2
SEGUNDA PARTE

RIESGO

LA ACCIÓN DE AMAZON.COM empezó a negociarse en mayo de 1997 a un precio de 1.73 dólares. Para diciembre de 1999 había subido a 107, en poco más de un año se había desplomado a 8.40 y hacia febrero de 2007 había regresado a 37. Estos giros en el precio de la acción de Amazon fueron inusualmente grandes, y nos recuerdan qué tan riesgosa es una inversión en acciones ordinarias.

Muy pocos inversionistas son adictos a la adrenalina; prefieren no correr riesgos. Por lo tanto, demandan un rendimiento esperado más alto por las inversiones riesgosas. Las empresas lo reconocen en sus decisiones de presupuesto de capital. Una inversión en un proyecto nuevo y riesgoso agrega valor solamente si el rendimiento esperado es más elevado que el que los inversionistas esperarían de una inversión igualmente riesgosa en el mercado de capitales.

Pero ello da pie a dos preguntas: ¿cómo se debe medir el riesgo? y ¿cuál es la relación entre riesgo y rendimiento? En la segunda parte abordamos estas dos cuestiones.

CAPÍTULO OCHO

8

INTRODUCCIÓN AL RIESGO, RENDIMIENTO Y COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL

LLEVAMOS SIETE CAPÍTULOS sin hablar directamente del problema del riesgo, pero ahora es tiempo de hacerlo. Ya no bastarán afirmaciones tan vagas como "El costo de oportunidad del capital depende del riesgo del proyecto". Tenemos que saber cómo se define el riesgo, cuáles son los vínculos entre riesgo y costo de oportunidad del capital, y cómo puede el administrador financiero enfrentarse al riesgo en la práctica.

En este capítulo nos centramos en la primera de estas cuestiones y dejamos las otras dos para los capítulos 9 y 10. Empezamos resumiendo más de 100 años de información sobre tasas de rendimiento en los mercados de capitales. Después, damos un primer vistazo a los riesgos de inversiones para mostrar cómo se reducen mediante la diversificación del portafolio (o cartera). Presentamos al lector la beta, la medida estándar del riesgo de títulos individuales.

Los temas de este capítulo son, por lo tanto, el riesgo del portafolio, el riesgo del título y la diversificación. Generalmente, asumimos la perspectiva del inversionista individual, pero al final del capítulo enfocamos el problema de otra manera y nos preguntamos si la diversificación es razonable como objetivo empresarial.

8.1 MÁS DE 100 AÑOS DE HISTORIA DEL MERCADO DE CAPITALES EN UNA LECCIÓN SENCILLA

Los analistas financieros se han beneficiado con una enorme cantidad de datos. Hay bases de datos completas con precios de acciones, bonos, opciones y mercancías de Estados Unidos, así como gigantescas cantidades de información sobre títulos de otros

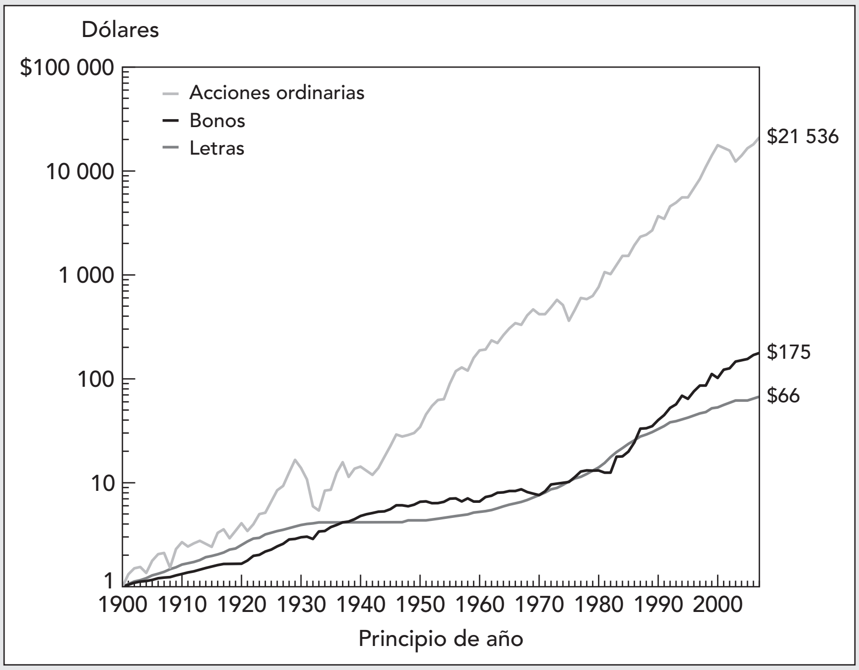


FIGURA 8.1

Cuánto habría crecido una inversión de un dólar desde principios de 1900, suponiendo la reinversión de todos los pagos de dividendos e intereses.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press; actualización proporcionada por los autores.

países. Nos centraremos en un estudio realizado por Dimson, Marsh y Staunton, que mide el desempeño histórico de tres portafolios con títulos estadounidenses:[1]

1. Un portafolio de bonos del Tesoro, es decir, los títulos de deuda del gobierno de Estados Unidos que vencen en menos de un año.[2]
2. Un portafolio de bonos del gobierno de Estados Unidos.
3. Un portafolio de acciones ordinarias estadounidenses.

Estas inversiones ofrecen diferentes grados de riesgo. Las letras del Tesoro son la inversión más segura que puede hacerse. No hay riesgo de insolvencia y el vencimiento de corto plazo significa que sus precios son relativamente estables. De hecho, un inversionista que desee prestar dinero, digamos, a tres meses, consigue un pago perfectamente seguro al comprar una letra del Tesoro que venza en tres meses. Sin embargo, dicho inversionista no asegurará una tasa de rendimiento *real*: aún queda la incertidumbre de la inflación.

Al cambiar a bonos de gobierno de largo plazo, el inversionista adquiere un activo cuyo precio fluctúa en la medida en la que varían las tasas de interés. (Los precios de los bonos caen cuando las tasas de interés suben, y aumentan cuando éstas caen.) Un inversionista que transfiere de bonos a acciones ordinarias participa en todos los altibajos de las empresas emisoras.

La figura 8.1 muestra cómo el dinero habría crecido si se hubiera invertido un dólar a principios de 1900 y se hubiera reinvertido todo el ingreso por dividendos e intereses en cada uno de los tres portafolios.[3] La figura 8.2 es idéntica, excepto que representa el crecimiento en el valor *real* del portafolio. Aquí nos centraremos en los valores nominales.

---

[1] Vea E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002).

[2] Antes de 1919 no se emitían letras del Tesoro; se utilizaba la tasa del papel comercial como tasa de interés.

[3] Se grafican los valores del portafolio en escala logarítmica. Si no fuera así, los valores del portafolio de acciones ordinarias se dispararían saliéndose de la página.

FIGURA 8.2

Cuánto habría crecido una inversión de un dólar desde principios de 1900, suponiendo la reinversión de todos los pagos de dividendos e intereses. Compárese esta gráfica con la figura 8.1 y adviértase cómo la inflación ha erosionado el poder de compra de los rendimientos de los inversionistas.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press; actualización proporcionada por los autores.

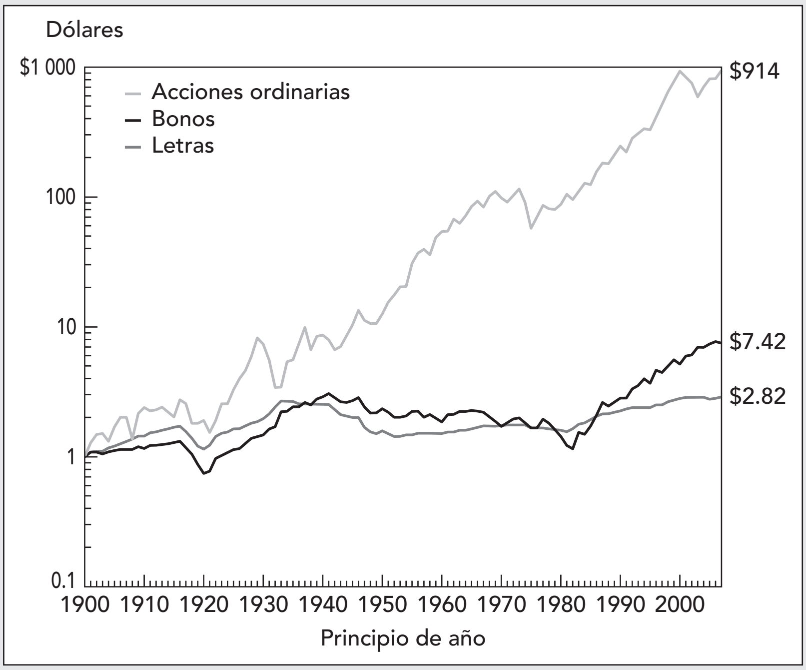


TABLA 8.1

Tasas de rendimiento promedio de las letras del Tesoro estadounidense, los bonos de gobierno y las acciones ordinarias, 1900-2006 (cifras en porcentajes anuales).

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press; actualización proporcionada por los autores.

	Tasa de rendimiento anual promedio		Prima de riesgo promedio (rendimiento extra contra letras del Tesoro)
	Nominal	Real	
Letras del Tesoro	4.0	1.1	0
Bonos de gobierno	5.2	2.4	1.2
Acciones ordinarias	11.7	8.5	7.6

El desempeño de la inversión coincide con nuestra clasificación intuitiva del riesgo. Un dólar invertido en la opción más segura, es decir, las letras del Tesoro, habría crecido a 66 dólares a finales de 2006, escasamente lo suficiente para cubrir la inflación. Una inversión en bonos del Tesoro a largo plazo habría producido 175 dólares. Las acciones ordinarias destacan como categoría aparte en sí mismas. Un inversionista que colocó un dólar en acciones de grandes empresas estadounidenses habría recibido 21 536 dólares.

Asimismo, podemos calcular la tasa de rendimiento de estos portafolios cada año desde 1900 hasta 2006. Esta tasa de rendimiento refleja tanto ingresos en efectivo —dividendos o intereses— como ganancias o pérdidas de capital ocurridas durante el año. La tabla 8.1 muestra los promedios de las 107 tasas de rendimiento anuales de cada portafolio.

Desde 1900, las letras del Tesoro han proporcionado el rendimiento promedio más bajo, es decir, 4.0% por año en términos *nominales* y 1.1% en términos *reales*. En otras palabras, la tasa de inflación promedio durante este periodo fue de casi 3% por año. De nueva cuenta, las acciones ordinarias fueron las ganadoras. Las acciones de las empresas principales proporcionaron un rendimiento nominal promedio de 11.7%. Por asumir el riesgo de las acciones ordinarias, los inversionistas ganaron una prima de riesgo de 11.7 − 4.0 = 7.6% sobre el rendimiento de las letras del Tesoro.[4]

¿Por qué abarcar un periodo tan amplio para medir las tasas de rendimiento promedio? La razón es que las tasas de rendimiento anual de las acciones ordinarias fluctúan tanto que los promedios calculados para periodos cortos no son significativos. La única forma de comprender las tasas históricas de rendimiento es analizarlas en periodos muy largos.[5]

Promedios aritméticos y tasas anuales compuestas

Hay que observar que los rendimientos que aparecen en la tabla 8.1 son promedios aritméticos. En otras palabras, simplemente sumamos los 107 rendimientos anuales y los dividimos entre 107. El promedio aritmético es mayor que el rendimiento anual compuesto del periodo. El rendimiento anual compuesto a 107 años del índice S&P fue de 9.8%.[6]

No suele entenderse adecuadamente el uso de las tasas de rendimiento promedio y compuestas de las inversiones pasadas. En consecuencia, haremos una pausa breve para dar un ejemplo aclaratorio.

Supongamos que el precio de la acción ordinaria de Big Oil es de 100 dólares. Hay una probabilidad similar de que al final del año la acción valga 90, 110 o 130 dólares. Por lo tanto, el rendimiento podría ser de −10%, +10% o +30% (suponemos que Big Oil no paga dividendos). El rendimiento *esperado* es de ⅓ (−10 + 10 + 30) = +10%.

Si realizamos el proceso al revés y descontamos el flujo de efectivo esperado a la tasa de rendimiento esperada, obtenemos el valor de la acción de Big Oil:

$$\text{VP} = \frac{110}{1.10} = 100 \text{ dólares}$$

Por lo tanto, el rendimiento esperado de 10% es la tasa correcta a la cual descontar el flujo de efectivo esperado de la acción de Big Oil. Además, es el costo de oportunidad del capital para inversiones que comparten el mismo grado de riesgo que Big Oil.

Ahora bien, suponga que examinamos los rendimientos de la acción de Big Oil durante muchos años. Si las probabilidades son las mismas, el rendimiento será de −10% en un tercio de los años, de +10% en otro tercio y de +30% en los años restantes. El promedio aritmético de estos rendimientos anuales es:

$$\frac{-10 + 10 + 30}{3} = +10\%$$

---

[4] Las cifras no coinciden debido al redondeo.

[5] No estamos seguros de que este periodo sea verdaderamente representativo ni de que el promedio esté distorsionado por algunos rendimientos inusualmente altos o bajos. Por lo regular, la confiabilidad del estimador del promedio se mide por su *error estándar*. Por ejemplo, el error estándar de nuestra estimación de la prima de riesgo promedio de las acciones ordinarias es de 1.9%. Hay 95% de probabilidades de que el promedio *verdadero* esté dentro de aproximadamente dos errores estándar del estimado de 7.6%. En otras palabras, si el promedio verdadero estuviera entre 3.8 y 11.4%, habría 95% de probabilidades de estar en lo correcto. *Nota técnica*: El error estándar de la media es igual a la desviación estándar dividida entre la raíz cuadrada del número de observaciones. En nuestro caso, la desviación estándar es 19.8% y, por ende, el error estándar $19.8/\sqrt{107} = 1.9$.

[6] Esto se calculó a partir de $(1 + r)^{107} = 21\,536$, lo cual implica que $r = .098$. *Nota técnica*: Para los rendimientos distribuidos normalmente, el rendimiento anual compuesto es igual al rendimiento promedio aritmético menos la mitad de la varianza. Por ejemplo, la desviación estándar anual de los rendimientos del mercado estadounidense fue de casi .20 o 20%. Por lo tanto, la varianza fue $.20^2$ o .04. El rendimiento anual compuesto es $.04/2 = .02$ o 2 puntos porcentuales menos que el promedio aritmético.

