	-337 652,6
Depreciación		-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0
Impto. a la renta		-236 250,0	-255 690,0	-276 637,9	-299 261,9	-323 751,6
<b>NOPAT</b>		<b>551 250,0</b>	<b>596 610,0</b>	<b>645 488,4</b>	<b>698 277,7</b>	<b>755 420,3</b>
Flujo de caja (método directo)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos x ventas en efectivo		4 725 000,0	4 947 862,5	5 188 198,8	5 447 968,0	5 729 378,7
Valor de recuperación						1 450 218,9
Activos fijos						1 200 000,0
Capital de trabajo						250 218,9****
Costos variables		-3 037 500,0	-3 186 562,5	-3 347 802,6	-3 522 610,4	-3 712 554,1
Costos fijos		-300 000,0	-309 000,0	-318 270,0	-327 818,1	-337 652,6
Impuesto a la renta		-236 250,0	-255 690,0	-276 637,9	-299 261,9	-323 751,6
Inversión	-4 400 000,0	-11 143,1	-12 016,8	-12 988,5	-14 070,5	
Activos fijos	-4 200 000,0					
Capital de trabajo	-200 000,0	-11 143,1*****	-12 016,8	-12 988,5	-14 070,5	
<b>Flujo de caja libre</b>	<b>-4 400 000,0</b>	<b>1 140 106,9</b>	<b>1 184 593,2</b>	<b>1 232 499,9</b>	<b>1 284 207,2</b>	<b>2 805 639,3</b>
(-) Servicio deuda		-664 225,8	-664 225,8	-664 225,8	-664 225,8	
(+) EFI		52 800,0*****	41 082,6	28 427,8	14 760,6	
(+) Deuda	2 200 000,0					
<b>Flujo de caja financiamiento</b>	<b>2 200 000,0</b>	<b>-611 425,8</b>	<b>-623 143,2</b>	<b>-635 798,0</b>	<b>-649 465,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Flujo de caja accionista*****</b>	<b>-2 200 000,0</b>	<b>528 681,1</b>	<b>561 450,0</b>	<b>596 701,9</b>	<b>634 742,0</b>	<b>2 805 639,3</b>

\* Estado de Resultados que no incluye los estados financieros. Por lo tanto, utilidad neta = NOPAT.

\*\* Liquidación dentro del último año de vida útil del proyecto.

\*\*\* Ganancias extraordinarias = 0. Valor de liquidación \$ 1,2 mm y valor en libros \$ 1,2 millones.

\*\*\*\* Sumatoria de todas las inversiones efectuadas en capital de trabajo a lo largo de la vida del proyecto.

\*\*\*\*\* 5 % de las ventas incrementales (año 2 - año 1)

\*\*\*\*\* Escudo fiscal de los intereses aplica todos los años pues el proyecto arroja NOPAT positivo en todo ese periodo.

\*\*\*\*\* FCA = FCL - FC financiamiento.

**Anexo 3****Data de entrada**

Riesgo país	100,00 bp	19/10/2012
Rendimiento bonos tesoro EE. UU.	0,77 %	19/10/2012
Beta industria	0,91	telecom equipment (Damodaran)
Prima x riesgo de mercado	5,79 %	Damodaran
D/E (proyecto)	1,00	
Tax (proyecto)	30,00 %	
Beta apalancado	1,55 %	

COK proyecto	10,73 %
COKu	7,04 %
WACC	8,16 %

Anexo 4

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FCL	-4 400 000,00	1 140 106,88	1 184 593,18	1 232 499,93	1 284 207,16	2 805 639,28
FC Financiamiento	2 200 000,00	-611 425,77	-623 143,19	-635 798,00	-649 465,20	0,00
FCA	-2 200 000,00	528 681,11	561 449,99	596 701,00	634 741,96	2 805 639,28
VPNF CL@8,16 %	1 473 863,83					
VPNF CL@10,73 %	1 282 822,60					
VPNA/APV	1 796 610,24					
VPNF CL@7,04 %	1 679 083,32					
VPNF CFIn@8 %	117 526,92					
Payback						
Factor de actualización	1,00	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68
FCL actualizado	-4 400 000,00	1 054 058,15	1 012 528,47	973 966,29	938 233,89	1 895 077,03
Inversión x recuperar	-4 400 000,00	-3 345 941,85	-2 333 413,38	-1 359 447,09	-421 213,20	1 473 863,83

