



Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales

El riesgo y las decisiones financieras.

MARCOS A. LUCERO



Universidad
Católica de Cuyo
San Luis

El riesgo y las decisiones financieras

Marcos A. Lucero

Agosto de 2008

Índice

I. Introducción	3
II. La información y el riesgo	4
III. La relación riesgo - rendimiento	6
IV. Las posiciones frente al riesgo	8
V. Tipos de riesgo	9
VI. La administración del riesgo	14
VII. Medición del riesgo	
A. Activos Individuales	16
B. Carteras	19
VIII. El Modelo de Valuación de Activos de Capital	23
IX. El riesgo en los proyectos de inversión	30
Apéndice A: Las distintas calificaciones del riesgo crediticio	39
Apéndice B: La distribución normal	41
Bibliografía y páginas web consultadas	42

I.- Introducción

Cuando un inversor destina fondos para la compra de activos financieros (bonos o acciones) ó activos reales (proyecto de inversión) espera obtener una corriente de flujos de dinero en el futuro.

Los modelos de valuación, tanto de activos financieros como de proyectos de inversión, asignan un valor a los mismos en función de los flujos de fondos esperados en el futuro, y teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Todos estos valores futuros son estimados basándose en la información que posee el inversor al momento de tomar la decisión. Sin embargo las apreciaciones sobre estos flujos pueden darse en el futuro tal como fueron estimadas, o bien, presentar algún desvío.

Por lo tanto, cuando los flujos se verifiquen efectivamente en la realidad pueden experimentar una variabilidad respecto a lo esperado.

Si el inversor realmente conociera el resultado futuro de sus inversiones estaría trabajando en un contexto de certeza. Por otra parte si tuviera inseguridad sobre cualquier valor estimado debido a la falta de información, el contexto sería de incertidumbre. Un punto intermedio sería una situación de riesgo.

Es así que los contextos que se pueden presentar frente a la toma de decisiones respecto al futuro son:

- Certeza: cuando se conocen con exactitud el valor de todas las variables que influyen en la decisión
- Riesgo: no se vislumbra con exactitud el valor de todas las variables relevantes, pero sí hay conocimiento de todos los escenarios posibles y su probabilidad de ocurrencia
- Incertidumbre: no hay conciencia de todos los escenarios posibles o no se conoce la probabilidad de ocurrencia de los mismos.

En muy pocas oportunidades un inversor está en condiciones de tomar una decisión en condiciones de certeza. La incertidumbre tampoco es un escenario que se presente con frecuencia, ya que los inversores buscan obtener mayor información con el objeto de reducirla. El contexto de riesgo es el que se presenta con mayor continuidad en el mundo de los negocios al momento de la toma de decisiones de inversión.

En este trabajo nos centraremos en el análisis de las decisiones financieras en contexto de riesgo.

II.- La información y el riesgo .

Obviamente mientras más información se posea sobre las variables que puedan llegar a afectar a los flujos futuros de fondos, menor será la variabilidad o dispersión que se produzca respecto a las estimaciones realizadas; es decir, menor será el riesgo.

Alonso¹ sostiene que las decisiones sobre información constituyen uno de los pilares dentro de las decisiones financieras, sumadas a las de inversión y financiamiento (y asociando la distribución de dividendos como parte integrante de estas últimas).

Como la obtención de información tiene su costo directo, y la falta de la misma genera costos de oportunidad, el autor adopta como relación a optimizar una función costo – beneficio de la información.

De esta manera, obtener mayor cantidad y calidad de información genera por una parte costos directos de tipo creciente: mientras más y mejor información se obtenga, mayor será el costo directo de obtenerla. Dentro de los costos directos se pueden distinguir, entre otros, los salarios de los recursos humanos encargados de obtener más y mejor información, el software especializado en análisis de escenarios, el costo de adquisición de cierta información a especialistas, etc.

Por otra parte, también se observa una función decreciente de costos de oportunidad de la información. A medida que el inversor puede contar con más y mejor información disminuye los costos de error en las estimaciones sobre variables futuras.

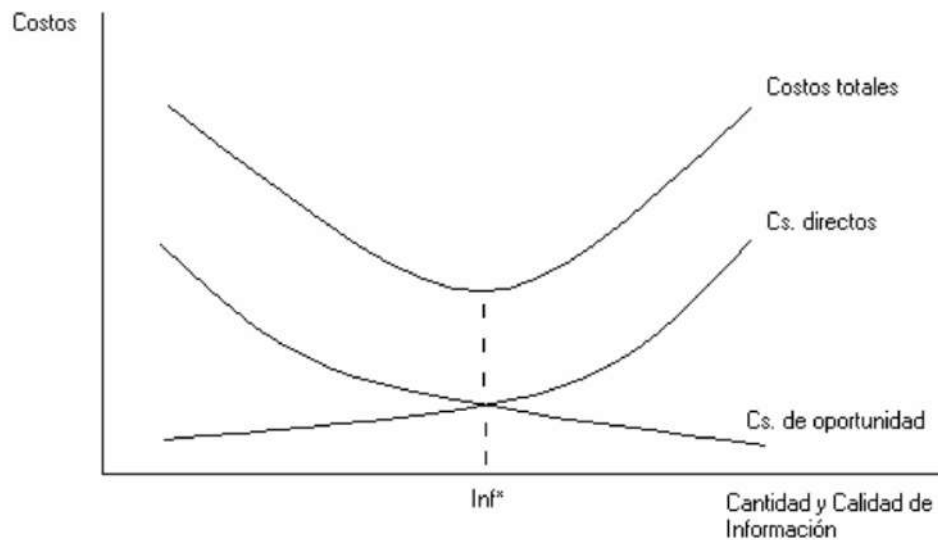
Por lo tanto, los costos totales de información estarían dados por la sumatoria de los costos directos de obtenerla más los costos de oportunidad de no poseerla.

Así obtendríamos una función de costo total de cantidad y calidad de información que presentaría un tramo decreciente al principio (por efecto de la disminución de los costos de oportunidad) y luego un tramo creciente (donde ejercen mayor influencia los costos de obtener información).

Así, esta función de costos totales de información establecería un nivel determinado de información, en calidad y/o cantidad, que debería poseer el inversor con el objeto de optimizar su decisión y así reducir el riesgo de variabilidad de los flujos futuros.

¹ Alonso, Aldo (2004) “Administración Financiera”. Sin editar. Material de trabajo Módulo “Administración Financiera”. Maestría en Economía y Negocios. Universidad Nacional de San Luis

Gráficamente:



La cantidad y calidad óptima de información (Inf*) que debería recabar un inversor corresponde a aquella que minimiza la función de costo total de su obtención, y que corresponde al punto donde se igualan los costos directos con los costos de oportunidad de no poseerla.

III.- La relación riesgo - rendimiento

El rendimiento puede ser definido como el beneficio obtenido por alguna inversión realizada en función del capital invertido.

Un rendimiento contable puede ser medido como:

$$Rent = \frac{Utilidad \ Neta}{Patrimonio \ Neto} \quad (1)$$

Si bien, en este caso no se tienen en cuenta criterios financieros, sino estrictamente contables, también nos está mostrando el beneficio obtenido en función del sacrificio necesario para obtener ese beneficio.

Desde el punto de vista financiero debemos comparar los flujos de fondos a recibir por una inversión en cada momento versus el flujo de fondo invertido, siempre teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Entonces, en finanzas el índice de rentabilidad quedaría establecido de la siguiente manera:

$$\text{Índice de Rentabilidad} = \frac{\text{Valor actual de los Ingresos}}{\text{Valor Actual de los Egresos}} = \frac{\sum_{t=0}^n [\text{Ingresos}_t / (1+k)^t]}{\sum_{t=0}^n [\text{Egresos}_t / (1+k)^t]} \quad (2)$$

Un principio fundamental de la Administración Financiera establece que existe una relación directa o positiva entre la rentabilidad que se obtiene por una inversión y el riesgo implícito en la misma.

Es decir que inversiones más rentables son propensas a un mayor riesgo, entendido como la variabilidad de las rentabilidades que se dan en la realidad versus las esperadas por el inversor. Activos más riesgosos es de esperar que otorguen una mayor rentabilidad.

*Entre los activos financieros las acciones son las que poseen un mayor nivel de riesgo. En éstas el flujo de fondos esperado por el inversionista está compuesto por el precio de venta de la acción en algún período futuro más los dividendos periódicos que la empresa emisora distribuye². El riesgo es más evidente en este segundo tipo de flujos esperados, ya que los dividendos que una empresa otorga a sus accionistas depende de las utilidades que obtenga en cada período (luego de pagar a los acreedores) en un porcentaje de distribución que es definido por la Asamblea de Accionistas. En ese momento se decide cuánto de las utilidades se va a retener (reservas legales ó para futuras inversiones) y cuánto se va a distribuir a los accionistas. Por lo tanto:

$$\text{Dividendo}_t = \text{Utilidades}_t - \text{Retenciones}_t \quad (3)$$

2 Ver Lucero, Marcos A. "Valuación de Acciones. Un enfoque Analítico" FICES – UNSL - 2004

*Otro tipo de activos financieros son los bonos, que representan una deuda, la cual puede ser emitida por un Gobierno, en cualquiera de sus niveles o por una empresa. El riesgo en este tipo de títulos es considerablemente menor, ya que es de esperar que siempre, o casi siempre, los países cumplan con sus obligaciones. La rentabilidad de los bonos proviene de los ingresos obtenidos por los pagos de cupones y amortizaciones de capital, mientras que el desembolso inicial que se practica es el precio que se paga por un bono.



La rentabilidad de las acciones y de los bonos podría sintetizarse en las siguientes ecuaciones:

$$0 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Dividendo_t}{(1 + Rent)^t} + \frac{Precio_n}{(1 + Rent)^n}}{Precio_o} \quad (4)$$

$$0 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Cupón_t + Amortización_t}{(1 + Rent)^t}}{Precio_o} \quad (5)$$

IV.- Las posiciones frente al riesgo

La Microeconomía se vale de la Teoría del Consumidor para explicar el comportamiento de los agentes económicos en condiciones de incerteza³. Al analizar el caso del consumo intertemporal se considera a los bienes consumidos en distintos períodos como bienes diferentes; de la misma manera, en lo referente a la incerteza, la teoría considera a un mismo bien en distintos estados de la naturaleza como bienes diferentes.

Cabe aclarar que cuando utilizamos la palabra “bienes” también estamos haciendo referencias a resultados de inversiones.

Suponiendo que sólo existen dos posibles estados de la naturaleza, y que en cada uno de ellos un inversor obtiene las rentabilidades r_1 y r_2 respectivamente, y que las probabilidades de ocurrencia de los estados de la naturaleza son $Prob_1$ y $Prob_2$. Así las preferencias de un individuo pueden ser representadas por la función de utilidad.

$$U = f(r_1, r_2; Prob_1, Prob_2) \quad (6)$$

Esto significa que la manera en que un individuo (inversor) valora el consumo (inversión) en un estado de la naturaleza respecto de otro está en función de la probabilidad de ocurrencia de cada estado de la naturaleza.⁴

Teniendo en cuenta su función de utilidad y su restricción presupuestaria, el inversor decidirá el mejor plan de consumo de bienes contingentes que esté a su alcance.⁵

Las funciones de utilidad de los inversores respecto al riesgo pueden presentar dos alternativas básicas: individuos propensos al riesgo ó adversos al riesgo.

Los individuos propensos al riesgo son aquellos que están dispuestos a exponerse más a las variables de riesgo con el objeto de obtener una mayor rentabilidad.

Los individuos adversos al riesgo son aquellos que están dispuestos a pagar con el objeto de reducir su exposición al riesgo.