Por consiguiente, el promedio aritmético de los rendimientos mide correctamente el costo de oportunidad del capital de las inversiones que tienen el mismo riesgo que la acción de Big Oil.[7]

El rendimiento promedio anual compuesto[8] de la acción de Big Oil sería:

$$(.9 \times 1.1 \times 1.3)^{1/3} - 1 = .088 \text{ o } 8.8\%,$$

que es *menor* que el costo de oportunidad del capital. Los inversionistas no querrían invertir en un proyecto que ofreciera un rendimiento esperado de 8.8% si obtuvieran un rendimiento de 10% en los mercados de capitales. El valor presente neto de tal proyecto sería:

$$\text{VPN} = -100 + \frac{108.8}{1.1} = -1.1$$

Deducción: si se estima el costo de capital con base en los rendimientos históricos o las primas de riesgo, utilice promedios aritméticos y no tasas anuales de rendimiento compuesto.[9]

Uso de información histórica para evaluar el costo de capital actual

Supongamos que *se sabe* de un proyecto de inversión, sin precisar cómo, que tiene el mismo nivel de riesgo que el Índice Compuesto de Standard and Poor's. Diremos que tiene el mismo grado de riesgo que el *portafolio de mercado*, aunque esto sea únicamente una forma de hablar, porque el índice no incluye todos los títulos riesgosos. ¿Qué tasa se debería usar para descontar los flujos de efectivo pronosticados de este proyecto?

Por supuesto, se debería utilizar la tasa de rendimiento del portafolio de mercado actualmente esperada; ésta es el rendimiento que los inversionistas sacrificarían por invertir en el proyecto propuesto. Sea r_m dicho rendimiento de mercado. Puede estimarse r_m bajo el supuesto de que el futuro será igual que el pasado y que los inversionistas actuales esperan recibir las mismas tasas de rendimiento "normales" que las reveladas por los promedios de la tabla 8.1. En este caso, r_m se debería establecer en 11.7%, el promedio de los anteriores rendimientos de mercado.

Por desgracia, ésta *no* es la manera de hacerlo; no es probable que r_m se mantenga estable a lo largo del tiempo. Recuérdese que es la suma de la tasa de interés libre de riesgo r_f y una prima de riesgo. Sabemos que r_f varía con el paso del tiempo. Por ejemplo, en 1981 la tasa de interés de las letras del Tesoro fue de casi 15%. Es difícil creer que en ese año los inversionistas hubieran estado felices de mantener acciones ordinarias que ofrecieran un rendimiento esperado de tan sólo 11.7%.

Si se necesita calcular el rendimiento que los inversionistas piensan recibir, un procedimiento más razonable es utilizar la tasa de interés de las letras del Tesoro y agregar 7.6%, que es la *prima de riesgo* promedio señalada en la tabla 8.1. Por ejemplo, a mediados de 2006 la tasa de interés de las letras del Tesoro fue aproximadamente 5%. En consecuencia, al agregar la prima de riesgo promedio se tiene:

$$\begin{aligned} r_m(2006) &= r_f(2006) + \text{prima de riesgo normal} \\ &= .05 + .076 = .126 \text{ o } 12.6\% \end{aligned}$$

[7] El promedio aritmético mide correctamente el costo de oportunidad del capital de los flujos de efectivo a un año, pero no el de los más distantes. Verifiquemos. Supongamos que se espera recibir un flujo de efectivo de 121 dólares en el año dos. Sabemos que dentro de un año los inversionistas valuarán ese flujo de efectivo descontando a 10% (el promedio aritmético de los posibles rendimientos). En otras palabras, al final del año estarán dispuestos a pagar $VP_1 = 121/1.10 = 110$ dólares por el flujo de efectivo esperado. Pero ya sabemos cómo valuar un activo que genera 110 dólares en el año uno: tan sólo se descuenta el costo de oportunidad del capital de 10%. Por lo tanto, $VP_0 = VP_1/1.10 = 110/1.1 = 100$ dólares. Nuestro ejemplo demuestra que el promedio aritmético (de 10% en nuestro caso) es una medida correcta del costo de oportunidad del capital sin importar el plazo de los flujos de efectivo.

[8] A menudo, el rendimiento anual compuesto se conoce como rendimiento *promedio geométrico*.

[9] En nuestra exposición anterior se supuso que *sabíamos* que los rendimientos de −10, +10 y +30% eran igualmente probables. Para conocer un análisis de los efectos de la incertidumbre sobre el rendimiento esperado, vea I. A. Cooper, "Arithmetic Versus Geometric Mean Estimators: Setting Discount Rates for Capital Budgeting", *European Financial Management* 2 (julio de 1996), pp. 157-167.

Aquí el supuesto crucial es que hay una prima de riesgo normal y estable en el portafolio de mercado, por lo que se puede medir la prima de riesgo esperada en el *futuro* con la pasada prima de riesgo promedio.

Incluso con más de 100 años de datos, no estimamos exactamente la prima de riesgo de mercado ni tampoco estamos seguros de que hoy los inversionistas demanden la misma recompensa por riesgo que hace 50 o 100 años. Todo esto deja mucho margen para discutir lo que *realmente* significa prima de riesgo.[10]

Muchos administradores financieros y economistas creen que los rendimientos históricos de largo plazo constituyen la mejor medida disponible. Otros, por instinto, consideran que los inversionistas no necesitan una prima de riesgo tan grande para mantener acciones ordinarias.[11] Por ejemplo, en las encuestas a los directores financieros puede observarse que éstos generalmente anticipan una prima de riesgo de mercado de varios puntos porcentuales por debajo del promedio histórico.[12]

Si se detecta que la prima de riesgo de mercado esperada es menor que el rendimiento histórico, probablemente se considere que la historia ha sido inesperadamente bondadosa con los inversionistas de Estados Unidos y que es poco probable que su buena suerte se repita. He aquí dos razones por las cuales la historia *podría* sobrevalorar la prima de riesgo que los inversionistas demandan hoy.

Razón 1 Desde 1900 Estados Unidos ha sido uno de los países más prósperos. Otras economías han languidecido o las destruyó la guerra o la inestabilidad social. Al centrarnos únicamente en los rendimientos accionarios de Estados Unidos, obtendríamos un punto de vista distorsionado de lo que esperan los inversionistas. Tal vez los rendimientos históricos impidan ver que Estados Unidos pudo haber sido uno de estos países menos afortunados.[13]

La figura 8.3 esclarece un poco esta cuestión. Fue tomada del estudio exhaustivo de Dimson, Marsh y Staunton sobre los rendimientos de mercado de 17 países y muestra la prima de riesgo promedio de cada país entre 1900 y 2006.[14] Ahí no hay prueba alguna de que los inversionistas estadounidenses hayan sido especialmente beneficiados; los rendimientos en Estados Unidos estuvieron cerca del promedio.

En la figura 8.3 las acciones danesas están al final de la serie; la prima de riesgo promedio en Dinamarca fue de tan sólo 4.9%. El ganador indiscutible fue Italia, con una prima de 11.0%. Algunas de estas diferencias entre países quizá reflejen diferencias de riesgos. Por ejemplo, las acciones italianas han sido particularmente variables, y para

[10] Algunos de los desacuerdos reflejan solamente el hecho de que a veces la prima de riesgo se define de muchas maneras. Algunas personas miden la diferencia promedio entre rendimientos accionarios y rendimientos de los bonos a largo plazo. Otras miden la diferencia entre la tasa de crecimiento compuesta de las acciones y la tasa de interés. Como explicamos antes, ésta no es una medida adecuada del costo de oportunidad del capital.

[11] Hay una teoría detrás de este instinto. La elevada prima de riesgo conseguida en el mercado parece implicar que los inversionistas tienen una gran aversión al riesgo. Si esto fuera cierto, los inversionistas reducirían su consumo cuando los precios de las acciones cayeran y la riqueza disminuyera. Sin embargo, está probado que cuando los precios de las acciones disminuyen, los inversionistas consumen a casi la misma tasa. Esto es difícil de conciliar con la alta aversión al riesgo y la elevada prima de riesgo de mercado. Vea R. Mehra y E. Prescott, "The Equity Premium: A Puzzle", *Journal of Monetary Economics* 15 (1985), pp. 145-161.

[12] Es difícil interpretar con precisión las respuestas a tales encuestas. La encuesta más conocida es la que realizan trimestralmente la Duke University y la revista *CFO*, publicada en **www.cfosurvey.org**. En promedio, desde su creación, los CFO (del inglés, *chief financial officer*, o responsable del manejo de los fondos) han pronosticado un rendimiento a 10 años de las acciones estadounidenses de 3.7% por encima del rendimiento de los bonos del Tesoro a 10 años. Sin embargo, parece que los encuestados interpretaron la pregunta como si se les pidiera pronosticar el rendimiento anual *compuesto*. En este caso, la prima *esperada* comparativa (promedio aritmético) de las *letras* probablemente sea dos o tres puntos porcentuales mayor, de alrededor de 6%. Para conocer una descripción de los datos de la encuesta, vea J. R. Graham y C. Harvey, "The Long-Run Equity Risk Premium", *Finance Research Letters* 2 (2005), pp. 185-194.

[13] Esta posibilidad fue sugerida en P. Jorion y W. N. Goetzmann, "Global Stock Markets in the Twentieth Century", *Journal of Finance* 54 (junio de 1999), pp. 953-980.

[14] Vea E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002).

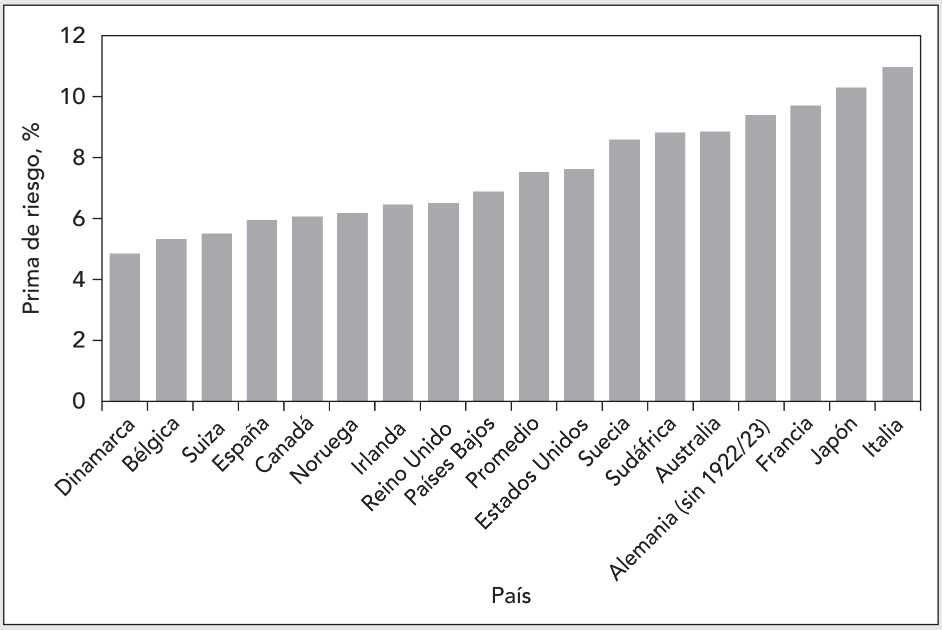


FIGURA 8.3

Promedio de primas de riesgo de mercado (rendimientos nominales de las acciones menos rendimiento nominal de las letras), 1900-2006.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), actualización proporcionada por los autores. © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press.

contrarrestar esa situación los inversionistas tal vez requirieron un rendimiento más elevado. No obstante, recuérdese lo difícil que es realizar estimaciones precisas acerca de lo que esperan los inversionistas. Posiblemente, no sería muy exagerado concluir que la prima de riesgo *esperada* era la misma en todos los países.

Razón 2 Durante algunos años, los precios accionarios en Estados Unidos superaron el crecimiento de los dividendos y las ganancias de las empresas. Por ejemplo, entre 1950 y 2000, los rendimientos por dividendo en Estados Unidos disminuyeron de 7.2 a 1.1%. Parece improbable que los inversionistas hayan *esperado* una caída tan pronunciada en los rendimientos, en cuyo caso durante este periodo parte del rendimiento realizado era *inesperado*.

Algunas personas creen que los bajos rendimientos por dividendo a principios del nuevo siglo reflejaban el optimismo de que la nueva economía conduciría a una época dorada llena de prosperidad y amplias utilidades, pero otros los atribuyen a una reducción en la prima de riesgo de mercado. Tal vez el crecimiento de los fondos mutualistas ha hecho más fácil que los individuos diversifiquen parte de sus riesgos, o quizá los fondos de pensiones y otras instituciones financieras se han dado cuenta de que también pueden reducir sus riesgos al invertir parte de sus recursos en el extranjero. Si estos inversionistas eliminan más riesgo que en el pasado, quizá puedan quedar satisfechos con un rendimiento menor.

Para examinar cómo un incremento en los precios accionarios proviene de una caída en la prima de riesgo, supóngase que se espera que una acción pague un dividendo de 12 dólares ($DIV_1 = 12$) el próximo año. La acción rinde 3% y se anticipa que el dividendo crezca indefinidamente 7% anual ($g = .07$). Por lo tanto, el rendimiento total que el inversionista espera recibir es $r = 3 + 7 = 10\%$. Hallamos el valor de la acción introduciendo estos números en la fórmula de crecimiento constante que presentamos en el capítulo 3:

$$VP = DIV_1/(r - g) = 12/(.10 - .07) = 400 \text{ dólares}$$

Imagínese que ahora los inversionistas modificaron a la baja su rendimiento requerido a $r = 9\%$. El rendimiento por dividendo cae a 2% y el valor de la acción se eleva a:

$$VP = DIV_1/(r - g) = 12/(.09 - .07) = 600 \text{ dólares}$$

En consecuencia, una reducción de 10 a 9% en el rendimiento requerido conduce a un aumento de 50% en el precio de la acción. Si incluimos este aumento de precios en nuestras medidas de los rendimientos pasados, estaremos doblemente equivocados en nuestra estimación de la prima de riesgo. Primero, sobrevaloraremos el rendimiento que los inversionistas requirieron en el pasado; segundo, seremos incapaces de reconocer que el rendimiento que requerirán en el futuro es menor que el que demandaron en el pasado.

Rendimiento por dividendo y prima de riesgo

Si hay una disminución en el rendimiento que los inversionistas requieren, la prima de riesgo será sobrestimada a partir de los rendimientos pasados. No podemos evitar completamente esta dificultad, pero obtendremos otra idea de la prima de riesgo regresando al modelo de crecimiento constante que discutimos en el capítulo 5. Si se anticipa que los precios de las acciones crecerán al mismo ritmo que los dividendos, entonces el rendimiento de mercado esperado es igual al rendimiento por dividendo más el crecimiento esperado del dividendo, es decir, $r = DIV_1/P_0 + g$. En Estados Unidos, los rendimientos por dividendo han promediado aproximadamente 4.4% desde 1900 y el crecimiento anual de los dividendos ha promediado cerca de 5.6%. Si este crecimiento de los dividendos es representativo de que lo que los inversionistas *esperaban*, entonces el rendimiento de mercado esperado durante ese periodo fue de $DIV_1/P_0 + g = 4.4 + 5.6 = 10.0\%$ o 6.0% por encima de la tasa de interés libre de riesgo. Esta cifra es 1.6% menor que la prima de riesgo *realizada* que se señaló en la tabla 8.1.[15]

Desde 1900 los rendimientos por dividendo han promediado 4.4%, pero, como se aprecia en la figura 8.4, han fluctuado muy bruscamente. A finales de 1917, las acciones ofrecían un rendimiento de 9.0%; para el año 2000, el rendimiento había descendido notoriamente a 1.1%. En ocasiones, los administradores financieros sugieren que en años como 2000, cuando los rendimientos por dividendo fueron bajos, el capital era relativamente barato. ¿Eso es cierto? ¿Deberían las empresas ajustar sus costos de capital para que reflejaran dichas fluctuaciones en el rendimiento?