los tres indicadores convergen

se recupera en el año 5

Anexo 5

VARIABLES DE RIESGO	FACTOR ESCALAMIENTO
Ingresos	1,0
Costos variables	1,0
Costos fijos	1,0
CPPK	1,0

Escenario base	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Crecimiento moderado	10 %	250	275	303	333	366	
Aeronaves existentes	12 500						
45 %	Participación AP	5 625					
	Demanda nuevo		113	124	136	150	
	Demanda actualización		1 125	1 125	1 125	1 125	
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
14,29 %	Valor en libros	4 200 000,0	3 600 000,0	3 000 000,0	2 400 000,0	1 800 000,0	1 200 000,0
			14,29 %	14,29 %	14,29 %	14,29 %	14,29 %
	Depreciación		600 000,0	600 000,0	600 000,0	600 000,0	600 000,0
	Valor liquidación						1 200 000,0
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Precio venta nuevo		7 000,0	7 210,0	7 426,3	7 649,1	7 878,6
	Precio venta actualización		3 500,0	3 605,0	3 713,2	3 824,5	3 939,3
	Costos variable nuevo		5 000,0	5 150,0	5 304,5	5 463,6	5 627,5
	Costos variable actualización		2 200,0	2 266,0	2 334,0	2 404,0	2 476,1
	Costos fijos		300 000,0	309 000,0	318 270,0	327 818,1	337 652,6
	Estado de pp/gg	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Ventas nuevo		787 500,0	892 237,5	1 010 905,1	1 145 355,5	1 297 687,7
	Ventas actualización		3 937 500,0	4 055 625,0	4 177 293,8	4 302 612,6	4 431 690,9
	Ingresos extraordinarios						0,0
	Costos variables nuevo		-562 500,0	-637 312,5	-722 075,1	-818 111,0	-926 919,8
	Costos variables actualización		-2 475 000,0	-2 549 250,0	-2 625 727,5	-2 704 499,3	-2 785 634,3
	Costos fijos		-300 000,0	-309 000,0	-318 270,0	-327 818,1	-337 652,6
	Depreciación		-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0	-600 000,0
30 %	Impuesto a la renta		-236 250,0	-255 690,0	-276 637,9	-299 261,9	-323 751,6
	NOPAT		551 250,0	596 610,0	645 488,4	698 277,7	755 420,3
	Flujo de caja	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Ventas		4 725 000,0	4 947 862,5	5 188 198,8	5 447 968,0	5 729 378,7
	Valor de recuperación						1 450 218,9
	Activos fijos						1 200 000,0
	Capital de trabajo						250 218,9
	Costos variables		-3 037 500,0	-3 186 562,5	-3 347 802,6	-3 522 610,4	-3 712 554,1
	Costos fijos		-300 000,0	-309 000,0	-318 270,0	-327 818,1	-337 652,6
	Impuesto a la renta		-236 250,0	-255 690,0	-276 637,9	-299 261,9	-323 751,6
	Inversión		-4 400 000,0	-11 143,1	-12 016,8	-12 988,5	-14 070,5
	Activos fijos		-4 200 000,0				
5 %	Capital de trabajo		-200 000,0	-11 143,1	-12 016,8	-12 988,5	-14 070,5
	Flujo de caja libre		-4 400 000,0	1 140 106,9	1 184 593,2	1 232 499,9	1 284 207,2
	CPPK		8,16 %				
	VPN FCL		1 473 863,8				



# Bibliografía

**BELTRÁN, Arlette y CUEVA, Hanny (1996) Ejercicios de evaluación privada de proyectos.** Lima: CIUP.

**BERK, Jonathan y DEMARZO, Peter (2008) Finanzas corporativas.** México: Pearson Educación.

**BLANK, Leland y TARQUIN, Anthony (2012) Ingeniería económica.** México. Mc Graw Hill Educación.

**BREALEY, Richard; MYERS, Stewart y ALLEN, Franklin (2010) Principios de finanzas corporativas.** México: Mc Graw Hill Educación.

