



Agosto de 2004

Introducción a la administración de carteras de inversión

Dr. Guillermo López Dumrauf
dumrauf@fibertel.com.ar

Para una lectura detallada ver:

L. Dumrauf, Guillermo: *Finanzas Corporativas*

López Dumrauf, Guillermo: *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*

La presentación puede encontrarse en:

www.cema.edu.ar/u/gl24

Copyright © 2001 by Grupo Guía S.A.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without the permission of Grupo Guía S.A.

This document provides an outline of a presentation and is incomplete without the accompanying oral commentary and discussion.



Rendimientos y evidencia empírica

- Algunos mitos
- Evidencia empírica: el caso de Argentina y USA
- Medidas alternativas de rendimientos
- Concepto de prima de riesgo

Repaso de estadística

- Media aritmética
- Varianza
- Desvío estándar
- Covarianza y correlación
- Aplicaciones



Algunos mitos e interrogantes:

¿Nuestro mercado de capitales es “eficiente”?

¿La bolsa es un “juego de azar” o un “casino al revés”?

¿Qué miran los inversores? ¿Las ganancias contables? ¿El price earning? ¿Otros múltiplos? ¿El potencial de crecimiento?

¿ O el flujo de fondos futuro?

Las hipótesis de los mercados eficientes



1. Eficiente en forma fuerte: *toda la información* se refleja en los precios de los títulos
2. Eficiente en forma semifuerte: solamente la *información pública* se refleja en el precio de los títulos
3. Eficiente en forma débil: el precio de los títulos refleja el *comportamiento histórico de su precio*

La hipótesis de los mercados eficientes

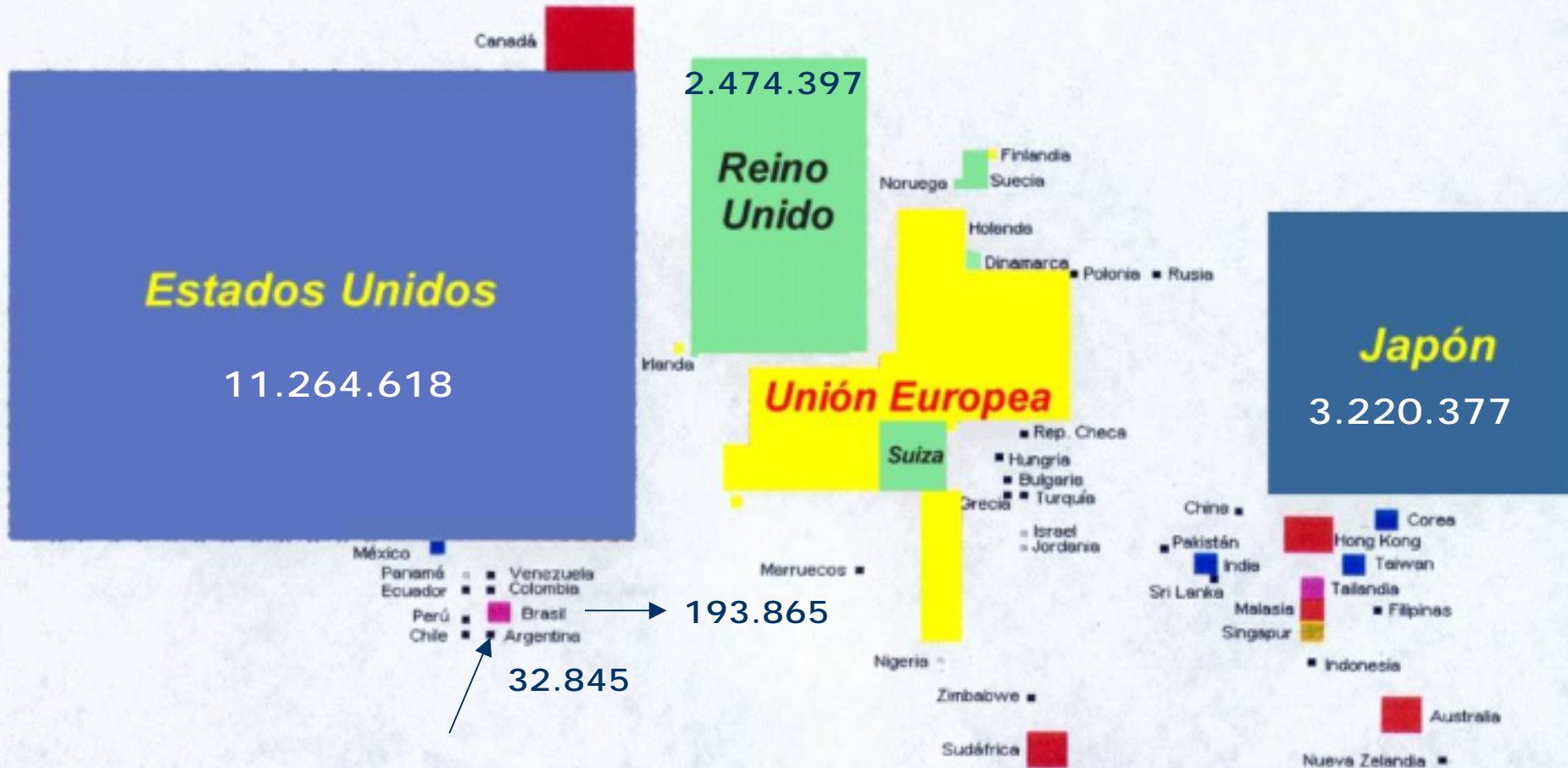


Aún en los mercados de capitales desarrollados, subsisten algunas fricciones. En los mercados emergentes, además, tenemos otros problemas:

- La escasa capitalización de las bolsas
- Problemas de liquidez
- Representatividad de los índices de mercado
- Cotización infrecuente de algunas compañías
- Alta volatilidad

¿Cuál es la capitalización bursátil en los diferentes mercados?

Tamaño de los mercados de capitales





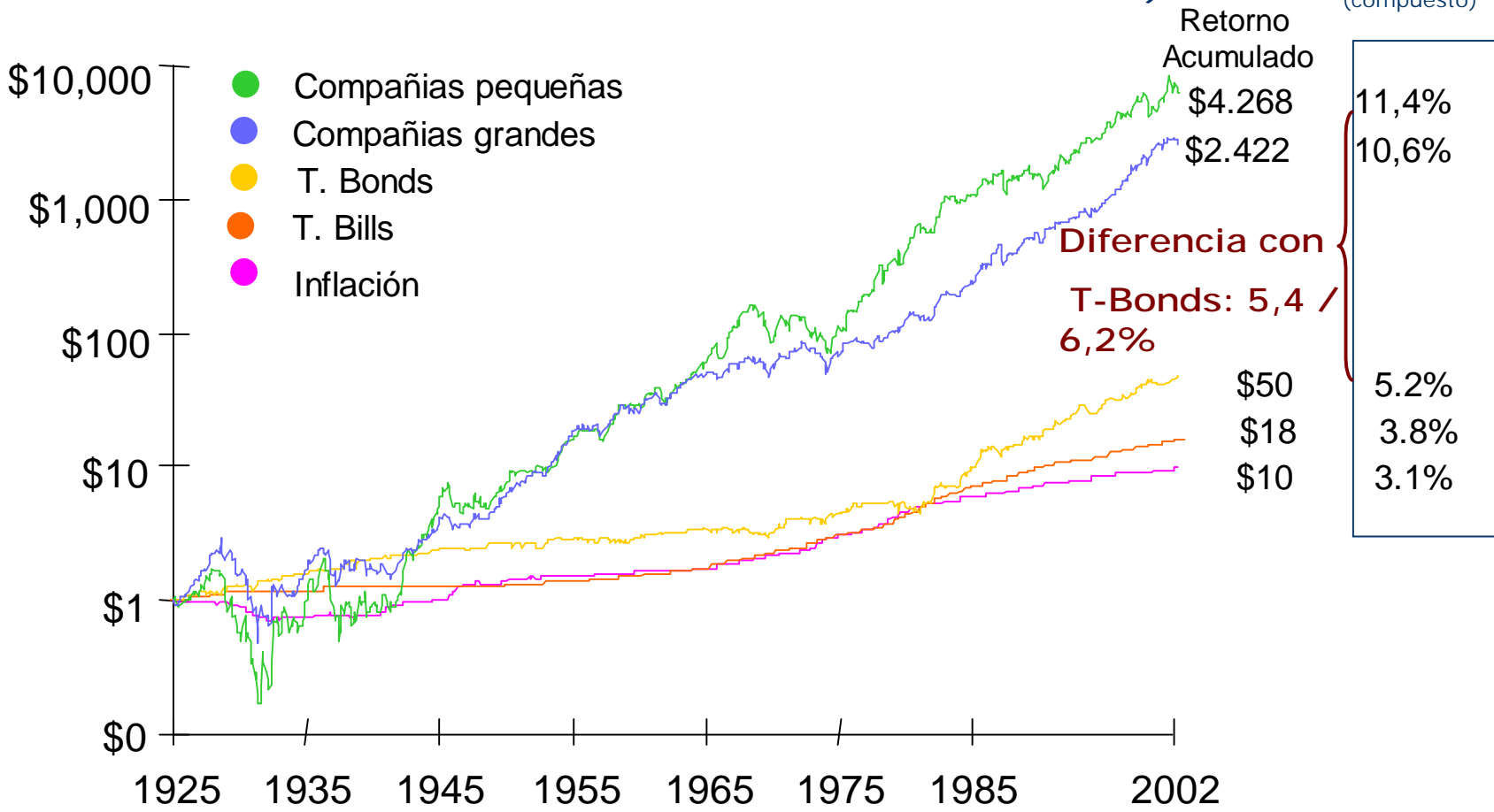
Mercados de capitales eficientes: la historia

- USA (1925-2002)
- Argentina (1991-2003)



Inflación, letras, bonos y acciones en USA

(Evolución de U\$S 1 desde el final de 1925 hasta diciembre de 2002)



Inflación, bonos, depósitos a plazo fijo y acciones – Argentina 3/1991-3/2002



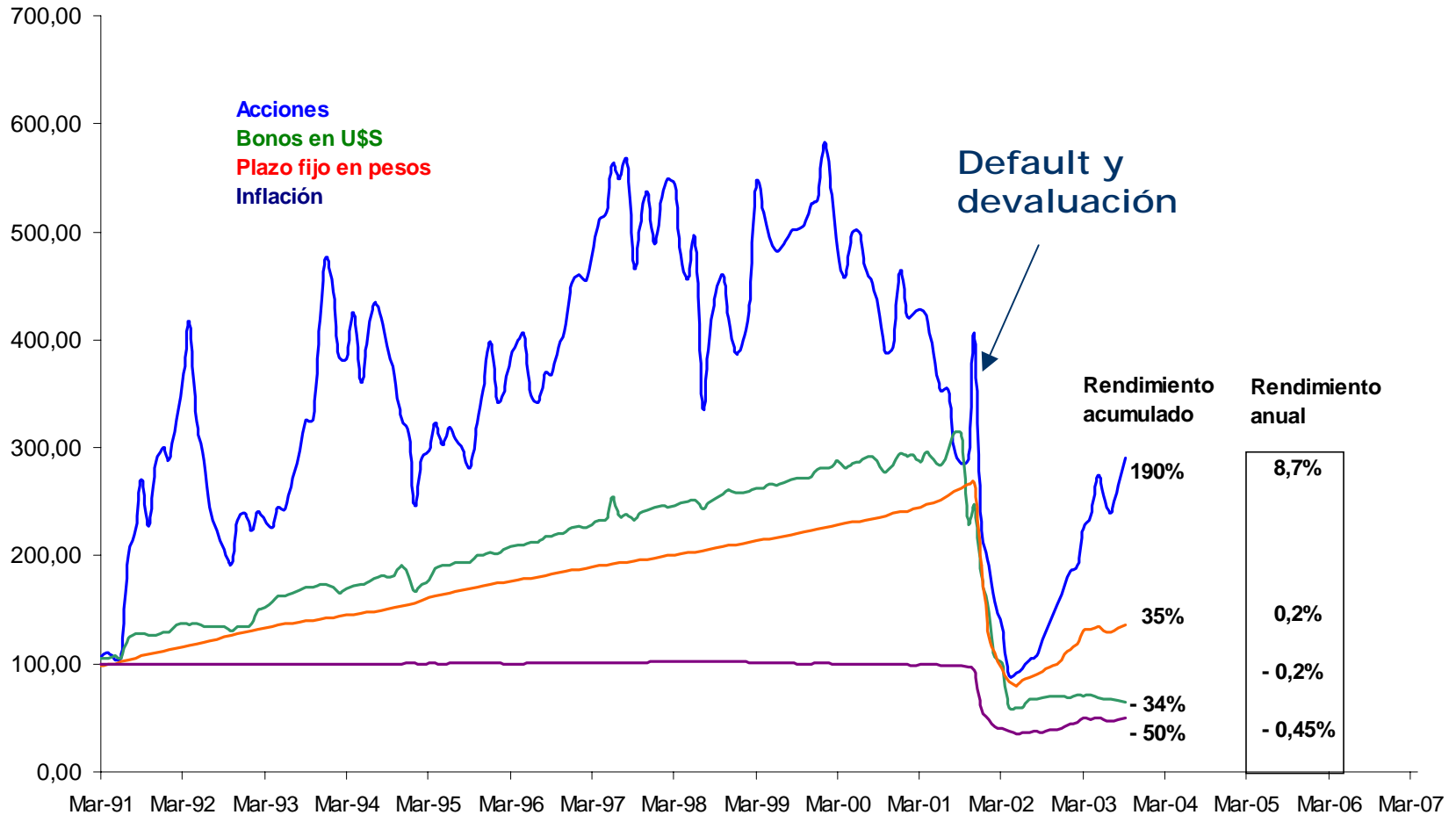
¿Cómo se han comportado los activos en la República Argentina?

¿Se puede esperar un mayor rendimiento cuando se asume mayor riesgo?

Inflación, bonos, depósitos a plazo fijo y acciones – Argentina 3/1991-3/2003

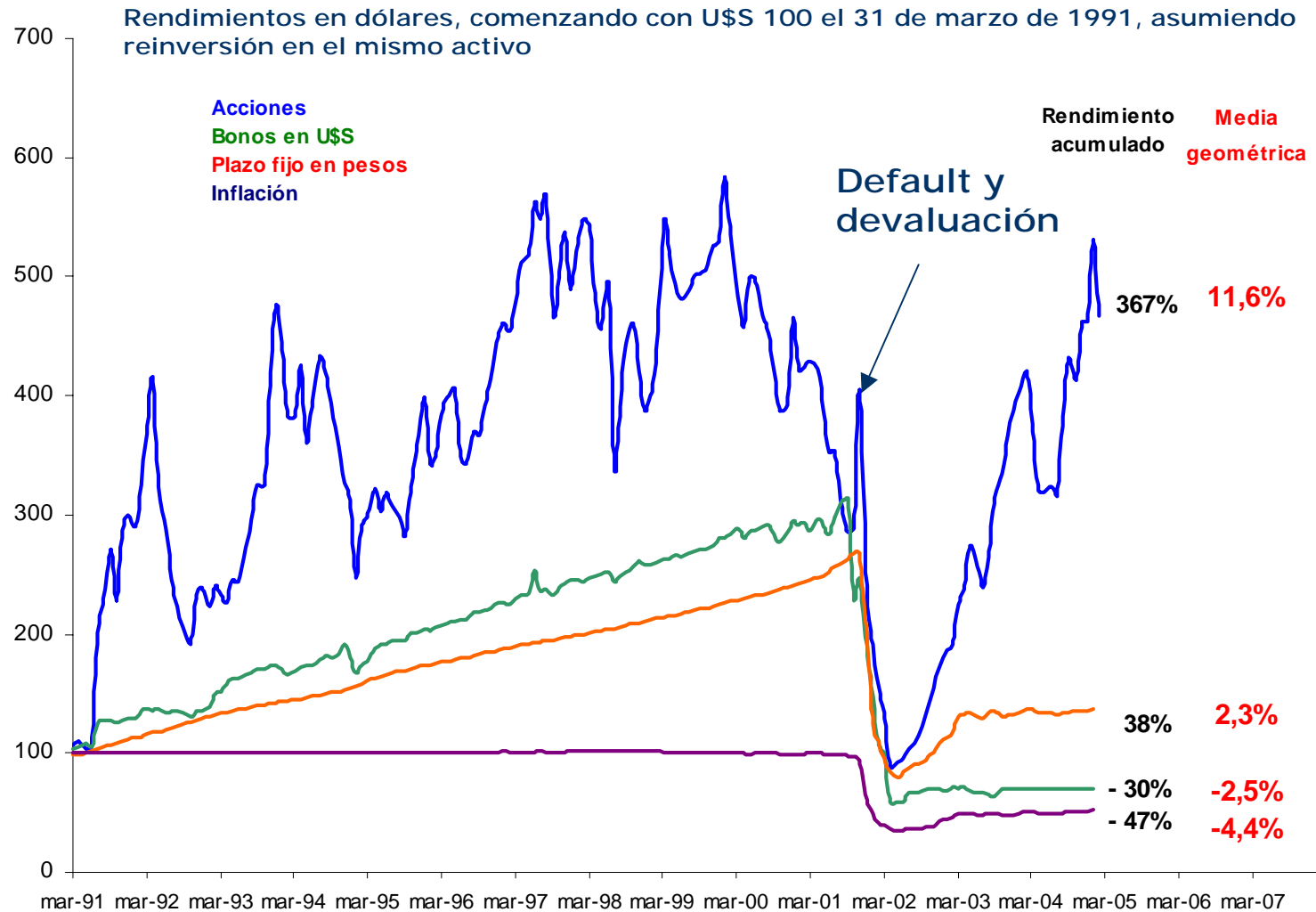


Rendimientos en dólares, comenzando con U\$S 100 el 31 de marzo de 1991, asumiendo reinversión en el mismo activo



Fuente: Dr. Guillermo López Dumrauf. Extractado de "Cálculo Financiero Aplicado" – Un enfoque profesional (2003) Copyright © by La Ley S.A.E. e I.

Inflación, bonos, depósitos a plazo fijo y acciones – Argentina 3/1991-2/2004



Fuente: Dr. Guillermo López Dumrauf. Extractado y actualizado de "Cálculo Financiero Aplicado" – Un enfoque profesional (2003) Copyright © by La Ley S.A.E. e I.

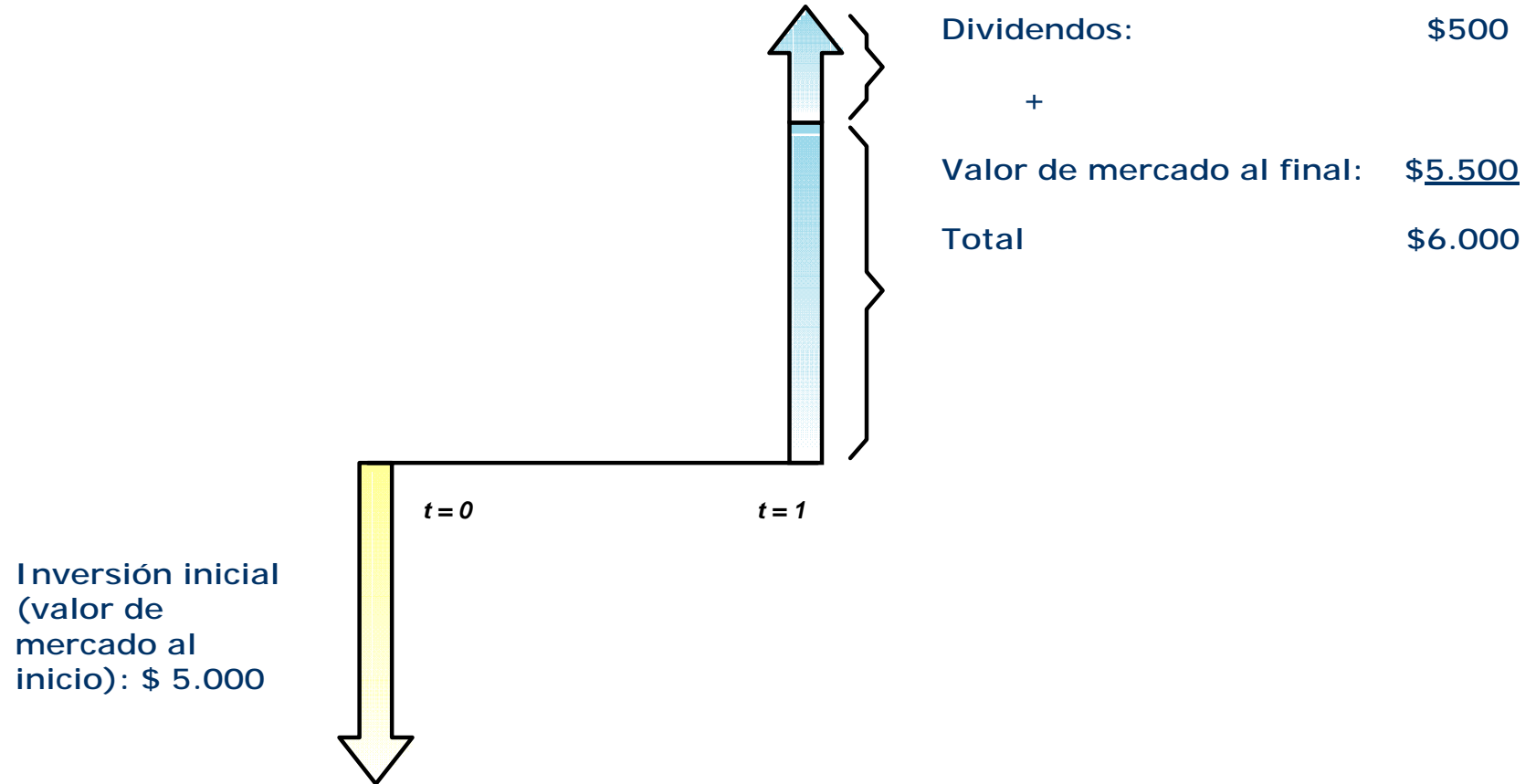


Cuánto **mayor es el riesgo** de la inversión, **mayor debería ser el rendimiento** para compensarlo.

