Finanzas I

Álvaro Gatica
alvaro.gatica1@mail.udp.cl

Ayudantías

Contents

1 Estados Financieros **3**

2 Análisis Financiero **4**

3 Matemáticas Financieras **5**

4 Evaluación de proyectos **6**

5 Valorización de Acciones (DDM y Múltiplos) **7**
5.1 Introducción . . . 7
5.1.1 ¿Qué es una acción? . . . 7
5.1.2 ¿Quiénes las emiten? . . . 7
5.1.3 ¿Qué recibe el accionista? . . . 7
5.2 Modelo de Dividendos Descontados (DDM) . . . 7
5.3 Estructura del Modelo de Dividendos Descontados (DDM) . . . 7
5.3.1 Dividendo Esperado D_1 . . . 7
5.3.2 Tasa de crecimiento g . . . 7
5.3.3 Costo de capital propio r . . . 7
5.4 Fórmulas del Modelo de Dividendos Descontados (DDM) . . . 8
5.4.1 Sin crecimiento (Dividendo Constante . . . 8
5.4.2 Con crecimiento perpetuo (Gordon-Shapiro) . . . 8
5.4.3 En dos etapas . . . 8
5.5 Riesgos asociados a invertir en acciones . . . 8
5.6 Múltiplos de Valorización . . . 8
5.6.1 Precio / Utilidad (PER) . . . 8
5.6.2 Precio / Valor Libro (P/B) . . . 9
5.6.3 Precio / Ventas (P/S) . . . 9

6 Renta Fija: Bonos **10**
6.1 Introducción . . . 10
6.1.1 ¿Qué es un bono? . . . 10
6.1.2 ¿Quiénes lo emiten? . . . 10
6.1.3 ¿Qué recibe el comprador del bono? . . . 10
6.2 Estructura del bono . . . 10
6.2.1 Principal . . . 10
6.2.2 Tasa Cupón . . . 10
6.2.3 Plazo (o Tiempo al Vencimiento) . . . 11
6.2.4 Yield . . . 11
6.2.5 Precio del bono . . . 11
6.2.6 Precio del bono con pagos semestrales . . . 13
6.2.7 Fórmula tipo anualidad (para cupones constantes) . . . 13
6.2.8 Fórmula tipo anualidad (para cupones semestrales) . . . 13
6.3 Riesgos asociados a bonos . . . 13
6.4 Tipos de bonos . . . 14
6.4.1 Bono Francés (con cupones constantes) . . . 14
6.4.2 Bono Bullet . . . 14

6.4.3 Bono Cero Cupón 14
6.4.4 Bono Alemán 15

7 Portafolio **16**
7.1 Introducción 16
7.2 Medidas estadísticas básicas 17
7.3 Portafolio de dos activos 18
7.4 Frontera eficiente y portafolio de mínima varianza 19
7.5 Activo libre de riesgo y línea del mercado de capitales 20
7.6 Modelo CAPM 21
7.7 Aplicaciones y decisiones de inversión 22
7.8 Riesgos asociados a la inversión en portafolio 23
7.9 Resumen y fórmulas clave 24

8 WACC **27**

9 Modelo de Modigliani y Miller **28**
9.1 Introducción 28
9.2 Proposiciones I y II 28
9.3 Impuestos corporativos 30
9.4 Implicancias y riesgos 30
9.5 Formulario 31

1 Estados Financieros

2 Análisis Financiero

3 Matemáticas Financieras

4 Evaluación de proyectos

5 Valorización de Acciones (DDM y Múltiplos)

5.1 Introducción

5.1.1 ¿Qué es una acción?

Una acción representa una fracción del patrimonio de una empresa. Al comprar una acción, el inversionista se convierte en propietario parcial de la empresa, con derecho a recibir dividendos y participar en las decisiones corporativas (según el tipo de acción).

5.1.2 ¿Quiénes las emiten?

- **Empresas privadas:** Para financiar proyectos, expandirse o aumentar liquidez.
- A diferencia de los bonos, emitir acciones implica ceder parte de la propiedad de la empresa.

5.1.3 ¿Qué recibe el accionista?

- **Dividendos periódicos**: Pagos realizados con **cargos a las utilidades de la empresa.**
- **Ganancia de capital**: Si el precio de la acción aumenta con el tiempo.
- **Derechos políticos**: Voto en juntas de accionistas (acciones ordinarias).

5.2 Modelo de Dividendos Descontados (DDM)

Modelo de Descuento de Dividendos: Es un modelo financiero utilizado para estimar el valor teórico de una acción. Se basa en la premisa de que **el valor de una acción es igual al valor presente de todos los dividendos futuros que pagará la empresa.**

5.3 Estructura del Modelo de Dividendos Descontados (DDM)

5.3.1 Dividendo Esperado D_1

Es el dividendo que se espera recibir el próximo año. Puede proyectarse según políticas de reparto o tendencias históricas.

5.3.2 Tasa de crecimiento g

Es el crecimiento esperado de los **dividendos** en el largo plazo. Puede estimarse en base a:

- **ROE** y la **tasa de retención**

  $$g = ROE \cdot \text{tasa de retención}$$

5.3.3 Costo de capital propio r

Es la tasa de retorno mínima exigida por los inversionistas. Depende del riesgo de la acción y se puede estimar con CAPM:

$$r = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

- $\boldsymbol{r}$: Costo de capital propio o rendimiento exigido por el accionista. Es la tasa mínima que espera obtener un inversionista por asumir el riesgo de invertir en una acción.
- $\boldsymbol{r_f}$: Tasa libre de riesgo. Representa el rendimiento de una inversión sin riesgo, como un bono del gobierno de alta calidad (ej. bonos del Tesoro de EE.UU.).
- $\boldsymbol{\beta}$: Beta de la acción. Mide la sensibilidad del retorno de la acción frente a los movimientos del mercado. Un $\boldsymbol{\beta = 1{,}5}$ indica que la acción es un 50% más volátil que el mercado.

- $\boldsymbol{r_m}$: Retorno esperado del mercado. Es la tasa promedio que se espera obtener al invertir en un portafolio diversificado del mercado (como el S&P 500).
- $\boldsymbol{PRM = ERP = r_m - r_f}$: Prima por riesgo de mercado. Representa el exceso de retorno que los inversionistas exigen por invertir en activos riesgosos por sobre un activo libre de riesgo.

