



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

IZTAPALAPA

✓ *División Ciencias Sociales y Humanidades*

✓ **LA TEORIA DE PORTAFOLIO, APLICACION A
LA BOLSA MEXICANA DE VALORES**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

✓ **LICENCIADA EN ECONOMIA**

PRESENTA: ✓ **MICHELLE GARCIA MINERO**

✓ **ASESOR: MAESTRO ALCIDES J. LASA**

JULIO

✓ **2000**

Índice

Página

Introducción	3
1. Teoría del portafolio	5
• Riesgo	5
• Portafolios eficientes	6
• Rendimiento del portafolio	8
• Riesgo del portafolio	9
• Selección de un portafolio	11
2. Aplicación a la Bolsa Mexicana de Valores	15
3. Conclusiones	17
4. Bibliografía	19
5. Apéndice de cuadros, anexos y gráficas	20

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es la verificación de la teoría de portafolio mediante la diversificación de las inversiones a fin de minimizar el riesgo en un caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores. En la primera parte se realiza una breve revisión de la teoría del portafolio y sus principales elementos para su análisis. En la segunda parte se realiza una aplicación de la teoría para veintinueve acciones cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores del 29 de enero de 1993 al 26 de febrero de 1999. En la tercera parte se presentan las conclusiones del análisis.

Introducción

El desarrollo del mercado financiero y la aparición de diversos instrumentos de inversión han contribuido de forma significativa en la integración de portafolios de inversión. Anteriormente los inversionistas solían invertir en algunas acciones en virtud de presentar altos rendimientos o varianzas pequeñas de sus rendimientos, la teoría del portafolio desarrollada por Harry Markowitz revolucionó la forma de invertir en relación a la cantidad de activos y su forma de evaluar su desempeño en el mercado financiero.

Esta teoría sustenta la diversificación eficiente de las inversiones tomando en consideración el desempeño de cada activo en forma individual, las cantidades invertidas de cada uno para la integración de un portafolio así como la correlación existente entre cada par de activos que lo integren.

Un portafolio de inversión es una combinación de instrumentos de inversión que permite tener un mejor rendimiento a determinado nivel de riesgo con respecto a un rango de contingencias, su formación permite disminuir el riesgo asumido en el proceso sin afectar significativamente el rendimiento. Es importante señalar que las necesidades y preferencias de cada inversionista determinarán la formación del portafolio con relación al riesgo y rendimiento.

El concepto de riesgo es inherente a las inversiones y ya que está en relación directa con el rendimiento, es necesario señalar que el riesgo que se tiene al invertir en un activo puede ser sistémico o no sistémico. El primero se conoce como riesgo de mercado y está en función del desempeño del mercado financiero y su relación con eventos

sociales, políticos o económicos que lo afectan en forma significativa, el segundo se refiere al riesgo propio de cada activo financiero y puede ser minimizado mediante la integración de un portafolio de inversión.

Un elemento importante para la evaluación de los portafolios de inversión es el grado de correlación existentes entre dos activos, con la posibilidad de eliminar el riesgo por completo en caso de contar con coeficiente de correlación igual a menos uno, o disminuirlo en casos diferentes.

Para la demostración de esta teoría se integraron portafolios aleatorios de 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 29 activos para presentar una diversificación ingenua¹, comparando su desempeño con la desviación estándar y rendimientos de diferentes activos, posteriormente se realiza la integración de portafolios tomando en consideración los elementos necesarios para lograr un portafolio eficiente.

¹ Robert W. Kolb, 1997

1. Teoría del portafolio

La teoría de la selección de portafolio realizada por Harry Markowitz, establece dos criterios para evaluar la composición óptima de un portafolio: la expectativa de tasa de rendimiento y el riesgo a que se expone el inversionista para realizar esta tasa.

Para la realización de un análisis de portafolio se deberán tomar en consideración las necesidades y expectativas del inversionista para determinar los criterios de selección, tales como los impuestos, las restricciones legales, la tasa de rendimiento y la inflación entre otros.

