



ANÁLISIS DEL MERCADO DE VALORES (3º GADE)

PARTE II: TEORÍAS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE INVERSIONES.

TEMA 5: TEORÍA DEL MERCADO DE CAPITALES

- 5.1. El modelo de mercado: riesgo sistemático y específico
- 5.2. El modelo de precios de equilibrio de los activos financieros (CAPM)
- 5.3. Modelos factoriales: Teoría de Valoración por Arbitraje (APT).
- 5.4. Medidas de *performance* de las carteras

- Método expositivo
- Resolución de problemas
- Cuestiones teóricas de consolidación de conocimientos
- Práctica de laboratorio: Modelo de mercado y medidas de performance con información real del mercado

❑ La **Teoría del Mercado de Capitales** explica cómo se determinan los precios de los títulos en los mercados financieros

❑ **Hipótesis de la Teoría del Mercado de capitales:**

- ✓ Comportamiento racional del inversor
- ✓ Todos los inversores tienen el mismo horizonte temporal
- ✓ Las expectativas de los inversores son homogéneas
- ✓ Los activos financieros son divisibles
- ✓ Los mercados son eficientes
- ✓ No existen impuestos ni costes de transacción
- ✓ El tipo de interés libre de riesgo es el mismo para todos los inversores e igual para el préstamo y el endeudamiento

- ❑ El análisis de las variaciones en los precios de los títulos revela que éstos tienden a moverse al alza o a la baja en conjunto y en el mismo sentido que el mercado
- ❑ Ello sugiere que la relación observada entre los rendimientos de los títulos se debe, en parte, a su relación con una serie de factores comunes que pueden ser representados por el rendimiento del mercado
- ❑ El **Rendimiento de un título** puede expresarse:

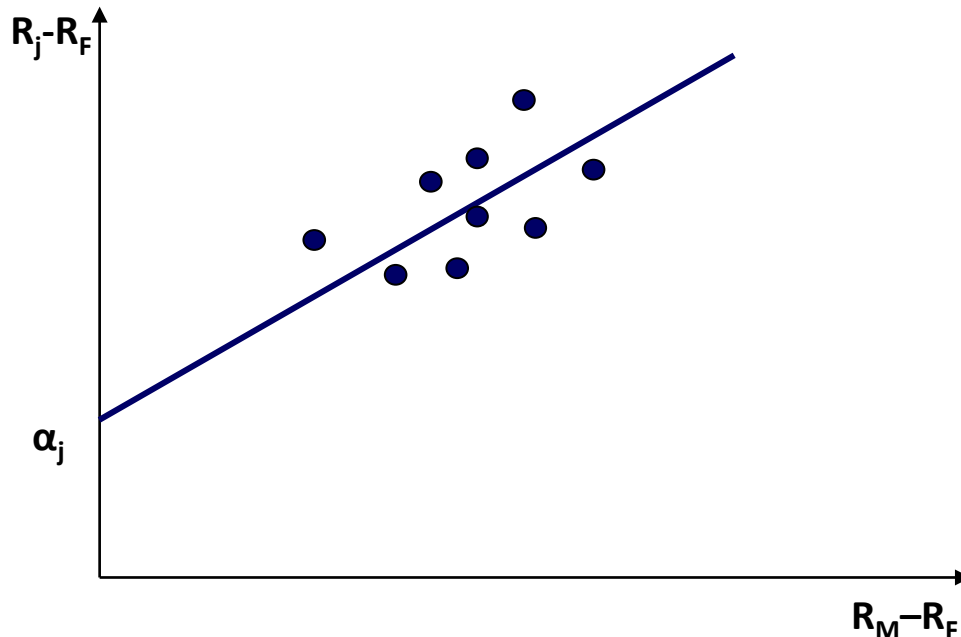
$$R_j = \alpha_j + \beta_j R_M + e_j$$

- ✓ R_j : Rendimiento de un título j
- ✓ R_M : Rentabilidad del mercado, medido en función de un índice
- ✓ β_j : mide los cambios esperados en R_j en función de los cambios en R_M . (coeficiente de volatilidad)
- ✓ α_j : constante
- ✓ e_j : error residual en la estimación

□ Si tenemos en cuenta la existencia de activos sin riesgo se obtiene lo que se conoce como “**Línea Característica**”, que expresa la relación en términos de la prima por el riesgo del título sobre la tasa libre de riesgo (R_F)

$$R_j - R_F = \alpha_j + \beta_j(R_M - R_F) + e_j$$

□ La pendiente de la recta coincide con el valor del coeficiente de volatilidad (β), que mide la sensibilidad del rendimiento de un título ante el rendimiento del mercado