3 No se deben confundir los términos “incerteza” con “incertidumbre”. En el primer caso, si bien no se conocen con precisión los hechos futuros, se pueden realizar inferencias sobre los distintos resultados que se podrían presentar y la probabilidad de ocurrencia de los mismos, mientras que cuando existe incertidumbre se carece de información para realizar este tipo de estimaciones.

4 Suponiendo que $Prob_1 + Prob_2 = 100\%$

5 No es objeto de este trabajo analizar la Teoría del Consumidor en general, ni su aplicación para los casos de incerteza en particular. Para un mayor desarrollo ver Varian, Hal (1999) “Microeconomía Intermedia” 5ta Edición, Antoni Bosch Editor, Barcelona; ó Silberberg, Eugene (2001) “The Structure of Economics. A Mathematical Analysis” 3ra Edición, Irwin Mc Graw Hill, Boston

En situaciones en las cuales es evidente un menor riesgo ante una misma rentabilidad ó una mayor rentabilidad ante el mismo riesgo todos los individuos toman las mismas decisiones: las de menor riesgo ante la misma rentabilidad ó la de mayor rentabilidad ante el mismo riesgo. Cuando las relaciones no son tan evidentes entran en juego las preferencias de los individuos frente al riesgo: propensión y aversión.

V.- Tipos de riesgo

Son distintos los factores de riesgo que pueden llegar a afectar las decisiones de los particulares y de las unidades productivas. Tanto las familias como las empresas están expuestas a distintos tipos de riesgo.

Distintos autores hacen varias clasificaciones de los factores de riesgo y explican la forma en que éstos pueden afectar a las unidades económicas⁶.

A.- Riesgos que afrontan las familias :

Los riesgos que afrontan las familias tienen incidencia en casi todas sus decisiones económicas, ya sea de consumo presente, ahorro – inversión, estudios, consumo de bienes duraderos, etc. Causas macroeconómicas, factores ambientales, variables financieras, como así también las decisiones individuales pueden influenciar sobre los riesgos que afrontan las familias.

Algunas de las causas que podemos distinguir son:

- Riesgo de enfermedad, incapacidad y fallecimiento: se pueden deber a enfermedades hereditarias o inesperadas, incluyendo también los accidentes. Desde el punto de vista financiero este tipo de riesgo afecta a los individuos disminuyéndoles o haciéndoles perder por completo la capacidad de generar ingresos, como así también los gastos ocasionados por dichos padecimientos.

- Riesgo de desempleo: ya sea por razones particulares, como así también por causas macroeconómicas, los individuos están siempre en peligro de perder sus puestos de trabajo. Esta situación se agrava aún más en países en vías de desarrollo donde las tasas normales de desempleo superan ampliamente las tasas “naturales”. El modo que impacta el desempleo en las finanzas familiares no sólo se ve reflejado en la disminución o pérdida de ingresos, sino también en la demora que por lo general se produce en conseguir un nuevo

6 Ver Díez de Castro y López Pascual (2001) “Dirección Financiera”, Pearson Educación, Madrid; ó Bodie y Merton (2003) “Finanzas”, Pearson Educación, México.

empleo cuando las tasas de desempleo son muy elevadas. Ciertamente existen paliativos para estas situaciones, que pueden provenir por parte del Estado o empresas privadas como son los seguros de desempleo. Además está demostrado que este riesgo se ve moderado en gran medida, mientras mayor es el nivel de educación – instrucción del individuo.

- Riesgo de consumo de activos duraderos: los activos duraderos son aquellos que no se agotan o pierden su valor con el primer uso o consumo. Los riesgos que, expresados en pérdida de su valor, pueden llegar a afectar a estos activos incluyen: incendio, roturas, robos, extravío, deterioro, desgaste, obsolescencia, etc.

- Riesgos de responsabilidad contra terceras personas o bienes: los individuos siempre están expuestos al riesgo de causar un daño a otras personas o sus bienes. El ejemplo más claro es el de los automovilistas, que por un accidente pueden dañar a terceras personas, automóviles, viviendas, etc. Los profesionales también están expuestos al riesgo de cometer un error durante el ejercicio de su profesión, dañando a personas (un ejemplo son las causas de mala praxis de los profesionales de la salud) como así también su patrimonio (los profesionales de las ciencias económicas y del derecho, por el mal ejercicio de sus actividades pueden hacer disminuir injustificadamente el patrimonio de sus clientes). Riesgos de activos financieros: Las empresas, cuando necesitan financiar sus operaciones acuden al mercado de capitales, donde las familias adquieren activos financieros. La fuente del riesgo financiero proviene del riesgo que enfrentan las empresas emisoras de éstos títulos y que pueden afectar el patrimonio de los particulares que los adquieren.

A.- Riesgos que afrontan las empresas :

En general, la literatura especializada reconoce dos tipos principales de riesgo que afrontan las empresas: el riesgo sistemático y el riesgo específico.

El riesgo sistemático, riesgo de mercado o no diversificable es aquél que afecta a un gran número de activos financieros y/o empresas de una economía. Los riesgos sistemáticos pueden afectar a un gran número de empresas como a todas las empresas de la economía, por ello se dice que éste tipo de riesgo no puede ser eliminado con la diversificación⁷. Por ejemplo, un proceso inflacionario generalizado afecta a todas las empresas, ya sea modificando el precio al cual adquieren sus insumos (entre ellos uno de los más

⁷ Más adelante, cuando analicemos las formas de transferencia del riesgo explicaremos mejor el proceso de diversificación.

importantes puede llegar a ser la mano de obra), como así también el precio que pueden cobrar por sus productos.

El riesgo específico, único o diversificable es aquél que afecta a una sola empresa o a un pequeño grupo de las mismas. Por ejemplo, una huelga del sindicato de los empleados de telecomunicaciones afectará significativamente a Telefónica y Telecom, y en menor medida al resto de las empresas de telecomunicaciones, pero seguramente no afectará de manera relevante a una empresa alimenticia.

Factores de Riesgo	Riesgo Sistemático	Riesgo Específico
Tasa de inflación	Riesgo de inflación	
Tasa de interés	Riesgo de interés	
Tipo de cambio	Riesgo de cambio	
Tasa de interés futura	Riesgo de reinversión	
País	Riesgo país	
Mercado		Riesgo económico
Endeudamiento		Riesgo financiero
Crédito		Riesgo de crédito
Liquidez		Riesgo de liquidez

Factores de riesgo y su naturaleza

Fuente: Díez de Castro y López Pascual (2001) “Administración Financiera”

- **Riesgo de inflación:** La inflación es la pérdida de poder adquisitivo del dinero por efecto de los precios. La inflación es comúnmente definida como un alza generalizada y sostenida de los precios, es un fenómeno que ocurre para la mayoría de los bienes de una economía y por un período de tiempo relativamente prolongado. Como afecta a todas, o casi todas las empresas, es por ello que la inflación es considerada como un riesgo sistemático. La inflación afecta a las empresas en función de la disparidad que se puede producir en el incremento de los precios de los productos y/o servicios que la empresa vende en el mercado respecto del precio de los insumos de producción. La inflación impacta en el rendimiento real que tienen los proyectos de la empresa. Recordando la ecuación de Fisher:

$$(1 + r) = \frac{(1 + i)}{(1 + \pi)} \quad (7)$$

- **Riesgo de interés:** las tasas de interés de mercado afectan a toda la economía, ya que las mismas son utilizadas como referencia para descontar los flujos de fondos futuros de todo proyecto de inversión, ya sea nuevo o en marcha. Cuando sube la tasa de interés algunos proyectos dejan de ser rentables (comparando las Tasas Internas de Retorno con la tasa de mercado). En otros proyectos que continúan siendo rentables disminuye el Valor Actual Neto de los flujos de fondos de los mismos. Por el contrario, si disminuyen las tasas de interés de mercado nuevos proyectos se vuelven rentables y todos incrementan el Valor Actual Neto de sus flujos de fondos. Debido a que la tasa de interés de mercado es la que utilizan como referencia todas las empresas, y es la que constituye el costo de oportunidad de los flujos invertidos, es que se considera un riesgo de mercado.

- **Riesgo de cambio:** se produce cuando puede haber una variación en los resultados de las empresas por efecto de una variación en el tipo de cambio entre distintas monedas. El tipo de cambio queda establecido en un mismo valor para toda la economía, es por ello que se lo considera un riesgo sistemático. El riesgo de cambio afectará más a aquellas empresas que trabajen con mercados extranjeros, ya sea vendiendo sus productos o comprando insumos, ó cuando las mismas, aún sin realizar exportaciones o importaciones, establezcan sus obligaciones y/o derechos en moneda extranjera.

- **Riesgo de reinversión:** cuando se evalúan proyectos de inversión aplicando la herramienta de la Tasa Interna de Retorno, la misma supone que todos los flujos de fondos generados por los proyectos se pueden reinvertir a esa misma tasa. Ahora bien, cuando existe variabilidad en las tasas de interés futuras, la metodología de la TIR deja de ser una herramienta válida para medir la rentabilidad real de los proyectos. Si hay una suba en las tasas de interés en el futuro, un proyecto que originalmente fue supuesto como rentable puede llegar a no serlo en el largo plazo.

- **Riesgo país:** El riesgo país es un índice que intenta medir el grado de riesgo que entraña un país para las inversiones extranjeras. Las diferencias de riesgo que se pueden presentar entre distintos países pueden provenir de factores económicos, sociales, políticos, etc. Algunos de los indicadores que se ponderan para su cálculo son: desempeño

económico, riesgo político, indicadores de deuda en default o reprogramada, calificación crediticia, acceso a financiamiento, acceso a mercados de capitales, etc. Para su cálculo se toma como referencia un activo libre de riesgo. La mayoría de los analistas toma como referencia los bonos de la Reserva Federal del Tesoro Estadounidense a treinta años por considerárselos libre de riesgo de default. Y su cálculo se computa como:

$$RiesgoPaís = \left[(TIR_{BonoPaísX}) - (TIR_{BonoEEUU}) \right] \cdot 100 \quad (8)$$

- Riesgo económico: es el riesgo que proviene de factores específicos que afectan a la empresa, como puede ser el incremento en los costos de producción, el incremento en el precio de sus insumos, variaciones en la demanda por los productos, fallas en el proceso productivo. Si bien en principio estos tipos de riesgo parecerían sistemáticos, ya que pueden afectar a un gran número de empresas, como mencionan Díez de Castro y López Pascual⁸ los mismos pueden ser reducidos por acciones que toma cada empresa, por ejemplo incrementando la publicidad para estimular las ventas, eligiendo eficientemente los proveedores de insumos, estableciendo buenos mecanismos de mantenimiento de equipos, etc.

- Riesgo financiero: indica la posibilidad de variaciones en los resultados derivada de la utilización de distintas fuentes de financiamiento. Cuando se estudia la estructura de financiamiento óptima de una empresa se vislumbra una cierta ventaja en financiar las actividades con capital de terceros (emitiendo deudas) por el beneficio impositivo que produce el poder deducir del pago de impuesto a las ganancias los intereses que se pagan por los créditos obtenidos. Sin embargo, mientras más apalancada esté la empresa financieramente mayores son las probabilidades de caer en estado de cesación de pagos, con todos los costos que ello implicaría por incurrir en un proceso falencial o de concurso preventivo. El riesgo financiero está muy ligado al riesgo económico, ya que si las inversiones se realizan eficientemente, y se obtienen buenos resultados económicos, mayor es la posibilidad de poder hacer frente a las obligaciones financieras.