Los inversionistas tienen dos objetivos fundamentales en la teoría: maximizar la tasa de rendimiento y minimizar el riesgo, que se mide por la variabilidad de la tasa de rendimiento. De modo que los inversionistas asumen un comportamiento racional al elegir un portafolio con mayor tasa de rendimiento dado un nivel de riesgo o bien de menor riesgo para una tasa de rendimiento.

Riesgo

Los activos presentan un buen desempeño en economías que funcionan bien, pero si estas se deterioran los activos se ven afectados de forma similar, existiendo un riesgo que afecta en forma sistemática a la mayoría de los activos como por ejemplo guerras, inflación, recesión, etc.

El riesgo puede definirse como la probabilidad de que ocurra algún evento desfavorable². Las inversiones tienen dos tipos de riesgo:

- Diversificable o no sistémico
- No diversificable o sistémico

Ambos determinan el riesgo total de la inversión, los efectos del riesgo no sistémico pueden eliminarse mediante la diversificación, este riesgo es específico del activo en tanto el riesgo sistémico es un riesgo significativo que no puede ser eliminado y se conoce también como riesgo de mercado.

Los activos de una misma industria se ven afectados en forma similar por lo que se encuentran altamente correlacionados, para minimizar el riesgo en la integración de un portafolio de inversión se sugiere incluir activos de diferentes industrias.

Portafolios eficientes

Para elegir un portafolio eficiente se tendrá que tomar en cuenta: los promedios de ganancia de los activos individuales, la desviación estándar de los activos individuales y la correlación entre cada par de activos.

En la relación riesgo–rendimiento se encuentran valores que dominan unos con respecto a otros dependiendo de la tasa de rendimiento y la desviación estándar. De ahí se deriva el predominio de valores que determina los portafolios eficientes y los

² Parte II conceptos fundamentales de la Administración Financiera, capítulo 4 Riesgo y tasas de rendimiento.

ineficientes, un valor domina a otro si cumple con cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si un valor ofrece rendimiento esperado más alto y el mismo nivel de riesgo que un segundo valor.
- Si un valor tiene el mismo rendimiento esperado y un nivel de riesgo inferior al del segundo valor.
- Si un valor tiene al mismo tiempo un rendimiento esperado más alto y ni nivel de riesgo inferior al del segundo valor.

Los pasos a seguir para la integración de un portafolio óptimo son los siguientes:

1. Análisis de activos. Se realiza una evaluación de los probables instrumentos de inversión de acuerdo a sus tasas de rendimiento, su riesgo y la correlación del rendimiento que guarden los instrumentos entre si.
2. Análisis del portafolio. Con base a los resultados obtenidos en el inciso anterior se formarán combinaciones de activos (portafolios) determinándose su tasa de rendimiento esperado y el riesgo, lo que dará origen a la diferenciación entre portafolios eficientes e ineficientes.
3. Selección de portafolio. Dadas las preferencias del inversionista determinar el portafolio óptimo de los existentes en la frontera de portafolios eficientes, que le provea de la combinación riesgo-rendimiento más conveniente.

La relación riesgo rendimiento conjuntamente con las preferencias y expectativas del inversionista son factores que determinan la elección de portafolios.

Para ejemplificar un análisis supóngase la existencia de dos activos, la presencia de valores con más riesgo y diferencia de preferencia de los inversionistas, así como los supuestos preliminares que menciona Robert W. Kolb (1997):

1. Los mercados de valores operan sin costos de operación, es decir no existen costos de comisiones ni impuestos.
2. Los inversionistas tienen libre acceso a la totalidad de la información sobre valores y sobre cualquier dato importante para la fijación del precio de los valores
3. Los inversionistas evalúan en forma similar la información disponible, tienen expectativas homogéneas sobre el riesgo y el rendimiento esperado de los valores de mercado.
4. Los inversionistas solo están interesados en las características del rendimiento esperado y el riesgo de los valores que buscan valores con rendimientos estimados más altos y tratan de evitar el riesgo.
5. Un horizonte de tiempo de un solo periodo

Rendimiento del portafolio

El cálculo del rendimiento esperado de un portafolio con dos activos se realiza con la siguiente fórmula:

$$E(R_p) = w_i E(R_i) + w_j E(R_j)$$

Donde:

w es el porcentaje de fondos o peso asignado de los activos i y j respectivamente.