Nótese que solamente hay dos posibles explicaciones de los cambios en el rendimiento de la figura 8.4. La primera es que, durante algunos años, los inversionistas fueron inusualmente optimistas o pesimistas acerca de g, el crecimiento futuro de los dividendos. La segunda es que r, el rendimiento requerido, fue inesperadamente alto o bajo. Los economistas que han estudiado el comportamiento de los rendimientos por dividendo han concluido que una parte pequeña de la variación se relaciona con la tasa subsecuen-

[15] Vea E. Fama y K. R. French, "The Equity Premium", *Journal of Finance* 57 (abril de 2002), pp. 637-659. Fama y French incluso citan menores estimaciones de la prima de riesgo, en particular para la segunda mitad del periodo. La diferencia en parte refleja el hecho de que ellos definieron la prima de riesgo como la diferencia entre los rendimientos de mercado y la tasa del papel comercial. Con excepción de los años 1900 a 1918, las tasas de interés señaladas en la tabla 8.1 corresponden a las tasas de las letras del Tesoro estadounidense. Sin embargo, los cambios en el rendimiento por dividendo no les dicen nada a las empresas sobre la prima de riesgo esperada de los próximos 10 o 20 años. Al parecer, al momento de estimar la tasa de descuento de las inversiones de plazo más largo, una empresa puede ignorar con seguridad las fluctuaciones anuales en el rendimiento por dividendo.

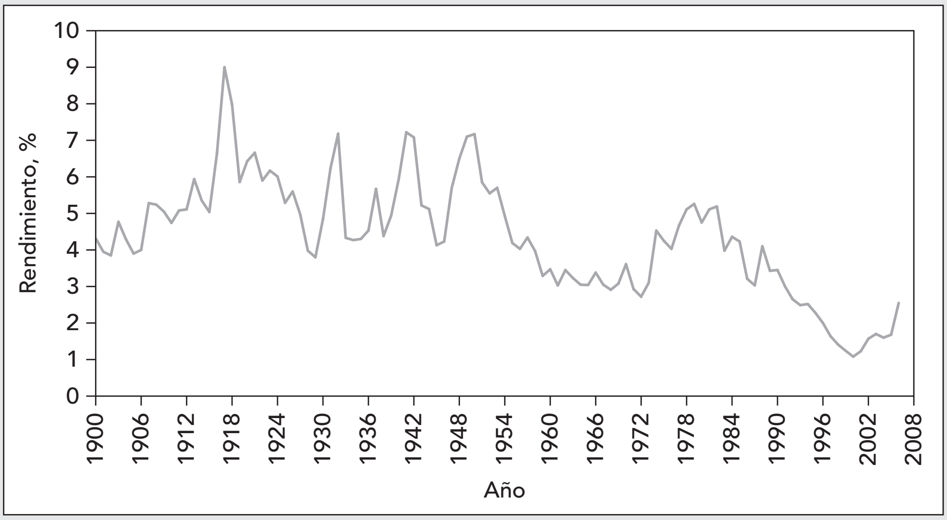


FIGURA 8.4

Rendimientos por dividendo en Estados Unidos desde 1900.

te del crecimiento de dividendos. Si están en lo correcto, el nivel de rendimientos tendría que decirnos algo sobre el rendimiento que los inversionistas demandan.

De hecho, parece ser así. Una reducción en el rendimiento por dividendo parece anunciar una reducción en la prima de riesgo que los inversionistas anticipan durante unos cuantos años. De ahí que, cuando los rendimientos son relativamente bajos, se justifique a las empresas que reducen sus estimaciones de los rendimientos requeridos a casi un año.

Con base en el debate anterior, sólo se obtiene una conclusión sólida: no confiar en nadie que afirme *conocer* los rendimientos que los inversionistas esperan recibir. La historia ofrece algunos indicios, pero en última instancia tenemos que juzgar si en promedio los inversionistas han recibido lo que esperaban. Muchos economistas financieros se basan en pruebas históricas y, por lo tanto, trabajan con una prima de riesgo de casi 7.5%. Por lo general, el resto utiliza una cifra un tanto menor. Brealey, Myers y Allen no asumen una posición al respecto, aunque creemos que es razonable un rango de 5 a 8% para la prima de riesgo en Estados Unidos.

8.2 MEDICIÓN DEL RIESGO DEL PORTAFOLIO

Ahora ya se tienen un par de puntos de referencia. Se conoce la tasa de descuento para los proyectos seguros, así como una estimación de la tasa para los proyectos de riesgo promedio. Pero aún *no* se sabe cómo calcular tasas de descuento para activos que no se ajustan a estos casos sencillos. A fin de hacer eso, se tiene que aprender 1) cómo medir el riesgo y 2) la relación entre riesgos y primas de riesgo demandadas.

La figura 8.5 indica las 107 tasas de rendimiento anual de las acciones ordinarias estadounidenses. Las fluctuaciones de los rendimientos anuales son notablemente amplias. El rendimiento anual más alto fue de 57.6% en 1933, un repunte parcial desde el hundimiento de la bolsa de 1929 a 1932. No obstante, hubo pérdidas que excedieron 25% en cinco años; el peor rendimiento, de −43.9%, ocurrió en 1931.

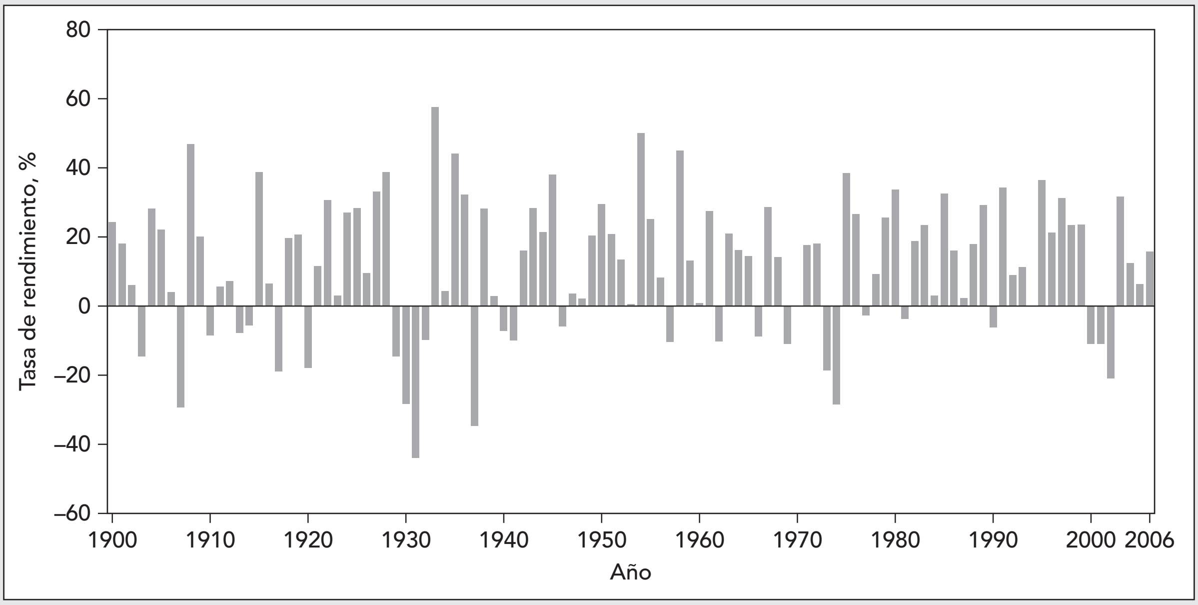


FIGURA 8.5

El mercado accionario ha sido una inversión rentable pero extremadamente variable.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), actualización proporcionada por los autores. © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press.

Otra forma de presentar estos datos es mediante un histograma o una distribución de frecuencias, como lo muestra la figura 8.6, en la que la variabilidad de los rendimientos anuales se refleja en el amplio "diferencial" entre los resultados.

Varianza y desviación estándar

La **varianza** y la **desviación estándar** son las medidas estadísticas estándar de la variabilidad. La varianza del rendimiento de mercado es el valor esperado del cuadrado de las desviaciones con respecto al rendimiento esperado. En otras palabras,

$$\text{Varianza } (\tilde{r}_m) = \text{valor esperado de } (\tilde{r}_m - r_m)^2$$

donde $\tilde{r}_m$ es el rendimiento actual y r_m es el rendimiento esperado.[16] La desviación estándar es simplemente la raíz cuadrada de la varianza:

$$\text{Desviación estándar de } \tilde{r}_m = \sqrt{\text{varianza } (\tilde{r}_m)}$$

A menudo, la desviación estándar se escribe σ y la varianza σ^2.

[16] Una aclaración técnica adicional: cuando se estima la varianza de una muestra de rendimientos *observados*, sumamos los cuadrados de las desviaciones y los dividimos entre $N - 1$, donde N es el número de observaciones. Dividimos entre $N - 1$ en lugar de N para corregir lo que se conoce como *la pérdida de un grado de libertad*. La fórmula es

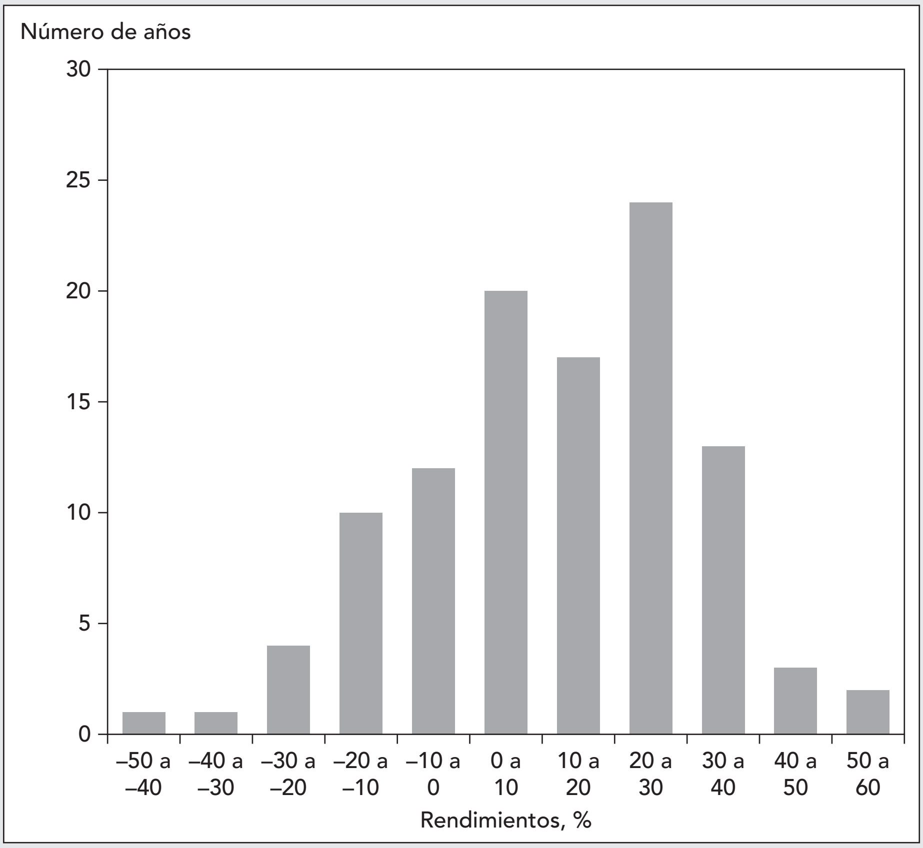
$$\text{Varianza } (\tilde{r}_m) = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^{N} (\tilde{r}_{mt} - r_m)^2$$

donde $\tilde{r}_{mt}$ es el rendimiento de mercado en el periodo t y r_m es la media de los valores $\tilde{r}_{mt}$.

FIGURA 8.6

Histograma de las tasas de rendimiento anual del mercado de valores de Estados Unidos de 1900 a 2006, que muestra las amplias diferencias que hay entre los rendimientos de las inversiones en acciones ordinarias.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002), actualización proporcionada por los autores. © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press.



A continuación veamos un ejemplo muy sencillo que muestra cómo se calculan la varianza y la desviación estándar. Supongamos que se tiene la posibilidad de participar en el siguiente juego: se comienza con una inversión de 100 dólares y después se lanzan al aire dos monedas. Por cada cara que salga, obtendrá su saldo inicial *más* 20%, y por cada cruz, recibirá su saldo inicial *menos* 10%. Claramente, hay cuatro resultados igualmente posibles:

- Cara + cara: gana 40%.
- Cara + cruz: gana 10%.
- Cruz + cara: gana 10%.
- Cruz + cruz: pierde 20%.

Hay una probabilidad de uno en cuatro o .25 de que ganará 40%; una probabilidad de dos en cuatro o .5 de que ganará 10%; y una probabilidad de uno en cuatro o .25 de que perderá 20%. El rendimiento esperado del juego es, por lo tanto, un promedio ponderado de los posibles resultados:

$$\text{Rendimiento esperado} = (.25 \times 40) + (.5 \times 10) + (.25 \times -20) = +10\%$$

La tabla 8.2 muestra que la varianza de los rendimientos porcentuales es 450. La desviación estándar es la raíz cuadrada de 450, es decir, 21. Esta cifra está expresada en las mismas unidades que la tasa de rendimiento, por lo que podemos decir que la variabilidad del juego es 21%.

(1) Tasa de rendimiento porcentual ($\tilde{r}$)	(2) Desviación del rendimiento esperado ($\tilde{r} - r$)	(3) Cuadrado de la desviación ($\tilde{r} - r)^2$	(4) Rentabilidad	(5) Rentabilidad por el cuadrado de la desviación
+40	+30	900	.25	225
+10	0	0	.5	0
−20	−30	900	.25	225
		Varianza = valor esperado de $(\tilde{r} - r)^2$ =		450
		Desviación estándar = $\sqrt{\text{varianza}} = \sqrt{450}$ =		21

TABLA 8.2

El juego de lanzar una moneda al aire: cálculo de la varianza y la desviación estándar.

Una manera de definir la incertidumbre es proyectar todas las cosas que podrían ocurrir, aunque no vayan a suceder en realidad. El riesgo total de un activo se expresa, como lo hicimos en el juego del lanzamiento de la moneda, escribiendo todos los posibles resultados con sus respectivas probabilidades. En la práctica, esto es engorroso y muchas veces imposible. Por lo tanto, utilizamos la varianza o la desviación estándar para resumir la variabilidad de los resultados posibles.[17]

Estas medidas son índices naturales del riesgo.[18] Si hubiera sido cierto el resultado del juego de lanzar al aire una moneda, la desviación estándar habría sido cero. La verdadera desviación estándar es positiva porque *no* conocemos lo que pasará.