8 Op. Cit.

- **Riesgo de crédito:** está estrechamente vinculado a la variabilidad de los resultados ante la posible incobrabilidad que pueda llegar a sufrir la empresa por parte de sus deudores. El otorgar crédito a los clientes genera un problema de “trade off”, ya que por un lado incrementa las ventas totales vía incremento de las ventas a plazo, pero por otra parte genera un costo probable de no poder hacer efectivas las acreencias con los deudores. El crédito otorgado no necesariamente se relaciona en su totalidad con las ventas a plazo, sino que la empresa también podría invertir en activos financieros de deuda emitidos por terceros. Para administrar este tipo de riesgo, los inversores financieros suelen adquirir títulos de deuda calificados.⁹

- **Riesgo de liquidez:** es la variabilidad que se pueden producir en los resultados por la imposibilidad de convertir en dinero en efectivo algún activo (real o financiero) determinado. Pero no solamente puede haber imposibilidad de vender los activos, sino que el riesgo de liquidez tiene muy en cuenta la viabilidad de poder venderlos a un precio razonable. Los activos secundarios son los más líquidos ya que si un inversor se quiere desprender del mismo en cualquier momento lo puede hacer a un costo razonable.

VI.- La administración del riesgo

Ya hemos estudiado que tanto los agentes económicos familias y empresas están expuestos a distintos tipos de riesgo. En varias oportunidades no son concientes sobre este grado de exposición.

Sin embargo, cuando un agente económico reconoce una situación en la cual se evidencia la exposición al riesgo puede tomar dos alternativas: exponerse a la probabilidad de ocurrencia del hecho fortuito o transferir ese riesgo.

En el primero de los casos estaría en una posición tendiente a absorber los riesgos. Por lo general este tipo de actitudes es se observa con mayor frecuencia en los individuos propensos al riesgo.

Por otra parte, los individuos con un cierto grado de aversión al riesgo están dispuestos a pagar con el objeto de reducir su exposición al riesgo. Se dice que estos individuos transfieren el riesgo a otros agentes económicos.

⁹ Ver en Apéndice A las distintas calificaciones de riesgo crediticio.

Según Bodie y Merton¹⁰ las tres dimensiones de la transferencia del riesgo son la cobertura, el aseguramiento y la diversificación.

A.- Cobertura :

La cobertura es un mecanismo por el cual se reduce totalmente el riesgo, creando así un escenario certero, pero para ello se debe realizar un sacrificio.

Este sacrificio bien puede ser pagar un precio por esa reducción de riesgo como así también renunciar a obtener mayores beneficios futuros.

Un claro ejemplo de cobertura son los contratos a futuro sobre commodities que se comercializan en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, como así también en distintas bolsas de cereales del país y del mundo. Un productor cerealero puede vender su producción aún antes de la cosecha, fijando un precio de antemano. Si luego, en la fecha de cosecha, el precio de mercado es superior al pactado en el contrato de futuro el productor tendría una pérdida neta. Si el precio de mercado a la fecha de cosecha es inferior, obtendría una ganancia neta. Una versión particular de estos contratos son las opciones, sin embargo no ahondaremos en este tema que no es objeto principal de este trabajo, aunque podemos mencionar que a éste tipo de contratos muchos autores lo analizan como una variante del aseguramiento.

Otro ejemplo de cobertura es la realización de anticipos o adelantos que fijan precios (que en la jerga popular se conoce como “seña”)

B.- Aseguramiento :

Los contratos de seguro constituyen, para quien los toma, pequeñas pérdidas periódicas y ciertas a cambio de reducir la probabilidad de ocurrencia de una gran pérdida.

Hay distintas clases de seguros, tanto para familias como empresas, incluyendo los seguros: contra incendio, de vida (de muerte), seguros médicos, contra robo o hurto, contra daño a terceras personas, contra granizo, etc.

C.- Diversificación :

Es la disminución del riesgo por colocar los fondos disponibles en distintas inversiones. Se suele hablar de “no poner todos los huevos en una misma canasta”.

10 Bodie, Zvi y Merton, Robert “Finanzas”. Pearson Education. México. 2003.

La diversificación disminuye el riesgo para los inversores ya que éstos no están expuestos a los riesgos de un solo activo financiero, ya que una posible pérdida en la rentabilidad del mismo se puede ver compensada con rentabilidades positivas en otro activo.

La diversificación presenta mejores resultados a la hora de reducir riesgos en la medida en que los activos en los que se invierten estén lo menos correlacionados posibles; y si es viable, se recomienda invertir en activos que tengan correlación negativa, es decir, que cuando un activo incrementa su rentabilidad el otro la reduce.

Ya analizaremos más adelante las maneras en que medimos las rentabilidades y los riesgos provenientes de la diversificación cuando se plantee el tema de la conformación de carteras de inversión.

En general se argumenta que el riesgo global de un conjunto de activos es menor mientras más activos se incorporen a este paquete o cartera de inversión.

VII.- Medición del riesgo

En el primer apartado de esta sección analizaremos la medición del rendimiento esperado y del riesgo de un activo individual. En el segundo apartado estudiaremos los mismos indicadores para el caso de carteras de dos o más activos.

A.- Activos individuales :

A.1.- Rendimientos esperados

Cuando planeamos invertir en activos financieros o reales en una primera instancia calculamos los retornos esperados que los mismos podrían llegar a presentar en distintos escenarios, o lo que en estadística se denominan los Estados de la Naturaleza.

Los estados de la naturaleza son los diferentes contextos que pueden llegar a afectar las rentabilidades de los activos financieros o reales. Así, por ejemplo, podemos encontrarnos con un estado futuro de crecimiento económico en el cual nuestras expectativas serían que las variables presentarían un comportamiento al alza; otro estado de la naturaleza que podríamos esperar sería el de recesión, en el cual esperaríamos una baja performance de los niveles de rentabilidad.

Cabe aclarar que no sólo se pueden esperar en el futuro dos estados de la naturaleza, sino tantos como escenarios posibles podamos prever.

Para poder calcular la rentabilidad esperada de cada activo se debe conocer su comportamiento en cada uno de los estados de la naturaleza y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de éstos estados.

Por lo tanto, la rentabilidad esperada de un activo estará en función del rendimiento obtenido en cada estado de la naturaleza y la probabilidad asociada a cada uno de ellos:

$$E(\text{Rend}_i) = f(\text{rend}_{i,j}, \text{Prob}(EN_j)) \quad (9)$$

Donde “i” corresponde a cada uno de los activos financieros y “j” a cada uno de los estados de la naturaleza.

Para poder estimar la rentabilidad esperada de un activo financiero tenemos que calcular la esperanza matemática de los rendimientos; esto es computar un promedio de los rendimientos que se esperarán en cada uno de los estados de la naturaleza, ponderándolos por la probabilidad de ocurrencia de los estados de la naturaleza.

$$E(\text{Rend}_i) = \sum_{j=1}^m (\text{rent}_{i,j} \cdot \text{Prob}(EN_j)) \quad (10)$$

Ejemplo:

Supongamos que tenemos dos activos financieros, A y B, y dos estados de la naturaleza, crecimiento y recesión. Se poseen los datos de los rendimientos de cada activo en cada estado de la naturaleza posible y la probabilidad de ocurrencia de los estados de la naturaleza. Los datos están explicitados en la siguiente tabla:

	Pr (EN)	A	B
Crecimiento	60%	45%	15%
Recesión	40%	8%	10%

Utilizando (10) podemos calcular la rentabilidad esperada para cada uno de los activos:

$$E(\text{Rent A}) = 0,45 * 0,60 + 0,08 * 0,40 = 0,302$$

$$E(\text{Rent B}) = 0,15 * 0,60 + 0,10 * 0,40 = 0,13$$

Por lo tanto se espera una rentabilidad para el activo A de un 30,20% y para B de un 13%

El activo A presenta una mayor rentabilidad esperada, pero si observamos bien este mismo activo posee una mayor variabilidad, es decir que es muy susceptible a las variaciones en la coyuntura económica, mientras que el activo B en principio podríamos afirmar que tiene menor riesgo, ya que los diferentes resultados que podría llegar a presentar en los distintos escenarios no presentan una excesiva variabilidad.

Los resultados anteriormente expresados guardan mucha relación con la realidad, ya que se está cumpliendo uno de los principios básicos en el campo de las finanzas: existe una relación directa entre los niveles de riesgo y los niveles de rentabilidad de los activos financieros. A mayor riesgo es esperable una mayor tasa de rentabilidad, y viceversa.

En función de lo expresado en la Sección IV de este documento, podríamos suponer que un inversor con aversión al riesgo estaría optando por invertir en un activo como el B, mientras que un inversor especulador quizás esté más tentado en invertir en un activo como el A.

La afirmación anterior está realizada en una aproximación intuitiva sobre los niveles de variabilidad de los distintos resultados, sin embargo podemos hacer uso de herramientas provenientes de la Estadística para analizar los desvíos que se producen entre los rendimientos que se podrían producir para un activo en cada uno de los estados de la naturaleza y el rendimiento esperado o promedio. Las medidas de dispersión que utilizaremos serán la Varianza (σ^2) y la Desviación Estándar (σ).

A.2.- Varianza y desviación estándar

El nivel de riesgo que puede presentar un activo financiero está dado por la dispersión que pueden presentar los resultados reales respecto del rendimiento esperado o promedio.

Las medidas de dispersión más comúnmente utilizadas en Administración Financiera son la varianza y la desviación estándar, ya que en finanzas, para un gran número de eventos, suponemos que éstos se distribuyen normalmente¹¹.

La Varianza (σ^2) se calcula como la sumatoria ponderada¹² de los desvíos al cuadrado¹³ de los rendimientos reales en cada estado de la naturaleza respecto del rendimiento esperado del activo.

Analíticamente:

$$\sigma_i^2 = \sum_{j=1}^m \left[(r_{i,j} - E(R_i))^2 \cdot \Pr(EN_j) \right] \quad (11)$$

Otra forma de procedimiento consiste en ir desarrollando paso a paso el cálculo de la ecuación anterior en una tabla como la siguiente:

EN_j	$\Pr(EN_j)$	$r_{i,j}$	$r_{i,j} - E(R_i)$	$(r_{i,j} - E(R_i))^2$	$(r_{i,j} - E(R_i))^2 * \Pr(EN_j)$
Σ					

Ejemplo: utilizaremos los activos A y B del ejemplo anterior para los cuales ya conocemos la rentabilidad de cada uno en cada estado de la naturaleza y la rentabilidad esperada de cada activo.

11 Ver en Apéndice B la utilidad de trabajar con una distribución normal.

12 Como todos los estados de la naturaleza no tienen la misma probabilidad de ocurrencia se utilizan sus probabilidades de ocurrencia como factores de ponderación.

13 Elevar al cuadrado los desvíos respecto del promedio nos asegura que se van a considerar tanto las diferencias positivas como las negativas, ya que si todos los estados de la naturaleza tuvieran la misma probabilidad de ocurrencia, la diferencia de los desvíos respecto del promedio nos daría cero. Esto sucedería debido a que las diferencias de los rendimientos que se encuentran por arriba de la media cancelarían las diferencias de los rendimientos que se encuentran por debajo de ésta.

Para el activo A utilizaremos la ecuación (11) y para el activo esta última tabla que acabamos de presentar

EN_B	$\Pr(EN_j)$	$r_{B,j}$	$r_{B,j} - E(R_B)$	$(r_{B,j} - E(R_B))^2$	$(r_{B,j} - E(R_B))^2 * \Pr(EN_j)$
Crecimiento	0,60	0,15	$0,15-0,13 = 0,02$	$0,02^2=0,0004$	$0,0004 * 0,60 = 0,0002$
Recesión	0,40	0,10	$0,10-0,13 = -0,03$	$0,03^2=0,0009$	$0,0009 * 0,40 = 0,0004$
Σ					$0,0002 + 0,0004 = 0,0006$

Luego podemos calcular las desviaciones estándar como la raíz cuadrada de las varianzas:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Las desviaciones estándar son más fáciles de interpretar ya que se expresan en la misma unidad de medida que la rentabilidad¹⁴.

$$\sigma_A = \sqrt{0,0329} = 0,1814$$

$$\sigma_B = \sqrt{0,0006} = 0,0245$$

Por lo tanto, podemos afirmar, con un 68% de probabilidad, que los rendimientos de A se desvían en promedio en +/- 18,15% respecto de su valor esperado, mientras que los rendimientos de B se desvían en +/- 2,45% respecto de su valor esperado.