$E(R_i)$ es el rendimiento esperado³ de los activos individuales y del portafolio.

Para el caso de tres o más activos se aplicará esta fórmula:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

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

El riesgo de un portafolio

El riesgo de los portafolios puede evaluarse por la desviación estándar de la ganancia del portafolio en su conjunto, que a su vez está determinada por las desviaciones estándar de los activos individuales, la correlación entre la tasa de rendimiento de cada par de títulos y la cantidad invertida en cada uno de ellos.

El coeficiente de correlación mide la relación con la cual dos series de números tienden a moverse hacia arriba y hacia abajo juntos. Si ellos se mueven en perfecto unísono, el coeficiente de correlación es uno. Si la subida o caída de un activo no hace que otro se modifique su subida o caída, entonces su coeficiente de correlación es cero, no están correlacionados.

³ "El rendimiento esperado de una cartera de dos activos es un promedio simple ponderado de los rendimientos esperados de cada uno de los activos" Kolb, Robert W., *Inversiones*, Editorial Limusa, México 1997

Para Robert W. Kolb el riesgo de una cartera depende de la tendencia de los rendimientos de los activos en la cartera a moverse en forma conjunta y puede medirse por la covarianza de los rendimientos.

$$\text{VAR } P = w_i \sigma_i^2 + w_j \sigma_j^2 + 2 w_i w_j \text{COV}_{ij}$$

Donde:

COV_{ij} es la covarianza de rendimientos entre los activos i y j.

La fórmula para la varianza de un portafolio de tres o más activos es:

$$\text{VAR}_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{COV}_{ij}$$

La covarianza es una medida de tendencia de los rendimientos de dos activos a moverse en la misma dirección y se obtienen por la siguiente ecuación:

$$\text{COV}_{ij} = \sum_{t=1}^T \frac{[R_i - E(R_i)][R_j - E(R_j)]}{T}$$

Donde T es el número de períodos usados para el cálculo.

Para calcular la covarianza se deberá calcular las desviaciones para cada valor restando el rendimiento medio al rendimiento de cada período, si el cálculo es correcto, la sumatoria de estos valores será cero. Para cada período multiplicar la desviación respectiva de un valor por la desviación estándar del otro valor y obtener la suma de todos los productos. Dividir la suma de los resultados obtenida anteriormente entre N, el número de períodos utilizados para calcular los productos.

Ya que la desviación estándar esta en las mismas unidades que la variable original, es intuitivamente más significativa que la varianza. La covarianza puede utilizarse para el cálculo de la varianza sustituyendose la covarianza por la siguiente formula:

$$COV_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

La correlación puede tomar valores que oscilan entre 1 y -1, observandose para una cartera de dos activos lo siguiente:

$\rho_{ij} = 0$ No existe correlación entre los activos y se pueden considerar independientes,

$\rho_{ij} < 0$ Los activos tienden a moverse en direcciones opuestas y

$\rho_{ij} > 0$ Los activos se mueven en la misma dirección.

También se concluye si $\rho = 1$ el riesgo de la cartera esta en función de las desviaciones estándar de cada activo y de las proporciones invertidas de cada uno de ellos en el portafolio, en el caso de $\rho = -1$ existe la posibilidad de integrar una cartera sin riesgo, si se invierten las proporciones exactas para obtener una desviación estándar del portafolio igual a cero.

Para la integración de portafolios con múltiples activos se mantienen los principios aplicables a una cartera de dos activos, pudiéndose integrar nuevas carteras con activos individuales y carteras anteriormente formadas. Observándose comúnmente que una cartera domina a los activos individuales que la integran.