**EMERY, Douglas y FINNERTY, John (2000) Administración financiera corporativa.** México: Pearson Educación.

**KETELHOHN, Werner; MARIN, Nicolas y MONTIEL, Eduardo (2004) Inversiones: Análisis de inversiones estratégicas.** Bogotá: Grupo Editorial Norma.

**MARTÍN, Miguel y MARTÍNEZ, Pedro (2000) Casos prácticos de dirección financiera.** Madrid: Ediciones Pirámide.

**ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph y JAFFE, Jeffrey (2009) Finanzas corporativas.** México: Mc Graw Hill Educación.

**SAPAG, Nassir (2011) Proyectos de inversión: Formulación y evaluación.** Santiago: Pearson Educación.

**TITMAN, Sheridan y MARTIN, John (2009) Valoración: el arte y la ciencia de las decisiones de inversión corporativa.** Madrid: Pearson Educación.

## Recientes publicaciones del Fondo Editorial de la UPC

### 2013

Lira Briceño, Paúl

*Evaluación de proyectos de inversión: Herramientas financieras para analizar la creación de valor*

Herz Gherzi, Jeannette

*Apuntes de contabilidad financiera*

Rivero Zanatta, Juan Paulo

*Costos y presupuestos: reto de todos los días*

Curo, Agustín y Martínez, Mihaly

*Matemática básica para administradores*

Sardón Taboada, José Luis (editor)

*Revista de Economía y Derecho*

Primavera de 2013, vol. 10, nro. 37

### 2012

Nugent, Guillermo

*El laberinto de la choledad*

Segunda edición

Sardón Taboada, José Luis (editor)

*Revista de Economía y Derecho*

Primavera de 2012, vol. 9, nro. 36

Fischman, David

*El éxito es una decisión*

Tovar, Gloria (editora)

*Revista Pozo de Letras*

Año 10, nro. 10

Santiago Carpio Valdez

*Arte y gestión de la producción audiovisual*

Olinda Serrano de Dreifuss

*Diagnóstico con intervenciones terapéuticas. Psicoterapia breve a partir de la historia*

Sardón Taboada, José Luis (editor)  
*Revista de Economía y Derecho*  
Invierno de 2012, vol. 9, nro. 35

Girón Suazo, Marie Cosette  
*Aplicaciones de matemática y cálculo a situaciones reales*

Austermühle, Stefan  
*Sostenibilidad y ecoeficiencia en la empresa moderna*

Sardón Taboada, José Luis (editor)  
*Revista de Economía y Derecho*  
Otoño de 2012, vol. 9, nro. 34

Bermúdez, Alejandro  
*Cómo implementar el ABP. La experiencia de la Escuela de Medicina de la UPC*

Torres Arancivia, Eduardo  
*La voz de nuestra historia. El poder de la oratoria civil y religiosa en el Perú (siglos XVI–XIX)*

Vélez, Odette (compiladora)  
*La educación desde el psicoanálisis. La función analítica del educador*

Álvarez Falcón, César  
*El despegue. De las burbujas económicas al desarrollo sostenible*

Medina La Plata, Edison  
*Business intelligence. Una guía práctica*  
Segunda edición

Sardón Taboada, José Luis (editor)  
*Revista de Economía y Derecho*  
Verano de 2012, vol. 9, nro. 33

Encuentre más publicaciones del Fondo Editorial de la UPC,  
en versión impresa y digital, ingresando a:  
**[www.upc.edu.pe/fondoeditorial](http://www.upc.edu.pe/fondoeditorial)**

Visite la página de Facebook del Fondo Editorial de la UPC:  
**[www.facebook.com/fondoeditorialupc](https://www.facebook.com/fondoeditorialupc)**