En los mercados de capitales, suele hablarse de “**rendimiento esperado**” y de “**riesgo**” como dos medidas centrales en la administración de portafolios.

A lo largo de este seminario, iremos explicando que se entiende por ellas...

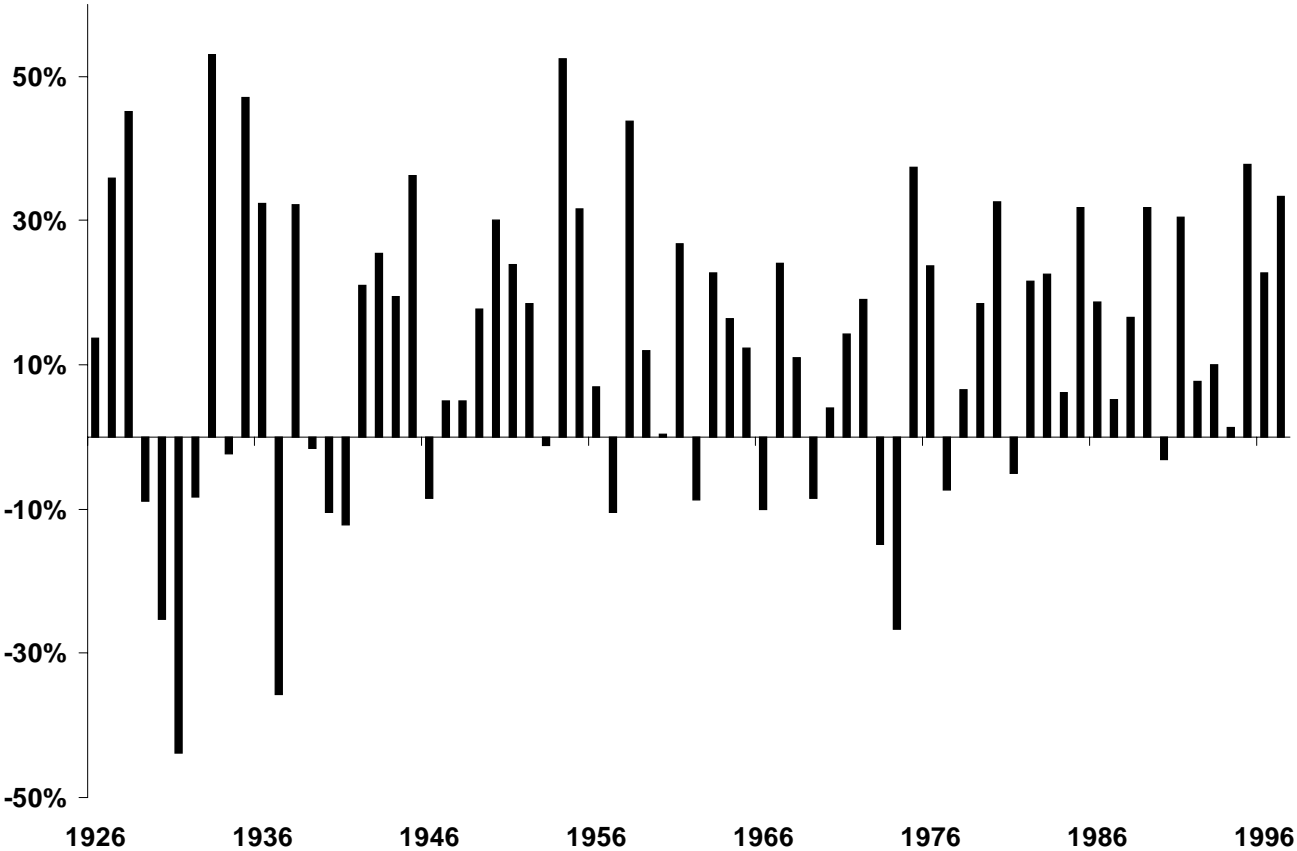
Rendimiento de una inversión en acciones



Rendimiento de acciones en USA



S&P 500 Rendimientos anuales



Herramientas de estadística necesarias en el diseño de la cartera de inversiones

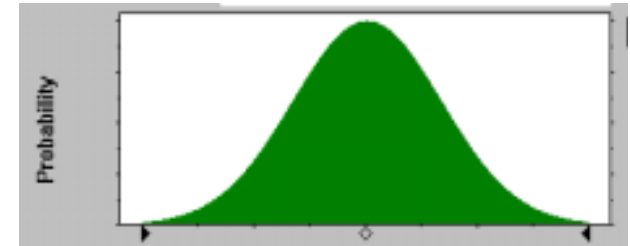


- Distribuciones de probabilidad (normal, lognormal, etc.)
- Medidas de tendencia central
 - Media
 - Mediana
 - Moda
- Medidas de variabilidad y correlación
 - Varianza
 - Desvío estándar
 - Covarianza y coeficiente de correlación

La distribución normal



Es la distribución más importante ya que describe varios fenómenos naturales y sociales, tales como la altura de las personas, la tasa de inflación el el precio futuro de las commodities (petróleo, oro, etc.) **o los rendimientos de las acciones...**



Condiciones

- Algunos valores de la variable incierta son más probables (la media de la distribución)
- La variable incierta podría situarse por encima o por debajo de la media (los valores se distribuyen simétricamente alrededor de la media)
- La variable incierta es más probable que se ubique en la vecindad de la media

La distribución Lognormal



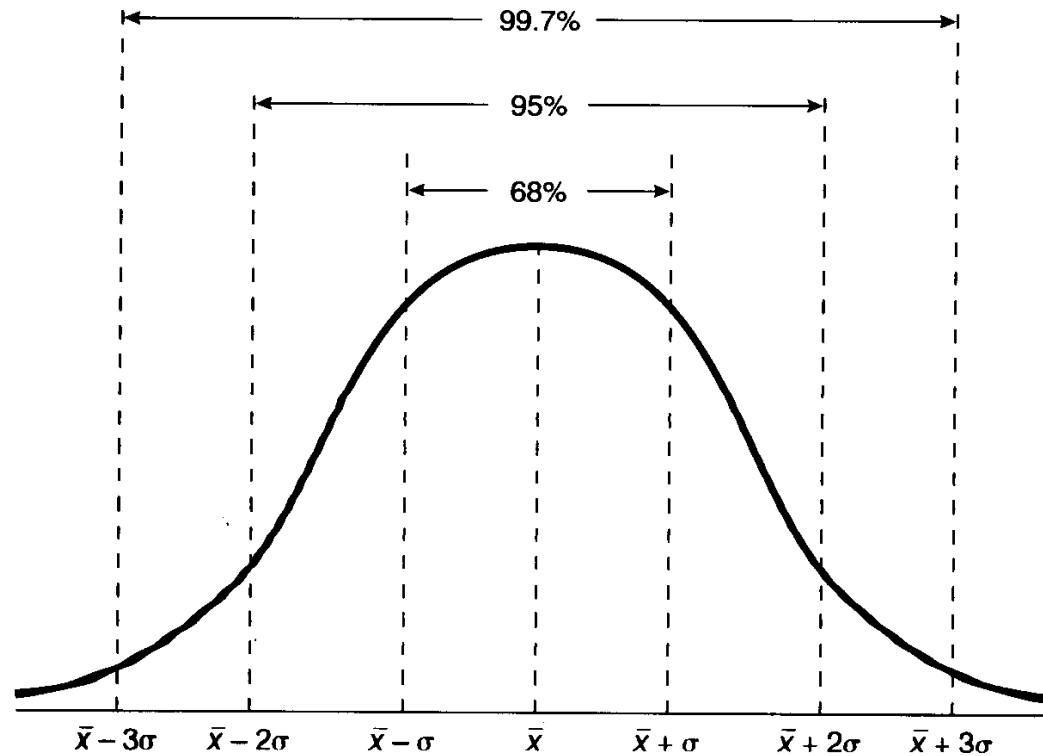
Es ampliamente utilizada en situaciones donde los valores están sesgados positivamente, por ejemplo en el caso de las acciones, donde los precios nunca pueden ser negativos pero podrían aumentar sin límite conocido.



Condiciones

- El valor de la variable incierta puede incrementarse sin límite pero no puede caer debajo de cero.
- El valor de la variable incierta está positivamente sesgado y la mayoría de los valores se distribuyen cerca del límite inferior
- El logarimo natural de la variable incierta se distribuye normalmente.

La distribución normal



Lo bueno de la distribución normal es que podemos estimar los rendimientos simplemente estimando los parámetros de los valores que caracterizan a la distribución (media y desvío estándar)

Medidas de tendencia central



Las medidas de tendencia central se refieren al punto medio de una distribución. Ellas son:

1. **Media:** es el promedio aritmético del conjunto de datos
2. **Mediana:** aquel valor de la variable que deja la mitad de los elementos por debajo y la otra mitad por encima. Es el valor que se encuentra “más en el medio” de un conjunto de datos
3. **Moda:** el valor que más se repite en el conjunto de datos

Si los datos se distribuyen normalmente, la media, la mediana y la moda son iguales...

Ejercicios



ACI.BA

03-dic-02	2,89%
04-dic-02	-2,81%
05-dic-02	5,00%
06-dic-02	-0,53%
09-dic-02	-4,26%
10-dic-02	-1,11%
11-dic-02	-6,18%
13-dic-02	-0,60%
16-dic-02	1,33%
17-dic-02	-2,50%
18-dic-02	1,71%
19-dic-02	0,72%
20-dic-02	4,76%
23-dic-02	2,84%
26-dic-02	-6,08%
27-dic-02	-0,59%
30-dic-02	-0,59%

Calcule la media, la mediana y la moda de los rendimientos de Acindar entre el 3-12-02 y el 30-12-02:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data for 'ACI.BA':

Fecha	Rendimiento
03-dic-02	2,89%
04-dic-02	-2,81%
05-dic-02	5,00%
06-dic-02	-0,53%
09-dic-02	-4,26%
10-dic-02	-1,11%
11-dic-02	-6,18%
13-dic-02	-0,60%
16-dic-02	1,33%
17-dic-02	-2,50%
18-dic-02	1,71%
19-dic-02	0,72%
20-dic-02	4,76%
23-dic-02	2,84%
26-dic-02	-6,08%
27-dic-02	-0,59%
30-dic-02	-0,59%

The 'MEDIANA' dialog box shows the formula `=MEDIANA(B6:B22)` and the result `-0,005882353`. The text in the dialog box states: 'Devuelve la mediana o el número central de un conjunto de números. Número1: número1;número2,... son de 1 a 30 números, nombres, matrices o referencias que contienen números, para los cuales desea obtener la mediana.'

Media	-0,35%
Mediana	-0,59%
Moda	#N/A

Rendimiento esperado y medidas de dispersión



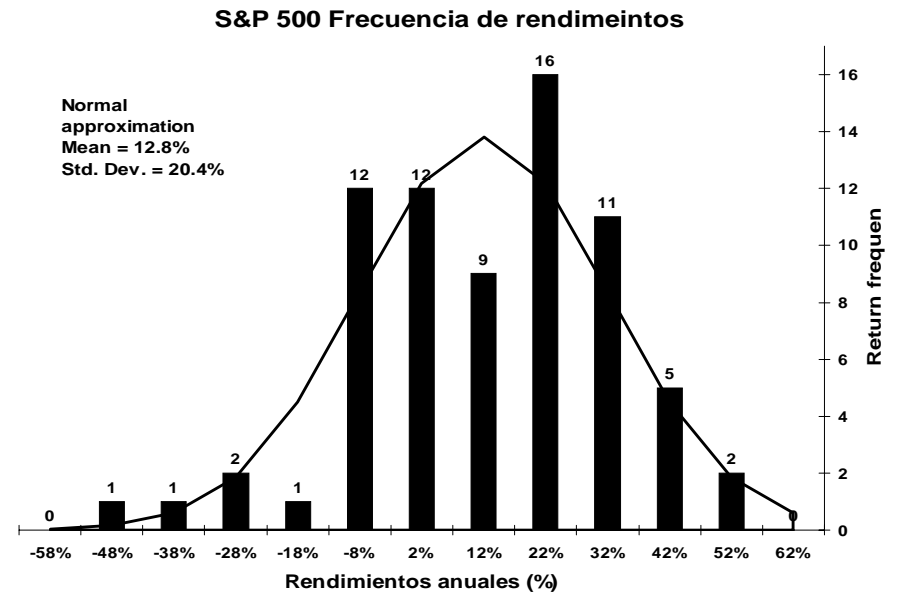
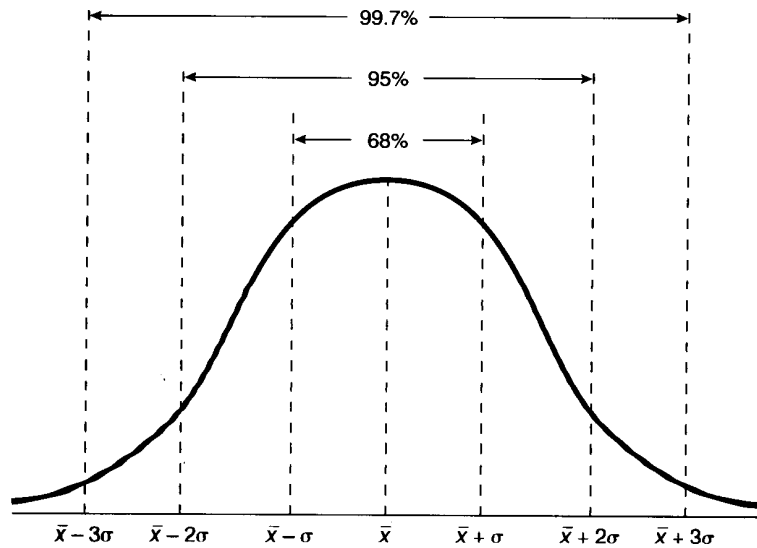
1. ¿Qué es el rendimiento esperado?

Es una expectativa matemática. **La media es una buena medida del rendimiento esperado cuando usted tiene un gran número de inversiones.** El rendimiento esperado de un activo es la media de los futuros rendimientos posibles.

2. ¿Qué es el riesgo?

La **varianza** es una medida de la dispersión de los posibles resultados. Cuanto mayor sea ésta, más dispersos estarán los rendimientos observados. Como se expresa en porcentajes “cuadrados” se hace difícil de interpretar. Por ello se calcula el **desvío típico o estándar**, que se expresa en la misma unidad de medida que los rendimientos observados.

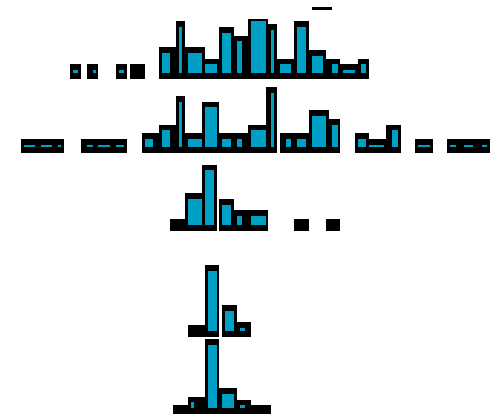
Acciones USA – frecuencias de rendimientos 1926-1998(S&P 500)



El desvío estándar en USA 1926-1998



	Rendimiento Anual promedio	Desvío Estándar
Acciones compañías grandes	13	20,3
Acciones compañías pequeñas	17,7	33,9
Bonos compañías privadas	6,1	8,7
Bonos del Gobierno	5,6	9,2
Letras del Tesoro	3,8	3,2



El rendimiento esperado de un negocio



Suponga que usted está evaluando un negocio y por la experiencia del pasado en otros negocios similares, usted puede tener una idea acerca de cuales pueden ser – la probabilidad de ocurrencia – los futuros rendimientos. Después de realizar un estudio cuidadoso, aparecen dos posibles resultados: el producto es un éxito, o el producto es un fracaso:

Escenario	Rendimientos	Probabilidad
Suceso	20%	30 %
Normal	15%	60 %
Fracaso	-10%	10 %

Rendimiento esperado = $0,20 \times 0,30 + 0,15 \times 0,60 + (-0,10) \times 0,10 = 14\%$

La fórmula general para calcular cualquier valor esperado es:

$$E(x) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + \dots + p_jx_j + \dots + p_nx_n$$

Que podemos abreviar con la siguiente expresión simbólica:

$$E(x) = \sum_{j=1}^n p_jx_j$$

La varianza y el desvío estándar – ejemplo para un activo individual



Para el cálculo de la varianza (σ^2) y el desvío estándar (σ) debemos seguir los siguientes pasos:

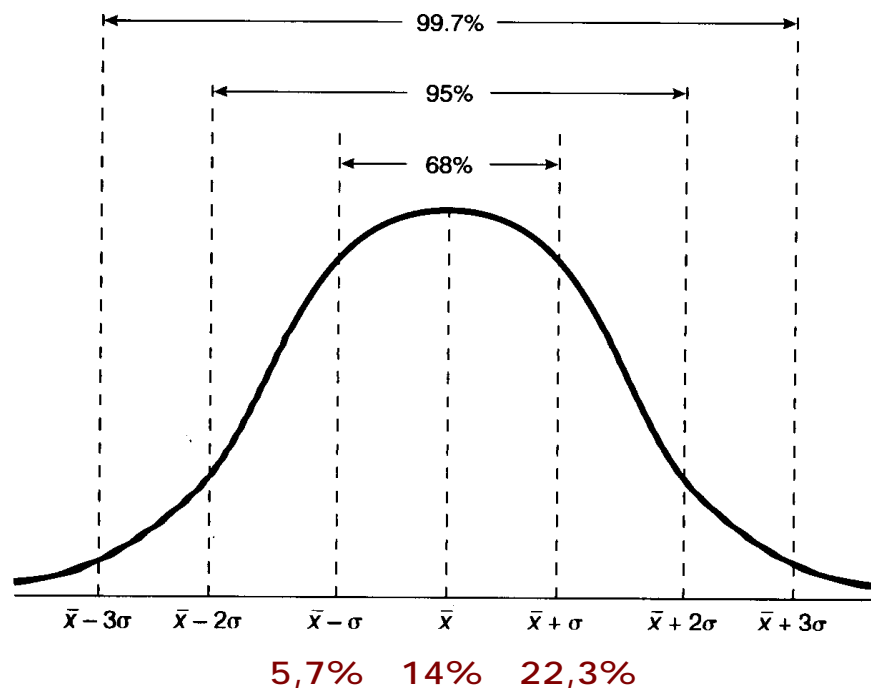
- 1. Se calcula primero el valor esperado $E(x)$.
- 2. Cálculo de la desviación de cada posible rendimiento respecto del valor esperado.
- 3. Calculamos el cuadrado de cada desviación.
- 4. Multiplicamos cada una de las desviaciones cuadradas por su probabilidad de ocurrencia.
- 5. Sumamos las desviaciones cuadradas: el valor obtenido es la *varianza* de los posibles rendimientos respecto de su valor esperado.
- 6. Obtenemos el desvío estándar calculando la raíz cuadrada de la varianza.

Escenario	P(x)	r	P(x) . r	Desvío	$(r - E(r))^2$	$(r - E(r))^2.P(x)$
Suceso	30%	20%	6%	6%	0,0036	0,00108
Normal	60%	15%	9%	1%	0,0001	0,00000006
Fracaso	10%	-10%	-1%	-24%	0,0576	0,00576
			E (r)	14%	Varianza (s^2)	0,0069
					Desvío STD \$)	0,083

Rendimiento esperado y desvío estándar



Mientras el rendimiento esperado es de 14%, el desvío estándar es de 8,3%.



Si los rendimientos se distribuyen normalmente, **estos podrían ubicarse con un 68% de probabilidad entre 5,7% y 22,3%** (en el intervalo comprendido dentro de un desvío estándar a la derecha y a la izquierda de la media: **14% + 8,3% y 14% - 8,3%**)

Rendimiento esperado, varianza y desvío estándar – fórmulas genéricas



- ♦ Rendimiento esperado: $E_{(r)} = \Sigma (p_x \cdot r_x)$
- ♦ Varianza: $\sigma^2 = \Sigma [p_x \cdot (r_x - E_{(r)})^2]$
- ♦ Desvío estándar $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

El riesgo para los analistas argentinos



	Frecuencia de mención	Puntaje Promedio	Puntaje Mediana	Importancia (Frecuencia x Mediana)
Probabilidad de la pérdida	87%	5,2	6,0	5,2
Varianza de los retornos	85%	5,6	6,0	5,1
Falta de información	89%	5,2	5,5	4,9
Tamaño de la pérdida	81%	5,1	5,0	4,0
Media de los retornos	66%	3,6	4,0	2,6
Covarianza con el resto de las inversiones posibles	68%	3,6	3,0	2,0
Otro	11%	5,4	5,0	0,6
<i>Inseguridad jurídica</i>	40%	5,5	5,5	2,2
<i>Beta</i>	20%	7,0	7,0	1,4
<i>Análisis de sensibilidad, cambios de legislación, macroeconomía, etc.</i>	20%	5,0	5,0	1,0
<i>ND</i>	20%	4,0	4,0	0,8

Fuente: Encuesta UTDT/IAEF. En frecuencia, el porcentaje de veces que se mencionó cada ítem está calculado sobre el total de respuestas disponibles (47 casos; de los 55 encuestados hay 8 que no respondieron esta pregunta). Los puntajes promedio y mediana están calculados sobre los casos con puntaje mayor a cero.