Selección de un portafolio

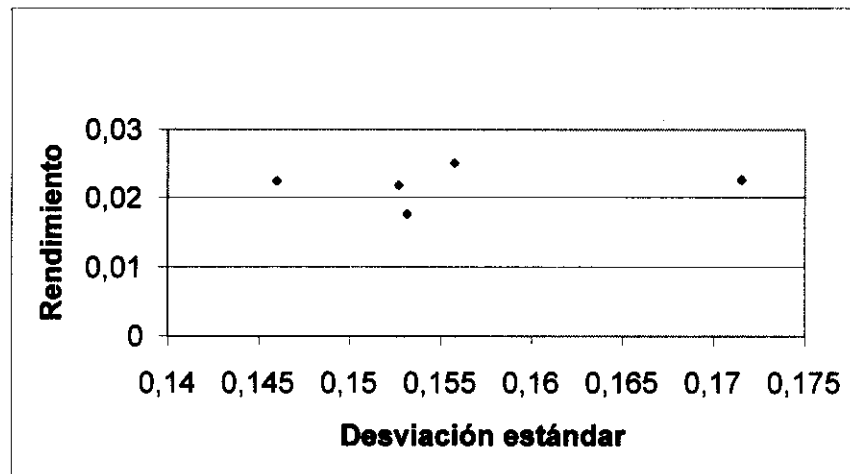
Una vez formados los portafolios de inversión aquellos que resulten dominantes integrarán la frontera eficiente de portafolios. A su vez las necesidades y preferencias de cada inversionista determinará la relación riesgo-rendimiento que dan origen a las curvas de indiferencia.

Los inversionistas seleccionarán el portafolio que les permita alcanzar la curva de indiferencia más alta posible.

Para ejemplificar el análisis considérese la integración de portafolios con dos activos (información disponible en el ANEXO 2) con proporciones iguales, determinando los siguientes valores:

Activo	Rendimiento Promedio	Var	SD	COV	W	Rendimiento Portafolio	VAR Portafolio	SD Portafolio
ALFA A	0,0174	0,0203	0,1425	0,0035	0,5	0,0219	0,0233	0,1527
ALMACO 2	0,0265	0,0228	0,1509		0,5			
EMPAQ B	0,0180	0,0219	0,1481	0,0034	0,5	0,0251	0,0243	0,1558
TAMSA	0,0322	0,0232	0,1522		0,5			
GCARSO A1	0,0188	0,0196	0,1400	0,0092	0,5	0,0175	0,0234	0,1531
KIMBER A	0,0162	0,0181	0,1345		0,5			
CIFRA C	0,0198	0,0159	0,1260	0,0164	0,5	0,0228	0,0294	0,1715
GCC B	0,0258	0,0266	0,1629		0,5			
GISSA B	0,0235	0,0285	0,1688	0,0057	0,5	0,0225	0,0213	0,1460
TELMEX L	0,0215	0,0084	0,0916		0,5			

A continuación se han graficado los portafolios anteriores:



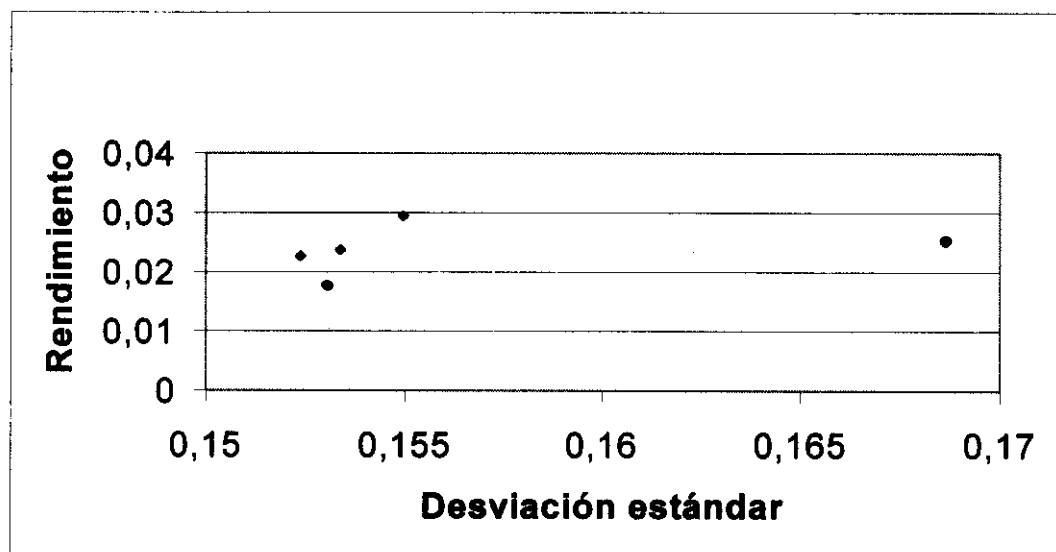
Observándose que los portafolios eficientes son las combinaciones 2 y 5, en tanto el resto de los portafolios son ineficientes para este grupo de portafolios. El portafolio que domina al resto es el compuesto por los activos GISSA B y TELMEX L en función del nivel de riesgo, ya que presenta una desviación estándar mucho menor en comparación con las otras combinaciones de activos y el rendimiento no varía de forma significativa. Así mismo en caso de preferir un rendimiento más elevado el portafolio dominante es el compuesto por EMPAQ B y TAMSA, presentando un rendimiento más alto, aunque también una desviación estándar mayor en comparación a los otros.