Pensemos en un segundo juego, el mismo que el primero excepto que en éste cada cara implica una ganancia de 35% y cada cruz una pérdida de 25%. De nueva cuenta, hay cuatro resultados igualmente probables:

- Cara + cara: gana 70%.
- Cara + cruz: gana 10%.
- Cruz + cara: gana 10%.
- Cruz + cruz: pierde 50%.

En este juego, el rendimiento esperado es de 10%, el mismo que en el primer juego. Pero su desviación estándar es el doble que la del primero: 42 contra 21%. De acuerdo con esta medida, el segundo juego es dos veces más riesgoso que el primero.

Medición de la variabilidad

En principio, se podría estimar la variabilidad de cualquier portafolio de acciones o bonos mediante el procedimiento que se acaba de describir. Se identifican los resultados posibles, se asigna una probabilidad a cada uno y se efectúan los cálculos. Pero, ¿de dónde provienen las probabilidades? No se buscan en el periódico; los periódicos parecen olvidarse de ellas al evitar afirmaciones definitivas sobre el futuro de los títulos. Una vez leímos un artículo titulado “Quizá los precios de los bonos se muevan bruscamente en una u otra dirección”. Los agentes de bolsa se manifiestan de forma muy

[17] Cualquiera que usemos es cuestión de mera conveniencia. Como la desviación estándar está expresada en las mismas unidades que la tasa de rendimiento, en general es más conveniente usar la primera. Sin embargo, cuando nos referimos a la *proporción* del riesgo que es originada por algún factor, es menos confuso trabajar en términos de la varianza.

[18] Como explicamos en el capítulo 9, la desviación estándar y la varianza son las medidas correctas del riesgo si los rendimientos siguen una distribución normal.

similar. Su respuesta a nuestra petición sobre los posibles resultados de mercado podría versar de la siguiente manera:

> Actualmente, el mercado parece atravesar por un periodo de consolidación. En el mediano plazo hemos de mantener una posición constructiva, suponiendo que la recuperación económica continúe. Puede ser que el mercado suba 20% dentro de un año, tal vez más si la inflación es baja. Por otro lado...

El oráculo de Delfos dio consejos, pero no probabilidades.

Casi todos los analistas financieros empiezan examinando la variabilidad pasada. Por supuesto, no hay ningún riesgo en mirar el pasado, pues es razonable suponer que los portafolios con antecedentes de alta variabilidad también poseen el desempeño futuro menos predecible.

Las desviaciones estándar y las varianzas anuales de nuestros tres portafolios para el periodo 1900-2006 fueron las siguientes:[19]

Portafolio	Desviación estándar (σ)	Varianza (σ^2)
Letras del Tesoro	2.8	7.8
Bonos de gobierno	8.1	66.4
Acciones ordinarias	19.8	391.5

Como se preveía, las letras del Tesoro fueron los títulos menos variables, y las acciones ordinarias, las más variables. Los bonos de gobierno se mantuvieron en un término medio.

Sería interesante comparar el juego de lanzar una moneda al aire y el mercado de valores como inversiones alternativas. El mercado de valores generó un rendimiento promedio anual de 11.7% con una desviación estándar de 19.8%. El juego ofrece 10 y 21% respectivamente, un rendimiento un poco menor con casi la misma probabilidad. Los compañeros de juego tal vez se llevaron una cruda impresión del mercado de valores.

La figura 8.7 compara la desviación estándar de los rendimientos del mercado de valores en 17 países durante el mismo periodo de 107 años. Canadá ocupa la posición más baja con una desviación estándar de 16.7%, pero casi todos los demás países se agrupan alrededor de desviaciones estándar de 20%.

Por supuesto, no hay ninguna razón para suponer que la variabilidad del mercado deba permanecer igual durante más de un siglo. Por ejemplo, hoy en día Alemania, Italia y Japón tienen economías y mercados mucho más estables que los que tuvieron hasta antes de la Segunda Guerra Mundial. Como se observa en la figura 8.8, la variabilidad en Estados Unidos es claramente menor hoy que durante la Gran Depresión de los años treinta.[20]

---

[19] Al discutir el nivel de riesgo de los *bonos*, se debe tener cuidado de especificar el periodo y si se está tratando con términos reales o nominales. El rendimiento *nominal* de un bono de gobierno a largo plazo es absolutamente seguro para un inversionista que lo mantiene hasta el vencimiento; en otras palabras, el bono está libre de riesgo si no se considera la inflación. Después de todo, el gobierno siempre puede imprimir más dinero para liquidar sus deudas. Sin embargo, es incierto el rendimiento real de los títulos del Tesoro porque nadie sabe cuánto podrá comprar cada dólar futuro.

Los rendimientos de los bonos se miden por año. Los rendimientos reflejan tanto los cambios anuales en los precios de los bonos como los intereses recibidos. Los rendimientos a *un año* de los bonos de largo plazo son riesgosos, *tanto* en términos reales *como* en nominales.

[20] Estas estimaciones se obtuvieron de las tasas de rendimiento *mensuales*. Las observaciones anuales son insuficientes para calcular la variabilidad década por década. Para hacer anual la varianza mensual, ésta se multiplica por 12. Es decir, la varianza del rendimiento mensual es un doceavo de la varianza anual. Cuanto más tiempo se mantenga un título o un portafolio, más riesgo se tendrá que soportar.

Dicha anualización supone que los rendimientos mensuales sucesivos son estadísticamente independientes. De hecho, éste es un buen supuesto, como mostraremos en el capítulo 14.

Como la varianza es aproximadamente proporcional a la amplitud del intervalo de tiempo durante el cual se mide el rendimiento de un título o un portafolio, la desviación estándar es proporcional a la raíz cuadrada de ese intervalo.

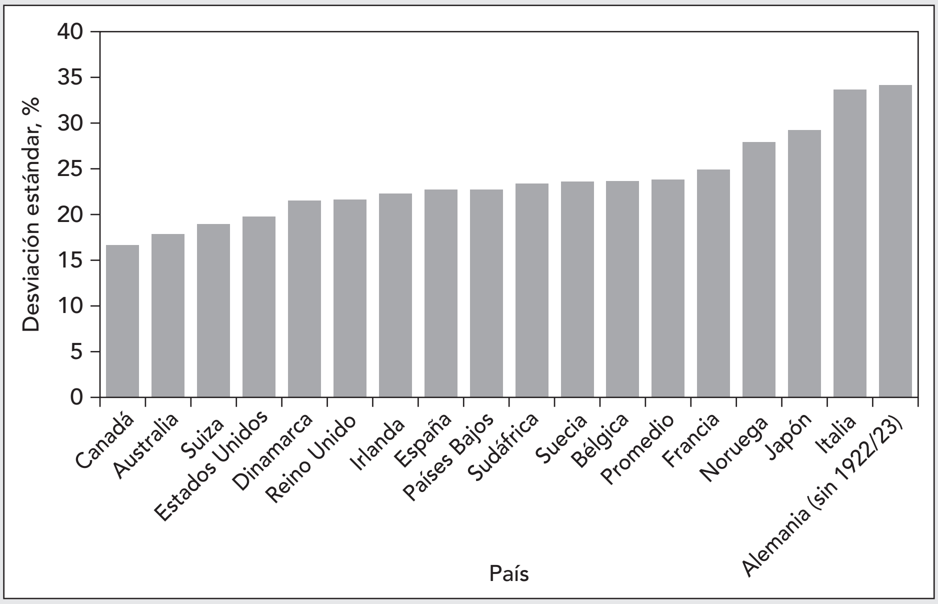


FIGURA 8.7

El riesgo (desviación estándar de rendimientos anuales) de varios mercados del mundo en el periodo 1900 a 2006.

Fuente: E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Investment Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002); actualización proporcionada por los autores. © 2002 Reproducida con el permiso de Princeton University Press.

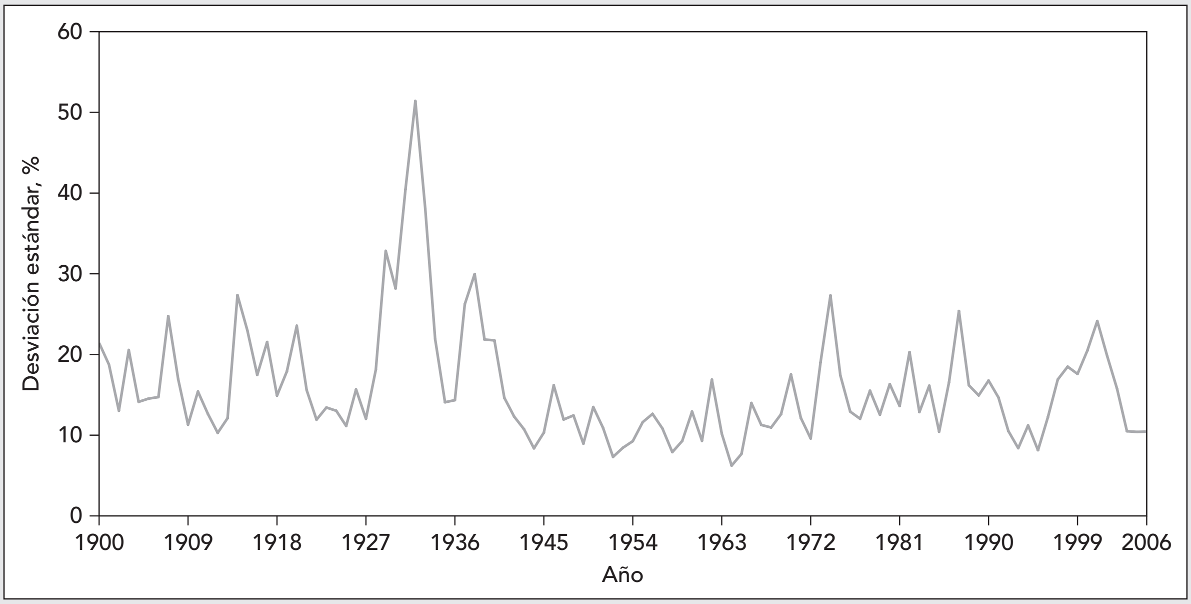


FIGURA 8.8

Desviación estándar anualizada de los últimos 52 cambios semanales del Promedio Industrial Dow Jones en el periodo 1900 a 2006.

TABLA 8.3

Desviaciones estándar de acciones ordinarias de Estados Unidos, de julio de 2001 a junio de 2006 (cifras en porcentajes anuales).

Acción	Desviación estándar (σ)	Acción	Desviación estándar (σ)
Amazon	56.0	Microsoft	24.4
Starbucks	29.9	Wal-Mart	19.8
Boeing	29.8	Pfizer	19.2
IBM	29.7	ExxonMobil	19.2
Disney	27.7	Heinz	16.5

Acción	Desviación estándar (σ)	Mercado	Desviación estándar (σ)	Acción	Desviación estándar (σ)	Mercado	Desviación estándar (σ)
Alcan	29.7	Canadá	12.3	LVMH	31.0	Francia	19.4
BP	18.4	R.U.	14.1	Nestlé	13.8	Suiza	22.8
Deutsche Bank	30.1	Alemania	9.8	Nokia	42.1	Finlandia	27.8
Fiat	35.9	Italia	21.1	Sony	32.5	Japón	17.7
Heineken	17.2	Países Bajos	22.8	Telefónica de Argentina	84.4	Argentina	43.9

TABLA 8.4

Desviación estándar de acciones e índices de mercado extranjeros, de julio de 2001 a junio de 2006 (cifras en porcentajes anuales).

La figura 8.8 no apoya la impresión generalizada de que los precios accionarios de los últimos años fueron particularmente volátiles, aunque hubo breves periodos de volatilidad extremadamente alta. En el Lunes Negro del 19 de octubre de 1987, por ejemplo, el mercado estadounidense se desplomó 23% *en un solo día*. La desviación estándar del mercado para la semana del Lunes Negro fue equivalente a 89% anual. Afortunadamente, la volatilidad regresó a niveles normales unas cuantas semanas después del desplome.

Cómo se reduce el riesgo mediante la diversificación

Podemos calcular nuestras medidas de variabilidad tanto para títulos individuales como para portafolios de títulos. Por supuesto, el nivel de variabilidad durante 100 años es menos interesante para algunas empresas que para el portafolio de mercado; es rara la empresa que enfrenta los mismos riesgos de negocios hoy que hace un siglo.

La tabla 8.3 presenta las desviaciones estándar estimadas de 10 acciones ordinarias ampliamente conocidas durante un periodo de cinco años.[21] ¿Parecen altas estas desviaciones estándar? Deberían serlo. La desviación estándar del portafolio de mercado fue de casi 16% durante este periodo. De las acciones individuales, solamente Heinz se acercó a dicha cifra. Amazon.com fue tres veces más variable que el potafolio de mercado.

Vea también la tabla 8.4, la cual muestra las desviaciones estándar de algunas acciones muy conocidas de diferentes países y de los mercados en los cuales se comercializan. Algunas acciones son mucho más variables que otras, pero se aprecia una vez más que la mayoría de ellas es más variable que los índices de mercado.

[21] También se calcularon estas desviaciones estándar con base en datos mensuales.

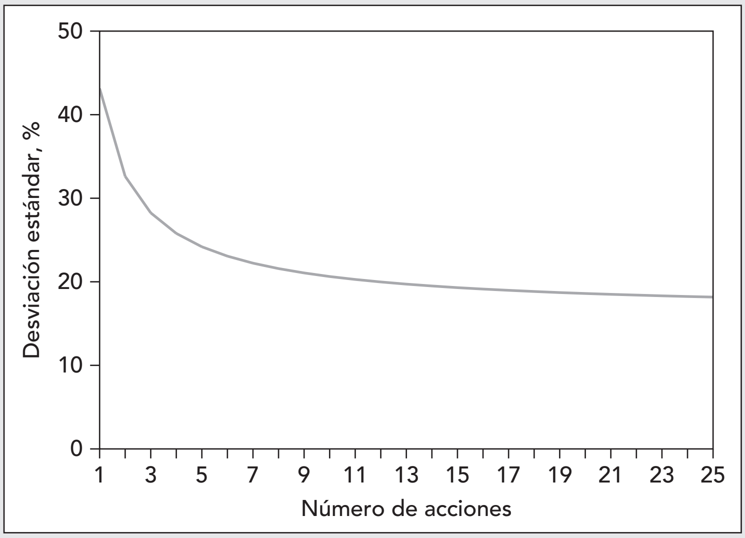


FIGURA 8.9

El riesgo (desviación estándar) de portafolios, seleccionados aleatoriamente, que contienen diferentes cantidades de acciones que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York. Adviértase que al principio la diversificación reduce rápidamente el riesgo y después de forma cada vez más lenta.

Esto nos lleva a una cuestión importante: si el portafolio de mercado se compone de acciones individuales, entonces ¿por qué su variabilidad no refleja la variabilidad promedio de sus componentes? La respuesta es que la *diversificación reduce la variabilidad*.