5.4 Fórmulas del Modelo de Dividendos Descontados (DDM)

5.4.1 Sin crecimiento (Dividendo Constante

$$P_0 = \frac{D}{r}$$

5.4.2 Con crecimiento perpetuo (Gordon-Shapiro)

$$P_0 = \frac{D_1}{r-g}, \text{con r > g}$$

con

$$D_1 = D_0(1+g)$$

> Donde D_1 es el dividendo del próximo año, r el rendimiento exigido, y g la tasa de crecimiento perpetua.

5.4.3 En dos etapas

$$P = D \times \frac{1-\left(\frac{1+g}{1+k}\right)^t}{k_e - g} + \frac{D_{t+1}}{(k-g^*) \times (1+k)^t}$$

5.5 Riesgos asociados a invertir en acciones

- **Volatilidad del mercado:** El precio puede fluctuar significativamente
- **Riesgo empresarial:** Resultados negativos de la empresa peuden reducir o eliminar dividendos
- **Riesgo sistemático:** Afecta a todo el mercado y no se puede diversificar.

5.6 Múltiplos de Valorización

Los múltiplos son indicadores financieros que permiten comparar el valor de mercado de una acción con una métrica contable relevante de la empresa. Se utilizan comúnmente en análisis de valorización relativa para comparar empresas dentro de una misma industria.

5.6.1 Precio / Utilidad (PER)

$$\text{PER} = \frac{P_0}{\text{Utilidad por acción (EPS)}}$$

- P_0: Precio actual de la acción.
- EPS: Utilidad neta anual dividida por el número de acciones en circulación.

Este indicador muestra cuántas veces la utilidad anual está contenida en el precio de la acción. En otras palabras, cuántos años tomaría recuperar lo invertido si las utilidades se mantuvieran constantes y se distribuyeran completamente.

Interpretación:

- Un **PER alto** puede indicar que el mercado espera alto crecimiento futuro.
- Un **PER bajo** puede sugerir que la acción está subvalorada o que hay riesgos relevantes.

5.6.2 Precio / Valor Libro (P/B)

$$\text{P/B} = \frac{\text{Precio de la acción}}{\text{Valor libro por acción}}$$

- **Valor libro por acción:** Patrimonio total / Número de acciones.

Este múltiplo compara el valor de mercado de una empresa con su valor contable. Es especialmente útil para industrias intensivas en activos físicos, como bancos, aseguradoras o utilities.

Interpretación:

- Si $\mathbf{P/B > 1}$, la acción vale más en el mercado que su valor contable. Puede reflejar expectativas de rentabilidad futura.
- Si $\mathbf{P/B < 1}$, el mercado valora la empresa por debajo de su patrimonio contable. Puede indicar subvaloración o problemas financieros.

5.6.3 Precio / Ventas (P/S)

$$\text{P/S} = \frac{\text{Precio de la acción}}{\text{Ventas por acción}}$$

- **Ventas por acción:** Ventas totales / Número de acciones.

Este múltiplo mide cuánto está dispuesto a pagar el mercado por cada peso de venta que realiza la empresa. Es útil para comparar empresas que aún no generan utilidades, como startups o tecnológicas en etapas tempranas.

Interpretación:

- Un **P/S bajo** puede sugerir que la acción está subvalorada o que la empresa tiene márgenes bajos.
- Un **P/S alto** puede reflejar expectativas de crecimiento de ventas o mejora de márgenes en el futuro.

6 Renta Fija: Bonos

6.1 Introducción

6.1.1 ¿Qué es un bono?

Un bono es un instrumento financiero que representa un préstamo que tú (como inversionista) le haces a una empresa, banco o gobierno. A cambio, ese emisor se compromete a devolverte el dinero en una fecha futura y a pagarte intereses por esto.

6.1.2 ¿Quiénes lo emiten?

- **Gobiernos**: Bonos soberanos
- **Empresas**: Bonos corporativos
- **Instituciones financieras**

Hay múltiples razones por las que una institución decide emitir bonos: se recurre a esta herramienta para financiar proyectos sin ceder propiedad (a diferencia de emitir acciones), para cubrir déficits o refinanciar deudas anteriores, o simplemente porque en muchos casos resulta más barato que solicitar un préstamo.

6.1.3 ¿Qué recibe el comprador del bono?

El comprador (inversionista) recibe:

- Pagos periódicos de interés, llamados **cupones** (pueden ser anuales, semestrales, etc.).
- La devolución del capital (principal) cuando vence el bono.

6.2 Estructura del bono

6.2.1 Principal

Es el monto que el **emisor promete devolver al vencimiento del bono** y representa el capital principal del préstamo.

- Es **fijo**, no cambia con las condiciones del mercado.
- Los **cupones** se calculan sobre este valor.
- No tiene porqué coincidir con el precio de mercado.

6.2.2 Tasa Cupón

Es la **tasa de interés contractual** que define cuánto pagará el bono en concepto de intereses **cada período**, **sobre el principal.**

$$\text{Pago de cupón} = \text{Principal} \times \text{Tasa cupón}$$

Las tasas cupón suelen abonarse según dos modalidades:

- **Tasa fija:** Se calcula sobre el Principal del bono.
- **Tasa flotante:** Se especifica una tasa de referencia y en cada período se devengan los intereses conforme con el valor que tiene dicha tasa al comienzo del periodo.

Con la **tasa fija**, el inversor obtiene un flujo de caja previsible y se beneficia o perjudica según las tasas de interés bajen o suban. En el primer caso (bajan las tasas), seguramente el emisor querrá emitir nueva deuda a una tasa más baja y en el segundo (suben las tasas) se felicitará por economizar intereses. En cuanto a la **tasa flotante**, los flujos de efectivo aparecen indexados a tasas más realistas.
Se expresa **anualmente**, pero puede pagarse en cuotas **semestrales o trimestrales**.

Ejemplo: Si un bono de $1.000 tiene una tasa cupón de 6% anual con pagos semestrales, pagará $30 cada seis meses.

6.2.3 Plazo (o Tiempo al Vencimiento)

Es el tiempo restante hasta que el **emisor** devuelva el **principal** al tenedor del bono. Ese momento es el vencimiento del bono.

- Puede ser de corto (< 1 año), mediano (1–5 años) o largo plazo (> 5 años).
- Mientras más largo el plazo, mayor sensibilidad al riesgo de movimientos en la tasa de descuento.
- Los bonos perpetuos no tienen vencimiento, aunque son poco comunes.)