Ahora se asignarán diferentes proporciones a los portafolios integrados anteriormente.

Activo	Rendimiento Promedio	Var	SD	COV	W	Rendimiento Portafolio	VAR Portafolio	SD Portafolio
ALFA A	0,0174	0,0203	0,1425	0,0035	0,3	0,0238	0,0235	0,1534
ALMACO 2	0,0265	0,0228	0,1509		0,7			
EMPAQ B	0,0180	0,0219	0,1481	0,0034	0,2	0,0294	0,0240	0,1550
TAMSA	0,0322	0,0232	0,1522		0,8			
GCARSO A1	0,0188	0,0196	0,1400	0,0092	0,6	0,0178	0,0234	0,1530
KIMBER A	0,0162	0,0181	0,1345		0,4			

Activo	Rendimiento Promedio	Var	SD	COV	W	Rendimiento Portafolio	VAR Portafolio	SD Portafolio
CIFRA C	0,0198	0,0159	0,1260	0,0164	0,1	0,0252	0,0284	0,1686
GCC B	0,0258	0,0266	0,1629		0,9			
GISSA B	0,0235	0,0285	0,1688	0,0057	0,6	0,0227	0,0232	0,1524
TELMEX L	0,0215	0,0084	0,0916		0,4			

La grafica correspondiente a estos portafolios es la siguiente:



Al modificar las proporciones que integran estos portafolios se observó que los portafolios eficientes ahora son tres: el primero, el segundo y el último, así como también se observaron variaciones en las desviaciones estándar y rendimiento de cada portafolio, con lo cual se verificó que el desempeño de cada portafolio está en función de su composición, el rendimiento y la varianza de cada activo que lo integra.

2. Aplicación a la Bolsa Mexicana de Valores

En el campo de la aplicación de esta teoría a casos prácticos se cuenta con el trabajo realizado por Wayne H. Wagner y Sheila C. Lau sobre "el efecto de la diversificación del riesgo", donde se realiza un estudio con 20 activos con información de 1960 en adelante, este ejercicio se repitió 10 veces con selecciones aleatorias, se obtuvo la tasa promedio de rendimiento mensual, la desviación estándar de los rendimientos mensuales, la β y la correlación del portafolio, cada portafolio fue construido con igual cantidad de inversión de cada activo integrado en el portafolio. Se compararon los portafolios integrados y se obtuvo como resultado la mejor diversificación con la integración de un portafolio con 10 activos, ya que al integrar uno mas la variación del riesgo no es significativa.

Para la comprobación de la teoría se realizó una diversificación ingenua, es decir no tomando en cuenta los elementos necesarios para la optimización del rendimiento y la disminución de riesgo que establece la teoría del portafolio eficiente, suponiendo un inversionista que dispone de un fondo para inversión y elige al azar algunos activos para ello, así como el desempeño de estos activos en el pasado como posible comportamiento futuro dentro del mercado.

La muestra considerada es de veintinueve activos que cotizaron en la Bolsa Mexicana de Valores durante enero de 1993 a febrero de 1999, estos activos fueron elegidos por su permanencia en el mercado durante este periodo (Cuadro 1), la cotización de cada activo corresponde al último día hábil del mes (Anexo 1).