Incluso una diversificación pequeña puede proporcionar una reducción sustancial de la variabilidad. Supóngase que se calculan y comparan las desviaciones estándar del periodo que va de 2000 a 2005 para portafolio de una acción, de dos acciones, de cinco acciones, etc. En la figura 8.9 se aprecia que la diversificación reduce la variabilidad de los rendimientos a casi la mitad. Además, nótese que casi todo ese beneficio se obtiene con relativamente pocas acciones: la mejora es mucho menor cuando la cantidad de títulos se incrementa a más de, digamos, 20 o 30.[22]

La diversificación funciona porque los precios de los diferentes títulos no se mueven exactamente al unísono. Los estadísticos argumentan lo mismo cuando afirman que los cambios en los precios de mercado están imperfectamente correlacionados. Vea, por ejemplo, la figura 8.10. Los primeros dos paneles muestran los histogramas de los rendimientos mensuales de las acciones de IBM y Boeing durante un periodo de 60 meses que finaliza en 2006. Como señalamos en la tabla 8.3, durante ese periodo la desviación estándar de sus rendimientos mensuales fue de aproximadamente 30%. No obstante, si se hubiera invertido todo el dinero en IBM, habría habido seis ocasiones en las cuales se hubiera perdido al menos 10% de la inversión. Por el contrario, se si hubiera puesto todo el dinero en la acción de Boeing, en cinco ocasiones se habría perdido al menos 10% de la inversión. Ahora bien, vea el tercer histograma de la figura 8.10, el cual muestra la distribución de los rendimientos mensuales de un portafolio que tiene las mismas proporciones que IBM y Boeing. Muchas veces, la caída del valor de una acción fue compensada con el incremento en el de otra,[23] por lo que incluso esta diversificación

[22] Hay algunas pruebas de que en los últimos años las acciones se han vuelto más riesgosas en lo individual, aunque han fluctuado más dispersamente. En consecuencia, se incrementaron los beneficios de la diversificación. Vea J. Y. Campbell, M. Lettau, B. G. Malkiel y Y. Xu, "Have Individual Stocks Become More Volatile? An Empirical Exploration of Idiosyncratic Risk", *Journal of Finance* 56 (febrero de 2001), pp. 1-43.

[23] Durante este periodo la correlación entre los rendimientos de las dos acciones fue de .05.

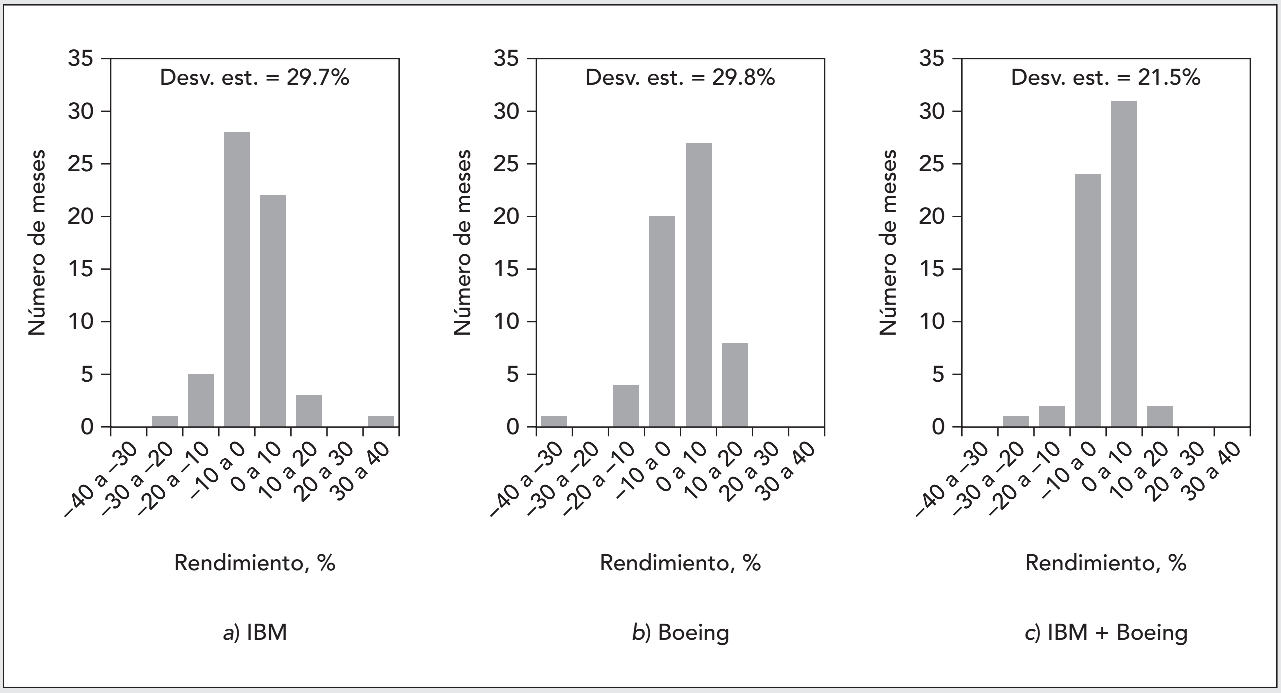


FIGURA 8.10

La variabilidad de los rendimientos de un portafolio con participaciones iguales en IBM y Boeing es menor que la variabilidad de los rendimientos de las acciones por separado. Estos rendimientos abarcan el periodo de junio de 2001 a junio de 2006.

limitada habría nivelado muchos puntos altos y bajos. Por ejemplo, la probabilidad de perder más de 10% en cualquier mes se habría reducido casi a la mitad. Esto se manifiesta con la menor desviación estándar del portafolio de dos acciones.

El riesgo que potencialmente puede eliminarse con la diversificación se conoce como **riesgo único**.[24] Éste resulta del hecho de que muchos de los peligros que rodean a determinada empresa son específicamente suyos y tal vez de sus competidores inmediatos. Pero también hay un riesgo que no se puede evitar, por mucho que se diversifique. Este riesgo generalmente se conoce como **riesgo de mercado**.[25] Éste se deriva del hecho de que hay peligros que amenazan al conjunto de las empresas. Por esa razón las acciones se mueven en el mismo sentido y también por eso los inversionistas están expuestos a las incertidumbres del mercado, independientemente del número de acciones que posean.

En la figura 8.11 hemos dividido el riesgo en sus dos componentes, el riesgo único y el riesgo de mercado. Si se posee una sola acción, el riesgo único es muy importante; pero una vez que se tiene un portafolio con 20 o más acciones, sólo importa el riesgo de mercado. Por lo tanto, la fuente predominante de incertidumbre para el inversionista diversificado radica en la alza o la baja del mercado, que puede arrastrar consigo su portafolio.

[24] Al riesgo único también se le denomina *riesgo no sistemático*, *riesgo residual*, *riesgo específico* o *riesgo diversificable*.
[25] Al riesgo de mercado se le conoce como *riesgo sistemático* o *riesgo no diversificable*.

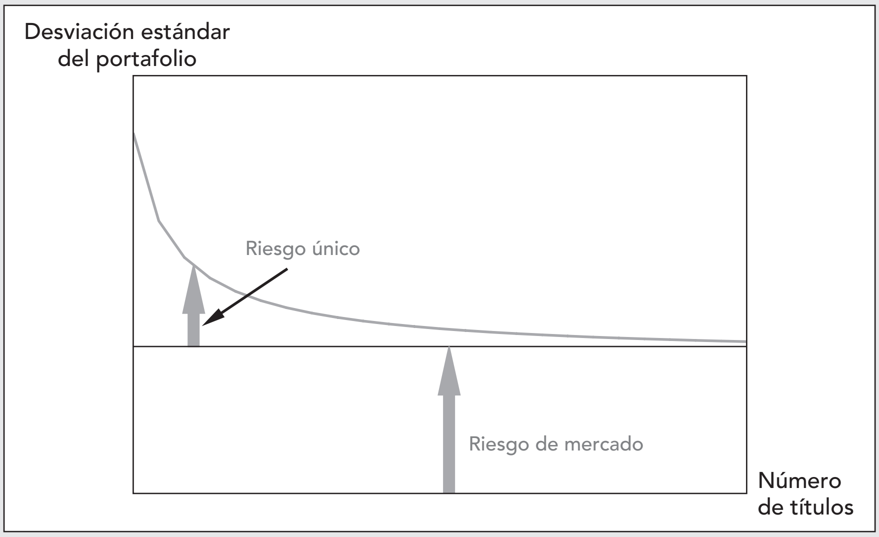


FIGURA 8.11

La diversificación elimina el riesgo único, pero no a una parte del riesgo que se conoce como *riesgo de mercado*.

8.3 CÁLCULO DEL RIESGO DEL PORTAFOLIO (O CARTERA)

Hemos dado una idea intuitiva de la forma en la que la diversificación reduce el riesgo, pero a fin de entender completamente el efecto de la diversificación, tiene que conocerse cómo el riesgo de un portafolio (o cartera) depende del riesgo de las acciones individuales.

Supongamos que 60% de su portafolio está invertido en Wal-Mart y el resto en IBM. Ha anticipado que durante el año próximo Wal-Mart proporcionará un rendimiento de 10% e IBM uno de 15%. El rendimiento esperado del portafolio es simplemente un promedio ponderado de los rendimientos esperados de las acciones individuales.[26]

$$\text{Rendimiento esperado del portafolio} = (.60 \times 10) + (.40 \times 15) = 12\%$$

Es un cálculo fácil. La parte difícil es encontrar su riesgo. En el pasado, la desviación estándar de los rendimientos fue de 19.8% para Wal-Mart y de 29.7% para IBM. Se cree que estas cifras son una buena representación de la variabilidad de los posibles resultados *futuros*. En principio, quizás esté inclinado a suponer que la desviación estándar del portafolio sea un promedio ponderado de las desviaciones estándar de las dos acciones, es decir, $(.60 \times 19.8) + (.40 \times 29.7) = 23.8\%$. Ello sería correcto *sólo* si los precios de las dos acciones se movieran en perfecta sincronía. En cualquier otro caso, la diversificación reduce el riesgo por debajo de esta cifra.

El procedimiento exacto para calcular el riesgo de un portafolio de dos acciones aparece en la figura 8.12. Se tienen que llenar cuatro casillas. A fin de completar la casilla superior izquierda, se pondera la varianza de los rendimientos de la acción 1 (σ_1^2) por el *cuadrado* de la proporción invertida en ella (x_1^2). De igual manera, para completar la casilla inferior derecha, se pondera la varianza de los rendimientos de la acción 2 (σ_2^2) por el *cuadrado* de la proporción invertida en la acción 2 (x_2^2).

---

[26] Verifiquemos esto. Supongamos que se invierten 60 dólares en Wal-Mart y 40 en IBM. El rendimiento esperado en dólares de la tenencia de Wal-Mart es $.10 \times 60 = 6$ dólares, y el de IBM es $.15 \times .4 = 6$ dólares. El rendimiento esperado del portafolio es $6 + 6 = 12$ dólares. La *tasa* de rendimiento del portafolio es $12/100 = .12$ o 12%.

FIGURA 8.12

La varianza de un portafolio de dos acciones es la suma de estas cuatro casillas. x_1, x_2 = proporciones invertidas en las acciones 1 y 2; σ_1^2, σ_2^2 = varianzas de los rendimientos de las acciones; σ_{12} = covarianza de los rendimientos ($\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$); ρ_{12} = correlación entre los rendimientos de las acciones 1 y 2.

	Acción 1	Acción 2
Acción 1	$x_1^2\sigma_1^2$	$x_1x_2\sigma_{12} = x_1x_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$
Acción 2	$x_1x_2\sigma_{12} = x_1x_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$	$x_2^2\sigma_2^2$

Las entradas en estas casillas diagonales dependen de las varianzas de las acciones 1 y 2; las entradas en las otras dos casillas dependen de sus **covarianzas**. Como se puede adivinar, la covarianza es una medida del grado al cual dos acciones "covarían". La covarianza se expresa como el producto del coeficiente de correlación ρ_{12} y las dos desviaciones estándar:[27]

$$\text{Covarianza entre las acciones 1 y 2} = \sigma_{12} = \rho_{12}\sigma_1\sigma_2$$

La mayor parte de las acciones tienden a moverse juntas. En este caso, el coeficiente de correlación ρ_{12} es positivo y, por lo tanto, la covarianza σ_{12} también es positiva. Si las perspectivas de las acciones fueran totalmente independientes, tanto el coeficiente de correlación como la covarianza serían cero; y si las acciones tendieran a moverse en direcciones opuestas, el coeficiente de correlación y la covarianza serían negativas. De igual manera, como se ponderaron las varianzas por el cuadrado de la proporción invertida, también se debe ponderar la covarianza por el *producto* de las dos tenencias proporcionales x_1 y x_2.

Una vez que se han completado las cuatro casillas, simplemente se suman las entradas para obtener la varianza del portafolio:

$$\text{Varianza del portafolio} = x_1^2\sigma_1^2 + x_2^2\sigma_2^2 + 2(x_1x_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2)$$

La desviación estándar del portafolio es, por supuesto, la raíz cuadrada de la varianza.

A continuación se puede intentar hacer esta operación agregando algunos datos de Wal-Mart e IBM. Antes se dijo que si las dos acciones estuvieran perfectamente correlacionadas, la desviación estándar del portafolio se ubicaría en 40% del camino entre las desviaciones estándar de las dos acciones. Verifiquemos esto rellenando las casillas con $\rho_{12} = +1$.

[27] Otra forma de definir la convarianza es la siguiente:

$$\text{Covarianza entre acciones 1 y 2} = \sigma_{12} = \text{valor esperado de } (\tilde{r}_1 - r_1) \times (\tilde{r}_2 - r_2)$$

Adviértase que la covarianza de cualquier título con respecto a sí mismo no es otra cosa más que su varianza:

$$\begin{aligned}\sigma_{11} &= \text{valor esperado de } (\tilde{r}_1 - r_1) \times (\tilde{r}_1 - r_1) \\ &= \text{valor esperado de } (\tilde{r}_1 - r_1)^2 = \text{varianza de la acción } 1 = \sigma_1^2\end{aligned}$$

	Wal-Mart	IBM
Wal-Mart	$x_1^2\sigma_1^2 = (.6)^2 \times (19.8)^2$	$x_1x_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$ $= (.6) \times (.4) \times 1 \times (19.8) \times (29.7)$
IBM	$x_1x_2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$ $= (.6) \times (.4) \times 1 \times (19.8) \times (29.7)$	$x_2^2\sigma_2^2 = (.4)^2 \times (29.7)^2$

La varianza del portafolio es la suma de estas entradas:

$$\text{Varianza del portafolio} = [(.6)^2 \times (19.8)^2] + [(.4)^2 \times (29.7)^2] + 2(.6 \times .4 \times 1 \times 19.8 \times 29.7) = 564.5$$

La desviación estándar es $\sqrt{564.5}$ = 23.8% o 40% del camino entre 19.8 y 29.7.

Wal-Mart e IBM no se mueven con perfecta correlación. Si la experiencia pasada sirve de guía, la correlación entre las dos acciones es de casi .35. Si repetimos el ejercicio con ρ_{12} = .35, encontramos que:

$$\text{Varianza del portafolio} = [(.6)^2 \times (19.8)^2] + [(.4)^2 \times (29.27)^2] + 2(.6 \times .4 \times .35 \times 19.8 \times 29.7) = 381.1$$

La desviación estándar es $\sqrt{381.1}$ = 19.5%. Ahora el riesgo es menor que 40% del camino entre 19.8 y 29.7. De hecho, es una fracción menor que el riesgo de invertir solamente en Wal-Mart.