6.2.4 Yield

Yield significa literalmente rendimiento. Es un término que puede referirse a distintos tipos de rentabilidad que entrega un **bono** o cualquier **instrumento financiero**. Hay varios tipos de yield, como:

- **Current Yield**: Muestra el rendimiento que recibes hoy por el bono, considerando solo el cupón y no si recuperarás más o menos que el principal.

  $$\text{Current Yield} = \frac{\text{Cupón Anual}}{\text{Precio del Bono}}$$

  No considera el rendimiento por ganancia o pérdida de capital al vencimiento.

- **Yield to Maturity (YTM)**: Es una forma **específica** de Yield. Es el **rendimiento total esperado** si mantienes el bono hasta el vencimiento. Es la TIR de un bono. Representa la tasa de interés que iguala el precio actual del bono con el valor presente de todos sus flujos futuros (cupones y principal). Permite comparar **bonos distintos** (con diferentes precios, cupones y plazos) con una **misma medida.** Ayuda a decidir **si un bono vale la pena o no** según lo que tú exiges como retorno.

6.2.5 Precio del bono

Es el **valor de mercado** al que se compra o vende el bono hoy.

$$\text{Precio del bono} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\text{Cupón}}{(1 + yield)^t} + \frac{\text{Principal}}{(1 + yield)^T}$$

donde r es la **tasa de interés exigida por el mercado** (YTM).

- Si el cupón $<$ tasa de mercado, el bono se vende con descuento.
- Si el cupón $>$ tasa de mercado, el bono se vende con prima.
- Si el cupón $=$ tasa de mercado, el precio del bono igual al Principal. profundiza en esto

Caso 1: Tasa cupón $<$ Tasa de mercado
El bono se vende con descuento. Paga menos interés que lo que podrías obtener en el mercado y, para compensar, se ofrece más barato.

Ejemplo:
- Cupón: 3% ($30 anuales)
- YTM: 5%

$$P = \sum_{t=1}^{T} \frac{30}{(1+0{,}05)^t} + \frac{1.000}{(1+0{,}05)^T} \approx \$850$$

Pagas menos, recibes pocos intereses, pero ganas capital al final. El retorno total iguala el 5%.

Caso 2: Tasa cupón $>$ Tasa de mercado
El bono se vende con prima. Paga más interés que el que exige el mercado. Como es un bono más atractivo, su precio sube.

Ejemplo:

- Cupón: 7% ($70 anuales)
- YTM: 5%

$$P = \sum_{t=1}^{T} \frac{70}{(1+0{,}05)^t} + \frac{1.000}{(1+0{,}05)^T} \approx \$1.150$$

Pagas más, pero terminas recuperando menos (solo $1.000). El rendimiento efectivo baja al 5%.

Caso 3: Tasa cupón $=$ Tasa de mercado
El bono se vende a la par. Paga exactamente el interés que el mercado exige, por lo tanto, su precio coincide con el valor del principal.

Ejemplo:

- Cupón: 5% ($50 anuales)
- YTM: 5%

$$P = \sum_{t=1}^{T} \frac{50}{(1+0{,}05)^t} + \frac{1.000}{(1+0{,}05)^T} \approx \$1.000$$

El inversionista gana exactamente lo que exige el mercado. **El precio no necesita ajustarse.**

6.2.6 Precio del bono con pagos semestrales

Cuando el bono paga cupones más de una vez al año (por ejemplo, **2 veces al año**), se deben ajustar:

- El cupón se divide por el número de pagos por año m
- La YTM también se divide por m
- El número total de períodos es $T \cdot m$

$$P = \sum_{t=1}^{T\cdot m} \frac{Cupón/m}{(1+\text{yield}/m)^t} + \frac{Principal}{(1+\text{yield}/m)^{T\cdot m}}$$

6.2.7 Fórmula tipo anualidad (para cupones constantes)

Útil cuando los cupones son iguales en cada período y se quiere simplificar el cálculo:

$$P = \text{Cupón} \cdot \left(\frac{1-(1+\text{yield})^{-T}}{\text{yield}} \right) + \frac{Principal}{(1+\text{yield})^T}$$

6.2.8 Fórmula tipo anualidad (para cupones semestrales)

$$P = \frac{\text{Cupón}}{2} \cdot \left(\frac{1-(1+\text{yield}/2)^{-2T}}{\text{yield}/2} \right) + \frac{Principal}{(1+\text{yield}/2)^{2T}}$$

El precio de un bono se determina por **oferta** y **demanda**, según lo atractivo del bono frente al mercado, y se ajusta para que los rendimientos totales igualen la tasa exigida por el mercado (yield). Se asumen pagos constantes y periódicos; el resultado es más exacto cuando se descuentan pagos múltiples por año.

En resumen, el precio de un bono se calcula como la suma del valor presente de los cupones + valor presente del principal.

6.3 Riesgos asociados a bonos

A pesar de que los bonos son títulos que prometen un rendimiento a los inversores, existen ciertos riesgos asociados a la inversión en bonos. El riesgo más conocido es el **riesgo tasa de interés**:

- **Riesgo tasa de interés:** Cuando las tasas aumentan, el precio de los bonos disminuyen.
- **Riesgo de reinversión:** Los bonos producen un flujo de efectivo que es reinvertido por sus inversores, en especial **inversores institucionales**, que buscan acumular un capital con fines específicos. Cuando las **tasas de interés disminuyen**, los inversores ganan una tasa menor sobre los flujos reinvertidos.
- **Riesgo de inflación:** Si una obligación (bono) es emitido por una firma situada en un país con inflación aguda, el efecto es mayor. La obligación será menos apreciada por los inversores, que **exigirán rendimientos mayores**, lo que se traduce en menos precio para este tipo de obligaciones (bonos).
- **Riesgo de devaluación:** Los bonos emitidos por empresas o gobiernos de países que han devaluado sus monedas también tienen riesgo de devaluación. Los inversores demandan rendimientos más altos para invertir en este tipo de obligaciones.
- **Riesgo de default:** Existe cuando hay posibilidades de que la entidad emisora no pague los cupones de interés o el capital al vencimiento. Este tipo de riesgo es evaluado por agencias calificadoras como *Fitch Ratings*, *Moody's* y *S&P Global*, que realizan análisis financieros para asignar una calificación crediticia que refleja la calidad del bono.
- **Riesgo de liquidez:** Riesgo que tienen títulos que no tienen un gran mercado y que pueden resultar difíciles de vender cuando se es necesario.