Ahora sí contamos con evidencia comprobable para poder afirmar que el activo A es más riesgoso que el activo B.

B.- Carteras de inversión :

B.1.- Rendimiento esperado de la cartera

En la sección anterior estudiamos que una forma de reducir el riesgo en las inversiones es la DIVERSIFICACIÓN. Para el caso de activos financieros como los que hemos venido estudiando hasta ahora, invertir en más de uno de ellos reduce el riesgo total.

¹⁴ Cuando al calcular la varianza elevamos los desvíos al cuadrado (para eliminar los signos negativos) hemos cambiado la unidad de medida. Es por ello que la varianza vuelve los datos a su unidad de medida original utilizando el procedimiento inverso: obteniendo la raíz cuadrada de la varianza.

En esta sección estudiaremos el cálculo de la rentabilidad esperada de una cartera o portfolio de inversión.

La rentabilidad esperada de una cartera de inversión es igual al promedio de las rentabilidades esperadas de cada uno de los activos que la componen, ponderadas por el porcentaje invertido en cada activo.

$$E(\text{Rent}_{\text{Cart.}}) = \sum_{i=1}^n [E(\text{Rent}_i) \cdot w_i] \quad (12)$$

Donde cada w_i representa la participación del activo i en la cartera, esto es: el monto invertido en el activo dividido el total de la inversión en la cartera. Por lo tanto:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Ejemplo:

Retomemos el ejemplo que hemos venido trabajando. Ahora suponemos que invertimos un 70% de nuestro capital en el activo A y un 30% en el activo B.

% invertido		70%	30%
	Pr (EN)	A	B
Crecimiento	60%	45%	15%
Recesión	40%	8%	10%
E(Ri)		0,302	0,13
σ^2_i		0,0329	0,0006
σ_i		0,1814	0,0245

$$E(\text{Rent}_{\text{Cart}}) = 0,302 * 0,70 + 0,13 * 0,30 = 0,2504$$

B.2.- Riesgo de la cartera

Podríamos pensar análogamente, cómo lo venimos haciendo, que la varianza de una cartera de inversión es igual al promedio ponderado de las varianzas de los activos que la

componen, ponderados por la participación de cada uno de estos activos en la cartera. Pero éste sería un razonamiento totalmente erróneo. Esto sólo sería válido si la correlación entre los activos que componen la cartera fuese perfecta. Cualquier otro grado de correlación reduce la varianza de la cartera por debajo de ese valor.

Para calcular la varianzas de una cartera de inversión la literatura utiliza dos metodologías: el método de los desvíos de la rentabilidad esperada de cada estado de la naturaleza y el método del coeficiente de correlación (ó de la covarianza).

B.2.1.- El Método de los desvíos de los estados de la naturaleza. Para calcular la varianza de una cartera por éste método se deben computar las rentabilidades que obtendría la cartera en cada estado de la naturaleza y luego calcular los desvíos al cuadrado que se producen respecto a la rentabilidad esperada de la cartera, ponderando estos desvíos por la probabilidad de ocurrencia de cada estado de la naturaleza.

Analíticamente:

$$\sigma_{Cart}^2 = \sum_{j=1}^m \left[\left(\sum_{i=1}^n rend_{i,j} \cdot w_i \right) - E(Rent_{Cart}) \right]^2 \cdot Pr(EN_j)$$

Lo que está entre paréntesis es el rendimiento esperado de cada estado de la naturaleza, ponderando los rendimientos de cada uno de los activos en ese estado de la naturaleza por el porcentaje de participación en la misma.

Lo que se encuentra entre corchetes es el desvío que se produce entre la rentabilidad esperada e cada estado de la naturaleza y la rentabilidad esperada de la cartera. Ese desvío se eleva al cuadrado para eliminar el signo y luego se pondera por la probabilidad de ocurrencia del estado de la naturaleza en cuestión.

Para entenderlo mejor retomemos el ejemplo

a. Primero calculamos la rentabilidad esperada en cada uno de los estados de la naturaleza

- $E(Rent_{crecimiento}) = 0,45 * 0,70 + 0,15 * 0,30 = 0,36$
- $E(Rent_{recesión}) = 0,08 * 0,70 + 0,10 * 0,30 = 0,086$

b. Ahora calculamos la varianza de la cartera con la ecuación (13) :

$$\sigma_{Cartera}^2 = (0,36 - 0,2507)^2 * 0,60 + (0,086 - 0,2507)^2 * 0,40 = 0,018$$

Por lo tanto la desviación estándar de la cartera será:

$$\sigma = \sqrt{0,018} = 0,1342$$

B.2.2.- El Método del Coeficiente de Correlación (ó de la Covarianza). Como señalamos al comenzar esta sección, la varianza de una cartera no solamente se puede medir realizando un promedio ponderado de las varianzas de los activos que la componen por su participación en la cartera. Porque cuando se conforma una cartera de inversión, uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta cómo varían conjuntamente los activos de una cartera o la manera en que éstos están relacionados.

Es por ello que entran en juego aquí dos estadísticos muy importantes que miden este tipo de relaciones: la covarianza ($\sigma_{i,j}$) y el coeficiente de correlación ($\rho_{i,j}$).

La covarianza mide cómo se mueven los activos financieros conjuntamente ante la ocurrencia de un determinado estado de la naturaleza. Se calcula obteniendo la esperanza matemática del producto de los desvíos de ambos activos para cada uno de estos estados de la naturaleza, ponderado por la probabilidad de ocurrencia de cada estado de la naturaleza:

$$\sigma_{i,j} = \sum_{j=1}^m \left(\prod_{i=1}^n (rend_{i,j} - E(rent_i)) \cdot \Pr(EN_j) \right) \quad (14)$$

Analícemos nuevamente el ejemplo que veníamos citando:

$$\sigma_{A,B} = \underbrace{(0,45 - 0,302) * (0,15 - 0,13) * 0,60}_{\text{desvíos-ponderados-de-los-activos-en-crecimiento}} + \underbrace{(0,08 - 0,0302) * (0,10 - 0,13) * 0,40}_{\text{desvíos-ponderados-de-los-activos-en-recesión}} = 0,0044$$

El coeficiente de correlación es el cociente entre la covarianza de los activos y el producto de sus desvíos estándares:

$$\rho_{i,j} = \frac{Cov_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (15)$$

Para nuestro ejemplo el coeficiente de correlación será:

$$\rho_{A,B} = \frac{0,0044}{0,1814 * 0,0245} = 0,9900$$

Este coeficiente de correlación está muy cercano a la unidad, lo que indica que los activos tienen a moverse casi en la misma dirección ante la ocurrencia de distintos estados de la naturaleza.

Si el coeficiente de correlación otorga un resultado igual a la unidad significa que los activos financieros están perfectamente correlacionados, es decir, que se mueven en la misma dirección. Si es igual a (-1) se dice que presentan una “correlación perfectamente negativa” es decir que, ante un estado de la naturaleza determinado, cuando un activo está incrementando su rentabilidad en el otro la rentabilidad está disminuyendo en la misma proporción.

Para el caso de correlaciones negativas, y más específicamente para la correlación perfecta negativa, es cuando se aprovechan en mayor medida las ventajas de la diversificación.

Con estos elementos podemos plantear la ecuación para el cálculo de la varianza de una cartera:

$$\sigma_{cart}^2 = \sigma_A^2 w_A + \sigma_B^2 w_B + 2w_A w_B \rho_{A,B} \sigma_A \sigma_B \quad (16)$$

Ó, utilizando la ecuación (15) obtendríamos:

$$\sigma_{cart}^2 = \sigma_A^2 w_A + \sigma_B^2 w_B + 2w_A w_B Cov_{A,B} \quad (17)$$

Para nuestro ejemplo, calculando la varianza por éstas últimas ecuaciones obtenemos:

$$\sigma_{cart} = 0,0329 * 0,70^2 + 0,0006 * 0,30^2 + 2 * 0,70 * 0,30 * 0,9900 * 0,1814 * 0,0245 = 0,0180$$

$$\sigma_{cart} = 0,0329 * 0,70^2 + 0,0006 * 0,30^2 + 2 * 0,70 * 0,30 * 0,0044 = 0,0180$$

Estos resultados son los mismos que los obtenidos por el método de los Desvíos de los Estados de la Naturaleza.

El Modelo de la Covarianza ampliado a más de dos activos financieros Cuando se poseen tres o más activos financieros la metodología para el cálculo de la varianza podría observarse mejor en una matriz como la siguiente:

Activo	1	2	3	4	5	6	7	...	N
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
...									
N									

Las casillas de la diagonal principal contienen las varianzas de cada activo multiplicadas por su participación al cuadrado. El resto de las casillas contiene las covarianzas entre cada par de activos multiplicados por la participación de cada uno de ellos. Luego deberíamos realizar la sumatoria de todas las casillas.

Si utilizamos las variables “c” y “f” para indicar a qué columna o fila de esta matriz corresponde cada activo, la ecuación general del cálculo de la varianza de la cartera sería:

$$\sigma_{Cart}^2 = \sum_{c=1}^n \sum_{f=1}^n w_c \cdot w_f \cdot \sigma_{c,f} \tag{18}$$

Adviértase que cuando c=f, $\sigma_{c,f}$ es exactamente la varianza del activo *i*

Note también el lector que a medida que se incrementa el número de activos financieros que componen una cartera de inversión comienza a perder relevancia la varianza de cada activo en particular y empieza a preponderar toda la red de covarianzas entre los activos financieros.

VIII.- El modelo de valuación de activos de capital

El Modelo de Valuación de Activos de Capital (MVAC)¹⁵ es aquel que relaciona el rendimiento de los activos financieros con su grado de riesgo sistemático.

El punto clave de este modelo es que no todos los tipos de riesgo (que hemos analizado previamente) afectan los rendimientos de los activos financieros. El modelo supone que sólo los riesgos de mercado afectan el rendimiento que un inversor puede esperar, ya que los riesgos únicos o específicos se pueden eliminar mediante la diversificación, es decir, mediante la creación de carteras o portfolios de inversión que incluyan varios títulos.

El modelo supone que existe una asociación positiva entre el riesgo sistemático que presenta un activo financiero y su rentabilidad, medido por el coeficiente beta “ β ”, y que por lo tanto, un inversor puede estimar el retorno esperado de un activo financiero si conoce en principio esta relación.

A.- Supuestos del modelo :

Al igual que la mayoría de los modelos económicos el MVAC-CAPM se basa en ciertos postulados para simplificar la realidad, presentando un escenario hipotético a efectos facilitar su comprensión.

1. Oferta y demanda atomizadas: tanto oferentes como demandantes de activos financieros son tomadores de precios. Ninguno tiene suficiente poder como para modificar el valor de los activos en el mercado por la realización de alguna operación de compra o venta de los títulos.
2. La información que los inversores poseen sobre el mercado es completa, perfecta y simétrica. Todos los agentes del mercado tienen toda la información necesaria para tomar las decisiones, esa información que poseen es la adecuada, y todos pueden acceder a obtenerla en la misma calidad y cantidad sin ningún tipo de costo o restricción.
3. Los retornos de los activos financieros presenta una distribución normal.