El mayor beneficio de la diversificación surge cuando dos acciones se correlacionan negativamente. Por desgracia, esto casi nunca sucede con las acciones reales, pero tan sólo para fines de ilustración supongamos una correlación negativa entre Wal-Mart e IBM. Y ya que estamos haciendo supuestos ajenos a la realidad, hagámoslo del todo y supongamos una correlación perfectamente negativa ($\rho_{12} = -1$). En este caso,

$$\text{Varianza del portafolio} = [(.6)^2 \times (19.8)^2] + [(.4)^2 \times (29.7)^2] + 2(.6 \times .4 \times (-1) \times 19.8 \times 29.7) = 0$$

Cuando hay correlación perfectamente negativa, siempre habrá una estrategia del portafolio (representada por un conjunto particular de proporciones del portafolio) que elimine el riesgo totalmente.[28] La correlación negativa no suele ocurrir realmente entre acciones ordinarias.

Fórmula general para calcular el riesgo del portafolio

El método para calcular el riesgo del portafolio se extiende fácilmente a portafolios que contengan tres o más títulos. Sólo tenemos que rellenar un número mayor de casillas. Las casillas de la diagonal —las sombreadas en la figura 8.13— contienen la varianza ponderada por la raíz cuadrada de la proporción invertida. El resto de casillas contiene la covarianza entre ese par de títulos, ponderada por el producto de las proporciones invertidas.[29]

[28] Como la desviación estándar de IBM es 1.5 veces la de Wal-Mart, habrá que invertir 1.5 veces más en Wal-Mart para eliminar el riesgo de este portafolio de dos títulos.

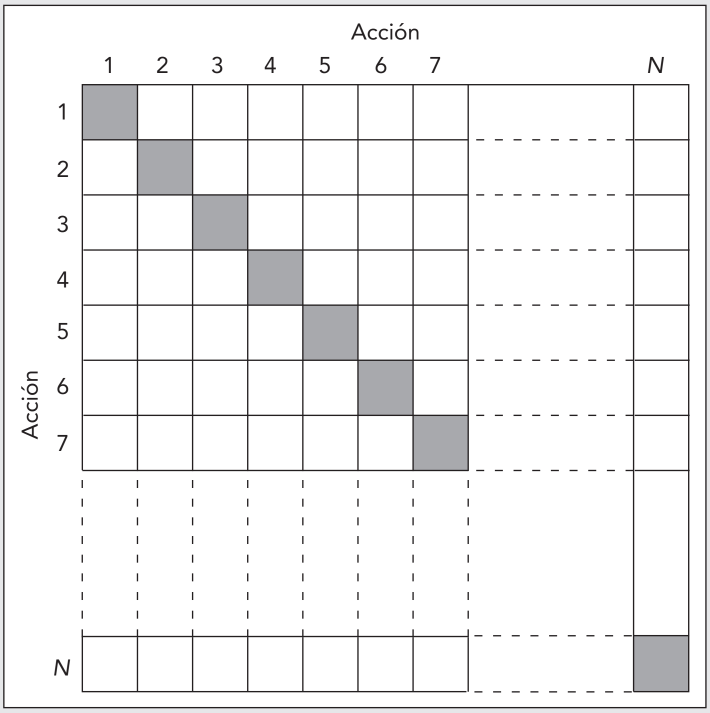
[29] El equivalente formal de "sumar todas las casillas" es:

$$\text{Varianza del portafolio} = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} x_i x_j \sigma_{ij}$$

Observe que cuando $i = j$, σ_{ij} tan sólo la varianza de la acción i.

FIGURA 8.13

Para encontrar la varianza de un portafolio de N acciones, debemos sumar las entradas de una matriz como ésta. Las celdas diagonales contienen los términos de la varianza ($x_i^2\sigma_i^2$) y el resto de celdas contiene los términos de la covarianza ($x_i x_j \sigma_{ij}$).



Límites de la diversificación

¿Advirtió en la figura 8.13 qué tan importante se volvían las covarianzas conforme agregábamos más títulos al portafolio? Cuando sólo hay dos títulos, se tiene el mismo número de casillas tanto de varianza como de covarianza. Cuando hay muchos títulos, el número de covarianzas rebasa el número de varianzas. Por lo tanto, la variabilidad de un portaflio bien diversificado refleja principalmente las covarianzas.

Supóngase que manejamos dos portafolios con la misma proporción de inversiones en N acciones. La proporción invertida en cada acción es, por lo tanto, $1/N$. Entonces, en cada casilla de la varianza tenemos $(1/N)^2$ veces la varianza, y en cada casilla de la covarianza tenemos $(1/N)^2$ veces la covarianza. Hay N casillas de varianza y $N^2 - N$ casillas de covarianza. Por lo tanto,

$$\begin{aligned}\text{Varianza del portafolio} &= N\left(\frac{1}{N}\right)^2 \times \text{varianza promedio} \\ &\quad + (N^2 - N)\left(\frac{1}{N}\right)^2 \times \text{covarianza promedio} \\ &= \frac{1}{N} \times \text{varianza promedio} + \left(1 - \frac{1}{N}\right) \times \text{covarianza promedio}\end{aligned}$$

Note que conforme N se incrementa, la varianza del portafolio se acercará gradualmente a la varianza promedio. Si la varianza promedio fuera cero, sería posible eliminar *todo* el riesgo manteniendo un número suficiente de títulos. Por desgracia, las acciones ordinarias se mueven de manera conjunta y no independientemente. Por consiguiente, la mayoría de acciones que el inversionista puede comprar está ligada por una red de varianzas positivas que establecen un límite a los beneficios de la diversificación. Ahora ya entendemos el significado preciso del riesgo de mercado, descrito en la figura 8.11. Es la covarianza promedio la que constituye el fundamento del riesgo remanente después de los efectos de la diversificación.

8.4 CÓMO AFECTAN LOS TÍTULOS INDIVIDUALES AL RIESGO DEL PORTAFOLIO (O CARTERA)

Anteriormente, presentamos algunos datos sobre la variabilidad de 10 títulos de Estados Unidos. Amazon.com tenía la desviación estándar más alta y Heinz la más baja. La variabilidad de los posibles rendimientos de una inversión en Amazon sería tres veces mayor que la de una inversión en Heinz, pero eso no nos revela mucho. Los inversionistas precavidos no apuestan todo a una sola carta: reducen sus riesgos mediante la diversificación y, por lo tanto, en lo que se interesan es en el efecto que tiene cada acción en el riesgo de su portafolio.

Ello nos conduce a uno de los temas principales de este capítulo. *El riesgo de un portafolio bien diversificado depende del riesgo de mercado de los títulos que ésta incluye*. Haga un tatuaje en su frente con esta frase si no la recuerda de otra manera. Es una de las ideas más importantes de este libro.

El riesgo de mercado se mide a través de beta

Si se quiere conocer la influencia que tiene un título en el riesgo de un portafolio bien diversificado, no es bueno pensar qué tan riesgoso es el título en sí mismo; se tiene que medir su *riesgo de mercado*, es decir, su sensibilidad a los movimientos del mercado. Esta sensibilidad se conoce como **beta** (β).

Las acciones con betas mayores que 1.0 superan los movimientos generales del mercado. Las acciones con betas de entre 0 y 1.0 se mueven en la misma dirección que el mercado, pero menos pronunciadamente. Por supuesto, el mercado es el portafolio de todas las acciones, por lo que la acción promedio tiene una beta de 1.0. La tabla 8.5 informa acerca de las betas de 10 acciones ordinarias ampliamente conocidas y a las que ya nos habíamos referido anteriormente.

Durante los cinco años que van de mediados de 2001 a mediados de 2006, Disney tuvo una beta de 1.26. Si el futuro se parece al pasado, esto significa que, *en promedio*, cuando el mercado suba 1%, el precio de la acción de Disney aumentará 1.26%. Cuando el mercado cae 2%, puede pronosticarse que los precios de la acción de Disney bajarán $2 \times 1.26 = 2.52\%$ extra. Por ende, una línea sobre la gráfica de los rendimientos de Disney contra los rendimientos del mercado tendría una pendiente positiva de 1.26. Vea la figura 8.14.

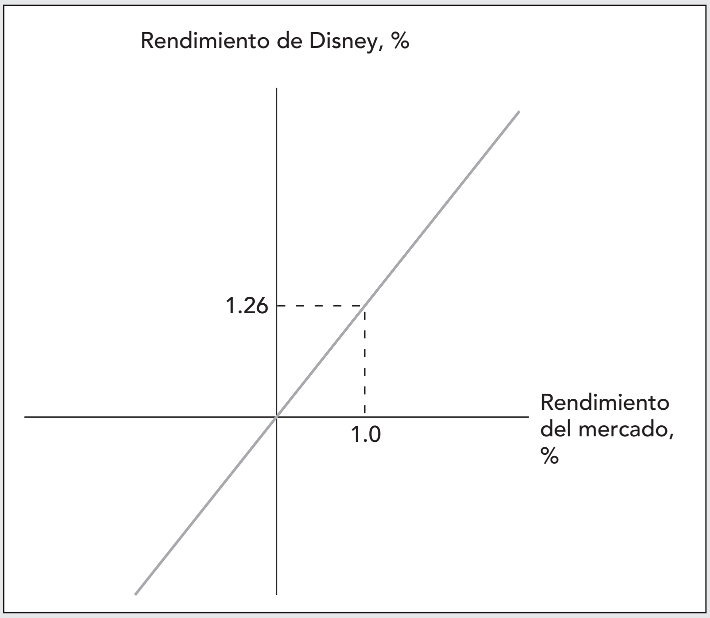
Acción	Beta (β)	Acción	Beta (β)
Amazon	2.20	Starbucks	.69
IBM	1.59	ExxonMobil	.65
Disney	1.26	Wal-Mart	.57
Microsoft	1.13	Pfizer	.55
Boeing	1.09	Heinz	.36

TABLA 8.5

Betas de acciones ordinarias estadounidenses, de julio de 2001 a junio de 2006.

FIGURA 8.14

El rendimiento de la acción de Disney cambia, en promedio, 1.26% por cada 1% de cambio adicional en el rendimiento del mercado. Por lo tanto, su beta es de 1.26.



Por supuesto, los rendimientos de la acción de Disney no están perfectamente correlacionados con los rendimientos del mercado. La empresa también está sujeta al riesgo único, por lo que los rendimientos reales estarán dispersos a lo largo de la línea de la figura 8.14. A veces, Disney se dirigirá al sur mientras que el mercado vaya al norte, y viceversa.

Disney tiene una de las betas más altas de las 10 acciones de la tabla 8.5. Heinz está en el otro extremo. En una gráfica, una línea que relacionara los rendimientos de Heinz con los del mercado sería más inclinada: su pendiente sería de solamente .36. Obsérvese que muchas de las acciones que poseen desviaciones estándar elevadas también tienen betas altas. Pero ello no siempre es así. Por ejemplo, Starbucks tiene una desviación estándar relativamente alta, pero se unió a las acciones con betas pequeñas que aparecen en la columna derecha de la tabla 8.5. Al parecer, aunque Starbucks sea una inversión riesgosa por sí sola, contribuirá relativamente poco al riesgo de un portafolio diversificado.

Al igual que medimos los efectos de las fluctuaciones del mercado de Estados Unidos en los rendimientos de una acción estadounidense, podemos medir cómo las acciones de otros países resultan afectadas por los movimientos de *sus* respectivos mercados. La tabla 8.6 muestra las betas de una muestra de acciones de otros países.

Por qué las betas de los títulos determinan el riesgo del portafolio (o cartera)

Revisemos dos puntos cruciales sobre el riesgo del título y el riesgo del portaflio (o cartera):

- El riesgo de mercado explica la mayor parte del riesgo de un portafolio bien diversificado.
- La beta de un título individual mide su sensibilidad en torno a los movimientos del mercado.

Acción	Beta (β)	Acción	Beta (β)
Alcan	1.54	LVMH	1.26
BP	.71	Nestlé	.17
Deutsche Bank	.53	Nokia	1.44
Fiat	1.01	Sony	1.05
Heineken	.31	Telefónica de Argentina	1.05

TABLA 8.6

Betas de acciones extranjeras, de julio de 2001 a junio de 2006 (se mide la beta con relación a los mercados locales de las acciones).

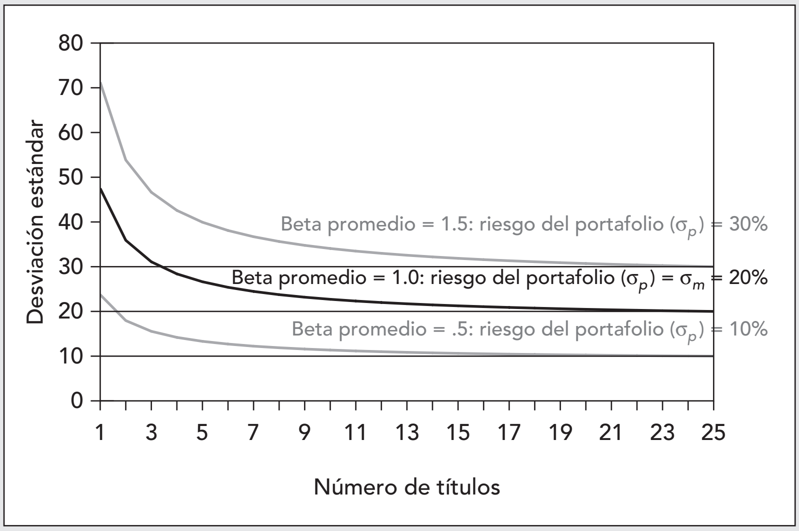


FIGURA 8.15

La línea gris muestra que un portafolio bien diversificado, con acciones seleccionadas aleatoriamente, termina con una $\beta = 1$ y una desviación estándar igual a la del mercado, en este caso de 20%. La línea negra superior indica que un portafolio bien diversificado con $\beta = 1.5$ tiene una desviación estándar de aproximadamente 30%, es decir, 1.5 veces más que la del mercado. La línea negra inferior señala que un portafolio bien diversificado con $\beta = .5$ tiene una desviación estándar de casi 10%, la mitad de la del mercado.

Es fácil ver hacia dónde vamos: dentro de un portafolio, el riesgo de un título se mide a través de su beta. Quizá pudimos llegar directamente a esta conclusión, pero preferimos explicarla. He aquí un razonamiento intuitivo. Damos una explicación más técnica en la nota al pie 31.

¿Dónde está la base? Vuelva a la figura 8.11, la cual muestra cómo la desviación estándar del rendimiento del portafolio depende del número de títulos que contenga. Con más títulos, y por lo tanto con mayor diversificación, el riesgo del portafolio disminuye hasta que todo el riesgo único sea eliminado y solamente quede la base del riesgo de mercado.

¿Dónde está la base? Depende de la beta promedio de los títulos seleccionados.