6.4 Tipos de bonos

6.4.1 Bono Francés (con cupones constantes)

Es el **modelo base.** Los cupones son iguales en cada período y el principal se devuelve íntegro al final del plazo.
Fórmula:

$$\text{P} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\text{Cupón}}{(1+yield)^t} + \frac{\text{Principal}}{(1+yield)^T}$$

Implicancias:

- El inversionista recibe flujos predecibles y periódicos de intereses.
- No hay devolución de capital en el camino, solo al final.
- Similar a un Depósito a Plazo largo con pagos intermedios.

6.4.2 Bono Bullet

Paga intereses durante la vida del bono, conocido como **cupones**, y devuelve el principal **íntegramente al vencimiento.** A diferencia del Bono Francés, el Bono Bullet **no devuelve nada del capital hasta el último pago.**
Fórmula:

$$\text{P} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\text{Cupón}}{(1+yield)^t} + \frac{\text{Principal}}{(1+yield)^T}$$

Implicancias:

- El emisor no debe devolver nada de capital antes del vencimiento.
- Ideal para financiar proyectos de largo plazo, donde los retornos del proyecto ocurren más adelante.

6.4.3 Bono Cero Cupón

No realiza pagos periódicos de intereses. A diferencia del Bono Francés y el Bono Bullet, el inversionista **no recibe ningún flujo de caja (pagos) durante el período de vigencia del bono.**
El emisor paga una única suma al vencimiento, que corresponde al principal.
Dado que no hay pagos intermedios, el bono se **vende con un descuento importante respecto a su principal**. Esa diferencia constituye el rendimiento del inversionista.
Fórmula:

$$P = \frac{Principal}{(1+yield)^T}$$

Implicancias:

- Reflejan de forma directa el efecto del **valor presente**. Todo el rendimiento proviene del descuento inicial.
- Útil para inversionistas que no necesitan pagos intermedios y buscan una inversión con rendimiento definido a un plazo fijo.

6.4.4 Bono Alemán

Devuelve el capital en **cuotas periódicas** a lo largo del plazo del bono, en lugar de hacerlo todo al vencimiento. Cada pago incluye una parte del capital (amortización) + los intereses calculados sobre el saldo de deuda pendiente. Como consecuencia, los intereses pagados **van disminuyendo con el tiempo**, dado que se calculan sobre un capital cada vez menor. La porción fija de amortización se mantiene constante, pero los intereses bajan en cada período.

$$P = \sum_{t=1}^{T} \frac{A_t + I_t}{(1 + yield)^t}$$

- A_t: amortización del capital en el período t
- I_t: interés del período t sobre el saldo pendiente
- $yield$: tasa exigida por el mercado
- T: número total de períodos

Implicancias:

- Reduce el riesgo para el inversionista, ya que va recuperando capital desde el inicio.
- Reduce el valor presente del bono, ya que los flujos se concentran en los primeros periodos.
- Para el emisor, implica un mayor esfuerzo de caja inicial, pues los primeros pagos suelen ser más altos.

Nota práctica:
La amortización es constante en cada período:

$$A_t = \frac{\text{Principal}}{T}$$

Los intereses decrecen con el tiempo porque se calculan sobre el saldo pendiente de la deuda.

7 Portafolio

7.1 Introducción

¿Qué es un portafolio?

Un **portafolio** (o cartera de inversión) es un conjunto de activos financieros que posee un inversionista, ya sea una persona, fondo o institución. La idea central es no poner "todos los huevos en la misma canasta": se combinan distintos instrumentos para manejar el riesgo y buscar un mejor rendimiento.

¿Qué activos lo componen?

Un portafolio puede incluir diversos tipos de activos, tales como:

- **Acciones:** Instrumentos de **renta variable** que representan propiedad en una empresa.
- **Bonos:** Instrumentos de **renta fija** que representan préstamos hechos a empresas o gobiernos.
- **Fondos mutuos y ETFs:** Vehículos diversificados que agrupan distintos activos.
- **Derivados:** Contratos financieros cuyo valor depende de un activo subyacente (opciones, futuros).
- **Activos alternativos:** Criptomonedas, bienes raíces, materias primas, etc.

La elección de estos instrumentos depende del perfil del inversionista, sus objetivos financieros, horizonte temporal y tolerancia al riesgo.

¿Para qué sirve diversificar?

El objetivo de diversificar es reducir el riesgo total del portafolio sin necesariamente sacrificar retorno. Esto se logra combinando activos que:

- No se muevan exactamente igual ante los mismos eventos.
- Respondan de forma diferente a cambios en el mercado.
- Tengan correlaciones bajas o negativas entre sí.

Ejemplo: Si un portafolio incluye tanto acciones de una aerolínea como bonos del gobierno, una crisis que afecte negativamente a la aerolínea podría no impactar (o incluso beneficiar) a los bonos, suavizando la caída del portafolio completo.

Relación riesgo-retorno en finanzas

En inversiones, el riesgo y el retorno están ligados: **a mayor retorno esperado, mayor suele ser el riesgo.**

Esta relación se expresa gráficamente mediante curvas que representan la frontera eficiente, donde:

- El eje horizontal representa el **riesgo** (usualmente medido como desviación estándar).
- El eje vertical representa el **retorno esperado**.

Un portafolio eficiente ofrece el **máximo retorno posible para un nivel dado de riesgo**, o el **mínimo riesgo posible para un nivel dado de retorno**.
Esta lógica da pie al uso de modelos como el CAPM y herramientas como la frontera eficiente y la CML (Capital Market Line).

7.2 Medidas estadísticas básicas

Retorno esperado

El **retorno esperado** de un activo financiero es la ganancia promedio que se espera obtener de una inversión durante un período determinado. Se representa como una media ponderada de los posibles retornos, considerando su probabilidad de ocurrencia.

$$E(R) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot R_i$$

- p_i: probabilidad de ocurrencia del escenario i
- R_i: retorno en el escenario i

En el caso de datos históricos, el retorno esperado se aproxima como el **promedio aritmético** de los retornos observados:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} R_i$$

Es una medida fundamental para evaluar la rentabilidad potencial de un activo o portafolio.

Varianza y desviación estándar

La **varianza** mide la dispersión de los retornos respecto a su valor esperado. Es decir, cuánto varían los retornos posibles en torno a la media.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot (R_i - E(R))^2$$

Cuando se trabaja con datos históricos:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (R_i - \bar{R})^2$$

La **desviación estándar** es la raíz cuadrada de la varianza y se interpreta como el **riesgo total** del activo. Se expresa en las mismas unidades que el retorno, lo que facilita la comparación:

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

A mayor desviación estándar, mayor incertidumbre en los retornos.