Interpretación de beta (β):

- ✓ $\beta > 1$: Títulos agresivos
- ✓ $\beta = 1$: Títulos neutros
- ✓ $0 < \beta < 1$: Títulos defensivos
- ✓ $\beta < 0$: Títulos superdefensivos

□ El rendimiento de un título se comporta como una variable aleatoria:

□ **Rendimiento esperado:**

$$E(R_j) = E(\alpha_j + \beta_j R_M + e_j) = \alpha_j + \beta_j E(R_M)$$

$$E(R_j) - R_F = \alpha_j + \beta_j [E(R_M) - R_F]$$

□ **Riesgo (Varianza)**

$$\sigma_j^2 = \beta_j^2 \sigma_M^2 + \sigma_{e_j}^2$$

✓ σ_j^2 : riesgo del título (varianza de los rendimientos del título)

✓ σ_M^2 : varianza de los rendimientos del mercado

✓ $\sigma_{e_j}^2$: varianza de los errores

□ El riesgo total de un título (σ_j^2) tiene dos componentes:

✓ **Riesgo sistemático ($\beta_j^2 \sigma_M^2$):** en función de la varianza del rendimiento del mercado y del coeficiente beta

✓ **Riesgo específico ($\sigma_{e_j}^2$):** derivado de cambios en los factores que afectan al activo en particular pero no al mercado

□ Si aplicamos el modelo de mercado a carteras de títulos tenemos:

□ **Rendimiento esperado y riesgo:**

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_i R_i = \alpha_p + \beta_p R_M + e_p \implies \alpha_p = \sum_{i=1}^n X_i \alpha_i \quad \beta_p = \sum_{i=1}^n X_i \beta_i \quad e_p = \sum_{i=1}^n X_i e_i$$

$$E(R_p) = \alpha_p + \beta_p E(R_M)$$

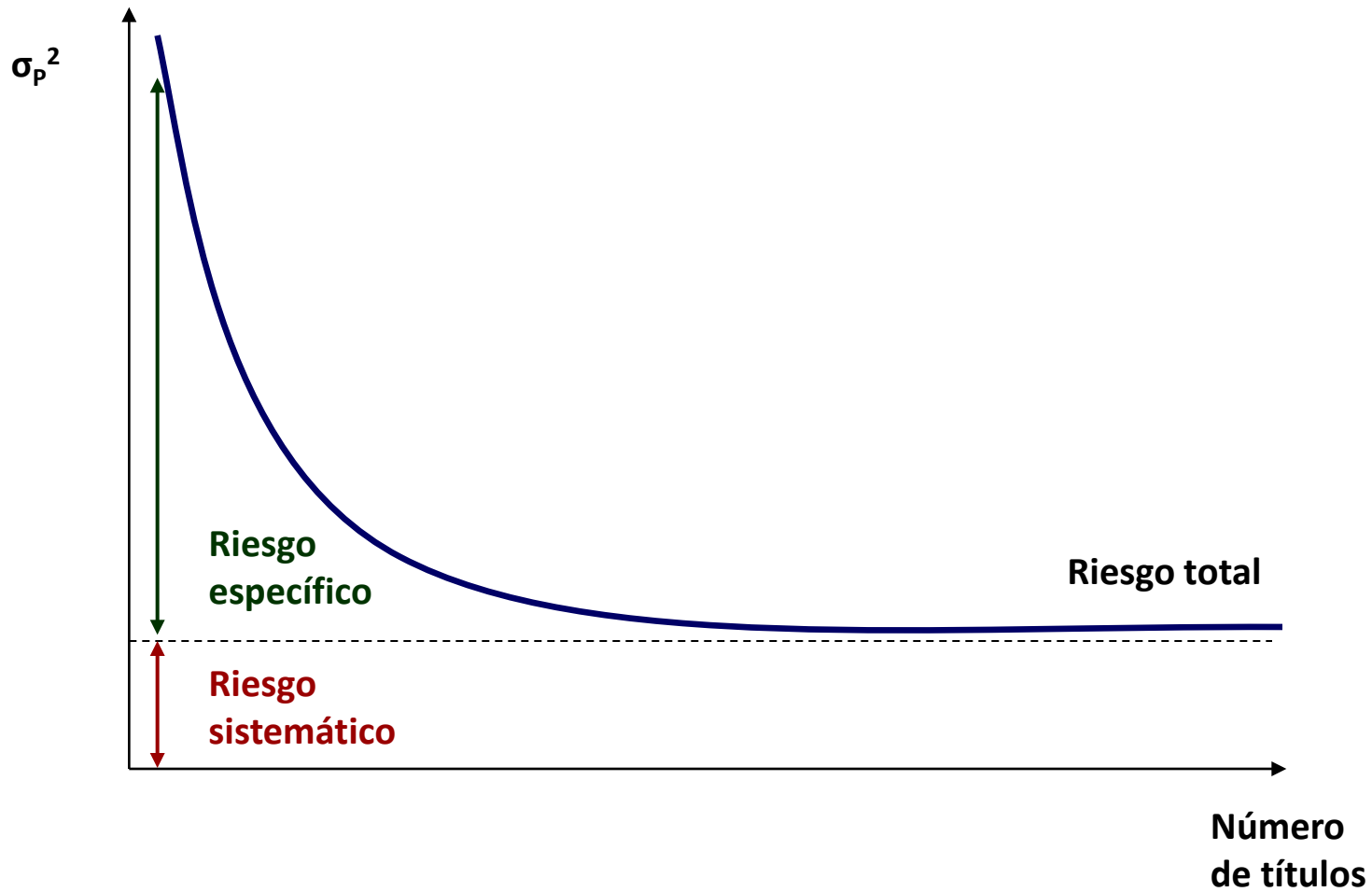
$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_M^2 + \sigma_{e_p}^2$$