Covarianza y correlación



- Las fórmulas que vimos antes son fórmulas genéricas para calcular el rendimiento esperado y el riesgo de un **activo individual**.
- La mayoría de los inversores “**no ponen todos sus huevos en una sola canasta**”, sino que mantienen una cartera de inversiones que incluyen acciones de diferentes compañías, bonos, propiedades, monedas, etcétera. Una compañía hace lo mismo cuando invierte en diferentes negocios.
- Por lo tanto, **a los inversores les interesa más el riesgo de su portafolio que el riesgo de cada activo individual**.



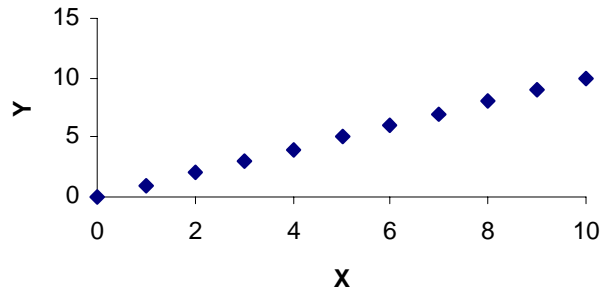
Esto tiene implicancias importantes, pues al diversificar las inversiones se producen **efectos interactivos entre el rendimiento y el riesgo del portafolio.**

Como la **covarianza** y el **coeficiente de correlación** entre los activos componentes de la cartera son conceptos importantes para el diseño del portafolio, a continuación haremos un breve repaso de estos conceptos.

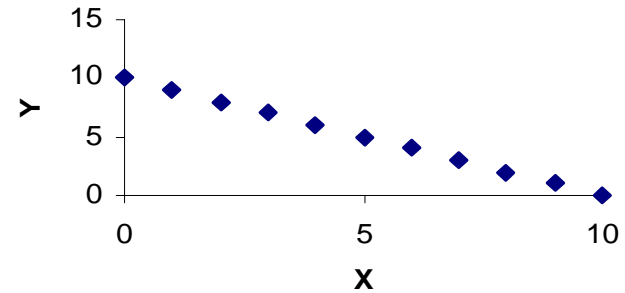
Correlación lineal - gráficos



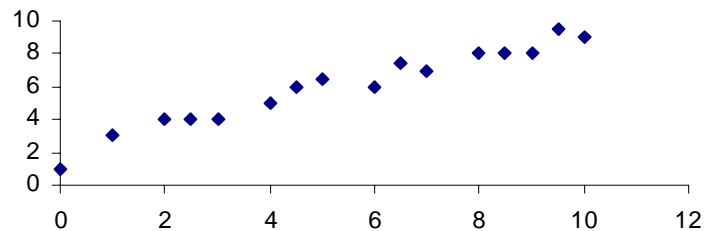
Correlación positiva perfecta



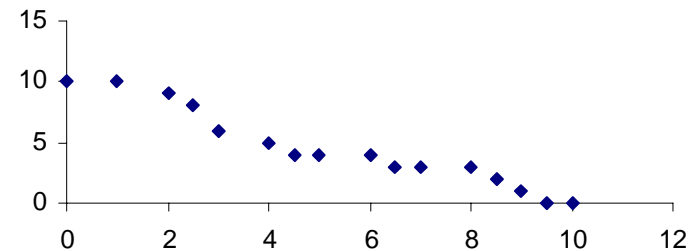
Correlación negativa perfecta



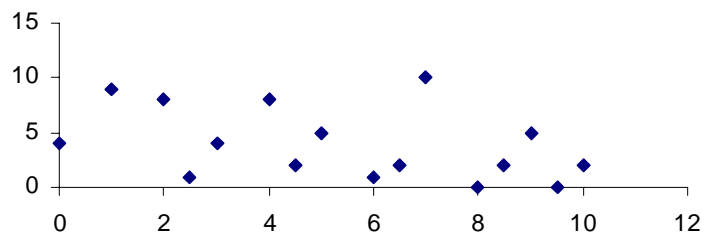
Correlación positiva imperfecta



Correlación negativa imperfecta



Sin correlación



Coeficiente de correlación



Coeficiente de correlación	Tipo de correlación
1	Positiva perfecta
Entre 0 y 1	Imperfecta
-1	Negativa perfecta
Entre 0 y -1	Negativa imperfecta
Cercano a 0	Ausencia de correlación

Covarianza y correlación



La covarianza es una medida acerca de como los rendimientos de los activos tienden a moverse en la misma dirección. Como en un portafolio los rendimientos de los activos “covarían”, necesitamos medidas de esa asociación:

Sólo es válido tomar σ en el caso de las acciones, donde suponemos que la probabilidad de un resultado es igual en todos los casos. Si no es así, debemos tomar el desvío respecto a la media, directactamente, como se muestra en el próximo ejemplo...

$$\begin{array}{ccc} & \xrightarrow{\text{red arrow}} & \sigma_A \\ & \underbrace{\hspace{10em}} & \underbrace{\hspace{10em}} \\ & \sigma_A & \sigma_B \end{array}$$
$$\text{Covarianza: } \sigma_{AB} = \sum [p_x \cdot (r_{x,A} - E_{(rA)}) \cdot (r_{x,B} - E_{(rB)})]$$

Coeficiente de correlación:

$$\rho_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{\sigma_A \cdot \sigma_B}$$

Desvío estándar, covarianza y correlación



Supongamos que tenemos la posibilidad de invertir en acciones de dos compañías: Indumentaria S.A. y Margarina S.A.

Escenario	Probabilidad	Rendimiento de Indumentaria	Rendimiento de Margarina
Expansión	30 %	40 %	- 5 %
Normal	50 %	20 %	15%
Recesión	20 %	-20 %	20 %

Desvío estándar, covarianza y correlación



Indumentaria

Escenario	P(x)	r	P(x) . r	Desvío	$(r - E(r))^2$	$(r - E(r))^2 \cdot P(x)$
Expansión	30%	40%	0,12	22%	0,048	0,01452
Normal	50%	20%	0,10	2%	0,000	0,0002
Recesión	20%	-20%	-0,04	-38%	0,144	0,02888
E (r)			18%		Varianza	0,04360
					Desvío STD	20,88%

Margarina

Escenario	P(x)	r	P(x) . r	Desvío	$(r - E(r))^2$	$(r - E(r))^2 \cdot P(x)$
Expansión	30%	-5%	-0,015	-15%	0,023	0,007
Normal	50%	15%	0,075	5%	0,003	0,001
Recesión	20%	20%	0,04	10%	0,010	0,002
E(r)			10%		Varianza	0,010
					Desvío STD	10%

Desvío estándar, covarianza y correlación



La covarianza entre los rendimientos de dos activos es calculada en cuatro pasos:

1. Teniendo en cuenta las probabilidades de cada escenario económico, se calcula para cada inversión su rendimiento esperado $E(x)$.
2. Se multiplican los desvíos de las dos inversiones con respecto a $E(x)$ para cada escenario.
3. Se multiplican los resultados obtenidos en 2. por su probabilidad de ocurrencia.
4. Sumamos los resultados obtenidos en 3. para determinar la covarianza.

Escenario	Probabilidad	Desvíos A	Desvíos B	Desvío A x Desvío B	$P(x) \times$ Desvío A x Desvío B
Expansión	30 %	22 %	-15 %	-0,033	-0,0099
Normal	50 %	2 %	5 %	0,001	0,0005
Recesión	20 %	-38 %	10 %	-0,038	-0,0076
				Covarianza	-0,017

El cálculo del desvío estándar y el coeficiente de correlación en las acciones



Los ejemplos que vimos suponían un negocio cualquiera y se establecieron probabilidades diferentes para sus resultados.

En las acciones, en general, se asume la misma probabilidad de ocurrencia para un resultado, de forma tal que cuando calculamos el rendimiento esperado, la varianza, el desvío estándar o el coeficiente de correlación, las fórmulas vistas antes se modifican para recoger este supuesto.



La covarianza con probabilidades iguales (el caso común en las acciones)

Probabilidad	Resultados	Rendimiento esperado	Desvíos	Desvíos cuadrados	Desvíos cuadrados x Probabilidad
33%	900	300.00	-100.00	10000.00	3333.33
33%	1000	333.33	0.00	0.00	0.00
33%	1100	366.67	100.00	10000.00	3333.33
	esperado	1000.00		Varianza	6666.67
				Desvío std	81.65

Probabilidad	Resultados	Rendimiento esperado	Desvíos	Desvíos cuadrados	Desvíos cuadrados x Probabilidad
33%	110	36.67	10.00	100.02	33.34
33%	100	33.33	0.00	0.00	0.00
33%	90	30.00	-10.00	99.98	33.33
	esperado	100.00		Varianza	66.67
				Desvío std	8.16

Covarianza (con Excel)	-666.67	Desvío A	Desvío B	Producto desvíos
Coef correl (con Excel)	-1.00	-100	10	-1000
Coef correl (cov/desvíos)	-1.00	0	0	0
Desvío STD A (con Excel)	100	100	-10	-1000
Desvío STD B (con Excel)	10			

Covarianza	-666.67
Covarianza con desvíos std	-666.66

Covarianza calculada
como sumatoria del
producto de los desvíos

Covarianza calculada
como producto de
desvíos estándares

Nota: Excel calcula covarianzas como productos de desvíos estándares para n-1 observaciones. Por ejemplo, en el caso de A, el desvío estándar se calcula como la raíz de $(10.000+0+10.000)/(3-1)=100$

La covarianza con probabilidades distintas



Probabilidad	Resultados	Rendimiento esperado	Desvíos	Desvíos cuadrados	Desvíos cuadrados x Probabilidad
25%	900	225.00	-100.00	10000.00	2500.00
50%	1000	500.00	0.00	0.00	0.00
25%	1100	275.00	100.00	10000.00	2500.00
	esperado	1000.00		Varianza	5000.00
				Desvío std	70.71

Probabilidad	Resultados	Rendimiento esperado	Desvíos	Desvíos cuadrados	Desvíos cuadrados x Probabilidad
25%	110	27.50	10.00	100.00	25.00
50%	100	50.00	0.00	0.00	0.00
25%	90	22.50	-10.00	100.00	25.00
	esperado	100.00		Varianza	50.00
				Desvío std	7.07

		Desvío A	Desvío B	Producto desvíos
Covarianza (con Excel)	-666.67			
Coef correl (con Excel)	-1.00	-100	10	-1000
Coef correl (cov/desvíos)	-1.33	0	0	0
Desvío STD A (con Excel)	100	100	-10	-1000
Desvío STD B (con Excel)	10			
			Covarianza	-666.67
			Covarianza con desvíos std	-500.00

Observe que cuando las probabilidades son diferentes, la covarianza difiere cuando se la calcula como el producto de los desvíos estándares. Lo correcto es siempre calcularla como producto de los desvíos.

Nota de estadística: el cálculo del desvío estándar



Por ejemplo, para calcular el desvío estándar del activo A, Excel lo calcula con un divisor $n-1$:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} = \frac{10.000 + 0 + 10.000}{3-1} = 100$$

¿Por qué utilizamos $n-1$ como denominador en lugar de n ?

Los especialistas en estadística pueden demostrar que si tomamos muchas muestras de una población dada, si encontramos la varianza para cada muestra (s^2) y promediamos los resultados, este promedio no tiende a tomar el valor de la varianza de la población (σ^2) a menos que tomemos $n-1$ como denominador en nuestros cálculos.

Al utilizar un divisor $n-1$, nos da un estimador imparcial de σ^2

2º paso: calculamos los rendimientos

B3		= 0,9							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		ACI BA	ALU BA	ATA BA	BSU BA	CEC BA	CEP BA	COM BA	CRU BA
2	Time stamp	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE
3	02-dic-02	0,9	2,76	3,34	1,41		2,8	0,75	0,39
4	03-dic-02	0,925	2,81	3,37	1,38		3	0,76	0,375
5	04-dic-02	0,9	2,83	3,36	1,41	2,88	0,69	0,404	
6	05-dic-02	0,945	2,78	3,42	1,42	2,85	0,69	0,417	
7	06-dic-02	0,94	2,81	3,32	1,4	2,84	0,68	0,439	
8	09-dic-02	0,9	2,81	3,3	1,41	2,85	0,73	0,44	
9	10-dic-02	0,89	2,92	3,47	1,4	2,75	0,73	0,44	
10	11-dic-02	0,835	2,92	3,68	1,34	2,78	0,73	0,41	
11	13-dic-02	0,83	2,85	3,73	1,35	2,8	0,76	0,405	
12	16-dic-02	0,841	2,69	3,63	1,43	2,85	0,76	0,41	
13	17-dic-02	0,82	2,81	3,54	1,42	2,85	0,75	0,403	

[illegible]

3° paso: calculamos en diferentes hojas, el desvío estándar, los coeficientes de correlación y la matriz varianza-covarianza con las fórmulas de Excel

[illegible]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
4	AC1_BA	0.00072623							
5	AU1_BA	0.0419E-05	0.00032672						
6	ALA_BA	-7.7738E-04	1.4415E-05	0.00039679					
7	AS1_BA	0.00030002	0.7020E-05	-8.3994E-05	0.00076018				
8	CEC_BA	0.4451E-05	0.5509E-05	-7.7229E-05	0.00772E-05	0.00060184			
9	CEP_BA	0.00079609	0.00011964	9.7326E-06	0.00028802	0.00010503	0.00112762		
10	COM1_BA	0.00024022	0.5407E-05	0.4404E-05	0.00043166	0.5005E-05	0.00039874	0.00039623	
11	CR6_BA	7.4897E-05	0.3840E-05	-9.3318E-06	7.2106E-05	0.4247E-05	0.00020082	0.00014077	0.001051
12	CR8_BA	0.00049752	0.00013491	0.3701E-05	0.00010303	0.00011668	0.00027389	0.00016804	0.000144
13	FR1_BA	0.00035459	0.4644E-05	0.5303E-05	0.00080839	9.1208E-05	0.00051987	0.00048225	9.7476E-05
14	GFG_BA	0.00018842	0.00010561	8.8974E-06	0.00029339	0.1098E-05	0.0003104	0.00027792	0.7115E-05
15	HS1_BA	2.3275E-05	0.3902E-05	0.3758E-05	-4.3834E-06	2.5732E-05	0.5603E-05	0.3415E-05	0.000201
16	IM1_BA	0.00016169	0.00012885	0.3529E-05	0.11289E-05	0.00277E-05	0.00024984	0.0001156	7.7732E-05
17	MET1_BA	0.00018899	0.0001173	0.3798E-05	0.000135914	0.0002826	0.00022914	0.00012976	0.9898E-05
18	MOL1_BA	0.00014274	9.7267E-05	-0.1874E-05	0.000221421	0.9119E-05	0.00022977	0.00029802	0.832E-05
19	PCH1_BA	0.00017125	9.3106E-05	4.4895E-05	0.000266878	9.9254E-05	0.00033849	0.00034761	7.8732E-05
20	PCL1_BA	0.00020411	0.00010083	-0.5019E-05	0.00016203	9.0091E-05	0.00029713	0.00021703	2.6986E-05
21	SP1_BA	0.00019185	0.7719E-05	0.4409E-05	0.000274078	0.00010483	0.00027587	0.0004476	3.1208E-05
22	SD1_BA	0.00013117	0.000115	-0.1403E-06	0.000217456	7.1238E-05	0.00021249	0.00029244	4.4214E-05
23	TEC2_BA	0.00012814	0.00015933	2.39E-05	0.000267989	0.00012038	0.00041729	0.00043557	0.5434E-05
24	TG2_BA	0.00044727	0.00011734	-0.6987E-05	0.00079502	0.00017579	0.00029988	0.00022512	0.000112
25	THA1_BA	0.00016464	0.9755E-05	-0.6518E-05	0.00016085	4.8505E-05	0.00022179	0.00027162	0.5274E-05
26	TRA1_BA	-1.1089E-05	-7.3988E-05	-7.2922E-06	0.20929E-05	-4.0374E-06	1.4091E-06	0.5234E-05	0.5287E-05



Agosto de 2004

El portafolio o cartera de inversión

Dr. Guillermo López Dumrauf
dumrauf@fibertel.com.ar

Para una lectura detallada ver:

L. Dumrauf, Guillermo: *Finanzas Corporativas*

López Dumrauf, Guillermo: *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*

La presentación puede encontrarse en:

www.cema.edu.ar/u/gl24

Copyright © 2001 by Grupo Guía S.A.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without the permission of Grupo Guía S.A.

This document provides an outline of a presentation and is incomplete without the accompanying oral commentary and discussion.



Portafolio de inversiones

- Rendimiento esperado
- Riesgo del portafolio
- Covarianza y correlación entre acciones argentinas
- Matriz varianza-covarianza
- VaR (valor a riesgo)

Portafolios eficientes

- Combinaciones riesgo-rendimiento
- Capital Market Line y frontera eficiente
- Teorema de la separación
- Diseño de una estrategia y evaluación ex-post

Rendimiento y riesgo del portafolio de inversiones con dos activos



- ♦ Rendimiento esperado de un portafolio:

Proporciones en cada activo

$$E_{(rp)} = \overset{\swarrow}{W_A} E(r_A) + \overset{\swarrow}{W_B} E(r_B)$$

- ♦ Varianza del portafolio:

$$\sigma_p^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2 W_A W_B \sigma_{AB}$$

- ♦ Riesgo del portafolio:

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

Covarianza y correlación



A modo de recordatorio, las fórmulas para la covarianza y el coeficiente de correlación son:

Recuerde que en las acciones, donde cada resultado tiene igual probabilidad de ocurrencia, usamos el desvío estándar...

$$\text{Covarianza: } \sigma_{AB} = \Sigma [p_x \cdot (\overbrace{r_{x,A} - E(r_A)}^{\sigma_A}) \cdot (\overbrace{r_{x,B} - E(r_B)}^{\sigma_B})]$$

$$\text{Coeficiente de correlación: } \rho_{AB} = \frac{\sigma_{AB}}{\sigma_A \cdot \sigma_B}$$

Cartera de inversión - Rendimiento esperado y riesgo



Suponga que usted ha repartido su inversión entre dos activos: el 20% del dinero en el activo A (cuyos precios son menos estables), y el 80% restante en el activo B (cuyos rendimientos son más estables). Los rendimientos esperados $r_{(E)}$ para el próximo año y los desvíos estándar son los siguientes:

Activo	Proporción en el portafolio	Rendimiento esperado	Desvío estándar
A	20%	21 %	40 %
B	80%	15 %	20 %

Cartera de inversión - Rendimiento esperado



Si usted invierte el 20 % de su dinero en el activo A y el restante 80 % en el activo B, su rendimiento esperado sería igual a los rendimientos de los dos activos ponderados por el porcentaje invertido en cada uno:

$$r_{(E)} = (0,20 \times 21 \%) + (0,80 \times 15 \%) = \mathbf{16,2 \%}$$

Ahora podemos generalizar la fórmula para calcular el rendimiento del portafolio, donde w representa la proporción invertida en cada activo:

$$r_p = w_1 \cdot r_1 + w_2 \cdot r_2 + \dots + w_n \cdot r_n$$

Cartera de inversión – medición del riesgo



Ahora sabemos que el rendimiento esperado del portafolio es del 16,2%, pero ¿cuál es el desvío estándar de dicho rendimiento?

Sabemos que el desvío estándar del activo A es del 40 % mientras que el del activo B es del 20 %. Se podría estar inclinado a suponer que el riesgo del portafolio, al igual que el rendimiento esperado, puede calcularse a través del promedio ponderado de los desvíos típicos de los activos individuales. En ese caso, tendríamos:

$$(0,20 \times 40) + (0,80 \times 20) = 24\%$$

Pero esto es **INCORRECTO**; sólo sería correcto si los precios de las dos acciones estuvieran **correlacionados perfectamente**, es decir, variaran en el mismo sentido e igual proporción.

Cartera de inversión - varianza



Cuando la correlación no es perfecta, la diversificación siempre reducirá el riesgo por debajo del 24 %: *la varianza y el desvío estándar de un portafolio no es la simple combinación de las varianzas de los activos que la integran.*

La varianza del portafolio es

$$\sigma_p^2 = W_A^2 \sigma_A^2 + W_B^2 \sigma_B^2 + 2 W_A W_B \sigma_{AB}$$

$$\sigma_p^2 = 0,20^2 \times 40^2 + 0,80^2 \times 20^2 + 2 \times 0,20 \times 0,80 \times 0,50 \times 40 \times 20$$

$$\sigma_p^2 = 64 + 256 + 128 = 448$$

El coeficiente de correlación es menor a 1 (uno)...