Covarianza y correlación

La **covarianza** mide cómo se mueven dos activos respecto a sus medias. Es positiva si tienden a moverse en la misma dirección y negativa si tienden a moverse en direcciones opuestas.

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

La **correlación** estandariza la covarianza y varía entre -1 y 1:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Interpretación:

- $\rho = 1$: movimientos perfectamente positivos.
- $\rho = 0$: no hay relación lineal.
- $\rho = -1$: movimientos perfectamente opuestos.

En un portafolio, la correlación es clave para medir los beneficios de la diversificación: dos activos con baja o negativa correlación ayudan a reducir el riesgo total.

7.3 Portafolio de dos activos

Retorno esperado del portafolio

El retorno esperado de un portafolio compuesto por dos activos A y B, con ponderaciones w_A y w_B, se calcula como la media ponderada de los retornos esperados individuales:

$$\mu_p = w_A \cdot \mu_A + w_B \cdot \mu_B$$

Donde:

- μ_p: retorno esperado del portafolio
- μ_A, μ_B: retorno esperado de los activos A y B
- w_A, w_B: proporción del capital invertido en cada activo, con $w_A + w_B = 1$

Esta fórmula refleja la contribución proporcional de cada activo al rendimiento total del portafolio.

Varianza del portafolio

El riesgo total del portafolio se mide a través de su **varianza**, la cual depende no solo del riesgo individual de cada activo, sino también de cómo se relacionan entre sí (covarianza):

$$\sigma_p^2 = w_A^2 \cdot \sigma_A^2 + w_B^2 \cdot \sigma_B^2 + 2 \cdot w_A \cdot w_B \cdot \text{Cov}(A, B)$$

Alternativamente, utilizando la **correlación** $\rho_{A,B}$:

$$\sigma_p^2 = w_A^2 \cdot \sigma_A^2 + w_B^2 \cdot \sigma_B^2 + 2 \cdot w_A \cdot w_B \cdot \rho_{A,B} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B$$

Donde:

- σ_A, σ_B: desviación estándar de los activos A y B
- $\text{Cov}(A, B)$: covarianza entre los retornos
- $\rho_{A,B}$: coeficiente de correlación

La varianza del portafolio puede ser menor que la media ponderada de las varianzas individuales, gracias al efecto de la diversificación.

Diversificación y su impacto en el riesgo

La diversificación consiste en combinar activos que no se mueven exactamente igual ante los mismos eventos de mercado. Esto permite que las pérdidas en uno puedan ser compensadas por ganancias en otro, reduciendo así el **riesgo total** del portafolio.

- Si $\rho_{A,B} = 1$: no hay diversificación posible, el riesgo del portafolio es máximo.
- Si $\rho_{A,B} < 1$: existe diversificación, el riesgo disminuye.
- Si $\rho_{A,B} = -1$: diversificación perfecta, es posible eliminar totalmente el riesgo.

El gran beneficio de diversificar no es aumentar el retorno esperado, sino **reducir la volatilidad** sin sacrificar rendimiento.
Ejemplo visual: La curva que se forma al graficar diferentes combinaciones de dos activos (con diferente correlación) se conoce como *conjunto de oportunidad*. Mientras más cóncava hacia el eje del riesgo, mayor el efecto diversificador.

7.4 Frontera eficiente y portafolio de mínima varianza

Combinaciones posibles de portafolios

Cuando se combinan dos o más activos, cada combinación genera un nuevo portafolio con un retorno esperado y un nivel de riesgo específico. Si graficamos todas las combinaciones posibles entre dos activos en un plano **riesgo-retorno**, obtenemos una curva que representa el **conjunto de oportunidad**.
Este conjunto muestra todos los portafolios alcanzables a partir de las combinaciones de los activos disponibles.

- Cuando los activos están perfectamente correlacionados ($\rho = 1$), la curva es una línea recta.
- Cuando no están perfectamente correlacionados ($\rho < 1$), la curva se vuelve cóncava.
- A menor correlación, mayor potencial de diversificación (más "doblada" la curva hacia abajo).

Portafolio de mínima varianza (GMVP)

Dentro del conjunto de combinaciones posibles, existe un portafolio con el **menor riesgo posible**: se le llama **Global Minimum Variance Portfolio (GMVP)**.
Este portafolio cumple con:

$$\frac{d\sigma_p^2}{dw} = 0$$

Es decir, es el punto donde la pendiente de la curva de riesgo-retorno es nula (mínimo global de varianza).
Las proporciones que lo conforman dependen de las varianzas y covarianza de los activos:

$$w_A^{GMVP} = \frac{\sigma_B^2 - \mathrm{Cov}(A,B)}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2 \cdot \mathrm{Cov}(A,B)} \quad , \quad w_B^{GMVP} = 1 - w_A^{GMVP}$$

Este portafolio representa la opción más segura (en términos de volatilidad) entre todas las posibles combinaciones.

Frontera eficiente

La **frontera eficiente** es el conjunto de todos los portafolios que ofrecen el **máximo retorno posible para un nivel dado de riesgo**, o el **menor riesgo posible para un nivel dado de retorno**.
Gráficamente, corresponde al **tramo superior del conjunto de oportunidad**, a la derecha del GMVP.
Cualquier portafolio fuera de la frontera eficiente es considerado:

- **Dominado** si existe otro con igual riesgo y mayor retorno.
- **Ineficiente** si ofrece menos retorno para el mismo nivel de riesgo.

Elegir un portafolio dentro de la frontera eficiente depende de la tolerancia al riesgo del inversionista. Los más conservadores escogerán puntos cercanos al GMVP, mientras que los más arriesgados optarán por puntos con mayor riesgo y retorno.

7.5 Activo libre de riesgo y línea del mercado de capitales

Combinación con activo libre de riesgo

El **activo libre de riesgo** es un instrumento que ofrece un retorno conocido y constante, sin incertidumbre. En teoría, se asume que no tiene varianza ni correlación con otros activos.
Al combinar un activo libre de riesgo con un portafolio de activos riesgosos, se obtiene una línea recta en el espacio riesgo-retorno. Esta línea representa todas las combinaciones posibles entre ambos.

$$E(R_c) = w_r \cdot R_f + (1 - w_r) \cdot E(R_p)$$

Donde:

- $E(R_c)$: retorno esperado de la combinación
- R_f: tasa del activo libre de riesgo
- $E(R_p)$: retorno del portafolio riesgoso
- w_r: proporción invertida en el activo libre de riesgo (puede ser negativa si hay apalancamiento)

Esta combinación permite al inversionista ajustar su exposición al riesgo sin necesidad de modificar el portafolio riesgoso subyacente.