□ **Riesgo total de la cartera (σ_p^2):** puede reducirse mediante la diversificación porque $\sigma_{e_p}^2$ puede reducirse al añadir más títulos a una cartera de manera aleatoria

□ **Riesgo sistemático o “no diversificable”:** no podrá eliminarse completamente por medio de la diversificación, dada la correlación del rendimiento del título con los rendimientos de los otros títulos a través de la evolución del mercado

RIESGO TOTAL	=	RIESGO SISTEMÁTICO <i>(No diversificable)</i>	+	RIESGO ESPECÍFICO <i>(Diversificable)</i>
---------------------	---	---	---	---

EL MODELO DE MERCADO



CONTRIBUCIÓN DE CADA TÍTULO AL RIESGO DE UNA CARTERA

- ❑ Como información complementaria, puede resultar de interés analizar en qué medida contribuye al riesgo total de la cartera cada uno de los títulos que la componen.
- ❑ La contribución del título i al riesgo total de la cartera será igual a la proporción invertida en ese título por la covarianza del título con la cartera:

$$X_i \sigma_{i,p} \Rightarrow \sigma_{i,p} = \sum_{j=1}^n X_j \sigma_{i,j}$$

- ❑ **Ejemplo:** Matriz de covarianzas $\Rightarrow \begin{bmatrix} \text{Título A} \\ \text{Título B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.05 & 0.085 \\ 0.085 & 0.07 \end{bmatrix}$; Proporción invertida en A = 65%