15 O también conocido por su denominación en inglés CAPM – Capital Asset Pricing Model

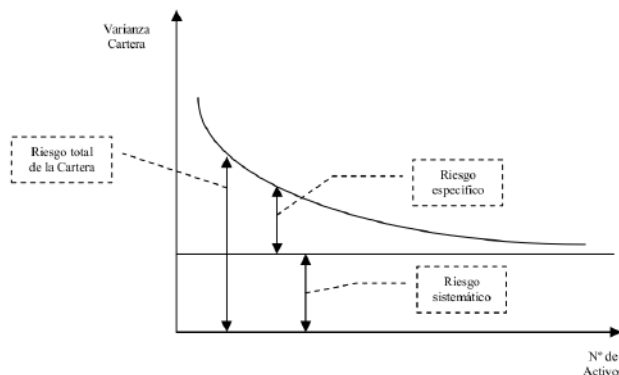
4. A los agentes inversores se los supone racionales y con un cierto grado de aversión al riesgo.
5. Existe un activo financiero en el mercado totalmente libre de riesgo. Los inversores pueden prestar o pedir prestado cantidades ilimitadas a la tasa libre de riesgo. Por lo tanto, no hay diferencia entre tasas activas y pasivas (spread igual a cero)
6. No existen fricciones en el mercado, no hay impuesto a las ganancias y no existen costos de transacción.
7. El precio de los activos financieros es un precio eficiente, es decir, que refleja toda la información disponible en el momento.

B.- Diversificación y riesgo de una cartera . el riesgo sistemático :

Ya hemos analizado anteriormente que a medida que incorporamos más activos a una cartera de inversión se reduce el riesgo total de la misma.

Sin embargo no podemos eliminar el riesgo completamente. A medida que incorporamos activos a la cartera el riesgo va disminuyendo pero llega a un punto en que la disminución del riesgo es muy marginal, y es percibida muchas veces como que esa disminución se estabiliza.

Gráficamente el comportamiento del riesgo total de una cartera a medida que incorporamos más activos financieros es el siguiente:



Hay cierto tipo de riesgos que no pueden eliminarse mediante la diversificación, ya que éstos afectan a un gran número o a todos los activos de una economía. Estos tipos de riesgo son los denominados de mercado, o riesgos macroeconómicos. Cuando los riesgos macroeconómicos se vuelven favorables la rentabilidad de los activos financieros crece y

los inversores obtienen ganancias y, contrario sensu, ante condiciones macroeconómicas desfavorables la mayoría de los inversores ve reducidas sus rentabilidades.

Como podemos observar, el único riesgo que se puede disminuir mediante la diversificación es el riesgo específico. Siempre quedará en la cartera el riesgo sistemático.¹⁶ Por lo tanto, si hay un tipo de riesgo que se puede eliminar el mercado no pagará por el mismo. Es por ello que afirmamos que el mercado compensará, para un activo financiero determinado, sólo la porción de riesgo sistemático.

C.- Medición del riesgo sistemático . el coeficiente beta (β):

Técnicamente la beta muestra la contribución marginal del rendimiento de un activo financiero al desvío estándar de la cartera de mercado. Existen dos métodos de cálculo,

a. Mediante el cómputo del cociente entre la covarianza de la rentabilidad del activo financiero con el mercado dividido la varianza del mercado.

$$\beta_j \equiv \frac{\sigma_{j,M}}{\sigma_M^2} \quad (19)$$

b. Mediante análisis de regresión: el cálculo se realiza por los métodos habituales del cálculo de regresiones (normalmente Mínimos Cuadrados Ordinarios). El modelo se plantea estableciendo el rendimiento del activo financiero como variable dependiente y el rendimiento del mercado como variable independiente.

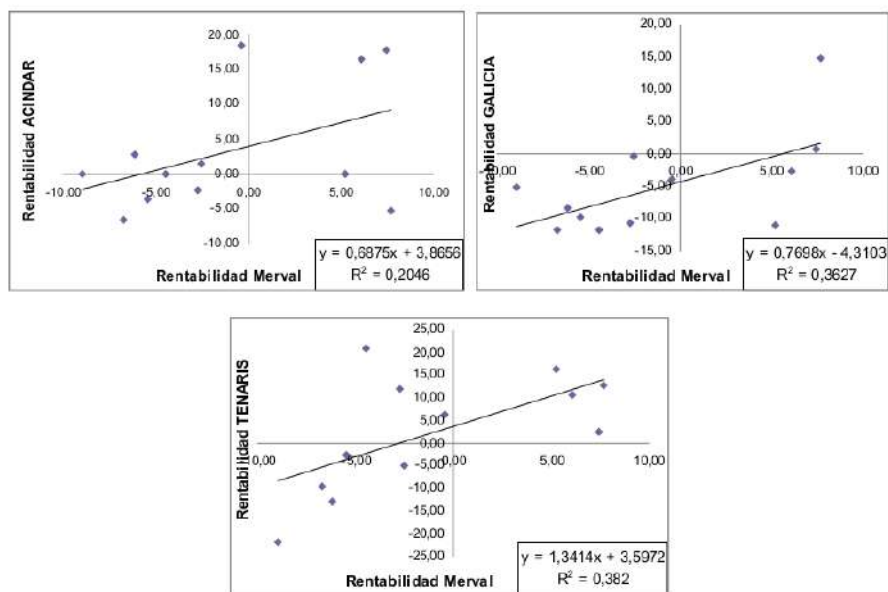
$$\text{Rent}_j = a + \beta \cdot \text{Rent}_M \quad (20)$$

Un ejemplo:

Hemos tomado los datos de un año (julio '07 a julio'08) sobre los índices de tres acciones que cotizan en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires: Acindar (ACIN), Grupo Galicia (GGAL) y Tenaris (TS). En base a éstos índices hemos calculado las rentabilidades¹⁷ y luego realizado el cálculo de las β de las empresas mediante los dos procedimientos descritos, y que se resumen en la siguiente tabla y gráficos. A su vez se informan los β publicados por el Instituto Argentino de Mercado de Capitales (IAMC).

16 Las características principales de estos dos tipos de riesgo están descriptas en la sección V del presente.

17 Cálculo de las rentabilidades: [(índice t – índice t – 1) – 1] * 100



Período	Merval		Acindar		Grupo Galicia		Tenaris	
	índice	rentabilidad	índice	rentabilidad	índice	rentabilidad	índice	rentabilidad
jul-07	2180,25		4080,00		2850,00		77100,00	
ago-07	2062,08	-5,42	3930,00	-3,68	2570,00	-9,82	75000,00	-2,72
sep-07	2187,97	6,11	4580,00	16,54	2500,00	-2,72	83050,00	10,73
oct-07	2351,44	7,47	5400,00	17,90	2520,00	0,80	85000,00	2,35
nov-07	2207,16	-6,14	5550,00	2,78	2310,00	-8,33	73950,00	-13,00
dic-07	2151,73	-2,51	5630,00	1,44	2300,00	-0,43	70300,00	-4,94
ene-08	2007,27	-6,71	5250,00	-6,75	2030,00	-11,74	63500,00	-9,67
feb-08	2162,20	7,72	4970,00	-5,33	2330,00	14,78	71500,00	12,60
mar-08	2103,72	-2,70	4850,00	-2,41	2080,00	-10,73	80100,00	12,03
abr-08	2095,53	-0,39	5750,00	18,56	2000,00	-3,85	85200,00	6,37
may-08	2205,72	5,26	5750,00	0,00	1780,00	-11,00	99000,00	16,20
jun-08	2107,87	-4,44	5750,00	0,00	1570,00	-11,80	119600,00	20,81
jul-08	1919,82	-8,92	5750,00	0,00	1490,00	-5,10	93400,00	-21,91
Media		-0,89		3,25		-5,00		2,40
Varianza		36,00		83,14		58,82		169,54
Desv. Std.		6,00		9,12		7,67		13,02
Covarianza con Merval				22,68		25,40		44,26
Beta calculado con cociente covarianza (activo, mercado) vs. varianza (mercado)				0,63		0,71		1,23
Beta calculado con análisis de regresión				0,68		0,76		1,34
Beta publicado por IAMC				0,43		1,11		1,28

Fuente: Elaboración propia con datos publicados por el Instituto Argentino de Mercado de Capitales (IAMC)

Note que los betas calculados en este ejercicio difieren muy poco respecto de los publicados por el IAMC.¹⁸

D.- Interpretación del coeficiente beta (β):

Ya hemos expresado que el coeficiente beta mide la sensibilidad del rendimiento de los activos respecto del rendimiento operado en el mercado, y que esto nos muestra el grado de riesgo sistemático que tiene cada activo financiero.

Por definición la beta del mercado es igual a la unidad. $\beta_M \equiv 1$

El valor de beta de los activos libres de riesgo es cero. $\beta_f \equiv 0$

Por lo tanto aquellos activos financieros con $\beta > 1$ tienden a amplificar los movimientos del mercado. Se los suele denominar “activos agresivos” Los activos financieros con $\beta < 1$ tienden a morigerar los rendimientos del mercado. Se los suele denominar “activos defensivos”.

Se puede dar el caso de activos financieros con $\beta < 0$, aunque tiene muy poca probabilidad de ocurrencia. Activos financieros con beta negativa tienden a mostrar una rentabilidad contraria a la que se presenta para el mercado.

E.- Beta (β) de una cartera

Como afirmamos en la sección VII.B.2. de éste artículo, la varianza de una cartera de inversión no es igual al promedio ponderado de las varianzas de los activos que la componen. Sin embargo para el cálculo del coeficiente beta de una cartera este procedimiento sí se aplica. Por lo tanto:

$$\beta_{Cart} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot w_i \quad (21)$$

Ejemplo:

¹⁸ Las razones de estas diferencias pueden estar fundadas en el hecho de que se ha tomado una serie muy corta (un año) y con sólo un dato mensual (el de cierre de mes)

Si suponemos para el ejemplo que venimos analizando que $\beta A = 1,40$ y que $\beta B = 0,90$, y recordando que habíamos conformado una cartera en la cual invertíamos el 70% de nuestros fondos en el activo A y el saldo en el activo B, la beta de la cartera sería:

$$\beta_{Cart} = 1,40 \cdot 0,70 + 0,90 \cdot 0,30 = 1,25$$

Por lo tanto podemos afirmar que el grado de riesgo sistemático que posee un portfolio de inversión es proporcional al riesgo sistemático de los activos que lo componen, ponderado por la participación de cada uno de ellos.

F.- La línea de mercado de valores

Continuemos trabajando con el mismo ejemplo de todo el artículo. A este modelo le agregamos un elemento adicional: una tasa libre de riesgo del 7% mediante la cual los inversores pueden prestar y pedir prestado cantidades ilimitadas de dinero.¹⁹

Tomemos ahora los activos A y B en consideración, y con cada uno de ellos armemos distintas carteras de inversión, combinando cada uno de los activos con el activo libre de riesgo. Consideraremos también la posibilidad de invertir más del dinero disponible en cada uno de los activos; esto sería posible tomando créditos a la tasa libre de riesgo e invirtiendo en los activos financieros.²⁰

Los resultados para ambos activos están expresados en la siguiente tabla:

Porcentaje invertido del Activo <i>i</i> en la cartera	Activo A		Activo B	
	Rend. esperado de la cartera	Beta de la Cartera	Rend. esperado de la cartera	Beta de la Cartera
0%	7,00%	0,00	7,00%	0,00
25%	12,80%	0,35	8,50%	0,02
50%	18,60%	0,70	10,00%	0,05
75%	24,40%	1,05	11,50%	0,07
100%	30,20%	1,40	13,00%	0,09
125%	36,00%	1,75	14,50%	0,11
150%	41,80%	2,10	16,00%	0,14
175%	47,60%	2,45	17,50%	0,16
200%	53,40%	2,80	19,00%	0,18

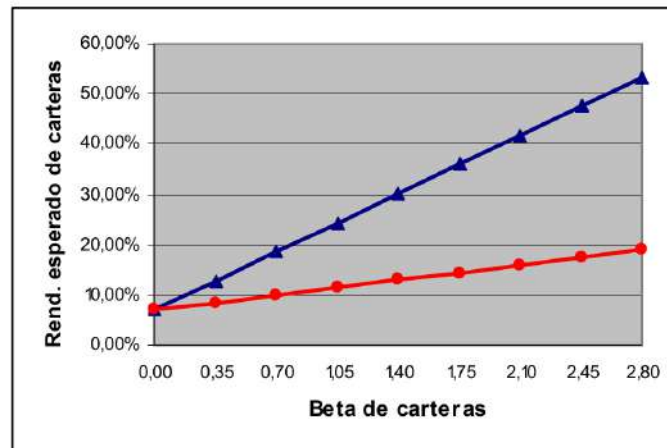
19 Recuerde el lector el quinto supuesto del modelo que expusimos al inicio de ésta sección.