Ratio de Sharpe

El **Sharpe ratio** mide la rentabilidad ajustada por riesgo. Evalúa cuánto retorno adicional se obtiene por cada unidad de riesgo asumido respecto al activo libre de riesgo.

$$S = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}$$

Donde:

- $E(R_p)$: retorno esperado del portafolio
- R_f: tasa libre de riesgo
- σ_p: desviación estándar del portafolio

Cuanto mayor es el Sharpe ratio, más eficiente es el portafolio. El portafolio con el mayor Sharpe es el llamado **portafolio de tangencia**, ya que es el punto donde la línea del mercado de capitales es tangente a la frontera eficiente.

Capital Market Line (CML)

La **Capital Market Line** representa todas las combinaciones posibles entre el activo libre de riesgo y el portafolio de tangencia (el más eficiente). Tiene la forma:

$$E(R_c) = R_f + \left(\frac{E(R_T) - R_f}{\sigma_T} \right) \cdot \sigma_c$$

Donde:

- $E(R_T)$: retorno del portafolio de tangencia
- σ_T: riesgo del portafolio de tangencia
- σ_c: riesgo del portafolio combinado

Todos los portafolios que se ubican sobre la CML son eficientes. Aquellos por debajo son ineficientes porque entregan menor retorno por unidad de riesgo.
La CML permite a los inversionistas construir portafolios ajustados a su nivel de aversión al riesgo mediante distintas combinaciones del portafolio de tangencia y el activo libre de riesgo.

7.6 Modelo CAPM

Supuestos del CAPM

El **Capital Asset Pricing Model (CAPM)** es un modelo de equilibrio que busca explicar cómo se determina el retorno esperado de un activo financiero en función de su riesgo sistemático.
Se basa en los siguientes supuestos:

- Los inversionistas son racionales, aversos al riesgo y maximizan utilidad esperada.
- Todos tienen las mismas expectativas sobre retornos, riesgos y correlaciones.
- Existe un activo libre de riesgo disponible para pedir prestado o invertir.
- Todos los activos son perfectamente divisibles y líquidos.
- No hay impuestos ni costos de transacción.
- El horizonte de inversión es único y de un solo período.

Bajo estas condiciones, todos los inversionistas eligen combinar el activo libre de riesgo con el mismo portafolio óptimo del mercado.

Ecuación del CAPM

El CAPM establece que el retorno esperado de un activo depende de:

- La tasa libre de riesgo R_f
- La prima por riesgo del mercado $R_m - R_f$
- El nivel de riesgo sistemático del activo, medido por su β

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot (R_m - R_f)$$

Donde:

- $E(R_i)$: retorno esperado del activo i
- R_f: tasa libre de riesgo
- R_m: retorno esperado del mercado
- β_i: sensibilidad del activo i frente a los movimientos del mercado

Interpretación del beta

El β mide el **riesgo sistemático**, es decir, la sensibilidad del activo frente a las variaciones del mercado. Se define como:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\text{Var}(R_m)}$$

Interpretación de β:

- $\beta = 1$: el activo se mueve igual que el mercado.
- $\beta > 1$: el activo es más volátil que el mercado (mayor riesgo sistemático).
- $\beta < 1$: el activo es menos volátil que el mercado.
- $\beta < 0$: se mueve en sentido contrario al mercado.

Solo el riesgo sistemático es recompensado con retorno adicional, ya que el riesgo diversificable puede eliminarse con un portafolio bien construido.

Security Market Line (SML)

La **línea del mercado de valores** (SML) es la representación gráfica del CAPM. Muestra la relación lineal entre el retorno esperado de un activo y su beta.
La pendiente de la SML es igual a la **prima por riesgo del mercado** $R_m - R_f$, y su ecuación es:

$$E(R) = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

Todos los activos correctamente valorados deben ubicarse **sobre la SML**. Si un activo está por encima o por debajo, puede interpretarse como subvalorado o sobrevalorado, respectivamente.

Activos sobrevalorados y subvalorados

Comparar el retorno esperado de un activo con el retorno que predice el CAPM permite evaluar si está correctamente valorado:

- **Subvalorado:**
  - El retorno esperado es mayor al que predice el CAPM.
  - El activo se encuentra por encima de la SML.
  - Representa una oportunidad de inversión (exceso de retorno).
- **Sobrevalorado:**
  - El retorno esperado es menor al que predice el CAPM.
  - El activo se ubica por debajo de la SML.
  - Es un mal negocio: no compensa su riesgo con retorno.

Este análisis es clave para tomar decisiones de compra o venta en el mercado financiero.

7.7 Aplicaciones y decisiones de inversión

Construcción de portafolios con beta objetivo

Un inversionista puede construir un portafolio con un **beta específico** para alinearse con su tolerancia al riesgo. Dado que el beta del portafolio es la combinación ponderada de los betas de los activos que lo componen:

$$\beta_p = w_A \cdot \beta_A + w_B \cdot \beta_B + \dots$$

El objetivo puede ser:

- Replicar el riesgo del mercado: $\beta_p = 1$
- Ser más defensivo: $\beta_p < 1$
- Ser más agresivo: $\beta_p > 1$

Este enfoque es útil para fondos que buscan una exposición controlada al riesgo sistemático del mercado, como los *hedge funds*, fondos balanceados o estrategias de cobertura.

Uso del CAPM para evaluar activos

El CAPM permite determinar si un activo financiero ofrece una **rentabilidad adecuada al nivel de riesgo que asume**:

- Calcular el retorno requerido usando el CAPM.
- Comparar ese retorno con el retorno esperado por el analista o el mercado.
- Tomar decisiones:
  - Si $E(R_i) > R_{CAPM}$: el activo está **subvalorado** → se recomienda **comprar**.
  - Si $E(R_i) < R_{CAPM}$: el activo está **sobrevalorado** → se recomienda **vender**.

Esta herramienta también es clave para justificar decisiones de inversión en informes financieros, gestionar carteras activas y evaluar fondos mutuos o acciones individuales.

Comparación entre portafolios eficientes

Una vez identificada la frontera eficiente y la línea del mercado de capitales (CML), los inversionistas comparan diferentes portafolios en base a:

- **Retorno esperado:** ¿Qué portafolio ofrece mayores ganancias proyectadas?
- **Riesgo (desviación estándar):** ¿Cuál implica menor volatilidad?
- **Ratio de Sharpe:** ¿Cuál tiene mejor relación retorno/riesgo?