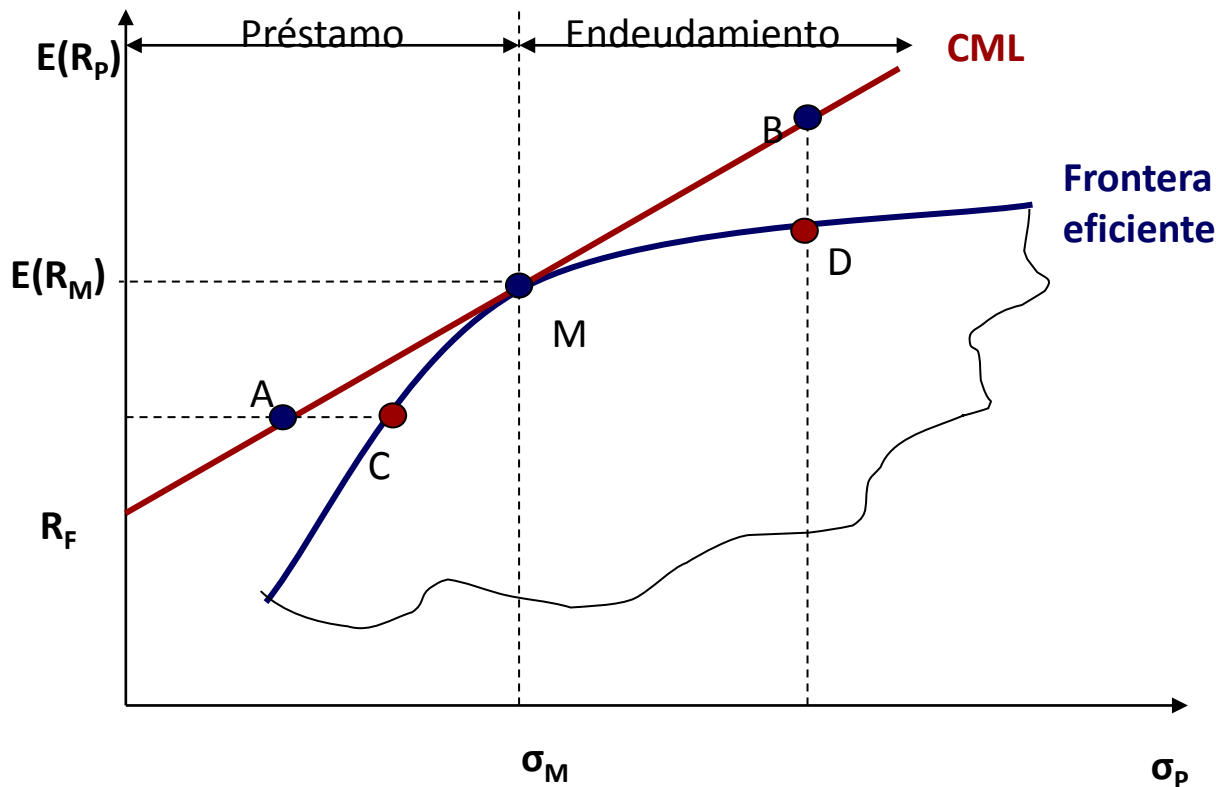
$$\sigma_p^2 = 0.65^2 * 0.05 + 0.35^2 * 0.07 + 2 * 0.65 * 0.35 * 0.085 = 0.06838 \Rightarrow \sigma_p = 0.26$$

Contribución al riesgo del título A	$0.65[0.65 * 0.05 + 0.35 * 0.085] = 0.04046$	$0.04046/0.6838 = 59.18\%$
Contribución al riesgo del título B	$0.35[0.65 * 0.085 + 0.35 * 0.07] = 0.02791$	$0.02791/0.6838 = 40.82\%$
Riesgo total	$0.04046 + 0.0279 = 0.06838$	100%

EL MODELO DE PRECIOS DE EQUILIBRIO DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS (CAPM)

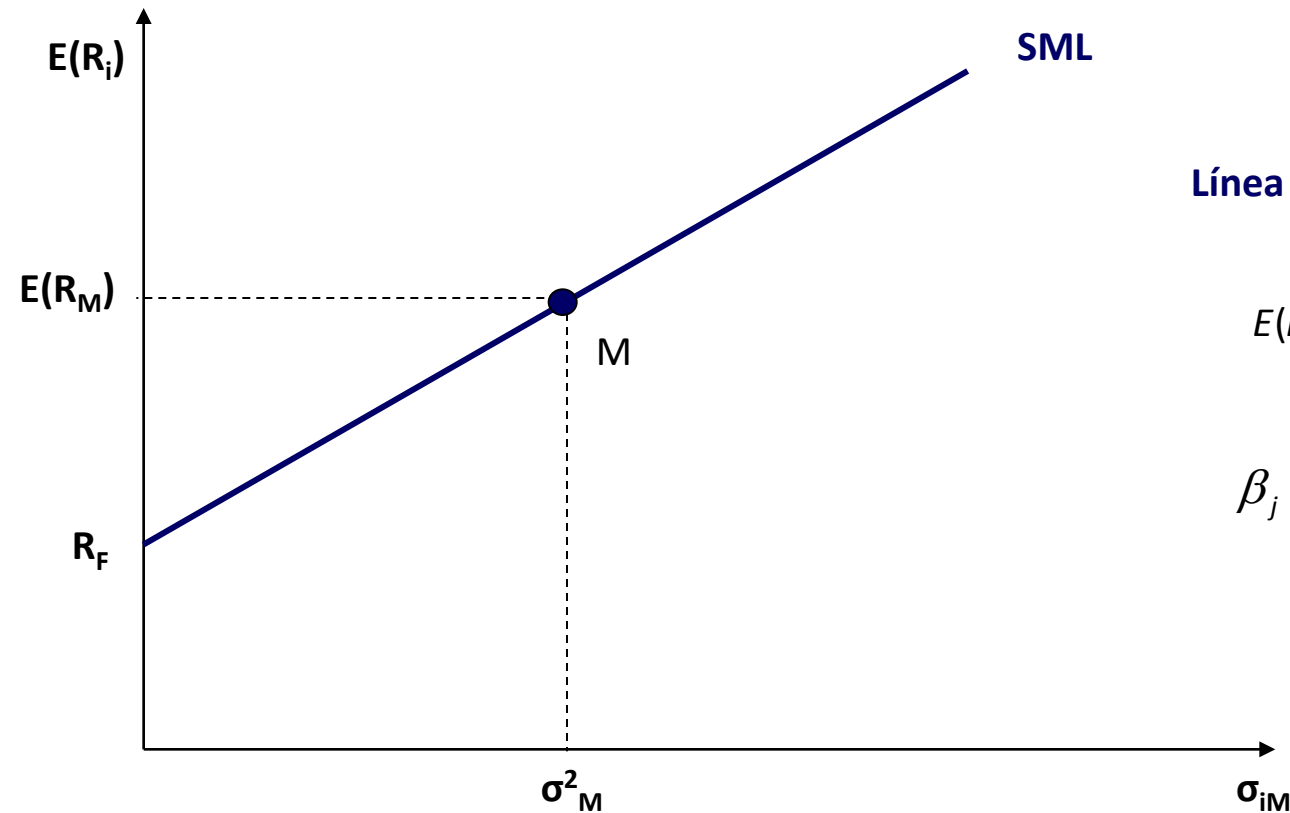
LA LÍNEA DEL MERCADO DE TÍTULOS (SML)