Uso de la grilla para calcular la varianza



Para calcular la varianza de la cartera, necesitamos rellenar 4 casillas; en la diagonal de izquierda a derecha se colocan las varianzas; en la diagonal de derecha a izquierda las covarianzas

$W_A^2 \sigma_A^2 = 0,20^2 40^2 = 64$	$W_A W_B \sigma_{AB} =$ $0,20 \times 0,80 \times 0,50 \times 40 \times 20 = 64$
$W_A W_B \sigma_{AB} =$ $0,20 \times 0,80 \times 0,50 \times 40 \times 20 = 64$	$W_B^2 \sigma_B^2 = 0,80^2 20^2 = 256$

Si sumamos los valores de las casillas veremos que la varianza es de 448...

Riesgo de la cartera de inversión



La varianza es una medida “cuadrada” que tiene poca utilidad como estadística descriptiva. **El riesgo del portafolio lo expresamos a través de la desviación típica o desvío estándar**, que es la raíz cuadrada de la varianza y está expresado en la misma unidad de medida que el rendimiento esperado:

$$\sigma_p = \sqrt{448} = 0,2116 \text{ o } 21,16 \%$$

El desvío típico es menor al 24%, debido a que los rendimientos de dichos activos se encuentran imperfectamente correlacionados. **Podemos concluir que el riesgo del portafolio depende de:**

- La proporción o peso relativo (w) de cada activo
- El desvío típico de (σ) cada activo
- La covarianza ($\sigma_{1,2}$) entre los rendimientos de los activos

Uso de la grilla para calcular la varianza de la cartera con varias acciones



Cuando tenemos una cartera con n títulos (A,B,C,D, y E) sólo tenemos que rellenar unas casillas más. **Las casillas sombreadas de la diagonal contienen siempre las varianzas y las otras casillas contienen las covarianzas:**

	AB	AC	AD	AE
BA		BC	BD	BE
CA	CB		CD	CE
DA	DB	DC		DE
EA	EB	EC	ED	

Preguntas



1. Haga una lista de cinco acciones que probablemente tengan un alto desvío estándar y de cinco acciones con bajo desvío estándar.
1. En una cartera diversificada, ¿su desviación estándar puede ser inferior a la desviación estándar de cada una de las acciones que la componen?
2. ¿Es posible diseñar una cartera con varianza igual a cero? ¿Cuáles serían los requisitos?
3. ¿Cuál es la diferencia entre *covarianza* y *correlación*?
4. Haga una lista con algunos ejemplos de acciones que presumiblemente tengan rendimientos correlacionados y otro con acciones que no tengan correlación.

Desvío estándar de acciones argentinas



Acciones	Varianza	Desvio std	Desvio std (anual)	Desvío std (últimas 40 ruedas al 13/8/04)
Acindar	0.001	0.030	48.4%	26.7%
Aluar	0.000	0.018	29.1%	30.7%
ATA.BA	0.000	0.020	31.3%	No aparece
BSU.BA	0.001	0.027	43.6%	37.9%
CEC.BA	0.000	0.021	33.0%	18.6%
CEP.BA	0.001	0.034	53.6%	18.6%
COM.BA	0.002	0.049	77.8%	37.6%
CRE.BA	0.001	0.032	51.1%	36.7%
FRA.BA	0.001	0.033	52.0%	37.3%
GFG.BA	0.001	0.032	50.1%	37.1%
INU.BA	0.001	0.025	39.1%	34.6%
IRS.BA	0.001	0.027	43.3%	29.1%
JMI.BA	0.001	0.032	51.5%	37.5%
MET.BA	0.001	0.035	55.2%	42.2%
MOL.BA	0.000	0.020	32.3%	30.3%
PCH.BA	0.000	0.020	32.2%	
POL.BA	0.001	0.032	50.1%	55.1%
REN.BA	0.001	0.027	43.2%	42.2%
SID.BA	0.001	0.023	36.3%	
TEC2.BA	0.001	0.033	52.9%	33.1%
TGS2.BA	0.001	0.033	52.5%	26.5%
TENA.BA	0.000	0.022	34.8%	33.3%
TRA.BA	0.002	0.040	62.9%	36.2%
.MERV	0.000	0.019	30.9%	25.1%
.MAR	0.000	0.021	32.6%	
.IBG	0.000	0.015	24.6%	

Cálculos efectuados entre el 3-12-02 al 14-4-2004

[illegible]



Indique si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa:

- a. La característica que define el riesgo de una cartera o portafolio bien diversificado es el conjunto de las varianzas de sus activos individuales **FALSO**
- b. Si los precios de dos acciones se mueven en perfecta armonía, es posible reducir el riesgo mediante la diversificación. **FALSO**
- c. La desviación estándar de una cartera bien diversificada es igual al promedio ponderado de las desviaciones estándar de cada título incluido en la cartera **FALSO**

Problemas



Usted ha invertido el 40 % de su dinero en la acción A y el resto en la acción B. Sus expectativas son las siguientes:

	A	B
Rentabilidad esperada	10 %	15 %
Desviación típica	15 %	25 %

El coeficiente de correlación es 0,5

- a)Cuál es el rendimiento esperado y la desviación típica de las rentabilidades de su cartera?
- b) Cómo cambiaría usted su respuesta si el coeficiente de correlación fuera 0 (cero) o -0.5?
- c) Esta cartera es mejor o peor que otra en la que todo se hubiera invertido en la acción A, o no es posible decirlo?

Respuesta



a) $r_{(E)} = 0,40 \times 0,10 + 0,60 \times 0,15 = 0,13$

$$\sigma^2_p = 0,40^2 \times 15^2 + 0,60^2 \times 25^2 + 2[0,40 \times 0,60 \times 0,50 \times 15 \times 25] = 351$$

$$\sigma = \sqrt{351} = 18,73\%$$

Observe que el desvío de la cartera es un poco más alto que el desvío de A

b) Si el coeficiente de correlación fuera cero, la desviación estándar sería $\sigma = 16,55\%$. Si el coeficiente de correlación fuera -0.5 , la desviación estándar sería $\sigma = 13,07\%$

c) No es posible decirlo, pues depende de la aversión al riesgo del inversor.

Preguntas



Suponga dos acciones con las siguientes características:

Acción	Rendimiento esperado	Desvío estándar
A	15%	10%
B	25%	20%

El coeficiente de correlación entre las dos acciones es -1

- a) ¿Qué porcentaje debería invertir en cada acción para obtener una cartera sin riesgo?
- b) ¿Cuál es el rendimiento esperado de dicha cartera sin riesgo?

Respuesta



a) Primero igualamos la expresión de la varianza del portafolio a cero:

$$x^2 10^2 + (1-x)^2 20^2 + 2x(1-x) 10 \times 20 \times (-1) = 0$$

$$100x^2 + 400(1-x)^2 - 400x(1-x) = 100x^2 + 400(1^2 - 2x + x^2) - 400x + 400x^2$$

Derivando con respecto a x la expresión anterior, queda:

$$200x - 800 + 800x - 400 + 800x = 1.800x - 1.200$$

Y finalmente $x = 1200/1.800 = 0,66$ por lo tanto $(1-x) = 0,33$

$$b) r_{(E)} = 0,66 \times 0,15 + 0,33 \times 0,25 = 0,1833$$

Comprobando con la fórmula de la varianza de la cartera:

$$0,66^2 10^2 + 0,33^2 20^2 + 2 \times 0,33 \times 0,66 \times 10 \times 20 \times (-1) = 0$$

Esto sólo es posible en teoría... En el mundo real, es casi imposible que dos activos tengan correlación negativa perfecta...

Nota de matemáticas: la multiplicación de matrices



En el cálculo del riesgo del portafolio, podemos utilizar la **función “MMULT” de Excel** para la multiplicación de matrices. A modo de recordatorio, repasamos un ejemplo sencillo.

Suponga que los precios mayoristas de los productos A, B y C están representados por la siguiente matriz de precios:

$$P = [2 \ 3 \ 4]$$

Y las cantidades de A, B y C que se adquieren están dadas por la matriz columna

$$Q = \begin{bmatrix} 7 \\ 5 \\ 11 \end{bmatrix}$$

Nota de matemáticas: la multiplicación de matrices



Entonces el costo total (en unidades monetarias) está dado por el elemento de $P \times Q$:

$$PQ = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 5 \\ 11 \end{bmatrix} = 2 \times 7 + 3 \times 5 + 4 \times 11 = 73$$

Si además podemos pensar que un distribuidor minorista agrega un "*markup*" (M) a cada producto de 10, 20 y 30% respectivamente, luego podemos expresar el precio al consumidor como $P \times Q \times M$:

$$PQM = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 5 \\ 11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1,10 & 1,20 & 1,30 \end{bmatrix} = 2 \times 7 \times 1,10 + 3 \times 5 \times 1,20 + 4 \times 11 \times 1,30 = 90,6$$

Problema



Calcule el rendimiento esperado y el riesgo de la cartera compuesta por partes iguales con las siguientes acciones:

Acciones	Varianza	Desvio std
Acindar	0.00092904	0.03048023
Aluar	0.00033675	0.01835062

- El rendimiento esperado de Acindar=10% anual y el de Aluar=12%
- La varianza y el desvío estándar están expresados en días...

Ejemplo sencillo del cálculo del desvío estándar del portafolio



Varianza calculada "a mano"

		Porcentajes cuadrados
Proporción en A	40%	0.16
Proporción en B	60%	0.36
Rentabilidad esperada A	10%	
Rentabilidad esperada B	15%	
		Desvíos cuadrados
Desvío A (%)	0.03043	0.00093
Desvío B (%)	0.01832	0.00034
Coeficiente correlación AB	0.10835	

Grilla "a mano"	
0.000148197	1.45E-05
1.45006E-05	0.0001209

Rend esp cartera	13%
Varianza	0.0002981
Desvío cartera	1.726%

Ejemplo utilizando la función "MMULT" de Excel (los datos de la grilla contienen las varianzas y la covarianza, sin las proporciones)

	Acíndar	Aluar	Multip matriz x proporciones	
Ácindar	0.0009262	0.0000604	0.4	0.000407
Aluar	0.0000604	0.0003357	0.6	0.000226
Proporciones	0.4	0.6		

Varianza "a mano"	0.000298
Varianza con función "MMULT"	0.000298
Desvío std	1.726%
Desvío std anual	27.41%

Aplicación de la vida real: la matriz varianza-covarianza



El primer paso es observar como se han comportado los títulos a lo largo de un período de tiempo:

	ACI.BA	ALU.BA	ATA.BA	BSU.BA	CEC.BA	CEP.BA	COM.BA	CRE.BA	FRA.BA
Time stamp	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE	CLOSE
02-Dic-02	0.9	2.76	3.34	1.41	2.8	0.75	0.39	1.79	4.1
03-Dic-02	0.926	2.81	3.37	1.38	3	0.76	0.375	1.79	4.2
04-Dic-02	0.9	2.83	3.36	1.41	2.88	0.69	0.404	1.77	4.24
05-Dic-02	0.945	2.78	3.42	1.42	2.85	0.69	0.417	1.74	4.24
06-Dic-02	0.94	2.81	3.32	1.4	2.84	0.68	0.439	1.74	4.23
09-Dic-02	0.9	2.81	3.3	1.41	2.85	0.73	0.44	1.79	4.04
10-Dic-02	0.89	2.92	3.47	1.4	2.75	0.73	0.44	1.79	4.15
11-Dic-02	0.835	2.92	3.68	1.34	2.78	0.73	0.41	1.78	4.05
13-Dic-02	0.83	2.85	3.73	1.35	2.8	0.76	0.405	1.79	3.5
16-Dic-02	0.841	2.69	3.63	1.43	2.85	0.76	0.41	1.79	3.55
17-Dic-02	0.82	2.81	3.54	1.42	2.85	0.75	0.403	1.84	3.35
18-Dic-02	0.834	2.72	3.5	1.41	2.85	0.79	0.4	1.88	3.65
19-Dic-02	0.84	2.7	3.65	1.47	2.85	0.799	0.41	1.88	3.69
20-Dic-02	0.88	2.72	3.8	1.57	2.85	0.79	0.46	1.84	3.59
23-Dic-02	0.905	2.72	3.86	1.56	2.79	0.78	0.495	1.76	3.64
26-Dic-02	0.85	2.76	3.92	1.54	2.8	0.82	0.567	1.74	3.65
27-Dic-02	0.845	2.7	4.01	1.4	2.7	0.855	0.59	1.78	3.7
30-Dic-02	0.84	2.72	4.01	1.31	2.56	0.895	0.531	1.85	3.8

Por razones de espacio, no aparece la serie completa, que contiene 330 cotizaciones diarias...

Cálculo de los rendimientos diarios



A partir de la tabla anterior, podemos calcular fácilmente las variaciones diarias en los precios:

$(0,926/0,9)-1$ (variación diaria de Acindar)

	ACI.BA	ALU.BA	ATA.BA	BSU.BA	CEC.BA	CEP.BA	COM.BA	CRE.BA	FRA.BA	GFG.BA	INU.BA	IRS.BA	JMI.BA
03-Dic-02	0.02888889	0.01811594	0.008982036	-0.0212766	0.071428571	0.01333333	-0.03846154	0	0.02439024	-0.02689076	-0.03589744	-0.01675978	-0.02439024
04-Dic-02	-0.02807775	0.00711744	-0.002967359	0.02173913	-0.04	-0.09210526	0.07733333	-0.01117318	0.00952381	0.05354059	0.0212766	0.01136364	0
05-Dic-02	0.05	-0.01766784	0.017857143	0.0070922	-0.010416667	0	0.03217822	-0.01694915	0	0.04262295	0.00520833	0.01685393	0.025
06-Dic-02	-0.00529101	0.01079137	-0.029239766	-0.01408451	-0.003508772	-0.01449275	0.05275779	0	-0.00235849	-0.00157233	0	-0.02209945	-0.02439024
09-Dic-02	-0.04255319	0	-0.006024096	0.00714286	0.003521127	0.07352941	0.0022779	0.02873563	-0.04491726	0.07086614	0.02072539	-0.01129944	0
10-Dic-02	-0.01111111	0.03914591	0.051515152	-0.0070922	-0.035087719	0	0	0	0.02722772	0.01470588	-0.01522843	0.08571429	0.025
11-Dic-02	-0.06179775	0	0.060518732	-0.04285714	0.010909091	0	-0.06818182	-0.00558659	-0.02409639	-0.02173913	-0.01546392	-0.03684211	-0.06097561
13-Dic-02	-0.00598802	-0.0239726	0.013586957	0.00746269	0.007194245	0.04109589	-0.01219512	0.00561798	-0.13580247	0.00296296	0.02617801	0	0.07792208
16-Dic-02	0.01325301	-0.05614035	-0.026809651	0.05925926	0.017857143	0	0.01234568	0	0.01428571	0.03397341	-0.01530612	0.00546448	0
17-Dic-02	-0.02497027	0.04460967	-0.024793388	-0.00699301	0	-0.01315789	-0.01707317	0.02793296	-0.05633803	0	0.00518135	0.00543478	-0.01204819
18-Dic-02	0.01707317	-0.03202847	-0.011299435	-0.00704225	0	0.05333333	-0.00744417	0.02173913	0.08955224	-0.01	-0.02061856	0	-0.04878049
19-Dic-02	0.00719424	-0.00735294	0.042857143	0.04255319	0	0.01139241	0.025	0	0.0109589	0.05339105	0.00526316	0	0.05128205
20-Dic-02	0.04761905	0.00740741	0.04109589	0.06802721	0	-0.01126408	0.12195122	-0.0212766	-0.02710027	0.0890411	0	0	0
23-Dic-02	0.02840909	0	0.015789474	-0.00636943	-0.021052632	-0.01265823	0.07608696	-0.04347826	0.01392758	0	0.01570681	-0.01621622	-0.02439024
26-Dic-02	-0.06077348	0.01470588	0.015544041	-0.01282051	0.003584229	0.05128205	0.14545455	-0.01136364	0.00274725	0.02515723	0.02061856	0.07692308	0
27-Dic-02	-0.00588235	-0.02173913	0.022959184	-0.09090909	-0.035714286	0.04268293	0.04056437	0.02298851	0.01369863	0.03067485	-0.01010101	-0.01020408	0.1
30-Dic-02	-0.00591716	0.00740741	0	-0.06428571	-0.051851852	0.04678363	-0.1	0.03932584	0.02702703	-0.04761905	-0.05612245	0.02061856	0.09090909

Matriz varianza-covarianza



Luego calculamos las varianzas de los rendimientos de cada acción y sus covarianzas con el resto de los rendimientos de las otras acciones (la linea diagonal sombreada representa nuevamente las varianzas)

	ACI.BA	ALU.BA	ATA.BA	BSU.BA	CEC.BA	CEP.BA	COM.BA	CRE.BA	FRA.BA	GFG.BA	INU.BA	IRS.BA	JMI.BA
ACI.BA	0.00092623												
ALU.BA	6.0419E-05	0.00033572											
ATA.BA	-7.9955E-06	1.4415E-05	0.00038879										
BSU.BA	0.00020002	8.7053E-05	-5.5306E-05	0.00075075									
CEC.BA	8.4651E-05	6.5589E-05	-1.7329E-05	8.0877E-05	0.00043154								
CEP.BA	0.00019659	0.00011966	9.3726E-06	0.00038882	0.00018363	0.00113762							
COM.BA	0.0002422	5.6079E-05	6.604E-05	0.00043186	6.5025E-05	0.00039874	0.00239653						
CRE.BA	7.6897E-05	3.8601E-05	-9.3318E-06	7.3107E-05	4.2671E-05	0.00020382	0.00014877	0.00103114					
FRA.BA	0.00049351	0.00013491	3.0701E-05	0.00013083	0.00011065	0.00027289	0.00016804	0.00014891	0.001069				
GFG.BA	0.00026459	8.6646E-05	8.5303E-06	0.00058083	9.1328E-05	0.00051987	0.00065225	9.7679E-05	0.00026837	0.00099465			
INU.BA	0.00018421	0.00010961	-5.5975E-06	0.00029371	6.1098E-05	0.0003104	0.00037792	6.7115E-05	0.00015563	0.00037219	0.00060335		
IRS.BA	2.3275E-05	3.3802E-05	-2.3775E-05	-6.2826E-06	2.5732E-05	5.9603E-05	3.4175E-05	0.00020167	0.00013308	1.6677E-05	2.9686E-05	0.00074042	
JMI.BA	0.00016169	0.00012585	6.3528E-05	8.1129E-05	6.0277E-05	0.00024984	0.0001156	7.7732E-05	0.00014337	0.00012257	0.00012879	4.2147E-05	0.00105067
MET.BA	0.00015898	0.0001173	-3.7795E-05	0.00013591	0.0002826	0.00022014	0.00013976	6.9895E-05	0.00014479	0.00012643	8.6651E-05	2.5377E-06	0.00016712
MOL.BA	0.00014274	9.7287E-05	-1.1076E-05	0.00022142	6.9119E-05	0.00022077	0.00029502	8.182E-05	0.00016371	0.00029388	0.00018586	2.1071E-05	0.0001041
PCH.BA	0.00017125	9.3106E-05	4.488E-06	0.00026688	9.9276E-05	0.00033649	0.00034761	7.8772E-05	0.00020619	0.00041171	0.00023249	3.3336E-05	0.00012927
POL.BA	0.00020411	0.00010083	-1.0119E-05	0.0001623	9.0091E-05	0.00029713	0.00021703	2.6985E-05	0.00015558	0.00023843	0.00024673	-3.8877E-05	0.00028976
REN.BA	0.000195	4.7719E-05	2.4408E-05	0.00027408	0.00010453	0.00027587	0.00046175	3.1338E-05	0.00016208	0.00039005	0.00022632	2.7343E-05	0.00013594
SID.BA	0.00013117	0.000115	-8.1605E-06	0.00021746	7.1378E-05	0.00021249	0.00029244	4.6214E-05	0.00015703	0.00024455	0.000187	3.5401E-05	0.00017167
TEC2.BA	0.00013814	0.00015833	2.39E-05	0.00036799	0.00013238	0.00041729	0.00041857	5.3434E-05	0.00017514	0.00055201	0.00025096	-5.3084E-06	0.00014506
TGS2.BA	0.00044727	0.00011736	-4.0957E-06	0.00019827	0.00017579	0.00029088	0.00022513	0.00013364	0.00059815	0.00026519	0.00016148	0.00011996	0.00011601
TENA.BA	0.00016464	4.9975E-05	-1.0215E-05	0.00016086	4.8558E-05	0.00022179	0.00027162	5.9374E-05	0.00015799	0.00027025	0.00016553	4.9457E-05	2.1174E-05
TRA.BA	-1.1089E-05	-7.3958E-05	-7.2922E-06	6.3093E-05	-4.0376E-05	1.4091E-06	8.9234E-05	3.9287E-05	-4.419E-05	5.5259E-05	5.7437E-05	2.5904E-05	-4.7649E-05
.MERV	0.0002214	9.8502E-05	6.2637E-06	0.00037798	9.7685E-05	0.00038575	0.00050922	7.7216E-05	0.00020473	0.00053397	0.00028828	2.4899E-05	0.00013771
.MAR	0.00021705	0.00010081	7.8855E-06	0.00040482	0.00010047	0.00039461	0.00054614	7.7124E-05	0.00020158	0.00057073	0.00030128	1.9414E-05	0.00013552
.IBG	0.00015826	0.00010149	-4.3161E-06	0.00027645	8.5721E-05	0.00031689	0.00032572	7.168E-05	0.00018088	0.00037831	0.00021985	3.0285E-05	0.00013537

Cálculo del VaR (value at risk)



Cartera	Particip.	Valor de Mercado
		1,000,000
Aluar	0.500	500,000
Bansud	0.150	150,000
JCMinetti	0.150	150,000
Molinos	0.200	200,000
Total	1.000	1,000,000

Elijo Horizonte de Tiempo

días 5

Elijo Intervalo de Confianza

"Z"

☐ 90%

☐ 95%

☐ 97.50 %

☐ 99 %

1.650

Matriz Varianza-Covarianza

	Aluar	Bansud	JCMinetti	Molinos
Aluar	0.000335725	8.70528E-05	0.00012585	9.72871E-05
Bansud	8.70528E-05	0.00075075	8.11289E-05	0.000221421
JCMinetti	0.00012585	8.11289E-05	0.001050674	0.000104095
Molinos	9.72871E-05	0.000221421	0.000104095	0.000413778

Transpuesta	0.50	0.15	0.15	0.20
-------------	------	------	------	------

Cálculo de la Varianza: Utilizo la función MMULT de excel.