20 Recordamos que el activo libre de riesgo tiene un beta igual a cero.

Esta misma tabla la hemos graficado a continuación. Hemos relacionado los niveles de rentabilidad de las carteras conformadas con sus niveles de riesgo.

La línea superior representa las combinaciones entre el activo A y el activo libre de riesgo.

La línea inferior representa las combinaciones entre el activo B y el activo libre de riesgo.



Para ambos activos lo mínimo que se paga, en cada una de las distintas carteras conformadas, es la tasa libre de riesgo. Luego a medida que se incrementa el nivel de riesgo sistemático de cada cartera, debido al incremento en la participación de los activos riesgosos, se incrementa el nivel de rentabilidad obtenido.²¹ Entonces como mínimo se paga la tasa libre de riesgo, y luego se paga una prima por incurrir en mayores riesgos.

Sin embargo debe notarse que para cada nivel de riesgo sistemático el activo A siempre paga una prima superior por riesgo que el activo B. Por lo tanto la relación rendimiento a riesgo (el cociente entre la prima por riesgo dividido beta) siempre es superior para A que para B. La pendiente de la de la línea del activo A es mayor que la de B.

$$\frac{E(R_A) - r_f}{\beta_A} > \frac{E(R_B) - r_f}{\beta_B}$$

²¹ Principio ya explicitado en la tercera sección de este documento.

Si todos los activos deben poseer la misma relación rendimiento a riesgo, ésta situación también debería evidenciarse en el activo promedio de mercado. Por lo tanto, cualquier activo financiero debería tener la misma relación rendimiento a riesgo que el mercado.

$$\frac{E(R_i) - r_f}{\beta_i} = \frac{E(R_{Mcd}) - r_f}{\beta_{Mcd}}$$

Y recordando que, por definición, la beta del mercado es igual a la unidad, obtenemos:

$$\frac{E(R_i) - r_f}{\beta_i} = E(R_{Mcd}) - r_f$$

Si reordenamos esta igualdad obtenemos:

$$E(R_{Mcd}) = r_f + \beta_i \cdot [E(R_{Mcd}) - r_f] \quad (22)$$

Este resultado es el Modelo de Valuación de Activos de Capital (MVAC) ó Capital Asset Pricing Model (CAPM).

Este modelo demuestra que se puede estimar el nivel de rentabilidad esperada de un activo financiero ($E(R_i)$) a partir de su nivel de riesgo sistemático (β_i), y teniendo en cuenta otros datos del mercado, tales como la tasa libre de riesgo (r_f) y el rendimiento esperado por el mercado en su conjunto ($E(R_{Mcd})$).

IX.- El riesgo en los proyectos de inversión

La formulación y evaluación de proyectos normalmente debería ser un proceso ex ante de realizar cualquier inversión.

La técnica consiste en estimar, con el mayor grado de aproximación posible, los flujos de ingreso y egreso que se generarán a causa del proyecto.

Pero como nadie puede tener certeza sobre los verdaderos flujos de fondos que se producirán en el futuro es que se trabaja en un ambiente de riesgo.

Según Sapag Chaín – Sapag Chaín²² “el riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados”.

Afectarán a los flujos futuros del proyecto tanto los factores estructurales como la inflación, el tipo de cambio, el crecimiento de la economía, etc.; como así también los factores propios del proyecto tales como el precio de la materia prima y de los productos terminados, los cambios en los gustos de los consumidores sobre el producto del proyecto, la variabilidad en el costo de la mano de obra, etc.

Diversas son las metodologías para considerar los efectos del riesgo en los proyectos. Entre ellas estudiaremos la estimación de los flujos probables de fondos, el ajuste de la tasa de descuento, el método de equivalencia a certidumbre, el análisis de sensibilidad, el análisis de escenarios, los árboles de decisión y la simulación de Monte Carlo.

Cabe aclarar que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la metodología elegida. Sin embargo su utilidad no se invalida ya que en diferentes situaciones, y dependiendo de la información disponible para el decisor, es que se utilizará una metodología u otra.

A.- Estimación de los flujos futuros de fondos probables :

Según esta metodología se deben considerar por separado los flujos de fondos que presenten una probable variabilidad en el futuro. Obviamente es necesario conocer los distintos resultados que se pueden esperar de estos flujos de fondos y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos.

Una vez elegido el “renglón” sujeto a riesgo se calcula para cada período su valor esperado, tal como lo hacíamos para los activos financieros estándar, ponderando los distintos resultados posibles por su probabilidad de ocurrencia.

²² Sapag Chaín, N y Sapag Chaín, R. “Preparación y Evaluación de Proyectos”. Cuarta Edición. Mc Graw Hill. 2000.

Una vez calculado el valor estimado del flujo correspondiente se lo coloca como dato dentro de la estructura típica de los flujos de compra y se calcula el Valor Actual Neto con las técnicas habituales.

B.- Ajuste de la tasa de descuento :

Otra metodología consiste en ajustar la tasa de costo de capital para calcular el Valor Actual Neto (VAN) adicionándole una prima por riesgo.

De esta manera, al adicionar esta prima, el valor presente neto será inferior, y así se castigará a los flujos de fondos por el hecho de presentar riesgo. Además se estaría penalizando más fuertemente a los flujos de fondos más alejados en el tiempo, que en principio presentan mayor riesgo.

La ventaja de esta metodología radica en el hecho de que es muy sencilla de calcular.

Los inconvenientes que presenta son, en principio, el hecho de que la estimación de esta prima de riesgo muchas veces puede tener un carácter bastante subjetivo. El segundo problema que se presenta es que, en la mayoría de los casos, no todos los flujos podrían presentar el mismo nivel de riesgo. Por ejemplo podríamos tener mayor variabilidad en el precio de la materia prima importada por diferencias en los tipos de cambio, sin embargo el precio del producto final que la empresa produce podría mantenerse relativamente estable en el mercado interno.

Con esta metodología calcularíamos el Valor Actual Neto de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FF_t}{(1+s)^t} \quad \text{dónde } s = (k + \text{prima por riesgo}) \quad (23)$$

C.- Método de equivalencia a certidumbre :

Con esta metodología se ajusta cada uno de los flujos de fondos del proyecto por un factor que ponderará el valor de un flujo con certeza y el valor esperado de un flujo con riesgo.

El Valor Actual Neto se calcularía de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{\alpha \cdot FF_t}{(1+k)^t} \quad (24)$$

Y donde el factor de ponderación será:

$$\alpha = \frac{FF_{\text{Cierto}}}{E(FF_{\text{Riesgoso}})} \quad (25)$$

Ejemplo:

Supongamos que somos una empresa dedicada a la producción de oleaginosas. Podemos hacer un contrato de futuro para asegurar el precio de venta de nuestros productos por un valor de \$ 50.000.- La alternativa sería esperar a la fecha de cosecha; en este caso se podrían presentar dos situaciones: poder obtener un precio de \$60.000.- con un 70% de probabilidad u obtener un precio \$ 45.000.- con un 30% de probabilidad.

Por lo tanto el factor de ponderación será:

$$\alpha = \frac{50.000}{60.000 \cdot 0,70 + 45.000 \cdot 0,30} = 0,9009$$

Utilizaríamos este factor de ponderación para el resto de los flujos de fondos.

D.- Análisis de sensibilidad :

Esta metodología tiene como objetivo evidenciar los cambios que se podrían llegar a producir en la tasa interna de retorno de un proyecto (TIR) por el hecho de que se modifican una o más variables relevantes del proyecto.

Por lo general las variables más relevantes para medir su sensibilidad son el precio y la cantidad demandada del producto del proyecto, el precio de la materia prima y/o cualquier otro factor preponderante. Por ejemplo el precio de la electricidad contratada para un proyecto siderúrgico.

Este análisis se puede realizar para una sola variable o hacer un análisis multidimensional.

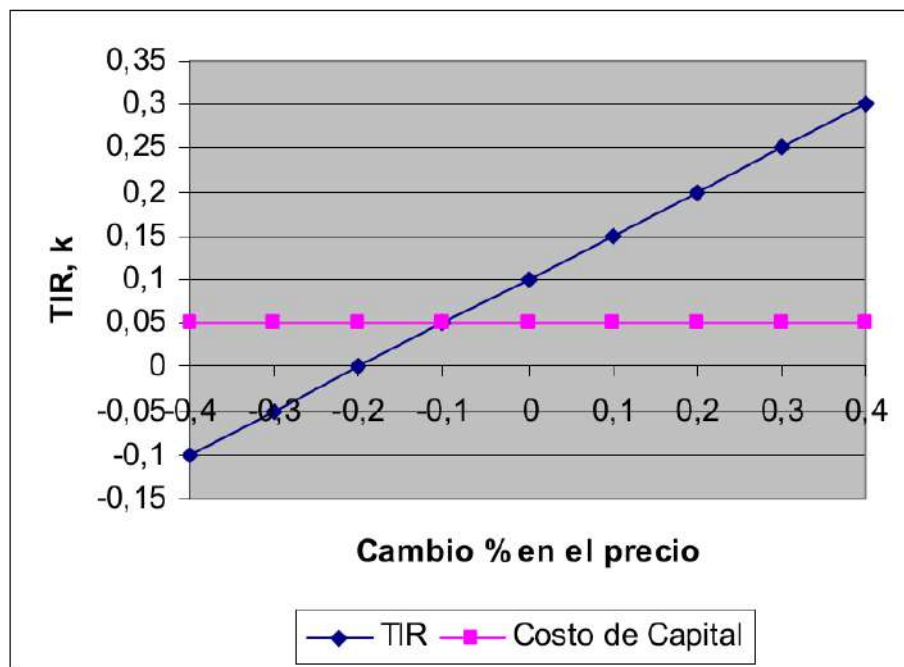
D.1.- Análisis unidimensional

El procedimiento consiste en aislar la variable a la cual se quiere sensibilizar y calcular las diferentes tasas internas de retorno dados los posibles resultados que pueda llegar a tomar. Por ejemplo, si el precio del producto terminado es la variable a sensibilizar se calculan distintas TIR variando este factor de la siguiente manera:

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{P_t \cdot Q_t - Egresos_t}{(1 + TIR)^t} \quad (26)$$

En este caso van calculando diversas TIRs cambiando cada vez solamente la variable P_t . Luego se comparan estas distintas TIR con la tasa de costo de capital y se observa hasta qué punto puede disminuir el precio del producto terminado para que el proyecto deje de ser rentable y sea rechazado.