- ❑ **Teoría de carteras de Markowitz:** teoría normativa que predice el comportamiento de los inversores
- ❑ **Modelo CAPM:** teoría positiva que describe la formación de precios en los mercados de capitales
- ❑ Si los inversores se comportan como predice la teoría de carteras los precios de los títulos se comportarán como establece el modelo CAPM
- ❑ **CML:** todos los inversores eligen la misma cartera de activos con riesgo [cartera de mercado (M)]



LA LÍNEA DEL MERCADO DE TÍTULOS (SML)

- ❑ La contribución de cada título al riesgo de la cartera de mercado depende del nivel de su covarianza con esa cartera.
- ❑ La medida relevante del riesgo de un título será su covarianza con la cartera de mercado



Línea del mercado de títulos (SML)

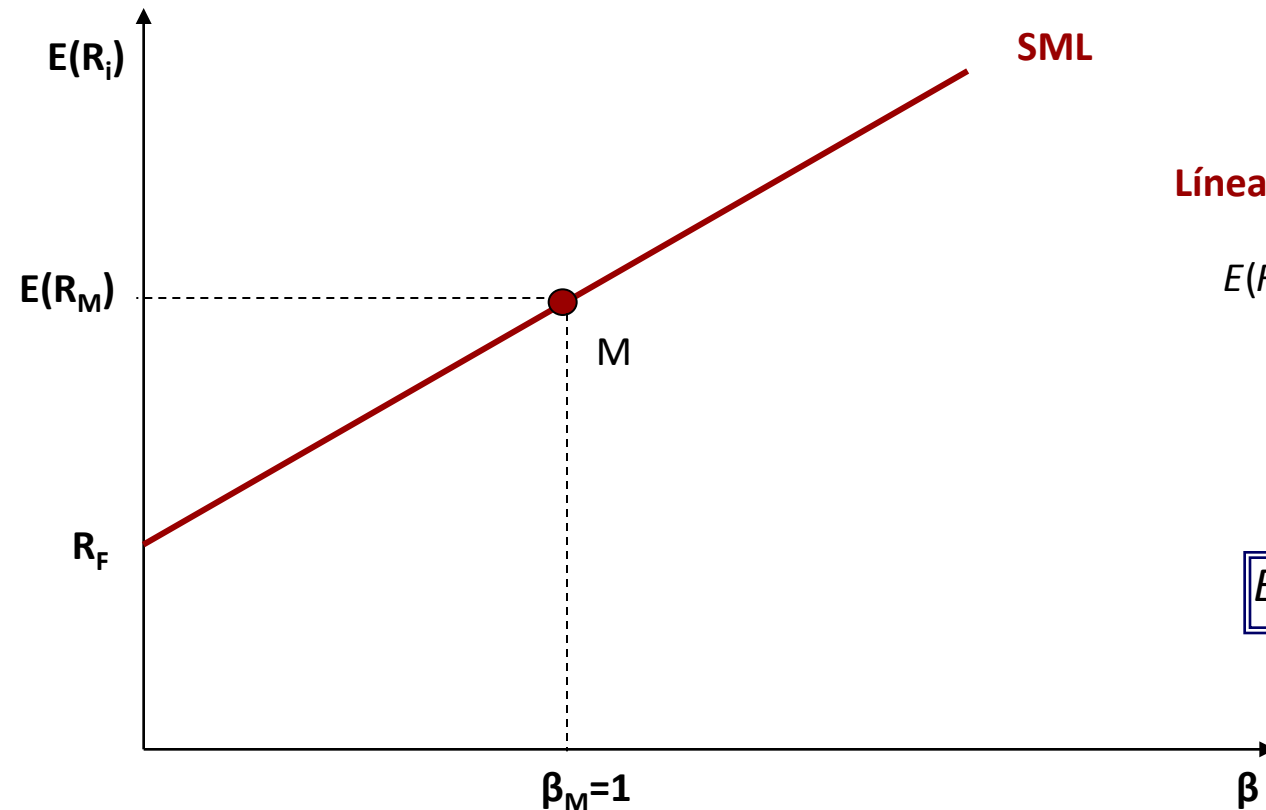
$$E(R_j) = R_F + \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M^2} \text{Cov}(R_j, R_M)$$