Varianza = 0.000215589

DESVIO = 0.014682948

CALCULO DEL VaR

$VaR = \text{Valor de Mercado} * \text{Desvío} * \text{RAIZ}(\text{Horizonte de Tiempo}) * Z$

VaR = \$54,172.92



El valor en riesgo (Value at Risk) es la máxima pérdida que podría tener con la cartera en (1) día, con una probabilidad del 95%. **O sea, si el VAR es 54.000, quiere decir, que en el 95% de los casos, pase lo que pase en el mercado, no debería perderse más de 54.000 pesos.**

¿Cómo puedo hacer simulaciones?

Se puede modificar tanto el número de días (a más tiempo mayores posibilidades de pérdida) como el % de probabilidad (a mayor probabilidad mayor pérdida también)

Detrás de estos cálculos hay series estadísticas. Por ejemplo, si miráramos hacia atrás deberíamos encontrar que en el 95% de los casos no se perdió más del VAR.



El VaR se puede calcular para un solo valor o para toda la cartera. En el último caso, el cálculo contempla los efectos compensatorios entre valores.

VaR calcula la pérdida máxima con una fiabilidad del 95%, significa que en el restante 5% de los casos, nuestra pérdida podría ser mayor. Sin embargo, el VaR no da ninguna indicación de la magnitud de estas pérdidas, ni de las posibles pérdidas en casos extremos como cracks de mercado.



¿Por qué la suma del Valor en Riesgo de los valores no es igual a la de la cartera?

Porque entre los valores hay correlaciones. Por ejemplo, si tengo en mi cartera Bansud y otro valor, por ejemplo Atanor, que supongamos están correlacionadas negativamente, la cartera debería tener un VaR menor que la suma de los dos. ¿Por qué? Porque cuando uno sube el otro baja, y los efectos de ambos tenderán a anularse.

Finalmente, cabe destacar que todas estas técnicas se basan en la estadística, sobre la cual debemos recordar que **la estadística describe los mercados, no les obliga.**

Combinaciones riesgo rendimiento



Vamos a ver ahora algunas combinaciones entre riesgo y rendimiento

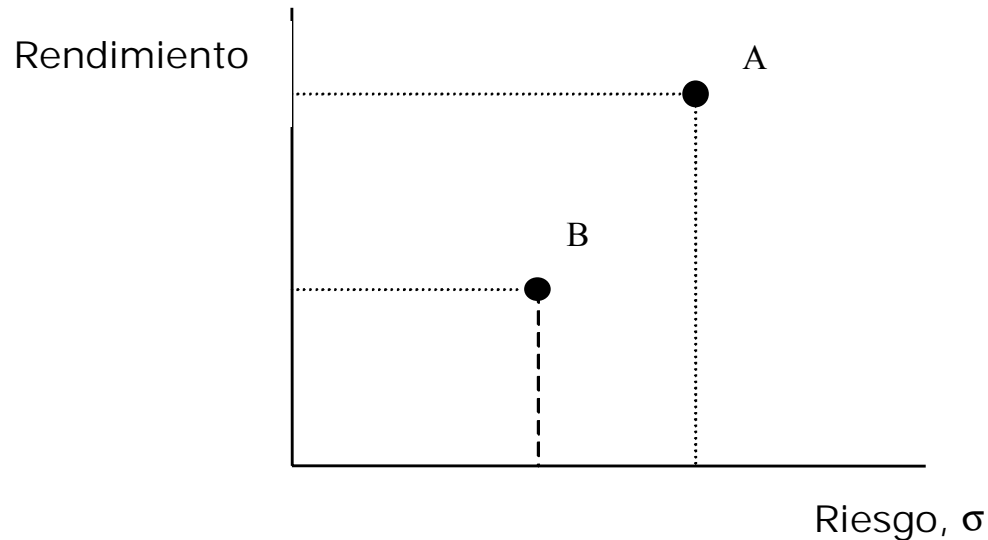
No todas las combinaciones son iguales; hay combinaciones mejores que otras

Las mejores combinaciones forman lo que se conoce como una cartera o portafolio “eficiente”

Combinaciones riesgo-rendimiento



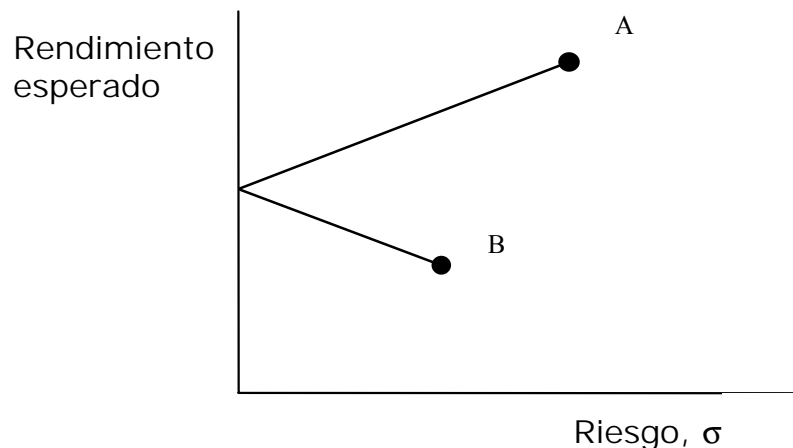
Usted puede invertir todo su dinero en el activo A o en el activo B, en cuyo caso asume la relación rendimiento-riesgo de A o de B en forma individual:



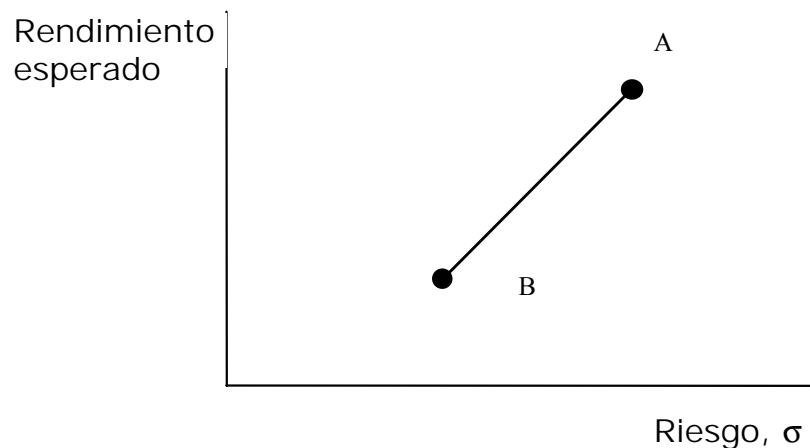
Combinaciones riesgo-rendimiento



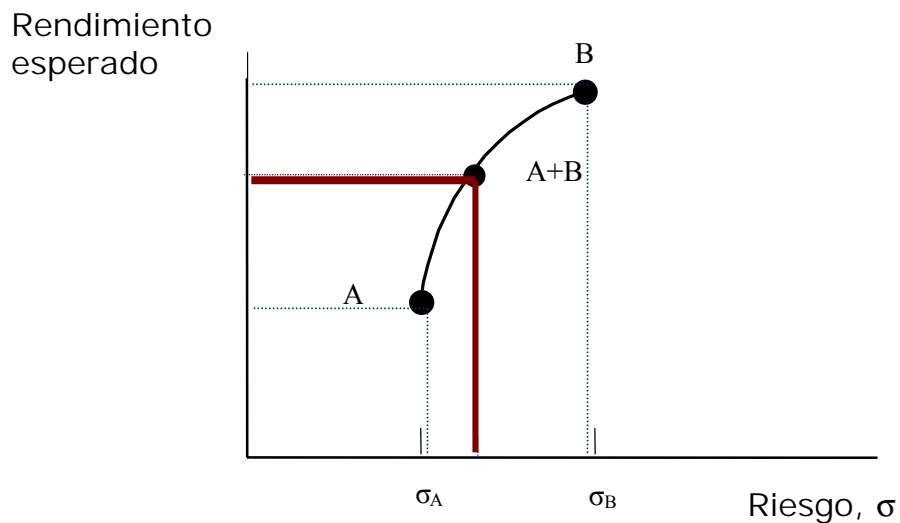
Correlación negativa perfecta



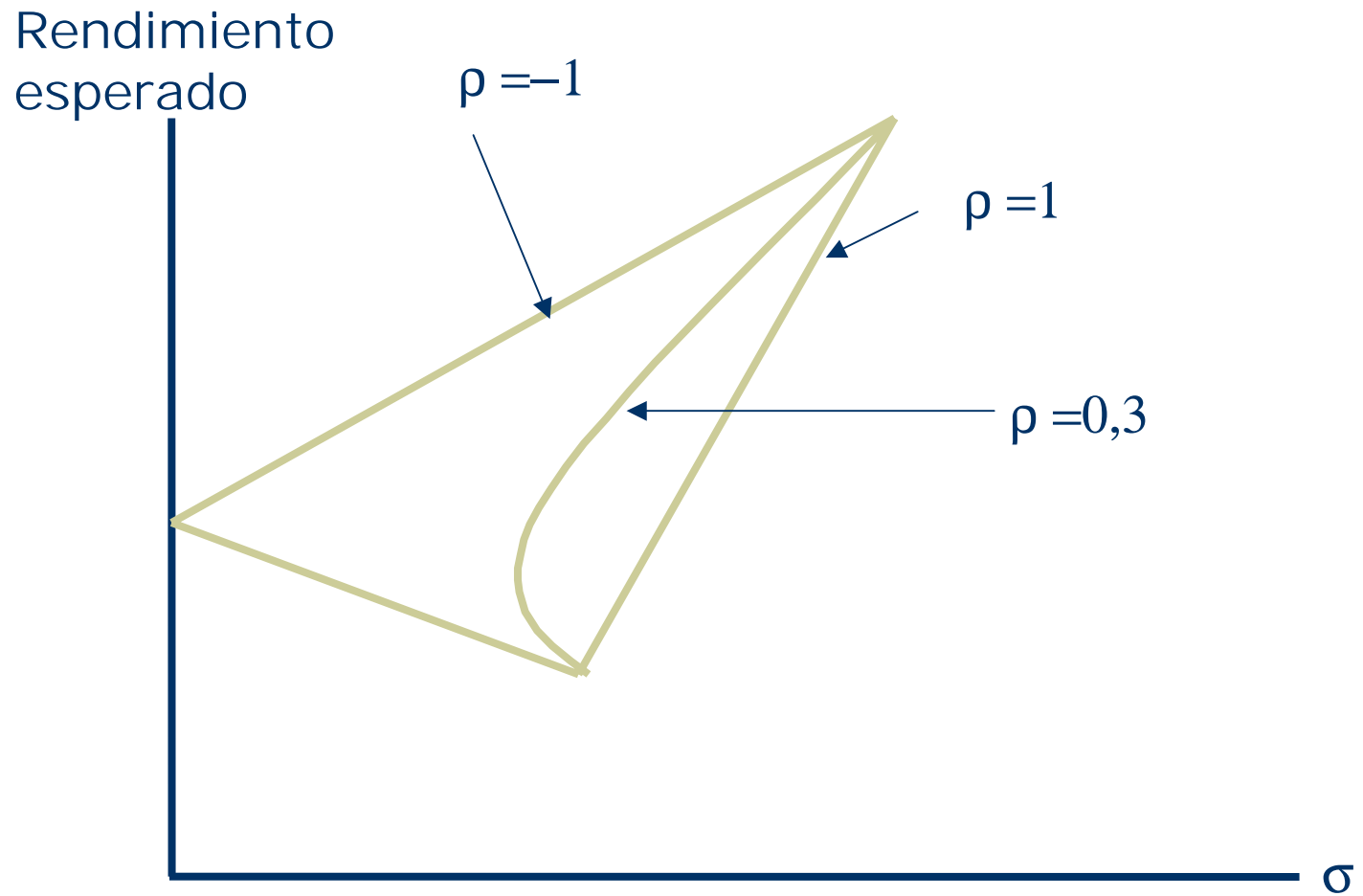
Correlación positiva perfecta



Correlación entre 0 y menos que 1



Combinaciones riesgo-rendimiento





- ♦ Cuanto **menor sea la correlación** de los rendimientos entre los activos de un portafolio, éstos se podrán combinar de manera más **eficiente** para reducir el riesgo.
- ♦ **En teoría**, es posible formar una **cartera sin riesgo** con dos activos que tienen **correlación negativa perfecta**, seleccionando adecuadamente el porcentaje invertido en cada activo.



Lamentablemente, sólo hay 2 formas de ganar dinero en un mercado de capitales eficiente:

1. Arriesgando más
2. Contando con información que aún no fue descontada por el mercado (*inside information*)

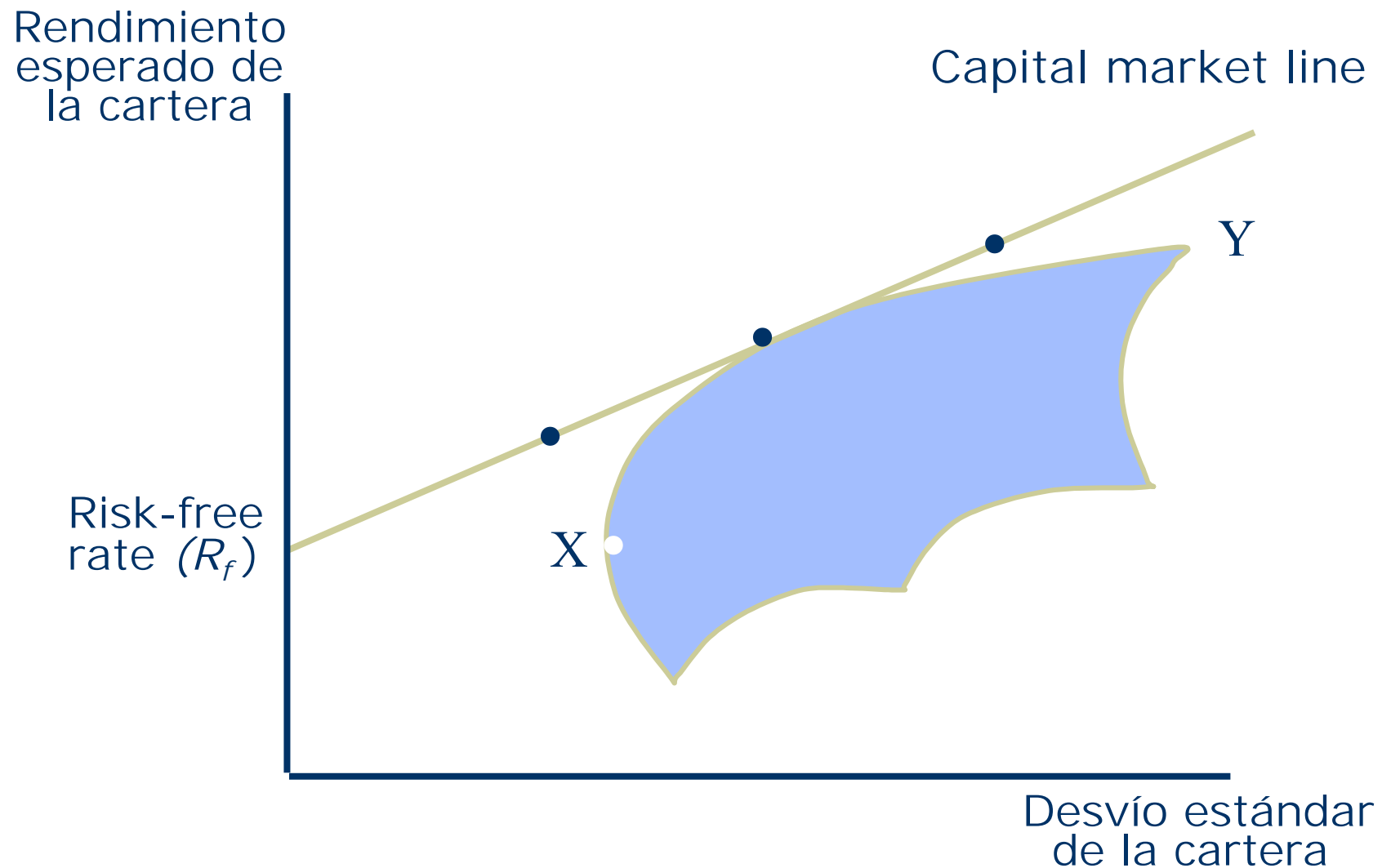
Carteras eficientes



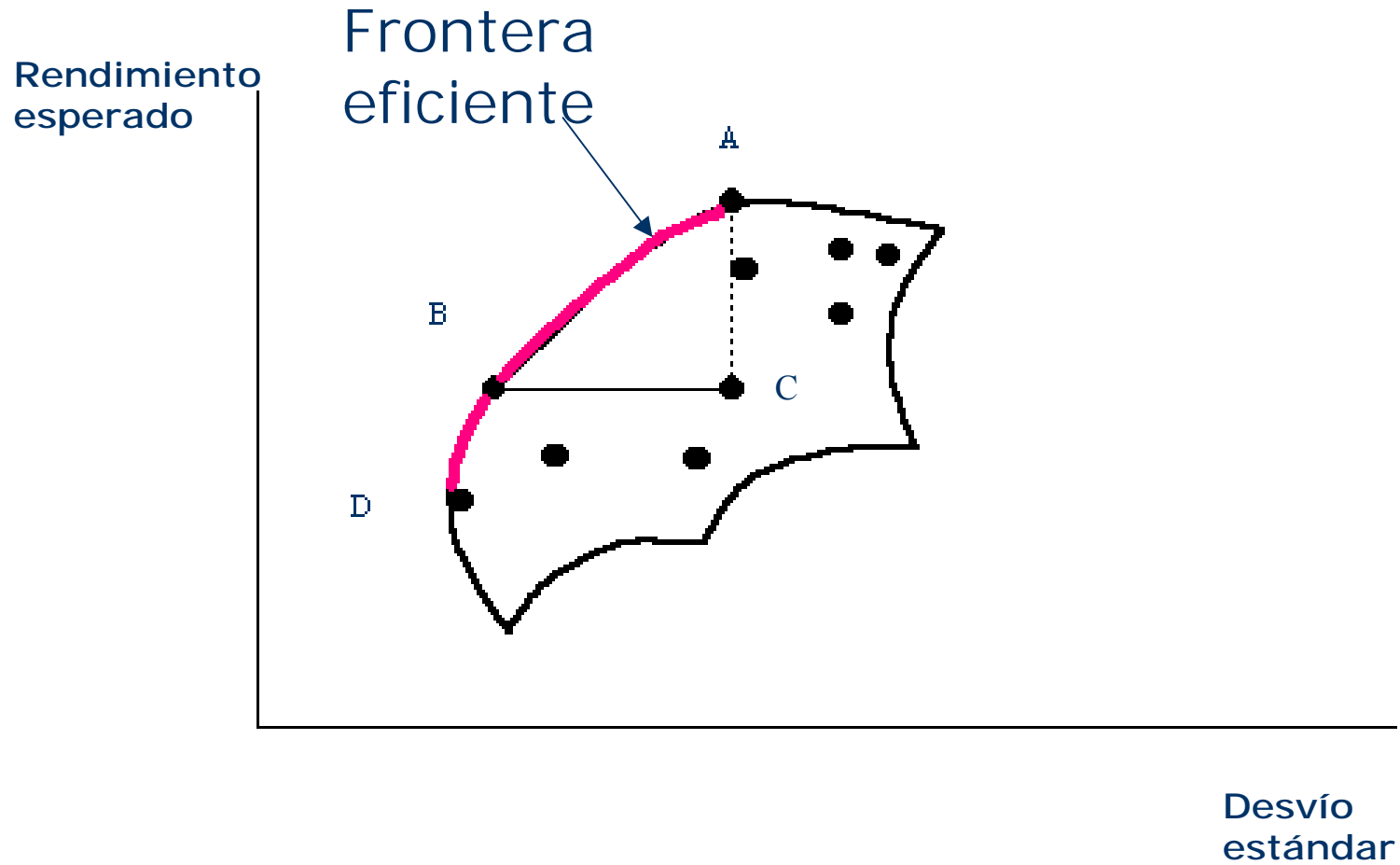
Usted desea aumentar la rentabilidad esperada y reducir el riesgo, por lo tanto, estaría interesado únicamente en aquellas carteras que se encuentran sobre la línea curva.

A estas carteras se las llama "EFICIENTES". Las carteras X e Y son alcanzables; que usted elija la cartera de mínimo riesgo (X) o la cartera de máxima rentabilidad esperada (Y) depende de cuanta **aversión tenga al riesgo**.

Capital market line y cartera eficiente



Frontera eficiente



Teorema de la separación



El teorema de la separación nos dice que la composición del mejor portafolio no depende de la actitud del inversor hacia el riesgo.