En general:

- El portafolio con mayor Sharpe es el más eficiente.
- Los portafolios fuera de la CML son ineficientes.
- El inversionista elige según su **aversión al riesgo**: más conservador (cerca del activo libre de riesgo), más agresivo (apalancando sobre el portafolio de tangencia).

Esta comparación permite ajustar portafolios ante cambios en el mercado, preferencias personales o condiciones económicas.

7.8 Riesgos asociados a la inversión en portafolio

Riesgo sistemático y no sistemático

Todo portafolio está expuesto a dos grandes tipos de riesgo:

- **Riesgo sistemático (no diversificable):** Afecta a todos los activos del mercado en mayor o menor medida. Está asociado a factores macroeconómicos como tasas de interés, inflación, guerras, crisis globales, políticas monetarias, etc. No puede eliminarse mediante diversificación.

  Se mide con el β.

- **Riesgo no sistemático (diversificable):** Es específico de una empresa o sector. Incluye riesgos como decisiones gerenciales, quiebras, fraudes, cambios regulatorios o innovaciones tecnológicas. Este riesgo sí puede reducirse (incluso casi eliminarse) al construir un portafolio suficientemente diversificado.

A medida que se añaden más activos distintos al portafolio, el riesgo total disminuye —pero solo hasta cierto punto, ya que el riesgo sistemático permanece.

Efectos de la aversión al riesgo

La **aversión al riesgo** es la preferencia de los inversionistas por opciones con menor incertidumbre, a igualdad de retorno. Se representa con un coeficiente A que afecta la selección del portafolio óptimo.

- Un inversionista más **conservador** (mayor A) elegirá combinaciones con menor volatilidad.
- Un inversionista más **arriesgado** (menor A) estará dispuesto a soportar más riesgo por mayor retorno.

Esto impacta directamente en:

- La proporción invertida en el activo libre de riesgo.
- La posición en el portafolio de tangencia.
- El punto elegido sobre la Capital Market Line (CML).

En términos de utilidad esperada, el inversionista elige el portafolio que maximiza:

$$U = E(R) - \frac{1}{2}A \cdot \sigma^2$$

Errores comunes en diversificación

Aunque la diversificación es una estrategia poderosa para reducir el riesgo, su mala implementación puede llevar a resultados ineficientes. Algunos errores frecuentes son:

- **Falsa diversificación:** Invertir en activos que aparentan ser distintos, pero están fuertemente correlacionados (por ejemplo, acciones del mismo sector o país).
- **Sobrediversificación:** Incluir demasiados activos sin un análisis claro. Puede diluir retornos y aumentar costos sin mejorar el perfil riesgo-retorno.
- **No considerar correlaciones:** Elegir activos solo por retorno sin analizar cómo se relacionan entre sí. La clave de la diversificación efectiva está en las **correlaciones bajas o negativas**.
- **Ignorar el rebalanceo:** Con el tiempo, las ponderaciones del portafolio cambian por variaciones de precios. No ajustar estas proporciones puede llevar a desviarse del perfil de riesgo original.
- **Sesgo doméstico:** Invertir solo en el país de origen por familiaridad, lo que limita las posibilidades de diversificación global.

Una diversificación bien ejecutada busca construir un portafolio eficiente, maximizando el retorno ajustado por riesgo.

7.9 Resumen y fórmulas clave

Resumen conceptual

A lo largo de esta unidad estudiamos cómo construir y analizar portafolios de inversión. Los conceptos clave incluyen:

- El **retorno esperado** representa la ganancia media proyectada de una inversión.
- El **riesgo total** se mide con la varianza o desviación estándar de los retornos.
- La **diversificación** permite reducir el riesgo no sistemático del portafolio.
- El **portafolio de mínima varianza** es aquel que, dadas las combinaciones posibles, tiene la menor volatilidad.

- La **frontera eficiente** representa todos los portafolios que maximizan retorno para un nivel dado de riesgo.
- El **CAPM** relaciona el retorno esperado de un activo con su riesgo sistemático (β).
- La **línea del mercado de capitales (CML)** y la **SML** ayudan a identificar portafolios y activos eficientes.

Fórmulas de retorno y riesgo

Retorno esperado (promedio):

$$E(R) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot R_i \quad \text{o} \quad \bar{R} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} R_i$$

Varianza:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot (R_i - E(R))^2 \quad \text{o} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(R_i - \bar{R})^2$$

Desviación estándar:

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

Covarianza:

$$\text{Cov}(X, Y) = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Correlación:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

Retorno esperado de un portafolio de dos activos:

$$E(R_p) = w_A \cdot E(R_A) + w_B \cdot E(R_B)$$

Varianza de un portafolio de dos activos:

$$\sigma_p^2 = w_A^2 \cdot \sigma_A^2 + w_B^2 \cdot \sigma_B^2 + 2 \cdot w_A \cdot w_B \cdot \text{Cov}(A, B)$$

Fórmulas del CAPM y del portafolio óptimo

CAPM (retorno requerido):

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot (E(R_m) - R_f)$$

Beta:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\text{Var}(R_m)}$$

Security Market Line (SML):

$$E(R) = R_f + \beta \cdot (E(R_m) - R_f)$$

Ratio de Sharpe:

$$S = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}$$

Capital Market Line (CML):

$$E(R_c) = R_f + \left(\frac{E(R_T) - R_f}{\sigma_T}\right) \cdot \sigma_c$$

Utilidad esperada con aversión al riesgo:

$$U = E(R) - \frac{1}{2}A \cdot \sigma^2$$

Peso óptimo en el portafolio riesgoso:

$$w^* = \frac{E(R_p) - R_f}{A \cdot \sigma_p^2}$$

Estas fórmulas permiten analizar, comparar y tomar decisiones financieras sobre portafolios en función de objetivos y tolerancia al riesgo.

8 WACC

9 Modelo de Modigliani y Miller

9.1 Introducción

El modelo de Modigliani y Miller es uno de los pilares fundamentales de las finanzas corporativas. Propone teorías sobre cómo la estructura de capital (la combinación de deuda y patrimonio) afecta el valor de una empresa y su costo de capital.
Este modelo fue desarrollado por Franco Modigliani y Merton Miller en 1958 y 1963, sentando las bases para entender el impacto del endeudamiento en la valorización de las empresas.