$$\beta_j = \frac{\text{Cov}(R_j, R_M)}{\sigma_M^2}$$

LA LÍNEA DEL MERCADO DE TÍTULOS (SML)

□ El modelo CAPM establece que no todo el riesgo de un activo es relevante, ya que una parte se puede eliminar mediante la diversificación.

- ✓ El riesgo relevante es el riesgo sistemático o no diversificable.
- ✓ El rendimiento exigido será función de su riesgo sistemático, medido por el coeficiente β



Línea del mercado de títulos (SML)

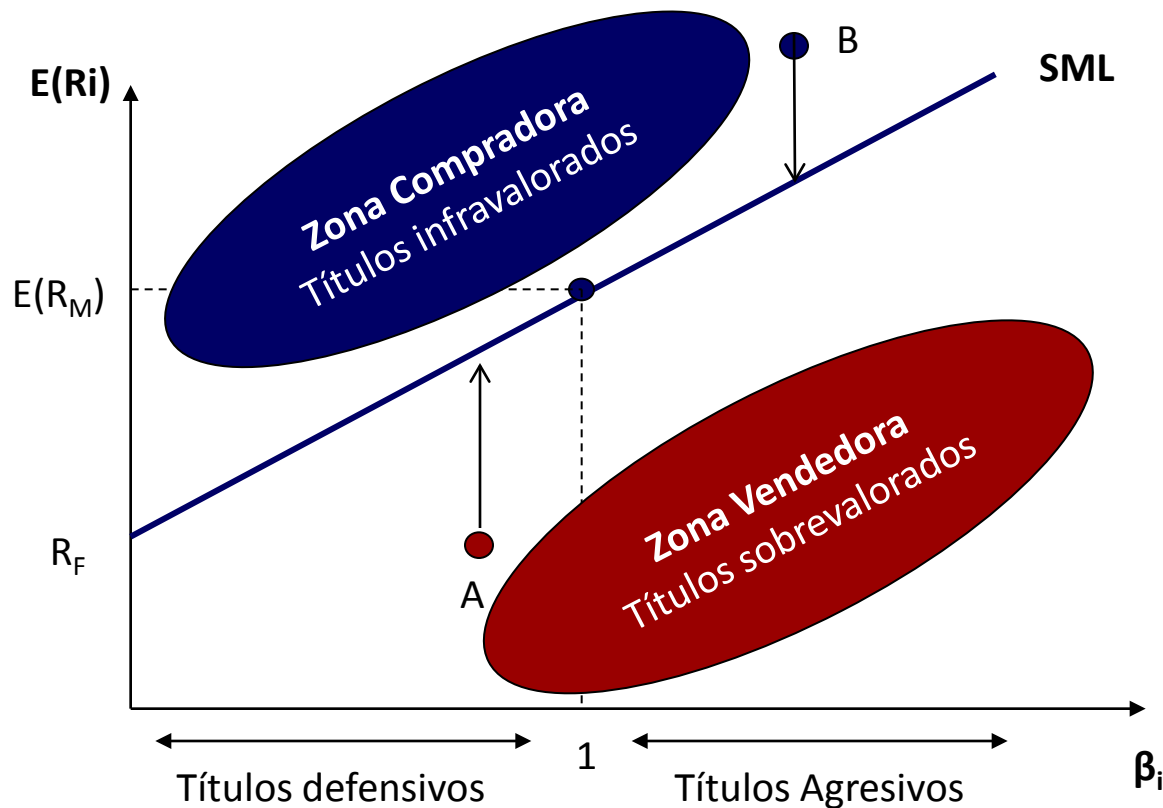
$$E(R_j) = R_F + \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M^2} \text{Cov}(R_j, R_M)$$