Se puede separar el plan de inversión en dos etapas: primero, **seleccionamos la cartera de acciones eficiente M**, y luego podemos combinarla **prestando dinero o endeudándonos**, extendiendo las combinaciones de riesgo y rendimiento, más allá de la frontera eficiente, de acuerdo con nuestras preferencias individuales de riesgo y rendimiento.

Se separa la actitud del inversor hacia el riesgo de sus posibilidades objetivas de inversión!!

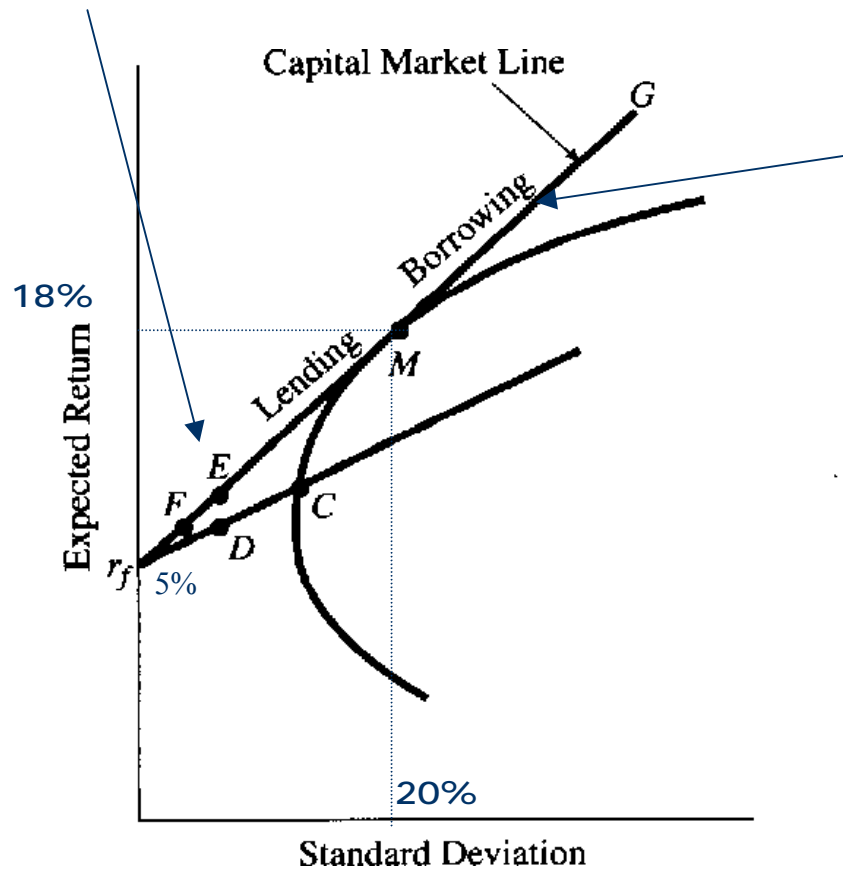
Teorema de la separación



Inversión libre de riesgo y cartera de acciones

$$r(e) = 0,50 \times 0,05 + 0,50 \times 0,18 = 11,5\%$$

$$s = 0,50 \times 0 + 0,50 \times 20 = 10\%$$



Endeudamiento y cartera de acciones

$$r(e) = 2 \times 0,18 - 1 \times 0,05 = 31\%$$

$$s = 2 \times 20 - 1 \times 0 = 40\%$$

Problemas



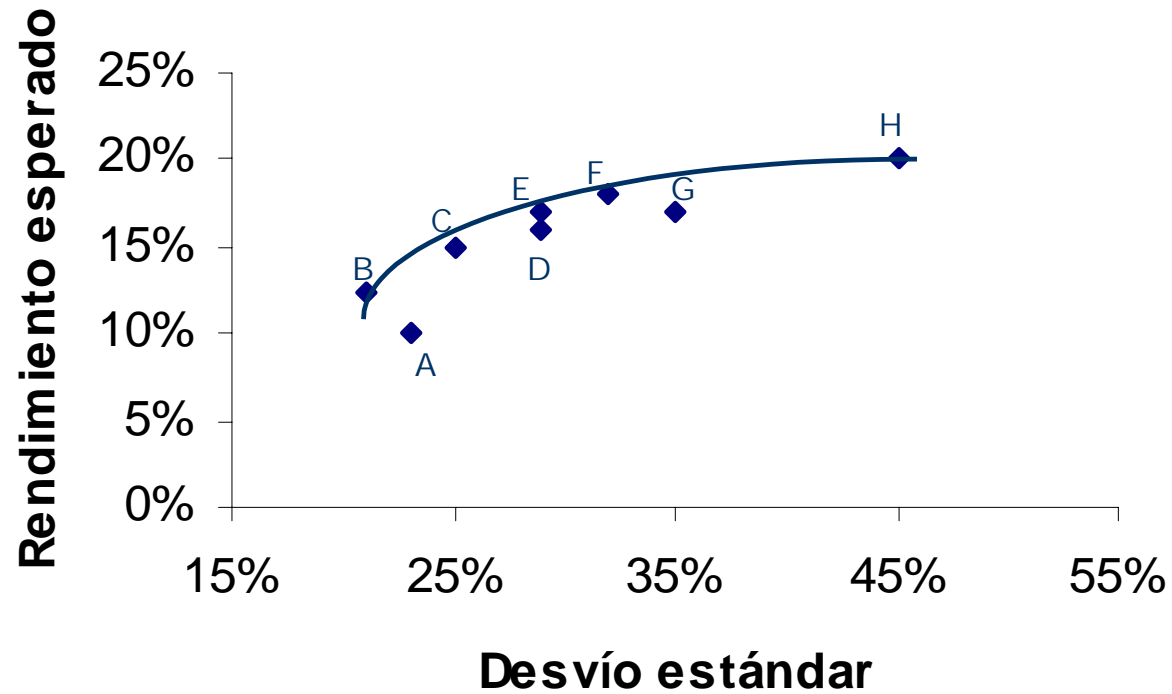
Represente en un gráfico las siguientes carteras arriesgadas:

	Desvío estándar	Rentabilidad esperada
A	23%	10%
B	21%	13%
C	25%	15%
D	29%	16%
E	29%	17%
F	32%	18%
G	35%	17%
H	45%	20%

Luego determine:

- Las cinco carteras eficientes y las tres ineficientes que existen.
- Suponga que Ud. acepta un riesgo del 25 %. ¿Cuál sería la rentabilidad máxima esperada que podría alcanzar sin endeudarse ni prestar?

Respuesta





Agosto de 2004



Modelos de valuación de activos de capital

Dr. Guillermo López Dumrauf
dumrauf@fibertel.com.ar

Para una lectura detallada ver:

L. Dumrauf, Guillermo: *Finanzas Corporativas*

López Dumrauf, Guillermo: *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*

La presentación puede encontrarse en:

www.cema.edu.ar/u/gl24

Copyright © 2001 by Grupo Guía S.A.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without the permission of Grupo Guía S.A.

This document provides an outline of a presentation and is incomplete without the accompanying oral commentary and discussion.



Riesgo de mercado

- Beneficios de la diversificación
- Riesgo único y riesgo sistemático
- Contribución de una acción al riesgo del portafolio
- Beta de una acción

CAPM

- Hipótesis fundamentales
- Cálculo del rendimiento esperado
- Evidencia empírica
- Uso del CAPM en Argentina

Límite a los beneficios de la diversificación



Cuando sólo se tienen dos acciones, el número de varianzas es igual al de covarianzas; en cambio, **cuando hay varios títulos la cantidad de covarianzas es mucho mayor que la cantidad de varianzas.**

Número de cías en el portafolio	Cantidad de covarianzas
2	2
3	6
10	90
100	9.900

Conclusión: *El riesgo de una cartera bien diversificada está dado principalmente por las covarianzas*

Ejemplo con más acciones – riesgo de la cartera



Desvío std de la
cartera

1,77%

	Aluar	Bansud
Aluar	0.000335725	8.70528E-05
Bansud	8.70528E-05	0.00075075

	Aluar	Bansud	Atanor
Aluar	0.000335725	8.70528E-05	1.44151E-05
Bansud	8.70528E-05	0.00075075	-5.53055E-05
Atanor	1.44151E-05	-5.53055E-05	0.000388792
Molinos	9.72871E-05	0.000221421	0.000104095

1,28%

	Aluar	Bansud	Atanor	Molinos
Aluar	0.000335725	8.70528E-05	1.44151E-05	9.72871E-05
Bansud	8.70528E-05	0.00075075	-5.53055E-05	0.000221421
Atanor	1.44151E-05	-5.53055E-05	0.000388792	0.000104095
Molinos	9.72871E-05	0.000221421	0.000104095	0.000413778

1,25%

A medida que agregamos acciones en la cartera, y procurando que haya correlación baja o negativa entre ellas, podemos eliminar el riesgo único...

Límite a los beneficios de la diversificación



- ♦ El riesgo específico de cada título puede reducirse mediante la diversificación.
- ♦ Cuando se compran muchos títulos, la proporción invertida en cada uno es un enésimo: $1/n$
- ♦ A medida que la cantidad de títulos crece, la varianza de la cartera se aproxima a la covarianza media

Límite a los beneficios de la diversificación

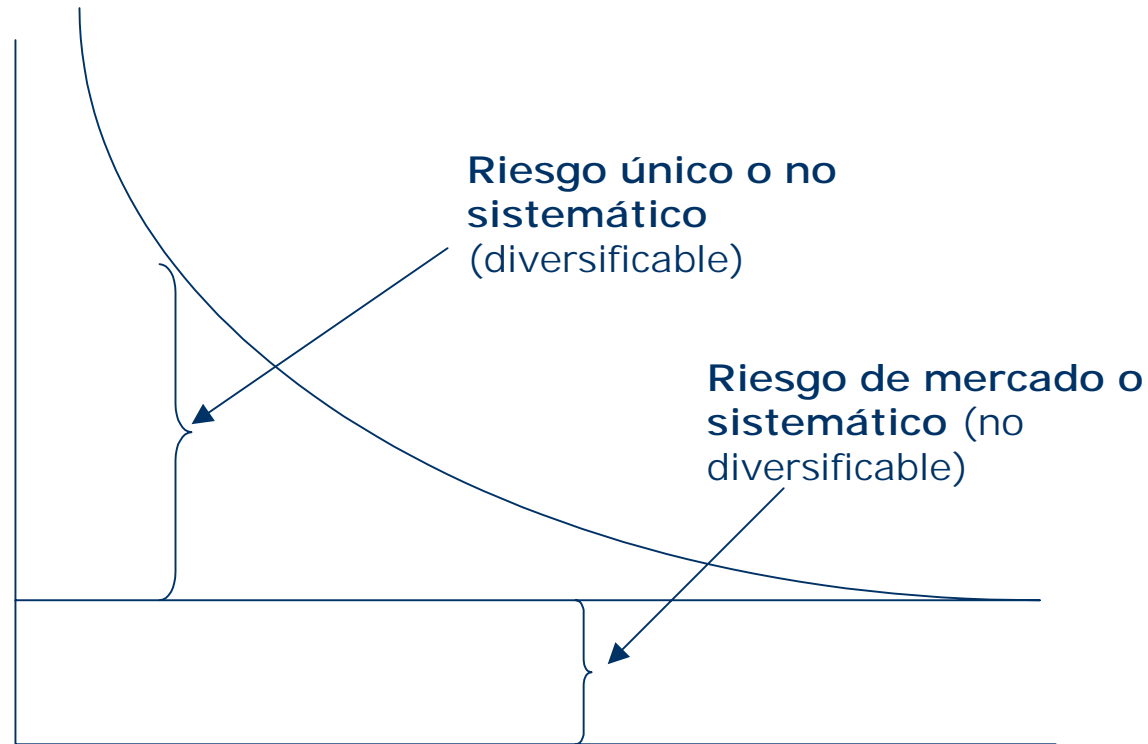


- ♦ Si la covarianza media fuese cero, podría eliminarse todo el riesgo específico de cada activo incluido en la cartera, simplemente acumulando suficientes títulos.
- ♦ Desafortunadamente las acciones tienden a moverse en la misma dirección, y por tanto están ligadas en su conjunto a una red de covarianzas positivas.
- ♦ Entonces no puede eliminarse el riesgo sistemático, o riesgo de mercado, que es la covarianza media de todos los títulos, marcando un límite a los beneficios de la diversificación.

Riesgo único y riesgo sistemático o de mercado

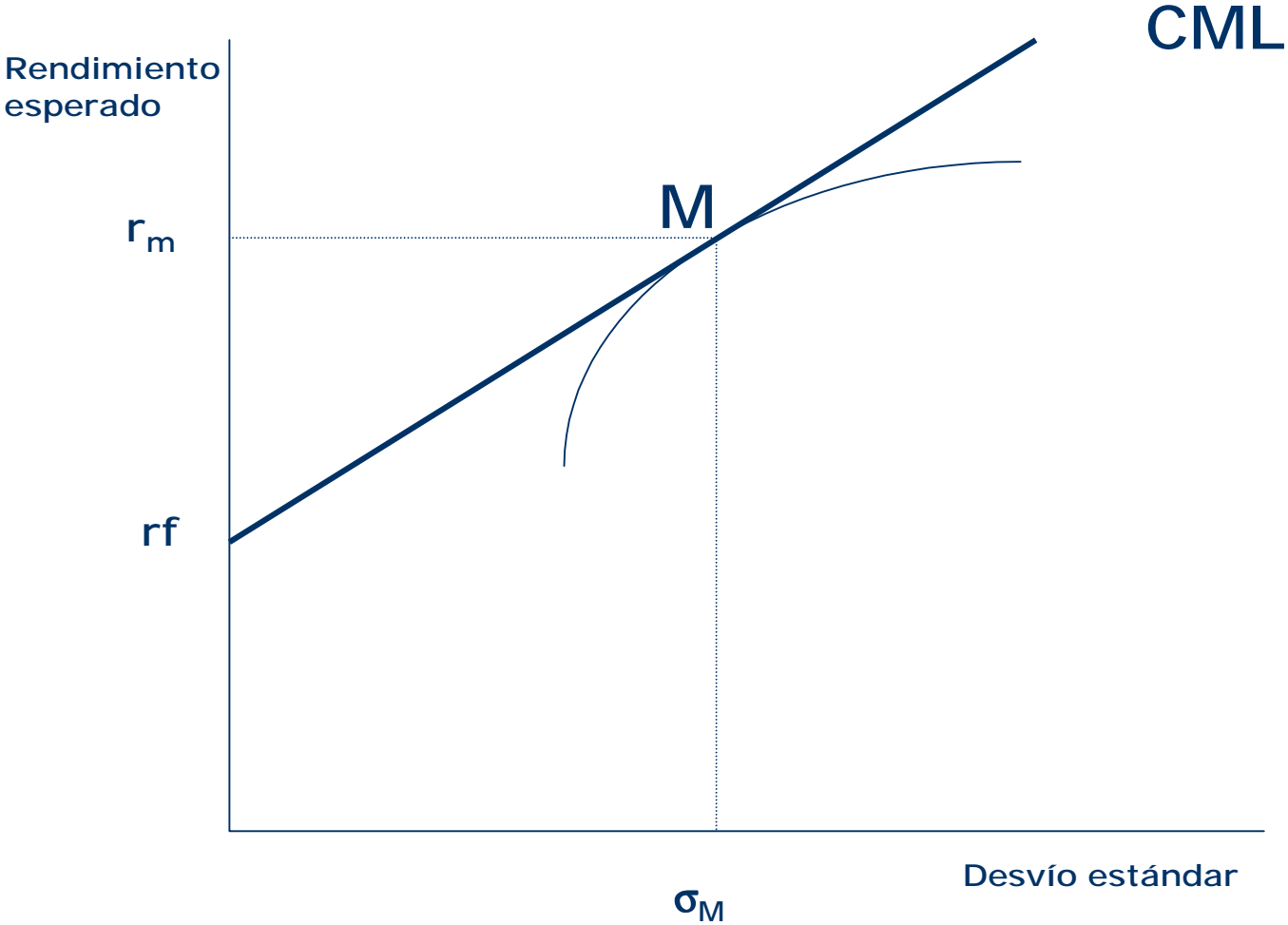


Riesgo de la cartera



Cantidad de títulos

En realidad, los mayores beneficios se alcanzan con 9 o 10 títulos. La Ley de rendimientos marginales decrecientes también se aplica para los beneficios de la diversificación.



Capital Market Line



El precio de mercado del riesgo nos dice cuál es el **premio esperado por los inversores por unidad de riesgo de mercado asumida**, que es medida por σ_m .

$$\text{Precio de mercado del riesgo} = \frac{r_m - r_f}{\sigma_m}$$

Por ejemplo, si históricamente $r_m = 0,12$; $r_f = 0,05$ y $\sigma_m = 0,20$

$$\frac{r_m - r_f}{\sigma_m} = \frac{0,12 - 0,05}{0,20} = 0,35$$

Esto significa que, históricamente, los inversores recibieron un adicional **0,35% por cada unidad adicional de riesgo** que estuvieron dispuestos a asumir cuando mantuvieron un portafolio eficiente...

Capital Market Line



Como el portafolios eficiente debe caer sobre la CML, la relación entre el riesgo y el rendimiento del portafolio es lineal:

$$r_p = r_f + \frac{r_m - r_f}{\sigma_m} \times \sigma_p$$

La prima de riesgo de un portafolio eficiente varía en proporción directa a su desvío estándar. Si todos los inversores mantuvieran el portafolio M, el riesgo relevante de una acción sería su contribución al riesgo de mercado del portafolio, o sea su riesgo de mercado o sistemático. Cuando tratamos con un portafolio de acciones, el riesgo de una acción nunca debe considerarse por separado, sino que lo que debe tenerse en cuenta, es **cómo se modifica el riesgo del portafolio cuando incluimos el nuevo título.**

Riesgo de mercado de la acción



Si el riesgo único podemos eliminarlo mediante la diversificación, ¿Cuál riesgo debe ser recompensado?

El riesgo de mercado de la acción...



- ♦ El riesgo de una acción incluida en un portafolio no es el riesgo de la acción por separado, sino que es el riesgo de mercado del título
- ♦ El riesgo de mercado del título representa su contribución marginal al riesgo de una cartera



- ♦ Lo que importa es el riesgo del portafolio, no el riesgo único de un activo
- ♦ Debido a la diversificación, las compañías **no son recompensadas** por reducir el riesgo único.
- ♦ La diversificación no puede aumentar el **valor** (debido a que no puede aumentar las oportunidades objetivas de mercado)

Riesgo de mercado de la acción



El riesgo que aporta una acción j al portafolio, depende de dos cosas:

- El porcentaje invertido (w_j)
- Su covarianza con el portafolio: $w_j \cdot \sigma_{j,p}$

También podemos medir la contribución proporcional al riesgo del portafolio, dividiendo la covarianza por la varianza del portafolio:

$$\frac{w_j \cdot \sigma_{j,p}}{\sigma_p^2}$$

Contribución de una acción al riesgo del portafolio



Si el cociente $\frac{w_j \cdot \sigma_{j,p}}{\sigma_p^2}$ es	El riesgo de la cartera
Mayor a 1	Aumenta
Igual a 1	Permanece constante
Menor a 1	Disminuye

El coeficiente beta



El cociente entre la *covarianza de los rendimientos de un activo y del portafolio*, y la *varianza del portafolio* (σ_{jp}/σ^2_p), nos dice como reacciona la acción *j* a las variaciones en el rendimiento del portafolio.