Suponga que crea un portafolio con un gran número de acciones, digamos 500, que fueron seleccionadas aleatoriamente de todo el mercado. ¿Qué obtendríamos? El mercado mismo o un portafolio *muy* próxima a él. La beta del portafolio sería 1.0, en tanto que la correlación con el mercado sería 1.0. Si la desviación estándar del mercado fuera 20% (casi su promedio para 1900-2006), entonces la desviación estándar del portafolio también sería 20%. Esto se muestra con la línea gris de la figura 8.15.

Pero ahora imagine que creamos el portafolio a partir de un gran grupo de acciones con una beta promedio de 1.5. De nueva cuenta, terminaríamos con un portafolio de 500 acciones prácticamente sin riesgo único: un portafolio que se mueve casi en correlación perfecta con el mercado. Sin embargo, la desviación estándar de *este* portafolio sería

30%, 1.5 veces la del mercado.[30] Un portafolio bien diversificado con una beta de 1.5 superará cada movimiento del mercado en 50% y acabará con 150% del riesgo del mercado.

Por supuesto, podríamos repetir el mismo experimento con acciones que tuvieran una beta de .5 y acabaríamos con un portafolio bien diversificado con sólo la mitad del riesgo que tiene el mercado. Esto también se observa en la figura 8.15.

Ésta es la conclusión general: el riesgo de un portafolio bien diversificado es proporcional a su beta, que es igual a la beta promedio de los títulos incluidos en ella. Esto demuestra que las betas de los títulos definen el riesgo del portafolio.

Cálculo de beta Un estadístico definiría la beta de una acción *i* como:

$$\beta_i = \sigma_{im}/\sigma_m^2$$

donde σ_{im} es la *covarianza* entre los rendimientos de la acción y los rendimientos del mercado, mientras que σ_m^2 es la varianza de los rendimientos del mercado. Resulta que esta razón de covarianza con respecto a la varianza mide la contribución de una acción al riesgo del portafolio.[31]

He aquí un ejemplo sencillo de cómo realizar los cálculos. Las columnas 2 y 3 de la tabla 8.7 muestran los rendimientos de un periodo de seis meses del mercado y de la acción de la cadena de restaurantes Anchovy Queen. Aunque ambos proporcionaron un rendimiento promedio de 2%, se observa que la acción de Anchovy Queen fue particularmente sensible a los movimientos del mercado y se elevó más que el mercado cuando éste se elevaba y cayó más que él cuando éste caía.

Las columnas 4 y 5 indican las desviaciones de los rendimientos mensuales con respecto al promedio. Para calcular la varianza del mercado, hay que promediar el cuadrado de las desviaciones de los rendimientos del mercado (columna 6), y para calcular la covarianza entre los rendimientos de la acción y el mercado, es necesario promediar el producto de las dos desviaciones (columna 7). La beta es la razón de la covarianza sobre la varianza o 76/50.67 = 1.50. Un portafolio de acciones diversificado con la misma beta que Anchovy tendría una y media veces la volatilidad del mercado.

---

[30] Un portafolio de 500 acciones con $\beta = 1.5$ tendría aún un poco de riesgo único, porque estaría excesivamente concentrada en industrias de elevada beta. Su desviación estándar real sería un poco más elevada que 30%. Si eso le preocupa, relájese; en el capítulo 9 demostraremos cómo construir un portafolio completamente diversificado con una beta de 1.5, mediante endeudamiento e inversión en el portafolio de mercado.

[31] Para comprender por qué, vea la figura 8.13. Cada fila de casillas de esa figura representa la contribución de ese título particular al riesgo del portafolio. Por ejemplo, la contribución de la acción 1 es:

$$x_1x_1\sigma_{11} + x_1x_2\sigma_{12} + \cdots = x_1(x_1\sigma_{11} + x_2\sigma_{12} + \cdots)$$

donde x_i es la proporción del capital invertido en la acción *i* y σ_{ij} es la covarianza entre las acciones *i* y *j* (nota: σ_{ii} es igual a la varianza de la acción *i*). En otras palabras, la contribución de la acción 1 al riesgo del portafolio es igual al tamaño relativo de la tenencia (x_1) por la covarianza promedio entre la acción 1 y todas las acciones del portafolio. O más concisamente: la contribución de la acción 1 al riesgo del portafolio es igual al tamaño de la tenencia (x_1) por la covarianza entre la acción 1 y todo el portafolio (σ_{1p}).

Para hallar la contribución *relativa* de la acción 1 al riesgo, sólo se divide entre la varianza del portafolio para obtener $x_1(\sigma_{1p}/\sigma_p^2)$. O sea, es igual al tamaño de la tenencia (x_1) por la beta de la acción 1 en relación con el portafolio (σ_{1p}/σ_p^2).

La beta de una acción en relación con *cualquier* portafolio se calcula simplemente dividiendo su covarianza con el portafolio entre la varianza del portafolio. Si se quiere encontrar la beta de una acción *en relación con el portafolio de mercado*, tan sólo se calcula su covarianza con el portafolio de mercado y se divide entre la varianza del mercado:

$$\text{Beta relativa al portafolio de mercado (o simplemente beta)} = \frac{\text{covarianza con el mercado}}{\text{varianza del mercado}} = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Mes	Rendimiento de mercado	Rendimiento de Anchovy Q	Desviación del rendimiento de mercado promedio	Desviación del rendimiento promedio de Anchovy Q	Cuadrado de la desviación del rendimiento de mercado promedio	Producto de las desviaciones de los rendimientos promedio (col. 4 × 5)
1	−8%	−11%	−10	−13	100	130
2	4	8	2	6	4	12
3	12	19	10	17	100	170
4	−6	−13	−8	−15	64	120
5	2	3	0	1	0	0
6	8	6	6	4	36	24
Promedio	2	2		Total	304	456
			Varianza = σ_m^2 = 304/6 = 50.67			
			Covarianza = σ_{im} = 456/6 = 76			
			Beta (β) = σ_{im}/σ_m^2 = 76/50.67 = 1.5			

TABLA 8.7

Cálculo de la varianza de los rendimientos de mercado y la covarianza entre los rendimientos de mercado y los de Anchovy Queen. La beta es la razón de la varianza sobre la covarianza (es decir, $\beta = \sigma_{im}/\sigma_m^2$)

8.5 DIVERSIFICACIÓN Y ADITIVIDAD DE VALOR

Hemos visto que la diversificación reduce el riesgo y que, en consecuencia, es razonable para los inversionistas. ¿Pero también lo es para la empresa? ¿Es más atractiva para los inversionistas una empresa diversificada que una que no lo está? Si es así, hemos hallado un resultado *sumamente* alarmante. Si la diversificación es un objetivo empresarial adecuado, cada proyecto tiene que analizarse como una adición potencial al portafolio de activos de la empresa. El valor del paquete diversificado sería mayor que la suma de sus partes. De aquí que no podrían sumarse los valores presentes.

Sin lugar a dudas, diversificar es bueno, pero ello no significa que las empresas deban practicarla. Si los inversionistas *no* fueron capaces de mantener un número grande de títulos, entonces querrían que las empresas diversificaran por ellos. Pero los inversionistas *pueden* diversificar.[32] En muchos casos, lo hacen más fácilmente que las empresas. Los individuos pueden invertir en el sector del acero esta semana y liquidar la inversión la semana siguiente. Una empresa no puede hacer eso. Seguramente, el individuo tendría que pagar las comisiones de corretaje por la compraventa de las acciones de la acerería, pero piénsese en el tiempo y los costos en los que incurriría una empresa para adquirir la acerería o poner en marcha una nueva.

Puede verse hacia dónde nos dirigimos: si los inversionistas diversifican por cuenta propia, no pagarán ningún *extra* por las empresas diversificadas, y si tienen una gama suficientemente amplia de títulos de donde elegir, tampoco pagarán *menos* por no poder invertir por separado en cada fábrica. Por lo tanto, en países como Estados Unidos, cuyos mercados de capitales son enormes y competitivos, la diversificación no agrega ni sustrae valor a la empresa. El valor total es la suma de sus partes.

[32] Para un individuo, una de las maneras más simples de diversificar es comprar acciones de un fondo mutualista que mantenga un portafolio diversificado.

Esta conclusión es importante en finanzas corporativas, porque justifica la suma de los valores presentes. El concepto de *aditividad de valor* es tan importante que daremos una definición formal de él. Si el mercado de capitales establece que VP(A) es el valor del activo A y VP(B) el valor del activo B, el valor de mercado de una empresa que solamente posee estos dos activos es:

$$VP(AB) = VP(A) + VP(B)$$

Una empresa con tres activos A, B y C valdría VP(ABC) = VP(A) + VP(B) + VP(C), y así sucesivamente para cualquier número de activos.

Hemos sustentado el concepto de la aditividad de valor con argumentos intuitivos, pero es un concepto más general y se puede demostrar formalmente de muchas maneras.[33] Parece estar ampliamente aceptado: son miles los administradores que a diario suman miles de valores presentes, generalmente sin estar conscientes de ello.

[33] Tome como referencia el apéndice del capítulo 32, en el que se discute la diversificación y la aditividad de valor en el contexto de las fusiones.

RESUMEN

Nuestra revisión de la historia del mercado de capitales mostró que los rendimientos recibidos por los inversionistas han variado de acuerdo con los riesgos que han soportado. Por un lado, los títulos muy seguros, como las letras del Tesoro estadounidense, han proporcionado un rendimiento promedio de tan sólo 4.0% anual durante más de 107 años. Las acciones ordinarias, por su parte, son los títulos más riesgosos que analizamos. El mercado accionario proporcionó un rendimiento promedio de 11.7%, con una prima de más de 7.6% sobre la tasa de interés libre de riesgo.

Lo anterior nos da dos puntos de referencia para el costo de oportunidad del capital. Al momento de evaluar un proyecto seguro, tenemos que descontar la actual tasa de interés libre de riesgo, pero en el caso de la evaluación de un proyecto riesgoso, tenemos que descontar el rendimiento promedio esperado de las acciones ordinarias. Las pruebas históricas sugieren que dicho rendimiento es 7.6% superior a la tasa libre de riesgo, pero muchos administradores financieros y economistas optan por una cifra menor. No obstante, no todos los activos se ajustan a esta explicación sencilla. Antes de enfrentarnos a ellos, debemos aprender a medir el riesgo.

El riesgo se evalúa mejor dentro de un portafolio. Los inversionistas no suelen apostar todo a una sola carta: diversifican. Por lo tanto, no se evalúa el riesgo efectivo de un título cualquiera examinándolo en sí mismo, pues parte de la incertidumbre de su rendimiento se elimina cuando se agrupa con otros en un portafolio.

El riesgo de una inversión es la variabilidad de sus rendimientos futuros, que usualmente se mide por la desviación estándar. La desviación estándar de un *portafolio de mercado*, generalmente representada por el Índice Compuesto de Standard & Poor's, es de 15 a 20% al año.

La mayoría de las acciones tienen desviaciones estándar más altas que el portafolio al que pertenecen, lo que se explica porque gran parte de su variabilidad es un riesgo *único* que se elimina mediante la diversificación. La parte restante es el riesgo de *mercado*. Los portafolios diversificados están expuestos todavía a la variación en el nivel general del mercado.

La contribución de un título al riesgo de una portafolio bien diversificado depende de su sensibilidad a los movimientos generales del mercado, que es conocida como *beta* (β). Ésta mide la intensidad con la que los inversionistas esperan que varíe el precio de una acción por cada punto porcentual de variación en el mercado. La beta promedio de todas las acciones es 1.0. Una acción con una beta superior a 1 es especialmente sensible a los movimientos del mercado; una acción con una beta inferior a 1 es especialmente insensible a los movimientos del mercado. La desviación estándar de una bien diversificada es proporcional a su beta, por lo tanto, un portafolio diversificado, integrado por acciones con una beta de 2.0, tendrá el doble de riesgo que otro con una beta de 1.0.

Una de las conclusiones de este capítulo es que la diversificación es algo bueno *para el inversionista*, pero no necesariamente para las *empresas*. La diversificación empresarial es redundante si los inversionistas diversifican por cuenta propia. Como la diversificación no afecta el valor de la empresa, los valores presentes se suman incluso cuando el riesgo se considera de modo explícito. Gracias a la *aditividad del valor*, la regla del valor presente neto para el presupuesto de capital funciona incluso bajo incertidumbre. En este capítulo hemos presentado varias fórmulas que se reproducen en las guardas del libro. Debería analizarlas y verificar que las entiende.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Una valiosa recopilación bibliográfica sobre el desempeño de los títulos en Estados Unidos desde 1926 es:

Ibbotson Associates, Inc., *Stocks, Bonds, Bills, and Inflation, 2007 Yearbook* (Ibbotson Associates, 2007).

Para obtener información internacional sobre rendimientos de mercado, vea:

E. Dimson, P. R. Marsh y M. Staunton, "The Worldwide Equity Premium: A Smaller Puzzle", en R. Mehra (ed.), *Handbook of Investments: Equity Risk Premium* 1 (North Holland, 2007).

E. Dimson. P. R. Marsh y M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Global Equity Returns* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002).

Para una revisión general técnica de la literatura sobre prima de riesgo de mercado, vea:

M. J. Brennan, "Corporate Investment Policy", en G. M. Constantinides, M. Harris y R. M. Stulz (eds.), *Handbook of the Economics and Finance* (Ámsterdam: Elsevier Science, 2003).

Algunos libros sobre prima de riesgo son:

B. Cornell, *The Equity Risk Premium: The Long-Run Future of the Stock Market* (Nueva York: Wiley, 1999).

R. Ibbotson, W. Goetzmann y B. Kogut, *The Equity Risk Premium: Research and Practice* (Oxford: Oxford University Press, 2004).

Hay diversos estudios sobre la reducción de la desviación estándar por medio de la diversificación. He aquí uno:

M. Statman, "How Many Stocks Make a Diversified Portfolio?", *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 22 (septiembre de 1987), pp. 353-364.

PREGUNTAS CONCEPTUALES

1. Explique la diferencia entre el promedio aritmético y el rendimiento anual compuesto. ¿Cuál de ellos es mayor? (página 175)
2. Si los precios de las acciones suben más rápido que los dividendos, una posible explicación es que haya disminuido el costo de capital. Explique por qué. ¿Sobrevaloraría o subestimaría el promedio de los rendimientos pasados al costo de capital? (página 179)
3. ¿Cuáles son las fórmulas de la varianza y la desviación estándar de los rendimientos? (página 181)

CUESTIONARIO

1. Un juego de azar ofrece las siguientes probabilidades y ganancias. Cada entrada cuesta 100 dólares, por lo que la utilidad neta por juego es la ganancia menos 100 dólares.

Probabilidad	Ganancia	Utilidad neta
.10	$500	$400
.50	100	0
.40	0	−100

¿Cuáles son el flujo de efectivo y la tasa de rendimiento esperados? Calcule la varianza y la desviación estándar de esta tasa de rendimiento.

2. La siguiente tabla muestra los rendimientos nominales de las acciones de Estados Unidos y la tasa de inflación.

a) ¿Cuál es la desviación estándar de los rendimientos de mercado?

b) Calcule el rendimiento promedio real.