$$\beta_j = \frac{\text{Cov}(R_j, R_M)}{\sigma_M^2}$$

$$E(R_j) = R_F + \beta_j [E(R_M) - R_F]$$

SITUACIONES DE DESEQUILIBRIO

- ❑ El modelo CAPM estudia la valoración de los activos financieros cuando el mercado está en equilibrio.
- ❑ Sin embargo, los inversores observan que existen títulos cuyo precio, en un momento determinado, no coincide con el establecido según dicha teoría.



R_i : Rendimiento del título

$E(R_i)$: Rendimiento en equilibrio

$$\alpha_i = R_i - E(R_i)$$

$$\alpha_i = R_i - [R_F + \beta_i[E(R_M) - R_F]]$$

$$R_i - R_F = \alpha_i + \beta_i[E(R_M) - R_F]$$

Si $\alpha_i > 0 \Rightarrow$ Título infravalorado

Si $\alpha_i < 0 \Rightarrow$ Título sobrevalorado

ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE BETA (β)

- Análisis histórico** de la relación entre el rendimiento de un título y el rendimiento del mercado a partir de una regresión realizada sobre datos pasados. Se asume que la beta es estable en el tiempo
- Problemas:**
 - ✓ La beta calculada con datos históricos puede ser inestable si cambian características fundamentales de las empresas.
 - ✓ Los valores históricos utilizados pueden encontrarse influidos por algún acontecimiento que afectó al precio de los títulos y a su rendimiento.
- Utilizar **características fundamentales** de la empresa:
 - ✓ **Sector:** existen diferencias significativas en las betas de los distintos sectores
 - ✓ **Crecimiento:** estrategia orientada al crecimiento, mayor incertidumbre, mayor riesgo, mayor beta
 - ✓ **Variabilidad del beneficio:** mayor riesgo, mayor beta
 - ✓ **Tamaño:** empresas grandes, menor riesgo, menor beta

❑ **Modelos factoriales:** el rendimiento de un título está influenciado por un conjunto de factores económicos

$$R_j = a_j + b_{j1}F_1 + b_{j2}F_2 + \dots + b_{jf}F_f + e_j$$

- ✓ b_{jk} : sensibilidad del título j ante variaciones en el factor F_k
- ✓ e_j : termino aleatorio de error (ruido, sucesos que son específicos de la empresa)

❑ **Rendimiento esperado:**

$$E(R_j) = a_j + b_{j1}E(F_1) + b_{j2}E(F_2) + \dots + b_{jf}E(F_f)$$

❑ **Riesgo:** (correlación entre los factores =0)

$$\sigma_j^2 = b_{j1}^2\sigma_{F1}^2 + \dots + b_{jf}^2\sigma_{Ff}^2 + \sigma_{ej}^2$$

Ejemplos:

☐ Chen, Roll y Ross (1983):

- ✓ Crecimiento de la producción industrial
- ✓ Estructura temporal de los tipos de interés
- ✓ Inflación
- ✓ Prima por el riesgo

☐ Elton, Gruber y Mei (1994):

- ✓ Diferencial de rentabilidad entre obligaciones y Letras
- ✓ Tipo de interés
- ✓ Tipo de cambio
- ✓ PIB real
- ✓ Inflación
- ✓ Rentabilidad del mercado

☐ Fama y French (1995):

- ✓ **Factor del mercado:** rentabilidad del índice de mercado menos el tipo de interés libre de riesgo
- ✓ **Factor tamaño:** rentabilidad de las acciones de empresas pequeñas menos la rentabilidad de las empresas grandes
- ✓ **Factor ratio VC/VM:** rentabilidad de las acciones de alto ratio v.contable/v.mercado menos la rentabilidad de las acciones de bajo ratio

Un aspecto fundamental en la gestión de carteras es la medición de la calidad del gestor ponderando la rentabilidad alcanzada y el riesgo asumido. La calidad de la gestión se denomina performance.