Gráficamente:



En este caso a medida que el precio del producto sube se va incrementando la TIR. Note que al precio estimado inicialmente el proyecto es rentable, ya que arroja una TIR del 10% mientras que el costo de capital es del 5%. Si el precio cae un 10% ya nos encontramos en

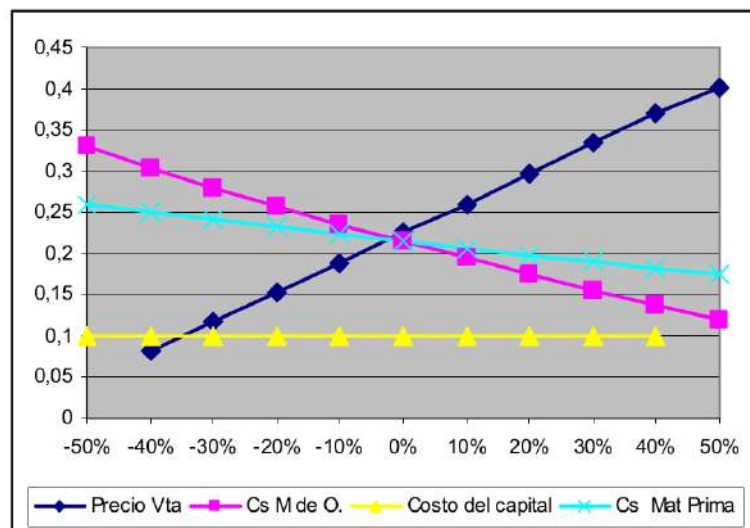
una situación en que apenas se recupera la inversión inicial ($TIR=k$) y se gana el rendimiento mínimo requerido por los inversores. Ya si el precio cayera más del 20% ($TIR < k$) el proyecto se torna no rentable. Si el precio cayera a menos del 20% de lo estimado no se alcanza ni siquiera a recuperar la inversión inicial.

D.2.- Análisis multidimensional

Cuando realizamos el análisis de sensibilidad para más de una variable y lo graficamos es muy fácil observar cuáles son las que más afectan a la rentabilidad del proyecto si se ven modificadas.²³

El procedimiento de cálculo y graficación es el mismo que el utilizado en el modelo unidimensional. La interpretación individual es también la misma.

Gráficamente:



En este gráfico podemos observar que las variables de ingreso tienen pendiente positiva y las variables de egreso tienen pendiente negativa.

De todas las variables estudiadas en este ejemplo es evidente que el proyecto es más sensible a cambios en el Precio de Venta que al resto de las variables.

Si sólo consideramos las variables de egreso, la rentabilidad del proyecto es más sensible a las variaciones en el Costo de la Mano de Obra que al Costo de las Materias Primas.

²³ En la gráfica aparecerán como aquellas curvas que tengan mayor pendiente

Dada la tasa de rendimiento mínima exigida por los inversores del 10%, si el precio desciende un 20% el proyecto dejaría de ser rentable; mientras que el costo de la mano de obra podría incrementarse hasta un 40% para que el proyecto continúe siendo aceptable.

E.- Análisis de escenarios :

En el análisis de sensibilidad se van plantando diferentes valores de las variables elegidas, pero haciendo la sensibilidad de a una variable por vez.

Aún cuando se trabaja con varias variables, como en el caso del análisis multidimensional, es un estudio bajo el supuesto *ceteris paribus*²⁴ .

Sin embargo en el mundo real las variables pueden ir modificándose conjuntamente, pueden estar interrelacionadas, por lo que es necesario conocer los efectos que producen estas combinaciones sobre el valor de los proyectos.

Para realizar un correcto análisis de escenarios tenemos que tener en cuenta tanto variables micro como macroeconómicas.

Para plantear el análisis se deben identificar aquellas variables que van a verse modificadas ante los distintos contextos planteados.

Posteriormente se introducen estas variables modificadas en los flujos de caja y se construyen los Flujos de Fondos del Proyecto para cada escenario planteado.

Por último se calculan los Valores Actuales Netos para cada escenario y se les puede asignar un nivel de probabilidad de ocurrencia a cada uno de ellos. De esta manera podemos calcular un VAN ó una TIR esperada del Proyecto.

Ejemplo:

Supongamos que se está evaluando una inversión a 5 años para la instalación de un servicio de fotocopiado en la Facultad donde Ud. estudia.

Se pueden visualizar tres escenarios posibles:

- a. Un escenario normal: con un 50% de probabilidad de ocurrencia.

²⁴ Locución en latín, popularizada por Alfred Marshall en su utilización en la Ciencia Económica, empleada para significar el método en el que se mantienen constantes todas las variables exógenas de una relación, menos aquella sobre la que se quiere estudiar su influencia sobre la variable endógena.

b. Un escenario optimista: con un incremento en los volúmenes de venta del 20% anual, una reducción en los costos de insumos del 10% respecto del modelo original y un costo estable de la Mano de Obra. Este escenario tendría una probabilidad de ocurrencia del 20%

c. Un escenario pesimista: con un 30% de probabilidades de ocurrencia. En este escenario se espera una reducción de los ingresos por venta de un 15% respecto de los valores normales, un incremento de los insumos del 18% y un incremento del costo de la Mano de Obra desde el tercer año de operación de un 35%. La tasa de rendimiento requerida por los inversores es del 20%, y la tasa de Impuesto a las ganancias es del 35%. La vida útil de los bienes es igual a la del proyecto. Los datos de valores de ingresos y costos se presentan en el escenario normal.

ESC. NORMAL	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas		50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00
Costos insumos		-14.000,00	-14.000,00	-14.000,00	-14.000,00	-14.000,00
Costo mano de obra		-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00
Amortizaciones		-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00
Utilidad antes Imp		6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
Impuesto		-2.100,00	-2.100,00	-2.100,00	-2.100,00	-2.100,00
Utilidad desp imp		3.900,00	3.900,00	3.900,00	3.900,00	3.900,00
Amortizaciones		10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Inversión Inicial	-50.000,00					
Flujo de Fondos	-50.000,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00

VAN 21.176,57

ESC. OPTIMISTA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas		50.000,00	60.000,00	72.000,00	86.400,00	103.680,00
Costos insumos		-12.600,00	-12.600,00	-12.600,00	-12.600,00	-12.600,00
Costo mano de obra		-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00	-20.000,00
Amortizaciones		-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00
Utilidad antes Imp		7.400,00	17.400,00	29.400,00	43.800,00	61.080,00
Impuesto		-2.590,00	-6.090,00	-10.290,00	-15.330,00	-21.378,00
Utilidad desp imp		4.810,00	11.310,00	19.110,00	28.470,00	39.702,00
Amortizaciones		10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Inversión Inicial	-50.000,00					
Flujo de Fondos	-50.000,00	27.020,00	50.020,00	77.620,00	110.740,00	150.484,00

VAN 166.069,97

ESC. PESIMISTA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Ingresos por ventas</i>		42.500,00	42.500,00	42.500,00	42.500,00	42.500,00
<i>Costos insumos</i>		-16.520,00	-16.520,00	-16.520,00	-16.520,00	-16.520,00
<i>Costo mano de obra</i>		-27.000,00	-27.000,00	-27.000,00	-27.000,00	-27.000,00
Amortizaciones		-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00	-10.000,00
Utilidad antes Imp		-11.020,00	-11.020,00	-11.020,00	-11.020,00	-11.020,00
Impuesto		3.857,00	3.857,00	3.857,00	3.857,00	3.857,00
Utilidad desp imp		-7.163,00	-7.163,00	-7.163,00	-7.163,00	-7.163,00
Amortizaciones		10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Inversión Inicial	-50.000,00					
Flujo de Fondos	-50.000,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00
VAN		-95.893,93				

En este caso podemos observar cómo el proyecto es aceptable tanto en una situación normal como en una optimista, pero no así ante un escenario desfavorable.

Con todos estos datos, y teniendo en cuenta las probabilidades de ocurrencia de los distintos escenarios podemos calcular el VAN estimado del proyecto.

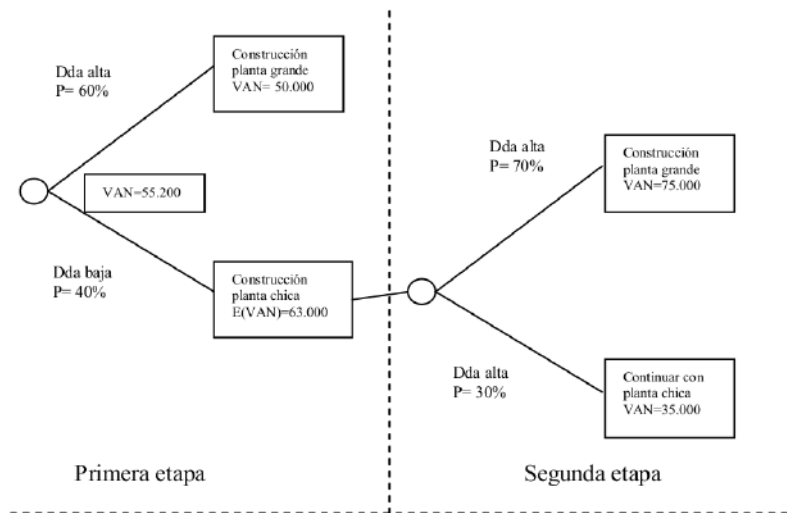
ESCENARIO	Probab.	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
NORMAL	50%	-50.000,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00	23.800,00
OPTIMISTA	30%	-50.000,00	27.020,00	50.020,00	77.620,00	110.740,00	150.484,00
PESIMISTA	20%	-50.000,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00	-15.346,00
FF esperado		-50.000,00	16.936,80	23.836,80	32.116,80	42.052,80	53.976,00

VAN esperado 41.225,28

F.- Árboles de decisión :

El árbol de decisión es principalmente un método gráfico que se utiliza para representar una serie de inversiones a realizar a través del tiempo.

Supongamos que existen las alternativas de construir una planta productiva pequeña ó una grande, o bien, si la demanda inicial es baja construir una planta productiva pequeña y luego, en un segundo período, decidir si ampliarla o no.



En cada rectángulo se grafican las distintas acciones posibles a tomar y en cada círculo o nodo las decisiones que se deben realizar. El proceso de evaluación consiste en calcular los diferentes valores actuales netos (VAN) de cada acción definitiva, y luego ir hacia atrás (hacia la izquierda) calculando los valores esperados de la decisión utilizando los valores de los VAN y la probabilidad de ocurrencia de los mismos.

Por ejemplo: si en la primera etapa decidimos construir una planta pequeña en la segunda etapa podríamos tener una alta demanda con un 70% de probabilidad y una baja demanda con el 30% de probabilidad. Teniendo en cuenta los VAN de estas alternativas calculamos el valor esperado de esta segunda etapa de la siguiente manera:

$$E(VAN_{planta-chica(1erEtapa)}) = 75.000 \cdot 0,70 + 35.000 \cdot 0,30 = 63.000$$

Como podemos observar el valor esperado de construir un planta chica en la primera etapa (\$63.000) es superior que el de construir una grande (\$50.000).

El valor esperado al inicio del proyecto es igual al valor esperado de construir una planta chica o una grande en la primera etapa:

$$E(VAN_{proyecto}) = 50.000 \cdot 0,60 + 63.000 \cdot 0,40 = 55.200$$

Teniendo en cuenta los datos de los VAN obtenidos en cada una de las etapas, y las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los sucesos es que se puede calcular también

el riesgo de cada una de las ramas intermedias del árbol de decisión y el riesgo global del proyecto.²⁵

G.- Simulación de montecarlo²⁶:

Las metodologías estudiadas hasta aquí para el tratamiento del riesgo no presentan gran dificultad para su interpretación ni su utilización.

Sin embargo, esta simplicidad muchas veces genera algunos errores ya que estos modelos consideran que se pueden llegar a producir cambios sólo en algunas variables específicas de un proyecto de inversión, tales como la cantidad demandada, el precio, etc. Además los valores probables que se les asigna a cada alternativa son muy escasos.

Con este tipo de modelos, aún los que utilizan varias variables como el Modelo de Simulación de Escenarios, el conjunto de los posibles resultados es muy acotado, y por lo tanto bastante alejado de la realidad.