Año	Rendimiento nominal (%)	Inflación (%)
2002	−20.9	2.4
2003	+31.6	1.9
2004	+12.5	3.3
2005	+6.4	3.4
2006	+15.8	2.5

3. Stephen Oblonsky, un destacado administrador de fondos mutualistas, produjo las siguientes tasas de rendimiento porcentuales de 2002 a 2006. Se presentan las tasas de rendimiento de mercado para efectos de comparación.

	2002	2003	2004	2005	2006
Sr. Oblonsky	−12.1	+28.2	+11.0	+8.9	+15.0
S&P 500	−20.9	+31.6	+12.5	+6.4	+15.8

Calcule el rendimiento promedio y la desviación estándar del fondo mutualista del Sr. Oblonsky. De acuerdo con estas medidas, ¿tuvo mejores o peores resultados que el conjunto del mercado?

4. ¿Cierto o falso?

a) Los inversionistas prefieren empresas diversificadas porque son menos riesgosas.

b) Si las acciones estuvieran perfecta y positivamente correlacionadas, la diversificación no reduciría el riesgo.

c) La diversificación de un número grande de activos elimina el riesgo completamente.

d) La diversificación solamente funciona cuando los activos no están correlacionados.

e) Una acción con una alta desviación estándar contribuiría menos al riesgo del portafolio que una acción con una desviación más baja.

f) La contribución de una acción al riesgo de un portafolio bien diversificado depende de su riesgo de mercado.

g) Un portafolio bien diversificado con una beta de 2.0 es dos veces más riesgosa que el portafolio de mercado.

h) Un portafolio no diversificado con una beta de 2.0 es menos del doble de riesgosa que el portafolio de mercado.

5. ¿En cuál de las siguientes situaciones se obtendría la reducción más grande del riesgo mediante la distribución de una inversión en dos acciones?

a) Las dos acciones están perfectamente correlacionadas.

b) No hay correlación.

c) Hay una correlación negativa pequeña.

d) Hay una correlación negativa perfecta.

6. Para calcular la varianza de un portafolio de tres acciones, se tienen que sumar nueve casillas:

Utilice los mismos símbolos que usamos en este capítulo, por ejemplo, x_1 = proporción invertida en la acción 1, y σ_{12} = covarianza entre las acciones 1 y 2. Ahora complete las nueve casillas.

7. Supóngase que la desviación estándar del rendimiento de mercado es 20%.

a) ¿Cuál es la desviación estándar de los rendimientos de un portafolio bien diversificado cuya beta es de 1.3?

b) ¿Cuál es la desviación estándar de los rendimientos de un portafolio bien diversificada cuya beta es de 0?

c) Un portafolio bien diversificado tiene una desviación estándar de 15%. ¿Cuál es su beta?

d) Un portafolio deficientemente diversificado tiene una desviación estándar de 20%. ¿Qué se puede decir acerca de su beta?

8. Un portafolio contiene la misma proporción de 10 acciones. Cinco de ellas tienen una beta de 1.2 y el resto una de 1.4. ¿Cuál es la beta del portafolio?

a) 1.3.

b) Mayor que 1.3, porque el portafolio no está completamente diversificada.

c) Menor que 1.3, porque la diversificación reduce la beta.

9. ¿Cuál es la beta de las acciones que se muestran en la tabla 8.8?

TABLA 8.8

Vea la pregunta 9.

	Rendimiento de la acción si el rendimiento del mercado es:	
Acción	**−10%**	**+10%**
A	0	+20
B	−20	+20
C	−30	0
D	+15	+15
E	+10	−10

EJERCICIOS PRÁCTICOS

10. He aquí las tasas de inflación y los rendimientos del mercado accionario y de las letras del Tesoro de Estados Unidos para el periodo 1929 a 1933:

Año	Inflación	Rendimiento del mercado accionario	Rendimiento de las letras del Tesoro
1929	−2	−14.5	4.8
1930	−6.0	−28.3	2.4
1931	−9.5	−43.9	1.1
1932	−10.3	−9.9	1.0
1933	.5	57.3	.3

a) ¿Cuál fue el rendimiento real del mercado accionario en cada año?

b) ¿Cuál fue el rendimiento promedio real?

c) ¿Cuál fue la prima de riesgo en cada año?

d) ¿Cuál fue la prima de riesgo promedio?

e) ¿Cuál fue la desviación estándar de la prima de riesgo?

STANDARD &POOR'S

11. Puede encontrar precios mensuales ajustados de casi todas las empresas de la tabla 8.3 en el sitio web de Standard & Poor's o en **finance.yahoo.com**. Descargue los precios de tres de esas empresas en una hoja de Excel. Calcule la varianza y la desviación estándar de los rendimientos mensuales de cada empresa. Las funciones de Excel correspondientes son VAR y STDEV. Convierta las desviaciones estándar de unidades mensuales en anuales multiplicando por la raíz cuadrada de 12. ¿Cuánto cambió el riesgo autónomo de estas acciones en comparación con las cifras señaladas en la tabla 8.3?

12. Las siguientes afirmaciones son engañosas o confusas. Explique por qué.

a) Un bono a largo plazo del gobierno estadounidense siempre es absolutamente seguro.

b) Todos los inversionistas preferirían acciones a bonos, porque ofrecen tasas de rendimiento a largo plazo más altas.

c) El mejor pronóstico práctico de las futuras tasas de rendimiento del mercado de valores se basa en un promedio de rendimientos históricos de cinco o 10 años.

13. Hippique S.A. posee una cuadra de caballos de carrera y acaba de invertir en un misterioso semental negro en excelentes condiciones pero de dudoso pedigrí. Algunos expertos en caballos han pronosticado que éste ganará el codiciado Prix de Bidet; otros dicen que más bien deberían ponerlo a pastar. ¿Es una inversión riesgosa para los accionistas de Hippique? Explique.

14. Minas Solitarias tiene una desviación estándar de 42% por año y una beta de +.10. Cobre Amalgamado posee una desviación estándar de 31% anual y una beta de +.66. Explique por qué Minas Solitarias es la inversión más segura para un inversionista diversificado.

15. Ramón Pérez invierte 60% de su dinero en la acción I y el saldo restante en la acción J. La desviación estándar de los rendimientos de I es 10% y la de J es 20%. Calcule la varianza de los rendimientos de el portafolio, suponiendo que:

a) La correlación entre los rendimientos es 1.0.

b) La correlación es .5.

c) La correlación es 0.

16. *a)* ¿Cuántos términos de varianza y cuántos de covarianza se necesitan para calcular el riesgo de un portafolio de 100 acciones?

b) Supongamos que todas las acciones tienen una desviación estándar de 30% y una correlación entre sí de .4. ¿Cuál es la desviación estándar de los rendimientos de un portafolio que contiene la misma proporción de 50 acciones?

c) ¿Cuál es la desviación estándar de un portafolio de tales acciones totalmente diversificado?

17. Supóngase que la desviación estándar de los rendimientos de una acción típica es de casi .40 o 40% anual. La correlación entre los rendimientos de cada par de acciones es aproximadamente de .3.

a) Calcule la varianza y la desviación estándar de los rendimientos de un portafolio que tiene la misma proporción de dos acciones, tres acciones y así sucesivamente hasta llegar a 10 acciones.

b) Utilice sus cálculos para dibujar una gráfica como la de la figura 8.11. ¿Qué tan grande es el riesgo de mercado subyacente, el cual no se diversifica del todo?

c) Repita el problema suponiendo que la correlación entre cada par de acciones es cero.

STANDARD &POOR'S

18. Ingrese a **finance.yahoo.com** y al sitio web de Standard & Poor's para descargar a una hoja de cálculo los precios mensuales ajustados de Coca-Cola, Citigroup y Pfizer.

a) Calcule la desviación estándar anual de los rendimientos de las empresas, utilizando los rendimientos mensuales de los últimos tres años. Utilice la función STDEV de Excel. Multiplique por la raíz cuadrada de 12 para convertirlos a unidades anuales.

b) Utilice la función CORREL de Excel para hallar el coeficiente de correlación entre los rendimientos mensuales de cada par de acciones.

c) Calcule la desviación estándar de los rendimientos de un portafolio que tiene la misma proporción de tres acciones.

19. La tabla 8.9 muestra las desviaciones estándar y los coeficientes de correlación de siete acciones de diferentes países. Calcule la varianza de un portafolio que contenga la misma proporción de cada acción.

20. La mayor parte de las empresas de la tabla 8.5 aparece en **finance.yahoo.com** o en el sitio web de Standard & Poor's Market. En tales casos, la beta puede calcularse fácilmente. Descargue la hoja de cálculo titulada "Precios mensuales ajustados" y encuentre las columnas de los rendimientos de las acciones y el índice S&P 500. La beta se calcula con la función SLOPE de Excel, en la que el rango "y" se refiere al rendimiento de la empresa (la variable dependiente) y el rango "x" a los rendimientos de mercado (la variable independiente). Calcule las betas. ¿Cuánto cambiaron con respecto a las betas de la tabla 8.5?

STANDARD &POOR'S

21. Su excéntrica tía Claudia le heredó 50 000 dólares en acciones de Alcan más otros 50 000 dólares en efectivo. Por desgracia, su testamento exige que no se vendan las acciones de Alcan durante un año y que el efectivo de 50 000 dólares se invierta en su totalidad en una de las acciones de la tabla 8.9. ¿Cuál es el portafolio más seguro que puede hacerse bajo esas restricciones?

22. En caso de que las haya, son pocas las empresas reales con betas negativas. Pero supóngase que encontró una con $\beta = -.25$.

a) ¿Cuánto esperaría que cambiara la tasa de rendimiento de esa acción si todo el mercado subiera 5%? ¿Y si el mercado cayera otro 5%?

b) Tiene un millón de dólares invertidos en un portafolio de acciones bien diversificado. Ahora recibe una herencia adicional de 20 000 dólares. ¿Cuál de las siguientes decisiones creará el rendimiento más seguro de todo el portafolio?

i) Invertir 20 000 dólares en letras del Tesoro (cuya $\beta = 0$).

ii) Invertir 20 000 dólares en acciones con $\beta = 1$.

iii) Invertir 20 000 dólares en la acción con $\beta = -.25$.

Explique su respuesta.

	Coeficientes de correlación							
	Alcan	**BP**	**Deutsche Bank**	**Fiat**	**Heineken**	**LVMH**	**Nestlé**	**Desviación estándar**
Alcan	1.00	.34	.53	.30	.20	.53	.08	29.7%
BP		1.00	.44	.26	.20	.27	.29	18.4
Deutsche Bank			1.00	.52	.22	.56	.24	30.1
Fiat				1.00	.17	.42	.26	35.9
Heineken					1.00	.33	.50	17.2
LVMH						1.00	.31	31.0
Nestlé							1.00	13.8

TABLA 8.9

Desviaciones estándar de rendimientos y coeficientes de correlación para una muestra de siete acciones.

Nota: Los coeficientes de correlación y las desviaciones estándar se calculan usando los rendimientos valuados en la moneda de cada país; en otras palabras, se asume que el inversionista está protegido contra el riesgo cambiario.

23. Un portafolio se construye con dos activos, A y B, cuyos rendimientos tienen las características siguientes:

Acción	Rendimiento esperado	Desviación estándar	Correlación
A	10%	20%	.5
B	15	40	

Si se demanda un rendimiento esperado de 12%, ¿cuáles son las ponderaciones del portafolio? ¿Cuál es la desviación estándar del portafolio?

24. Descargue los "Precios mensuales ajustados" de General Motors (GM) y de Harley-Davidson (HOG), ya sea de **finance.yahoo.com** o del sitio web de Standard & Poor's Market.

a) Calcule la beta de las empresas con base en el procedimiento descrito en el problema práctico 20.

b) Calcule la desviación estándar anual del mercado basándose en los rendimientos mensuales del S&P 500. Use la función STDEV de Excel y multiplique por la raíz cuadrada de 12 para convertir a unidades anuales. Además, calcule las desviaciones estándar anuales de GM y HOG.

c) Supongamos que las respuestas que se dieron a los puntos *a*) y *b*) son buenos pronósticos. ¿Cuál sería la desviación estándar de un portafolio de acciones bien diversificado, cuyas betas fueran iguales a la beta de Harley-Davidson? ¿Y si fueran iguales a la beta de GM?

d) ¿Qué proporción del riesgo total de GM era riesgo único? ¿Y de HOG?

e) Ahora utilice los precios mensuales de General Motors y Harley-Davidson, y a continuación calcule la covarianza y la correlación entre esos dos conjuntos de rendimientos.

DESAFÍOS

25. He aquí algunos datos históricos sobre las características de riesgo de Dell y Home Depot:

	Dell	Home Depot
β (beta)	1.25	1.53
Desviación estándar anual del rendimiento (%)	29.32	29.27

Suponga que la desviación estándar del rendimiento de mercado fue 15%.

a) El coeficiente de correlación del rendimiento de Dell *versus* Home Depot es .59. ¿Cuál es la desviación estándar de un portafolio que contenga la misma proporción de Dell y Home Depot?

b) ¿Cuál es la desviación estándar de un portafolio con un tercio invertido en Dell, otro en Home Depot y un tercero en letras del Tesoro?

c) ¿Cuál es la desviación estándar si el portafolio está equitativamente dividido entre Dell y Home Depot, y 50% es financiado, es decir, el inversionista solamente pone 50% de la cantidad total y pide prestada la otra mitad a un intermediario?

d) ¿Cuál es la desviación estándar *aproximada* de un portafolio compuesto por 100 acciones con betas de 1.25 como Dell? ¿Qué tal 100 stocks como Home Depot? *Pista:* La parte *d*) no requiere más que una simple respuesta aritmética.

26. Supongamos que las letras del Tesoro ofrecen un rendimiento de 6% y que la prima de riesgo de mercado esperada es de 8.5%. La desviación estándar de los rendimientos de las letras del Tesoro es cero y de los rendimientos del mercado es 20%. Utilice la fórmula del riesgo del portafolio para calcular la desviación estándar de portafolios que tengan diferentes proporciones en letras del Tesoro y el mercado. (Adviértase que la covarianza de las dos tasas de rendimiento debe ser cero cuando la desviación estándar de uno de los rendimientos sea cero.) Grafique los rendimientos esperados y las desviaciones estándar.

27. Seleccione dos acciones bancarias y dos acciones petroleras, y posteriormente calcule los rendimientos para 60 meses. (En **finance.yahoo.com** pueden obtenerse índices de datos y precios mensuales de acciones.)

a) Use las funciones SDEV y CORREL de Excel para calcular la desviación estándar de los rendimientos mensuales de cada acción y la correlación entre cada par de acciones.

b) Utilice los resultados para encontrar la desviación estándar de un portafolio dividido equitativamente entre diferentes pares de acciones. ¿Se reduce más riesgo al diversificar entre acciones de la misma industria o entre acciones de diferentes industrias?

28. Calcule la beta de todas las acciones de la tabla 8.9 en relación con un portafolio que tenga la misma proporción de cada acción.