Una buena gestión implica:

- Habilidad para obtener una rentabilidad mayor que un índice de mercado equivalente a la cartera en términos de riesgo
 - Capacidad para eliminar el riesgo específico de la cartera
-
- ✓ Índice de Sharpe
 - ✓ Índice de Treynor
 - ✓ Índice de Jensen
 - ✓ M^2 de Modigliani y Modigliani
 - ✓ Ratio de información

ÍNDICE DE SHARPE

$$S_p = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

- ✓ R_p : Rentabilidad de la cartera
- ✓ R_f : Rentabilidad libre de riesgo
- ✓ σ_p : Desviación típica de la rentabilidad de la cartera

Estima la remuneración al riesgo que obtiene cada gestor en términos de diferencial de rentabilidad sobre la tasa libre de riesgo por cada punto porcentual de desviación típica del rendimiento de la cartera

EJEMPLO

	Fondo A	Fondo B
R_p	15%	18%
R_f	8%	8%
σ_p	20%	35%
ÍNDICE DE SHARPE	$\frac{0.15 - 0.08}{0.20} = 0.35$	$\frac{0.18 - 0.08}{0.35} = 0.29$

ÍNDICE DE TREYNOR

$$T_p = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

- ✓ R_p : Rentabilidad de la cartera
- ✓ R_f : Rentabilidad libre de riesgo
- ✓ β_p : Beta de la cartera

Asume que la beta supone un buen indicador del riesgo sistemático de la cartera, por lo que asume las proposiciones del CAPM

EJEMPLO

	Fondo A	Fondo B
R_p	15%	18%
R_f	8%	8%
β_p	1	1.6
ÍNDICE DE TREYNOR	$\frac{0.15 - 0.08}{1} = 0.07$	$\frac{0.18 - 0.08}{1.6} = 0.0625$

ÍNDICE DE JENSEN

Partiendo del modelo CAPM, sabemos que la relación entre la prima por el riesgo de una cartera y la de mercado sigue la siguiente relación

$$R_p - R_F = \beta_p (R_M - R_F) + \mu_p$$

Si un gestor es mejor que el resto del mercado, debe superar de forma consistente las primas de rentabilidad por riesgo que se obtienen en dicho mercado.

Si se denomina alfa a la rentabilidad obtenida en la cartera i por una gestión mejor que la del resto del mercado tenemos:

$$R_p - R_F = \alpha_p + \beta_p (R_M - R_F) + \mu_p$$

$$\alpha_p = R_p - [R_F + \beta_p (E(R_M) - R_F)] = R_p - E(R_p)$$

- ❑ Si $\alpha > 0$ se ha desarrollado una buena gestión
- ❑ Si $\alpha < 0$ la gestión ha sido negativa

M² DE MODIGLIANI Y MODIGLIANI

Medida de comportamiento de carteras con riesgo ajustado (RAP, *Risk Adjusted Performance*)

- ❑ La idea que subyace es la de ajustar todas las carteras al mismo nivel de riesgo de un cartera índice.
- ❑ El sistema se fundamenta en un proceso de apalancamiento, buscando una combinación de la inversión con un activo libre de riesgo.
- ❑ Si el riesgo de nuestra cartera es σ_p , y el riesgo de la cartera índice es σ_m , podemos igualar el riesgo de la cartera al índice de referencia “apalancándonos” o “desapalancándonos” en una proporción d_f , de modo que obtenemos la siguiente expresión:

$$(1 + d_f) \sigma_p = \sigma_m$$

$$d_f = (\sigma_m / \sigma_p) - 1$$

- ❑ M² se calcula como la rentabilidad de la cartera objeto de estudio apalancada o desapalancada para replicar al índice:

$$M^2 = (1 + d_f) r_p - d_f r_f = \frac{\sigma_m}{\sigma_p} r_p + \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_p} \right) r_f$$

RATIO DE INFORMACIÓN

En la práctica, se ha extendido el uso de este ratio, que mide la performance de la cartera en relación a la evolución del índice o índices de referencia

$$RI_p = \frac{R_p - R_B}{\sigma_{PB}}$$

- ✓ R_p : Rentabilidad de la cartera
- ✓ R_B : Rentabilidad del índice de referencia o *benchmark*
- ✓ σ_{PB} : Desviación típica de los diferenciales de rentabilidad entre la cartera y el *benchmark* de referencia

- ❑ Es un modelo menos académico de lo que pueden ser los índices de Jensen y Treynor
- ❑ No asume ningún modelo de equilibrio del mercado de capitales
- ❑ En términos de los gestores, les proporciona una medida ideal de la calidad de su gestión puesto que relaciona el diferencial de rentabilidad alcanzado con el riesgo relativo asumido por el gestor al separarse en mayor o menor medida de la cartera índice o de referencia.