Simular que 6 o 7 variables de un proyecto de inversión puedan llegar a presentar 10 resultados distintos en cada una de ellas y armar las distintas combinaciones sería un trabajo demasiado arduo.

Es por ello que la Simulación de Montecarlo es un procedimiento, que normalmente se utiliza con sistemas de computación, donde a cada variable se le asigna un rango de resultados posibles (con una distribución determinada) y una probabilidad de ocurrencia de los mismos.

Luego, mediante un proceso de selección con números aleatorios el sistema va arrojando distintos valores para las variables creando así numerosos escenarios.

Con un número aceptable de repeticiones el VAN del proyecto representa la media de una distribución de probabilidades particular, y de esta forma se le pueden aplicar distintas herramientas estadísticas como las estudiadas en este artículo.

25 Con una ecuación similar a la (3)

26 Estudiar la metodología de la Simulación de Montecarlo y explicar sus fundamentos es un resultado que excede los objetivos de este trabajo. Nos contentaremos con presentar los aspectos básicos y su procedimiento general.

Apéndice A: Las distintas calificaciones del riesgo crediticio

Diversas empresas privadas se dedican a la calificación de las emisiones de activos financieros. Standard & Poor's es una de las más reconocidas.

Aquí reproducimos las distintas calificaciones para la emisión de títulos de deuda a largo plazo.²⁷

Calificaciones de riesgo crediticio de emisión de largo plazo:

Las calificaciones de riesgo crediticio de emisión están basadas, en diferentes medidas, en las siguientes consideraciones:

- Probabilidad de pago—capacidad y voluntad del emisor de cumplir con sus compromisos financieros sobre una obligación de acuerdo con los términos de la obligación;
- Naturaleza de, disposiciones y condiciones de la obligación;
- Protección lograda por, y posición relativa de, la obligación en caso de quiebra, reorganización u otros acuerdos bajo las legislaciones de bancarrota y otras que afecten los derechos de los acreedores.

Las definiciones de calificación de riesgo crediticio de emisión se expresan en términos del riesgo de incumplimiento (default). Como tal, pertenecen a las obligaciones senior de una entidad. Las obligaciones junior normalmente tienen calificaciones más bajas que las senior para reflejar su menor prioridad en caso de quiebra, como se indicó antes. (Tal diferenciación se aplica cuando una entidad tiene obligaciones senior y subordinadas, garantizadas y no garantizadas, u obligaciones de compañías operativas y de la controladora). De acuerdo con ello, en el caso de la deuda junior, la calificación podría no concordar exactamente con la definición de la categoría.

AAA Una obligación calificada con 'AAA' tiene la calificación más alta otorgada por Standard & Poor's. La capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros es extremadamente fuerte.

AA Una obligación calificada con 'AA' difiere solo en un pequeño grado de las que tienen la calificación más alta. La capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros es muy fuerte.

A Una obligación calificada con 'A' es un poco más susceptible a los efectos adversos derivados de cambios en las condiciones y situaciones económicas que las obligaciones

²⁷ Fuente: página web internacional de Standard & Poor's - <http://www2.standardandpoors.com>

calificadas en categorías más altas. Sin embargo, la capacidad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros todavía es FUERTE.

BBB Una obligación calificada con 'BBB' presenta parámetros de protección adecuados. Sin embargo, es más probable que condiciones económicas adversas o cambios coyunturales probablemente conduzcan al debilitamiento de la capacidad del para cumplir con sus compromisos financieros sobre la obligación.

BB, B, CCC, CC y C Las obligaciones calificadas en estas categorías son consideradas como poseedores de características especulativas importantes. La categoría 'BB' indica el menor grado de especulación y la de 'CC' el mayor grado. Aunque tales emisiones probablemente tendrán algunas características de calidad y protección, éstas podrían verse superadas en ocasión de una elevada incertidumbre o de importantes exposiciones a condiciones adversas.

BB Una obligación calificada con 'BB' es menos vulnerable a incumplimiento que otras emisiones especulativas. Sin embargo, enfrenta constante incertidumbre y exposición ante situaciones financieras, económicas o comerciales adversas, lo que puede llevar a que el emisor tenga una capacidad inadecuada para cumplir con sus compromisos financieros sobre la obligación.

B Una obligación calificada con 'B' es más vulnerable a un incumplimiento de pago que las calificadas con 'BB', pero el emisor presenta capacidad para cumplir con sus compromisos financieros. Condiciones financieras, económicas y comerciales adversas probablemente perjudicarían la capacidad y voluntad del emisor para cumplir con sus compromisos financieros de la obligación.

CCC Una obligación calificada con 'CCC' es actualmente vulnerable a un incumplimiento de pago y depende de condiciones financieras, económicas y comerciales favorables para que el emisor cumpla con sus compromisos financieros sobre dicha obligación. En caso de condiciones financieras, económicas y comerciales adversas, el emisor probablemente no tendrá la capacidad de cumplir con sus compromisos financieros sobre la obligación.

CC Una obligación calificada con 'CC' es actualmente muy vulnerable a un incumplimiento de pago.

C Deuda subordinada u obligaciones de capital preferentes calificadas con 'C' son actualmente muy vulnerables a un incumplimiento de pago. La calificación de 'C' puede

usarse para cubrir una situación donde se ha presentado la solicitud de bancarrota o se ha tomado una acción similar, pero continuarán los pagos sobre la obligación. Una calificación de 'C' también se asignará a una emisión de capital preferente con atraso sobre los dividendos o en los pagos al fondo de amortización, pero que se está pagando actualmente.

D Una obligación calificada con 'D' se encuentra en incumplimiento de pagos. La categoría de calificación 'D' se usa cuando los pagos sobre una obligación no se realizan en la fecha en que vencen incluso cuando el periodo de gracia aplicable no ha expirado, a menos que Standard & Poor's considere que tales pagos se realizarán durante dicho periodo de gracia. La calificación 'D' también se usa luego de solicitar la petición de bancarrota o de realizar una acción similar si los pagos de una obligación se encuentran en riesgo de no ser cubiertos.

Signos de más (+) o menos (-)

Las calificaciones de 'AA' a 'CCC' pueden modificarse agregándoles un signo de más (+) o menos (-) para mostrar su posición relativa dentro de las principales categorías de calificación.

NR Estas siglas indican que no se le ha asignado ninguna calificación a la emisión, que hay información insuficiente sobre la cual basar una calificación o que Standard & Poor's no califica una obligación particular debido a una cuestión de políticas.

Apéndice B: La distribución normal

En la realidad los rendimientos que se pueden presentar para los activos financieros no se limitan a unos pocos casos.

Los estados de la naturaleza que se pueden presentar pueden ser numerosos y muy distintos unos de los otros. Por lo tanto si analizamos el comportamiento de los activos financieros a lo largo de un período de tiempo prolongado, podemos observar que se pueden presentar varias rentabilidades, y cada una de ellas con una frecuencia de repetición distinta, por lo tanto tendrán numerosas probabilidades de ocurrencia.

Si bien la distribución normal (o distribución de Gauss) describe el comportamiento de una variable aleatoria para un número infinito de sucesos, para períodos de tiempo prolongado

puede ser útil para describir con bastante fidelidad el comportamiento de los rendimientos de los activos financieros.

Su utilidad se sostiene en el hecho de que con sólo dos indicadores puede describirse su comportamiento. Estos indicadores son la media (promedio) y la desviación estándar.

Además la Distribución Normal presenta las siguientes características:

- # Su función de densidad es simétrica y con forma de campana

- # La curva normal es asintótica al eje de las abscisas, por lo tanto puede tomar cualquier valor entre $-\infty$ y $+\infty$

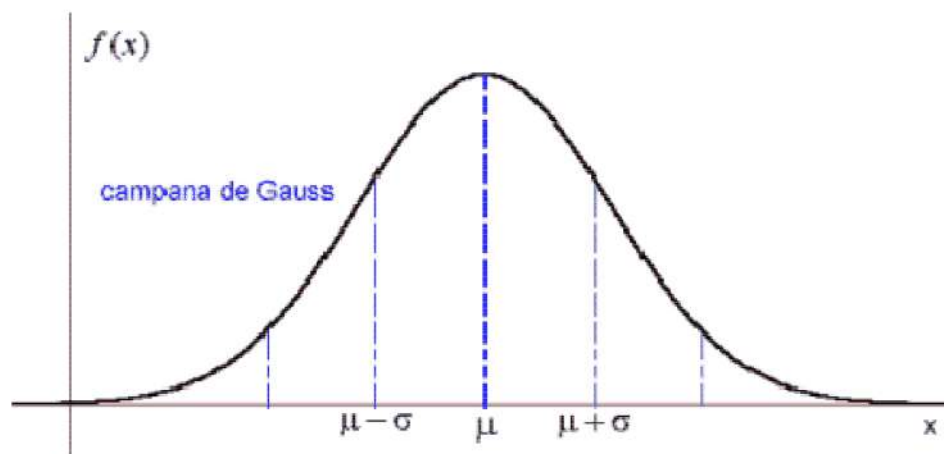
- # Su promedio se encuentra en el centro de la curva, y como es simétrica su mediana y su moda se encuentran en el mismo punto

- # La forma de la Campana de Gauss depende de dos parámetros, su media y su desviación estándar, y esos comportamientos se pueden explicar en el sentido de que podemos encontrar un valor específico de la distribución, desde su promedio, en determinados rangos:

- * Con una distancia de un desvío estándar del promedio con un 68% de probabilidad

- * Con una distancia de dos desvíos estándar del promedio con un 95% de probabilidad

- * Con una distancia de tres desvíos estándar del promedio con un 99% de probabilidad



Bibliografía

- # Alonso, Aldo. “Administración Financiera”. UNSL – Maestría en Economía y Negocios. Sin publicar.
- # Bodie, Z y Merton, R. “Finanzas”. Prentice Hall. México. 1999
- # Brealey, R y Myers, S. “Fundamentos de financiación empresarial”. Quinta edición. Mc Graw Hill. Madrid. 1998
- # Brealey, R; Myers, S y Marcus, A. “Fundamentos de finanzas corporativas”. Cuarta edición. Mc Graw Hill. Madrid. 2004
- # Díez de Castro, L y López Pascual, J. “Dirección Financiera. Planificación, gestión y control”. Prentice Hall. Madrid. 2001
- # Finnerty, John D. “Project Financing. Asset-Based Financial Engineering”. John Wiley & Sons. New York. 1996.
- # Instituto Argentino de Mercado de Capitales. “Programa de Difusión Bursátil. Modulo para participantes”. Mercado de Valores de Buenos Aires. Buenos Aires. 2002.
- # Iparraguirre, E. “El riesgo en finanzas”. Documento de trabajo. FICES. UNSL. San Luis. 2003.
- # Lucero, Marcos A. “Valuación de acciones: un enfoque analítico”. Documento de trabajo. FICES (UNSL) y FCEE (UCC) San Luis. 2004.
- # Berenson, M. y Levine, D. “Estadística Básica en Administración”. Prentice Hall. México. 1996.
- # Mondino y Pendas. “Finanzas para empresas competitivas”. Granica. Buenos Aires. 1997.
- # Ross, S; Westerfield, R y Jordan, B. “Fundamentos de Finanzas Corporativas”. 5ta Edición. Mc Graw Hill. México. 2001
- # Sapag Chain, N y Sapag Chain, R. “Preparación y Evaluación de Proyectos”. Cuarta edición. Mc Graw Hill. Santiago de Chile. 2000 Páginas web consultadas
- # Bolsar. La Bolsa en tiempo real. Bolsa de Comercio de Buenos Aires. www.bolsar.com
- # Instituto Argentino de Mercado de Capitales. Mercado de Valores de Buenos Aires. www.iamc.sba.com.ar
- # Standard & Poor's International. Mc Graw Hill Companies. www2.standardandpoors.com