9.2 Proposiciones I y II

Preposición I sin impuestos

En un mundo sin impuestos, sin costos de quiebra, sin asimetrías de información ni fricciones, el valor total de una empresa no depende de su estructura de capital. Es decir, no importa si financia sus activos con más deuda o con más capital propio; el valor total será el mismo.

$$V_L = V_U$$

Donde:

- V_L: Valor de la empresa apalancada (con deuda)
- V_U: Valor de la empresa sin deuda (no apalancada)

Interpretación

Esto significa que la empresa no puede aumentar su valor solo cambiando cuánto financia con deuda y cuánto con capital propio. El mercado ajusta estas decisiones y no permite que la empresa genere más valor solo jugando con su estructura financiera.

Interpretación en el mundo real

En el modelo original de Modigliani y Miller, sin impuestos ni costos de quiebra, la estructura de capital no afecta el valor de la empresa: cambiar la proporción entre deuda y patrimonio no crea valor. Sin embargo, en el mundo real esto cambia debido a varios factores importantes:

- **Escudo fiscal de la deuda:** los intereses de la deuda son deducibles de impuestos, reduciendo la carga tributaria y aumentando el valor de la empresa.
- **Costos de quiebra y problemas de agencia:** un nivel alto de deuda incrementa el riesgo de quiebra y posibles conflictos entre acreedores y accionistas, lo que puede disminuir el valor.
- **Señales al mercado e información asimétrica:** las decisiones de financiamiento pueden enviar señales sobre la situación financiera o perspectivas futuras de la empresa.

En resumen, **hoy se reconoce que la estructura de capital sí influye en el valor de la empresa**, por lo que es importante buscar un nivel óptimo de endeudamiento que maximice el valor total.

Preposición II sin impuestos

Aunque el valor total de la empresa no cambia, el costo del capital propio sí se ajusta según el nivel de deuda, porque el accionista asume más riesgo al haber obligaciones prioritarias (los acreedores).

$$k_e = k_0 + (k_0 - k_d)\frac{D}{E}$$

Donde:

- k_e: Costo del capital propio (accionistas)
- k_0: Costo del capital para la empresa sin deuda
- k_d: Costo de la deuda
- $\frac{D}{E}$: Relación deuda/patrimonio

Interpretación

Según el modelo original de Modigliani y Miller, aunque el costo del capital propio (k_e) sube al aumentar la deuda, el costo promedio ponderado de capital (WACC) se mantiene igual. Es decir, el costo total de financiar la empresa no cambia solo por endeudarse más, porque el beneficio de usar deuda (más barata) se compensa con el mayor costo exigido por los accionistas.

Este es el punto clave del teorema: **la empresa no puede crear valor solo endeudándose, porque el WACC se queda constante.**

Interpretación en el mundo real

Cuando la empresa usa más deuda para financiarse, el riesgo para los accionistas aumenta. **Ahora hay que pagar primero a los acreedores** (los que prestaron dinero) y recién después, si sobra, a los accionistas. Por eso, **los accionistas exigirán un retorno mayor para compensar ese riesgo extra.**

9.3 Impuestos corporativos

Cuando se incluyen impuestos corporativos, la deuda genera un beneficio: los intereses son deducibles de impuestos, creando un **escudo fiscal**. De esta manera, el valor de una empresa apalancada se incrementa en el valor actual del ahorro fiscal.

$$V_L = V_U + tD$$

Donde:

- t: tasa de impuesto corporativo
- D: monto de deuda

Interpretación

Cuando la empresa se financia con deuda, su valor aumenta porque puede aprovechar el beneficio fiscal: los intereses que paga por la deuda se deducen de impuestos. Esto genera un "escudo fiscal" que hace que pagar impuestos salga más barato.

Además, como consecuencia, el costo promedio ponderado de capital (WACC) disminuye a medida que la empresa usa más deuda (al menos hasta cierto punto), porque la deuda es más barata que el capital propio y tiene ese beneficio tributario. Sin embargo, este efecto tiene un límite, ya que endeudarse demasiado puede aumentar el riesgo de quiebra y subir los costos.

Ejemplo:

Supongamos que una empresa necesita financiar un proyecto por $100 millones. Tiene dos alternativas:

- **Pedir un préstamo (deuda):** Un banco le presta los $100 millones a una tasa de interés del **7% anual**.
  Esto significa que cada año la empresa debe pagar $7 millones por concepto de intereses. Si quiebra o le va mal, el banco tiene prioridad para recuperar ese dinero, incluso sobre los dueños.
- **Buscar un socio (capital propio):** Un inversionista accede a poner los $100 millones, pero a cambio pide una rentabilidad esperada del **12% anual**.
  ¿Por qué pide más? Porque si a la empresa le va mal, podría no recibir nada: el accionista es el último en la fila para cobrar.

La **deuda es más barata** porque implica menos riesgo para quien entrega el dinero (el banco o prestamista), mientras que el **capital propio es más caro** porque el accionista asume un mayor riesgo: solo gana si sobra dinero después de pagar a todos los acreedores.

9.4 Implicancias y riesgos

Ventajas del endeudamiento

- Menor pago de impuestos (escudo fiscal).
- Reduce el costo total del capital.

Riesgos al usar deuda

- Aumenta el riesgo de quiebra (costos indirectos o directos de insolvencia).
- A partir de cierto nivel, el beneficio fiscal no compensa el riesgo adicional.

M&M nos da un marco para pensar cuánto endeudarse conviene. Ayuda a directores financieros, gerentes y analistas a balancear deuda y patrimonio, buscando un punto donde se minimice el costo de capital (WACC) y se maximice el valor de la empresa.

9.5 Formulario

Valor del escudo fiscal:

$$Escudo = t \cdot B$$

Valor de la empresa con deuda (Modigliani y Miller con impuestos):

$$V_L = V_U + t \cdot B$$

Flujo operativo antes de impuestos (perpetuidad):

$$V_U = \frac{Fc \cdot (1-t)}{\rho} \quad \Longrightarrow \quad Fc = \frac{V_U \cdot \rho}{(1-t)}$$

Costo del patrimonio con apalancamiento:

$$k_p = k_0 + (k_0 - k_d)(1-t)\frac{B}{P}$$

WACC con deuda e impuestos:

$$WACC = \frac{P}{V}k_p + \frac{B}{V}k_d(1-t)$$

Valor de la empresa con deuda usando el flujo:

$$V_L = \frac{Fc \cdot (1-t)}{WACC}$$

Suma contable directa:

$$V = P + B$$