Cuando el portafolio es la cartera de mercado, dicho coeficiente representa la famosa *beta de la acción*:

$$\beta = \frac{\text{cov}(r_j, r_m)}{\text{var}(r_m)} = \frac{\sigma_{jm}}{\sigma^2_m}$$

El coeficiente beta



La covarianza entre las variaciones de los rendimientos de j y m también puede expresarse como el producto del coeficiente de correlación entre j y m por los desvíos:

$$\sigma_{jm} = \rho_{jm} \cdot \sigma_j \cdot \sigma_m$$

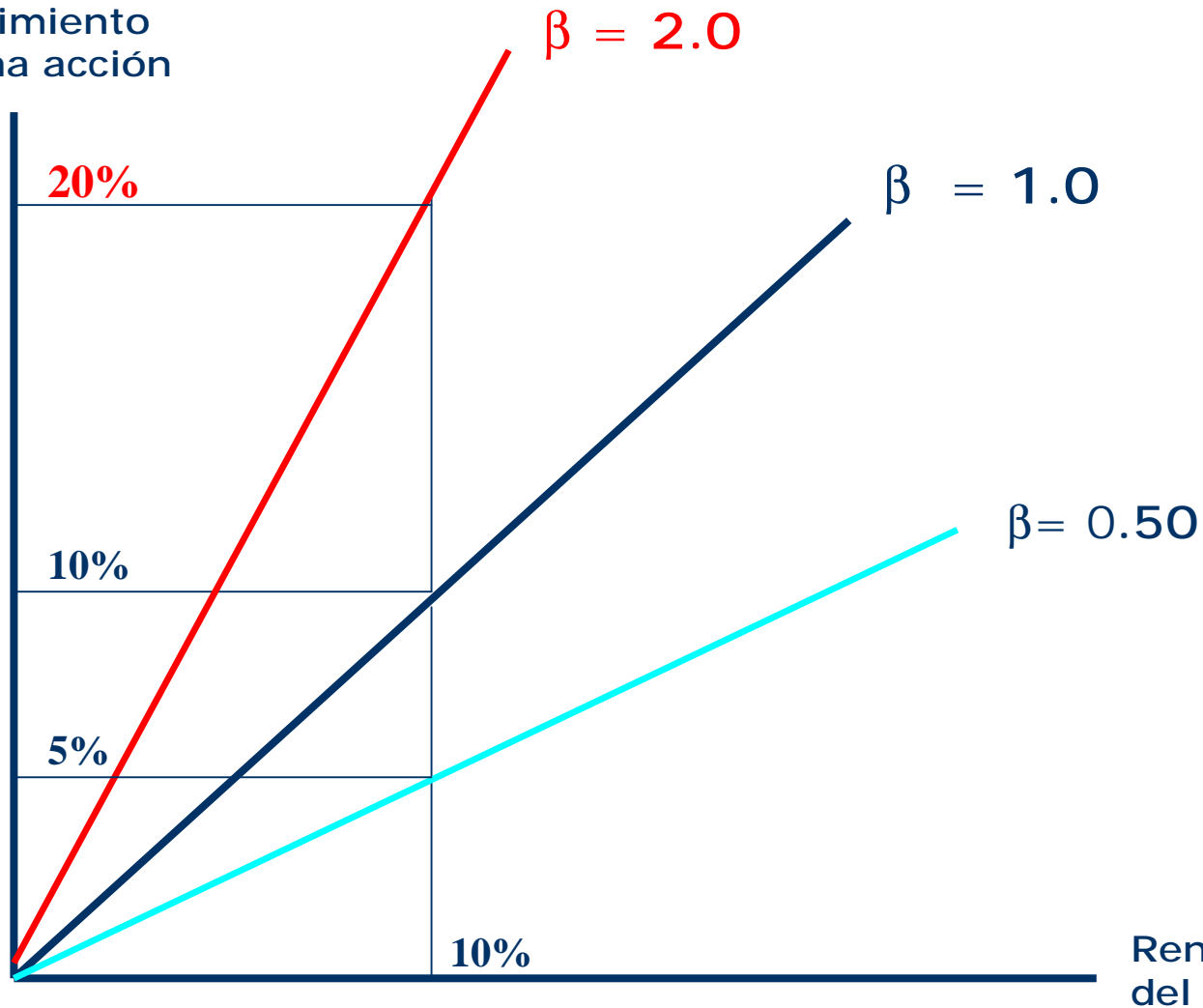
Entonces el beta también puede calcularse multiplicando el coeficiente de correlación entre j y m por el cociente entre el desvío de la acción y el desvío del mercado:

$$\beta = \frac{\sigma_{jm}}{\sigma_m^2} = \frac{\rho_{j,m} \sigma_j \cdot \sigma_m}{\sigma_m^2} = \rho_{j,m} \frac{\sigma_j}{\sigma_m}$$

El coeficiente beta



Rendimiento
de una acción



El riesgo de una cartera diversificada



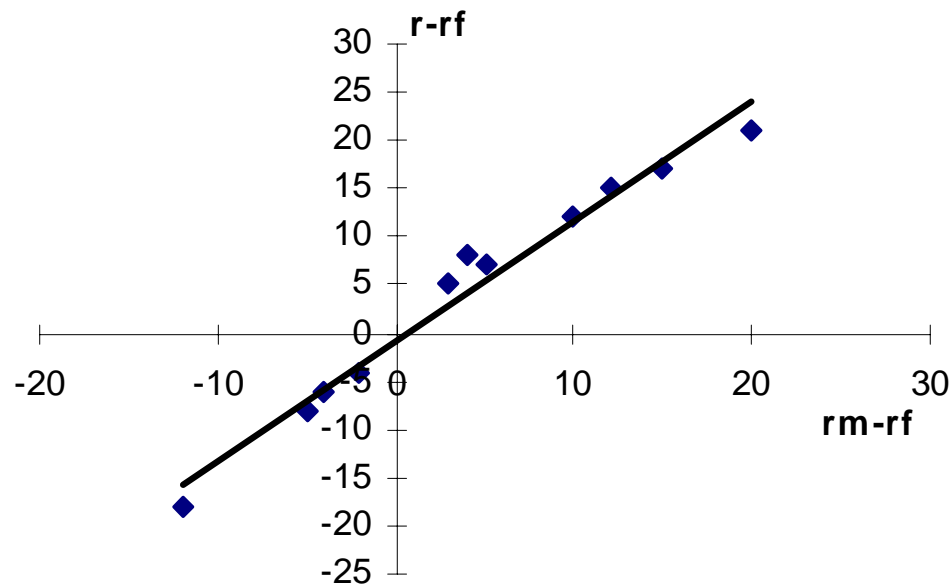
El riesgo de una cartera bien diversificada depende del **beta medio de los títulos incluidos en la cartera.**

De esta manera **la contribución de cada título al riesgo de la cartera depende de la beta del título.**

Estimación del beta



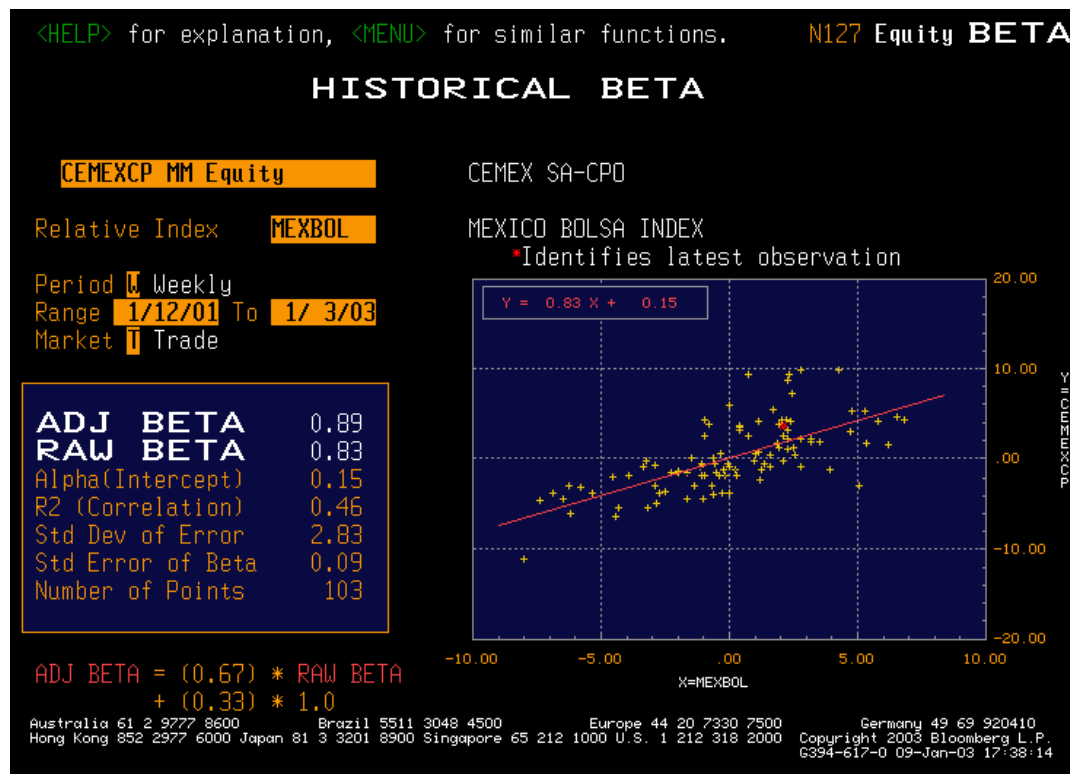
Los betas son estimados a partir de datos históricos, aunque están basados en expectativas acerca de la performance futura del mercado. El beta estimado es igual a la pendiente de la línea de la regresión y representa el coeficiente de regresión sobre el rendimiento del mercado.



Estimaciones de betas



Hay varias consultoras que publican periódicamente betas de acciones. Las estimaciones podrían mostrar alguna variación de una a otra debido a los diferentes períodos en que fueron calculadas o las técnicas de estimación utilizadas.





¿Puede existir un beta negativo?

¿De existir, qué significa?

¿Cuál sería el efecto de incluir dicha acción en un portafolio bien diversificado?

El riesgo único puede ser diferente del riesgo de mercado – Argentina 2/2003



¿Cuál de todas las acciones tiene el mayor riesgo único? ¿Cuál tiene el mayor riesgo de mercado?

	Beta	Desvío estándar
Carlos Casado	0,9	0,5
Celulosa	0,7	0,6
Central Costanera	1	0,4
Central Puerto	0,9	0,6
IRSA	0,7	0,5
Ledesma	1	0,5
Longvie	0,8	0,8
Massuh	-0,3	0,8
Metrogas	0,5	0,6
Rigolleau	0,7	0,6
Rosenbusch	0,3	0,2
San Miguel	0,5	0,3
Siderar	1,5	0,3
Siderca	1,3	0,8
Solvay Indupa	1,5	0,3
Telecom	1,1	0,6
Telefónica	0,9	0,7
Transp Gas Sur	0,6	0,6
YPF ORD	0,8	0,3

Preguntas



1. Suponga que el retorno de todos los activos se distribuyen normalmente. ¿Cuál es la medida relevante del riesgo de un portafolio o cartera de inversiones? ¿Cómo contribuye un activo al riesgo de un portafolio?
2. Indique si cada una de la siguientes afirmaciones es verdadera o falsa:
 - a. Un activo libre de riesgo tiene un beta cercano a cero.
 - b. Un activo libre de riesgo tiene una rentabilidad esperada igual a la de los bonos del tesoro americano.
 - c. La cartera del mercado tiene un beta de 1.
 - d. Una cartera compuesta en partes iguales por la cartera de mercado y bonos del tesoro, tiene un beta mayor a 1.
 - e. Los inversionistas pueden controlar el nivel de riesgo no sistemático de una cartera, pero no el nivel de riesgo sistemático.

Preguntas



Complete el siguiente párrafo con las palabras que faltan:

Como los cambios en el precio de las acciones no se encuentran perfectamente....., el riesgo de una cartera diversificada es.....que el riesgo de invertir en activos individuales. El riesgo que los inversores pueden eliminar mediante la..... se denomina riesgo..... En teoría, se puede eliminar completamente el riesgo no sistemático, si existe correlación negativa.....El riesgo que no puede eliminarse mediante la diversificación se denomina riesgo.....El riesgo sistemático o de mercado es lamedia de todos los títulos. Aquellas carteras que ofrecen larentabilidad esperada con elriesgo se denominan carteras.....

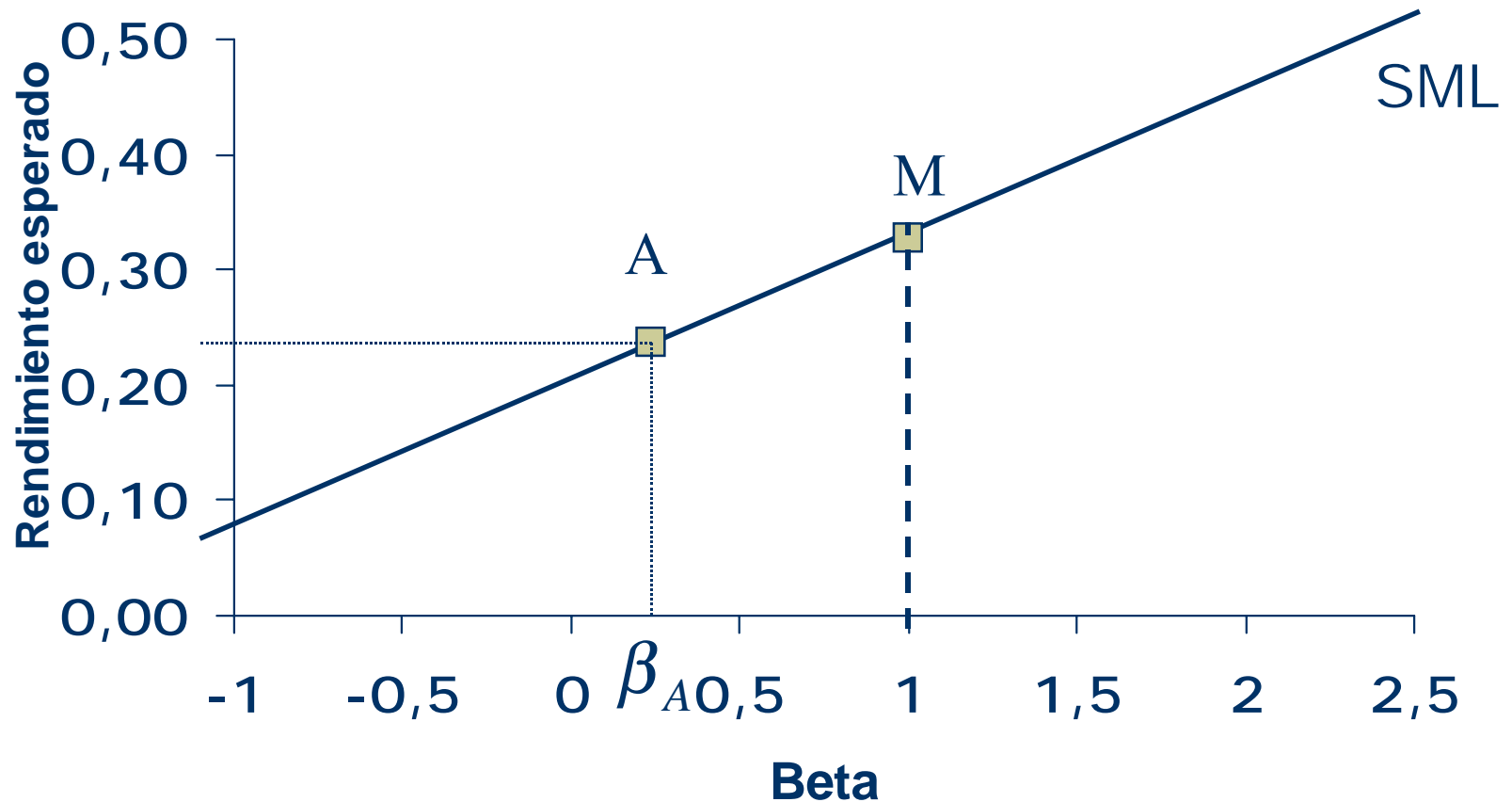
Preguntas



Clasifique las siguientes situaciones según formen parte del riesgo no sistemático (ns) o del riesgo sistemático (s)

- a) Un aumento del tipo de cambio nominal.
- b) Un juicio perdido por una empresa de servicios públicos que obliga a indemnizar a los consumidores.
- c) Un aumento en la tasa de interés de corto plazo.
- d) Una disminución en el precio de la energía.
- e) Una confiscación de depósitos por parte de un Gobierno Nacional.
- f) Una restricción a los movimientos de capital impuesta por el Gobierno.
- g) Un incremento en el precio del petróleo.
- h) Una resolución de la Secretaría de Medioambiente que obliga al tratamiento de los residuos industriales, incrementando el costo de las industrias plásticas.

Security market line



Se parece a la CML?



- ◆ **Security Market Line:**

- La prima por riesgo de mercado de un *activo individual* es una función de la *contribución de éste al riesgo del portafolio, que se mide por beta*.

- ◆ **Capital Market Line:**

- La prima por riesgo de mercado se establece para *portafolios eficientes* que combinan acciones con inversiones libres de riesgo. **Con portafolios bien diversificados, la medida relevante del riesgo es el *desvío estándar* del portafolio.**

SML versus CML



- ♦ **Security Market Line:** $r = r_f + (r_m - r_f) \beta$
- ♦ **Capital Market Line:** $r_p = r_f + \frac{(r_m - r_f)}{\sigma_m} \sigma_p$

Diferencias:

1. Mientras que la CML funciona para portafolios diversificados, la SML funciona tanto para portafolios como para activos individuales
2. La SML tiene en cuenta además la correlación entre la variación en los rendimientos del portafolio o activo individual con respecto a la variación en los rendimientos del mercado.

The Capital Asset Pricing Model (CAPM)



En la década del 60 William Sharpe, Jack Treynor y John Lintner desarrollaban el CAPM

Comenzado con supuestos simplificadores para un mundo hipotético de inversores, se transformó en un modelo razonable y comprensible, muy utilizado por los analistas en:

- Fijación de precios de activos y valuación de empresas
- Presupuesto de capital (cálculo del valor actual neto)



CAPM – hipótesis fundamentales

- ♦ Todos los inversores tienen **información perfecta** y las mismas expectativas sobre la rentabilidad futura de todos los activos (y sobre la correlación entre las rentabilidades y sobre la volatilidad de todos ellos)
- ♦ Los inversores pueden invertir y endeudarse a la tasa libre de riesgo
- ♦ No hay costos de transacción
- ♦ Todos los inversores tienen aversión al riesgo y el mismo horizonte temporal

Capital Asset Pricing Model (CAPM)



- ♦ El CAPM es una pieza central de las finanzas modernas que realiza *predicciones* acerca de la relación entre el riesgo y el rendimiento esperado
- ♦ Basado en el trabajo original sobre la teoría del portafolio de Harry Markowitz, fue desarrollado por William Sharpe, John Lintner y Jack Treynor en 1965-66.
- ♦ Tanto Harry Markowitz como William Sharpe obtuvieron el premio Nobel por sus trabajos



¿Qué determina el rendimiento esperado de un activo?

1. El **rendimiento libre de riesgo** (que compensa el valor tiempo del dinero)
2. El **premio por el riesgo de mercado** (que debería compensar el riesgo sistemático)
3. El **beta** del título (que representa la medida del riesgo sistemático presente en un título determinado)

El rendimiento esperado según el CAPM



- ♦ Ahora tenemos una expresión simple para el rendimiento esperado de un activo o un portafolio:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i \overbrace{[E(r_m) - r_f]}^{\text{Prima de riesgo de mercado}}$$

Rendimiento libre de riesgo Beta del activo Rendimiento esperado del activo

- ♦ Sólo el riesgo sistemático importa.

SML – cálculo de rendimientos



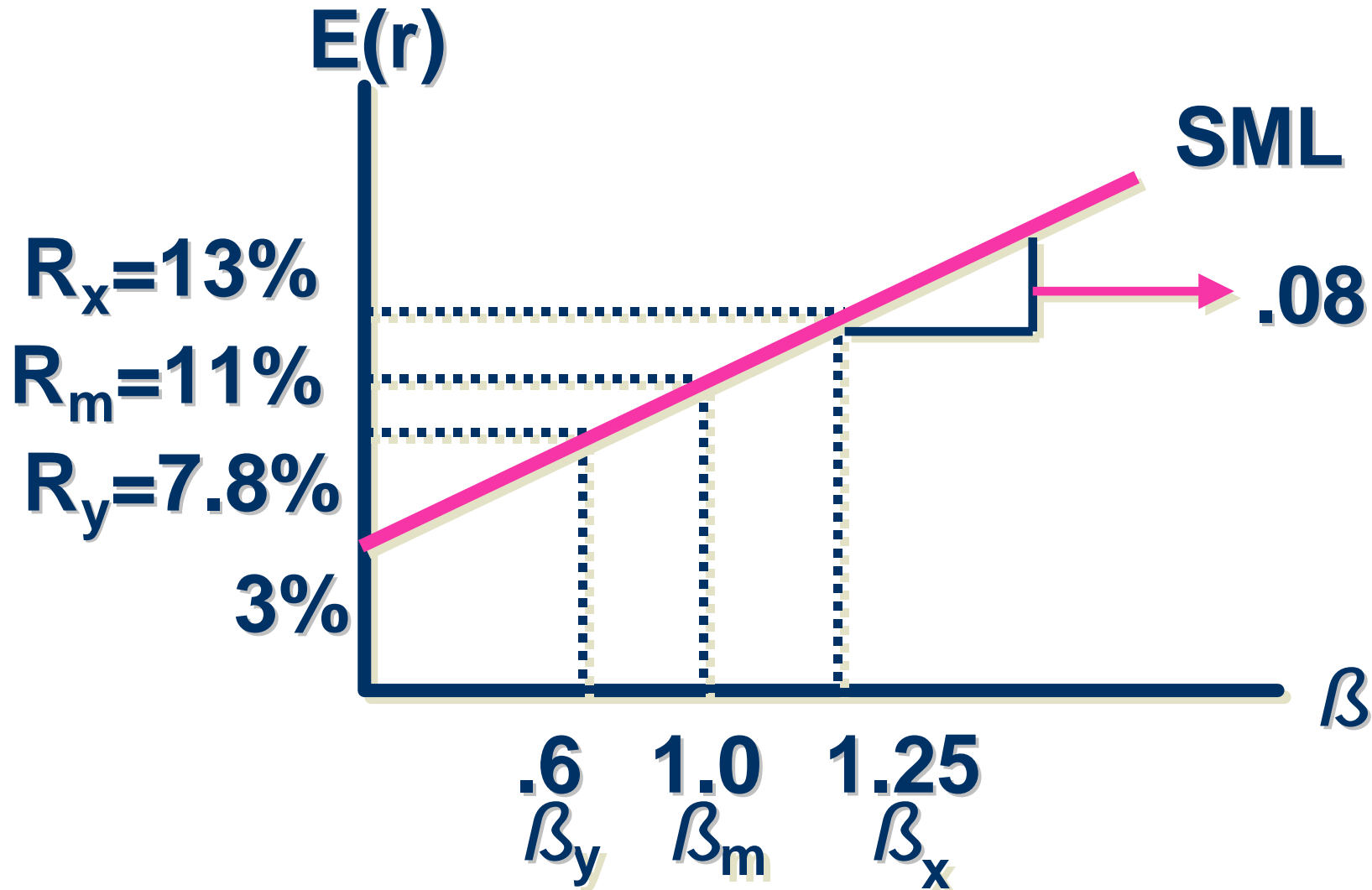
Sabiendo que los bonos del tesoro americano rinden un 3% anual y la prima de riesgo de mercado es del 8%, calcule los rendimientos esperados para los activos X e Y, teniendo en cuenta que sus betas son:

$$\beta_x = 1,25$$

$$\beta_y = 0.6$$



SML – cálculo de rendimientos

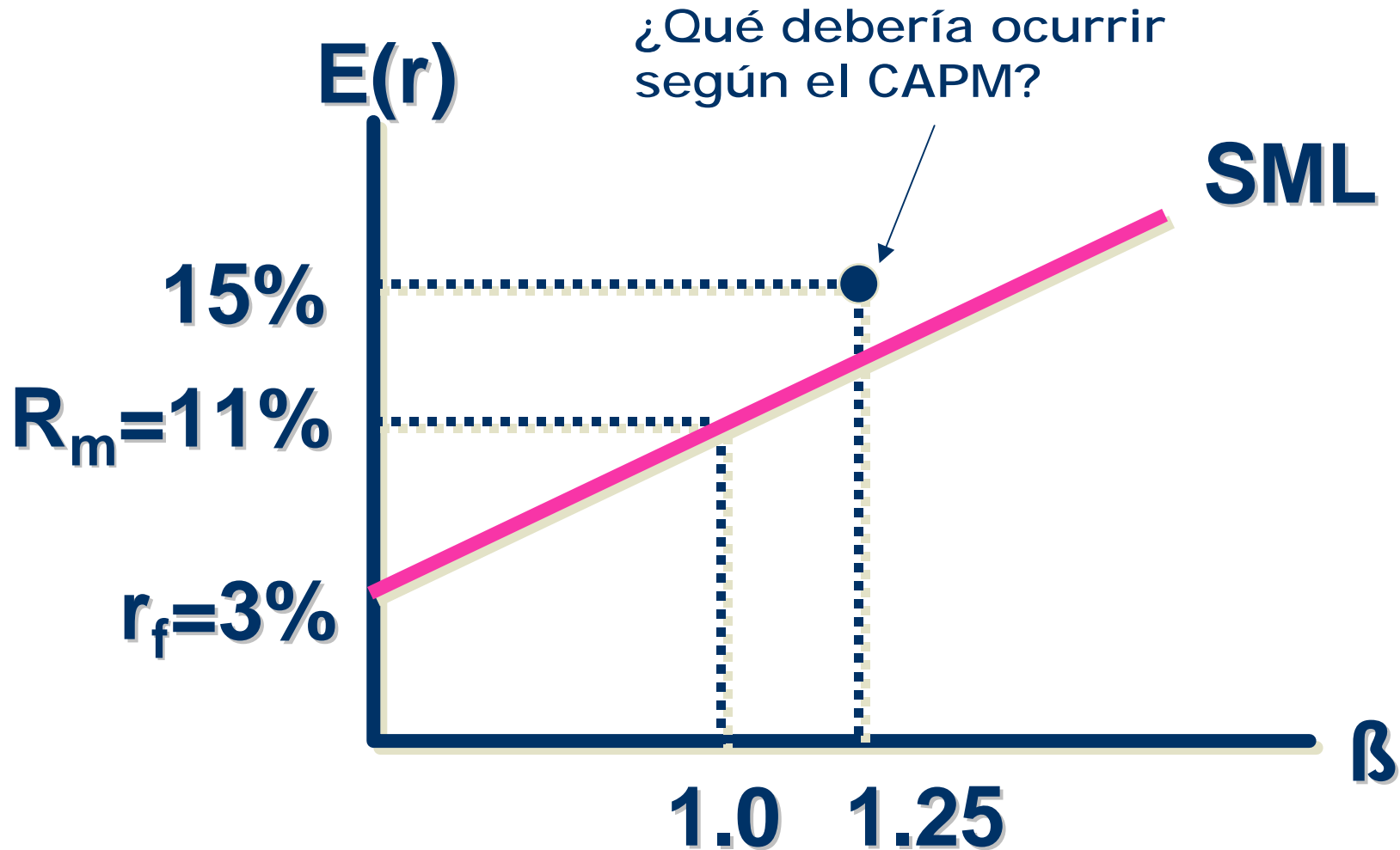


SML – ejemplo de desequilibrio

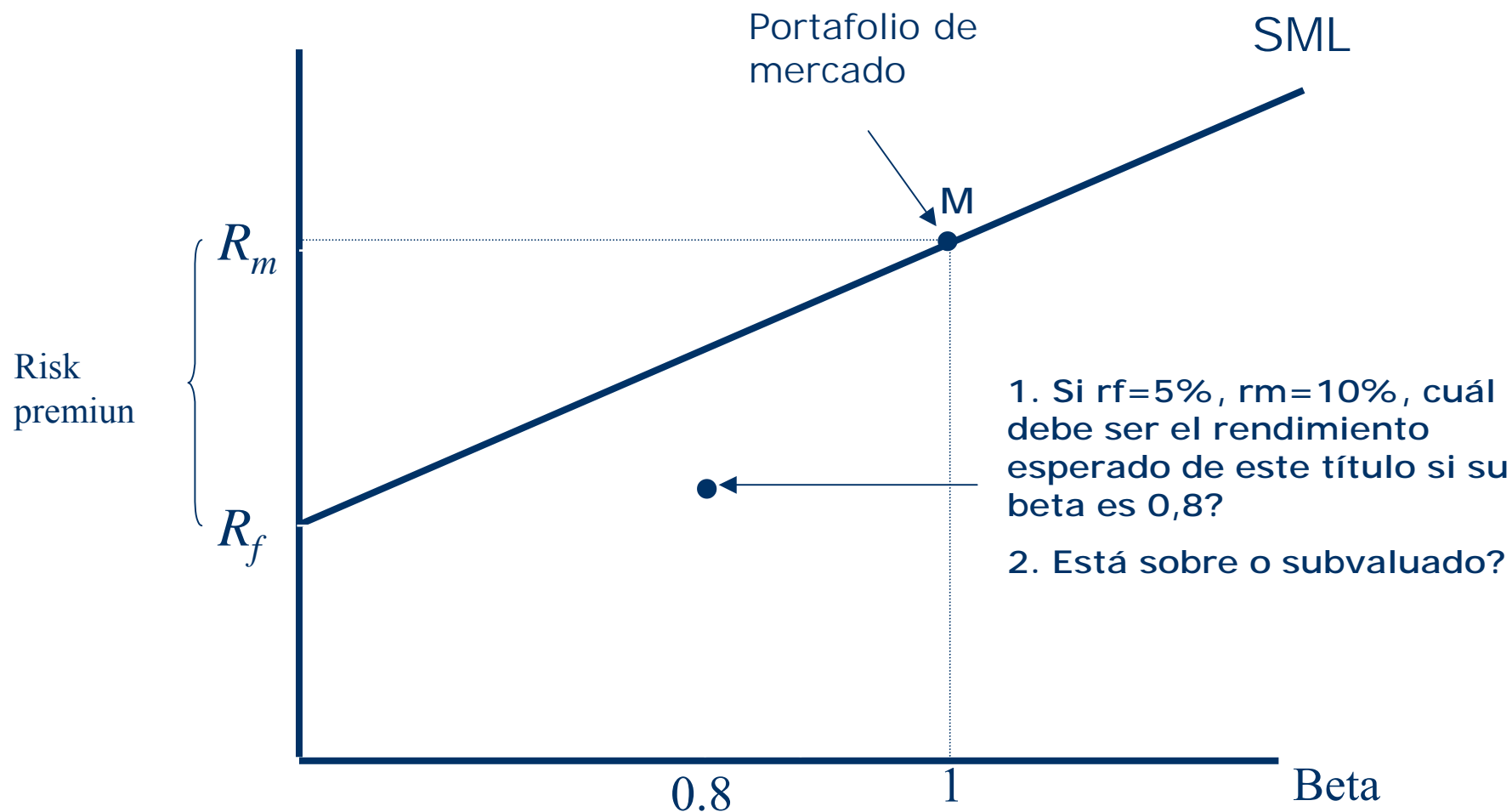


- ♦ Suponga una acción con un beta de 1,25 está ofreciendo un rendimiento esperado de 15%
- ♦ De acuerdo a la SML, debería ser del 13%
- ♦ El título está subvaluado por el mercado (underpriced) ya que está ofreciendo un rendimiento esperado más alto para su nivel de riesgo

SML – ejemplo de desequilibrio



SML – ejemplo de desequilibrio



Beta del portafolio



$$\begin{array}{lll} \beta_A = 1,3 & w_A = 25\% & r_f = 4\% \\ \beta_B = 1,7 & w_B = 75\% & E(r_m) = 12\% \end{array}$$

1. Cuál es la prima por riesgo de mercado?

$$r_m - r_f = 8\%$$

2. Cuál es el beta del portafolio?

$$0,25(1,3) + 0,75(1,7) = 1,6$$



$$\begin{aligned}\beta_A &= 1,3 & w_A &= 25\%, \\ \beta_B &= 1,7 & w_B &= 75\%, \\ r_f &= 4\% & E(r_m) &= 12\%\end{aligned}$$

3. Si el CAPM funciona, cual es el rendimiento esperado de A, B y del portafolio AB?

$$R_A = 4\% + (8\%)1,3 = 14,4\%$$

$$R_B = 4\% + (8\%)1,7 = 17,6\%$$

$$R_p = 4\% + (8\%)1,6 = 16,8\%$$



Dos administradores de portafolio están siendo evaluados. **Uno obtuvo un rendimiento del 20% y el otro el 17%.** Sin embargo, el beta de la cartera del primero fue de 1,5 mientras que la del segundo tuvo un beta de 1,0.

- a) Cuál tuvo mejor desempeño si $r_f = 4\%$ y $r_p = 8\%$?
- b) Si la prima de mercado fue del 8% y los bonos del tesoro rindieron 6%, cuál lo hizo mejor?
- c) Cuál sería la respuesta si la prima de mercado es del 12 % y los T-bonds rinden 3%?

Ejercicios CAPM



- a) $R_f = 4\% + 8\% \times 1,5 = 16\%$ (pero obtuvo 20%)
 $R_f = 4\% + 8\% \times 1,0 = 12\%$ (pero obtuvo 17%)
- b) $R_f = 6\% + 8\% \times 1,5 = 18\%$ (pero obtuvo 20%)
 $R_f = 6\% + 8\% \times 1,0 = 14\%$ (pero obtuvo 17%)
- c) $R_f = 3\% + 12\% \times 1,5 = 21\%$ (pero obtuvo 20%)
 $R_f = 3\% + 12\% \times 1,0 = 15\%$ (pero obtuvo 17%)

En las dos primeras alternativas, el primer administrador obtuvo un punto porcentual más que el segundo administrador cuando se comparan los rendimientos contra el CAPM.

En la alternativa c, el segundo administrador obtiene un rendimiento menor, pero su desempeño resulta mejor cuando se lo compara contra el rendimiento que sugiere el CAPM, ya que obtiene un mejor rendimiento de acuerdo con el riesgo sistemático de su portafolio.



Indique verdadero (V) o falso (F):

- a) En el mundo del CAPM, la varianza del rendimiento esperado es la única medida del riesgo, y solamente la porción de variación que es no diversificable es recompensada.
- b) Un portafolio con varianza alta tendrá un beta mayor que un portafolio con una varianza menor.
- c) Una acción cuyos rendimientos están altamente correlacionados con los rendimientos de mercado tendrá un beta mayor.
- d) Si una acción tiene un beta negativo, su coeficiente de correlación con el mercado es también negativo.
- e) Una compañía con altos costos fijos, tendrá un resultado operativo más variable, y por lo tanto un beta mayor.

Preguntas



Un bono del tesoro americano ofrecen un rendimiento del 5%. Una acción común tiene una beta de 0,70 y un rendimiento esperado del 12%.

- a. ¿Cuál es el rendimiento esperado de un portafolio compuesto por inversiones iguales en estos dos activos?
- b. Si un portafolio integrado por estos dos activos tiene un beta de 0,50, ¿cuáles son los factores de ponderación de la cartera?
- c. Si un portafolio compuesto por estos dos activos tiene un rendimiento esperado del 15%, ¿cuál es su beta?

Preguntas



La tasa libre de riesgo es del 5% y $r_m = 15\%$.

- a) De acuerdo con el CAPM, ¿cuál debería ser la forma eficiente para que un inversor alcance un rendimiento esperado del 10%?
- b) Si el desvío estándar del portafolio de mercado es del 20%, ¿cuál es el desvío estándar del portafolio obtenido en a)?
- c) Dibuje la CML y la SML y luego localice el portafolio obtenido en a)



Usted sabe que el desvío estándar de la rentabilidad del portafolio de mercado es aproximadamente del 20%:

- a. ¿Cuál es el desvío estándar de las rentabilidades de un portafolio bien diversificado con un beta de 1,5?
- b. ¿Cuál es el desvío estándar de las rentabilidades de un portafolio bien diversificado con un beta de 0 ?
- c. Un portafolio bien diversificado tiene un desvío estándar del 15 %. ¿Cuál es su beta?
- d. Un portafolio poco diversificado tiene un desvío estándar del 20 %. ¿Su beta será mayor o menor al beta del portafolio de mercado?

Preguntas



Suponga que la compañía Quilmes emitirá acciones para financiar un nuevo proyecto de cerveza sin alcohol. Sus analistas financieros sostienen que la inversión tendrá el mismo riesgo que el portafolio de mercado, donde el rendimiento esperado es del 15% y el rendimiento libre de riesgo del 5%. Los analistas de Quilmes calculan el rendimiento del proyecto en un 20%. ¿Cuál es el máximo beta que puede aceptarse para llevar adelante esta inversión?



Indique cuál es la respuesta correcta a este problema y luego explíquela brevemente:

Unas acciones tienen una beta de 1,0 y un riesgo único muy elevado. Si el rendimiento esperado del mercado es del 20 %, el rendimiento esperado será:

- a. 10 % si el r_f es del 10 %
- b. 20 %
- c. Más del 20 % a causa del elevado riesgo único
- d. Indeterminado, a no ser que usted también conozca la tasa libre de riesgo r_f .

Preguntas



Durante los últimos 5 años, el fondo de inversión Midas obtuvo un rendimiento promedio anual del 12% y tuvo un desvío estándar del 30%. La tasa libre de riesgo promedio fue del 5% durante el mismo período y el rendimiento del mercado del 10% con un desvío estándar del 20%. ¿Cómo calificaría el desempeño de Midas en términos de la relación rendimiento/riesgo?

Pista: razone a través de la relación rendimiento/riesgo que sugiere la CML.

Preguntas



Considere un portafolio con un rendimiento esperado del 18%, siendo la tasa de interés libre de riesgo del 5%, el rendimiento esperado del portafolio de mercado del 12% con un desvío estándar de 22%. Dando por sentado que este portafolio es eficiente, determine:

- a) el beta del portafolio;
- b) el desvío estándar del rendimiento;
- c) su correlación con el rendimiento de mercado;



¿Cómo podemos usar el CAPM y la CML para estrategias de inversión?

Recuerde que la CML funciona para portafolios “eficientes” y el CAPM sirve tanto para portafolios como para un activo individual.

La CML podemos utilizarla definiendo portafolios “eficientes” y elegir carteras con mayor o menor riesgo (recuerde el teorema de la separación que nos permite separar la estrategia de nuestra inversión de la actitud frente al riesgo)



Existen dos formas de utilizar el CAPM para estimar rendimientos esperados y precios de acciones:

1. Calcular el rendimiento esperado, luego descontar el flujo del accionista con dicha tasa y al valor obtenido dividirlo por la totalidad de las acciones en circulación.
2. Comprar el rendimiento esperado que surge de la fórmula del CAPM con el rendimiento "esperado" que es como una expectativa matemática...

Aplicación del CAPM



Suponiendo $r_f=5\%$ $r_p=6\%$ y calculando el rendimiento esperado con el beta de cada acción:

Acción	Desvío std (IAMC 17/8/04)	Beta (IAMC 17/8/04)	Rendimiento esperado (CAPM)
ACI.BA	26.7%	0.96	11%
ALU.BA	30.7%	0.7	9%
BSU.BA	37.9%	1.07	11%
CEC.BA	18.6%	0.57	8%
CEP.BA	37.9%	1.36	13%
COM.BA	37.6%	0.95	11%
CRE.BA	36.7%	0.54	8%
FRA.BA	37.3%	1.09	12%
GFG.BA	37.1%	1.28	13%
INU.BA	34.6%	0.83	10%
IRS.BA	29.1%	0.55	8%
JMI.BA	37.5%	1.25	13%
MET.BA	42.2%	0.97	11%
MOL.BA	30.3%	0.72	9%
POL.BA	55.1%	0.91	10%
REN.BA	42.2%	1.26	13%
TEC2.BA	33.1%	0.96	11%
TGS2.BA	26.5%	0.99	11%
TENA.BA	33.3%	0.54	8%
TRA.BA	36.2%	1.09	12%
.MERV	25.1%	1	11%

Los problemas para utilizar el CAPM en un país emergente son:

1. Prima de mercado no representativa
2. Los betas cambian con mucha frecuencia
3. Introducción del riesgo país

Luego estos rendimientos pueden utilizarse como un punto de referencia, siempre que;

1. El índice de referencia o proxy utilizado (Merval) sea eficiente
2. Que el activo sea parte del proxy

Aplicaciones del CAPM



La otra forma es más trabajosa... La tasa del CAPM es un input del modelo que veremos en este seminario...

Financial Market			
Current T. Bond Rate (LT)	5.95%	kd	9.00%
Riskless rate to use in CAPM	5.95%	Bd	0.50
Risk premium to use in CAPM	7.00%	Be	0.80

First approach (ku, bu)	
E	\$ 771,954.55
D	\$ 133,567.00
Bu	0.7463
ku	11.17%

	31-Dic-00	31-Dic-01	31-Dic-02	31-Dic-03	31-Dic-04	31-Dic-05	31-Dic-06	31-Dic-07	31-Dic-08	31-Dic-09
Leverage										
D/E	22.23%	22.96%	22.55%	22.20%	21.97%	21.60%	21.53%	21.49%	21.49%	21.49%
D/V	18.18%	18.67%	18.40%	18.17%	18.01%	17.77%	17.72%	17.69%	17.69%	17.69%
Projected Explicit Cash Flow										
FCF	991182	681353	706189	744189	711189	801189	811189	831189	83168	83168
CCF	101182	69353	71898	75701	72714	81917	83136	84288	84370	84370
CF ac	89161	57332	59877	63680	60693	69896	71115	72267	72349	72349
Betas										
Bu	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746
Be	0.815	0.818	0.816	0.815	0.814	0.813	0.813	0.813	0.813	0.813
Bd	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436	0.436
WACC										
ke	11.657%	11.673%	11.664%	11.656%	11.651%	11.644%	11.642%	11.641%	11.641%	11.641%
ku	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%
kd	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%	9.000%
WACC	11.010%	11.006%	11.008%	11.010%	11.012%	11.014%	11.014%	11.015%	11.015%	11.015%
WACC before taxes	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%	11.174%
Firm value										
$V(APV) = \sum FCF / (1+ku)^n + SV + DVTS$	\$ 734,500.85	\$ 715,391.22	\$ 725,974.95	\$ 735,196.07	\$ 741,645.37	\$ 751,802.04	\$ 753,890.51	\$ 754,992.84	\$ 755,066.79	\$ 755,066.79
$V = \sum CFE / (1+ke)^n + SV$	\$ 734,500.85	\$ 715,391.22	\$ 725,974.95	\$ 735,196.07	\$ 741,645.37	\$ 751,802.04	\$ 753,890.51	\$ 754,992.84	\$ 755,066.79	\$ 755,066.79
$V = \sum FCF / (1+WACC)^n + SV$	\$ 734,500.85	\$ 715,391.22	\$ 725,974.95	\$ 735,196.07	\$ 741,645.37	\$ 751,802.04	\$ 753,890.51	\$ 754,992.84	\$ 755,066.79	\$ 755,066.79
$V = \sum CCF / (1+WACC bt)^n + SV$	\$ 734,500.85	\$ 715,391.22	\$ 725,974.95	\$ 735,196.07	\$ 741,645.37	\$ 751,802.04	\$ 753,890.51	\$ 754,992.84	\$ 755,066.79	\$ 755,066.79
E (ke)	\$ 600,933.85	\$ 581,824.22	\$ 592,407.95	\$ 601,629.07	\$ 608,078.37	\$ 618,235.04	\$ 620,323.51	\$ 621,425.84	\$ 621,499.79	\$ 621,499.79

Este valor luego se divide por la cantidad de acciones en circulación para determinar el precio que "deberían tener"



1. El **riesgo total** viene dado por la **varianza** (o el desvío estándar) del rendimiento de un activo
2. El **riesgo sistemático** se encuentra vinculado con factores macroeconómicos que representan eventos no anticipados que **afectan a casi todos los activos en alguna medida**
3. El riesgo no sistemático representa eventos no anticipados que afectan a un activo en particular o a un grupo de activos



5. La diversificación puede eliminar el riesgo no sistemático, vía la combinación de activos en un portafolio
6. El riesgo sistemático de un activo viene dado por su beta
7. El rendimiento exigido a cada activo varía en proporción a su beta
8. CAPM:
$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f]$$



Test empíricos del CAPM: Fama y Macbeth