Se obtuvo el rendimiento mensual, el rendimiento promedio, la varianza y la desviación estándar de cada activo para la totalidad del periodo (Anexo 2).

Se formaron aleatoriamente portafolios con 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 29 activos, suponiendo igual proporción de fondos para cada uno de ellos, integrándose de forma diferente 5 ejemplos: portafolio A, B, C, D y E (Cuadros 2.A, 2.B, 2.C, 2.D y 2.E) se obtuvo el rendimiento promedio mensual, el rendimiento promedio total, la varianza y la desviación estándar para cada portafolio durante el periodo de tiempo (Cuadro 3.A, 3.B, 3.C, 3.D Y 3.E).

Los resultados obtenidos del rendimiento promedio y de la desviación estándar fueron graficados (grafica 1)

Conclusiones

Se observó en todos los portafolios una tendencia negativa de la desviación estándar al incrementar el número de activos en su composición, en tanto el rendimiento se mantuvo en tres casos sin variaciones significativas.

Para el caso del portafolio A, el rendimiento se mantuvo constante y la desviación estándar presentó tendencia negativa, incrementándose al integrar un portafolio con quince activos donde aumentó su valor, esto pudo originarse ya que este portafolio se formó con activos con variaciones estándar altas, así como por presentarse durante el tercer trimestre de 1998 una disminución significativa en el rendimiento promedio del portafolio.

Para el caso del portafolio B la desviación estándar se observó con una tendencia negativa así como para el rendimiento, incrementándose al integrar un portafolio con 20 activos. El portafolio C obtuvo una desviación estándar con tendencia negativa y rendimiento variable.

Los portafolios D y E presentaron una tendencia negativa para la desviación estándar, observándose claramente en las gráficas que para estos casos se cumple en forma total la teoría del portafolio eficiente, al incrementarse el número de activos en los portafolios disminuyeron su riesgo. El rendimiento para el portafolio D fue decreciente, para el portafolio E se observó un incremento al incluir un portafolio con 5 activos ya que

contenía activos con rendimiento promedio mas alto con relación a los activos del portafolio de 2.

Los incrementos en el rendimiento de los diferentes portafolios se originaron por la integración de activos con un rendimiento promedio mas alto. En todos los casos se observo una disminución mínima del riesgo con la formación de portafolios con mas de diez activos, por lo que para el mercado mexicano la diversificación optima se puede realizar con un portafolio integrado con diez activos.

Bibliografía

- El Financiero, Sección Análisis, varios números, enero 1993 a febrero de 1999.
- Gruber, Martin J., y Edwin J. Elton; Modern Portfolio Theory and Investment Analysis, Leonard N. Stern School of Business, New York University, 1991
- Guzmán Plata, María de la Paz; El modelo portafolio aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores; en Economía, teoría y práctica, Editorial Nueva Epoca, No. 7, 1997
- Kobold, Klaus, Interest rate futures markets and capital market theory, Theoretical concepts and empirical evidence, Instituto Europeo Universitario, Berlin, 1986.
- Kolb, Robert W., Inversiones, Editorial Limusa, México 1997
- Markowitz, Harry M., Portfolio selection, efficient diversification of investments, second edition, 1991, Basil Blackwell.
- Wagner, H. W. y S. Lau; The effect of diversification on risk, en Financial Analyst Journal, Vol. 26, noviembre-diciembre 1971

CUADRO 1
Activos usados para la integración de portafolios

Número	Emisora	Grupo
1	ALFA A	Controladoras
2	ALMACO 2	Casas Comerciales
3	BANACCI A	Grupos Financieros
4	CEMEX A	Cemento
5	EMPAQ B	Celulosa y Papel
6	TAMSA	Siderúrgica
7	SIDEK B	Controladoras
8	GCARSO A1	Controladoras
9	GEASA 2	Textiles Vestidos y Cuero
10	KIMBER A	Celulosa y Papel
11	BANACCI B	Grupos Financieros
12	CEMEX B	Cemento
13	CIFRA C	Casas Comerciales
14	GCC B	Cemento
15	GFB A	Grupos Financieros
16	CEMEX CPO	Cemento
17	GISSA B	Controladoras
17	KIMBER B	Celulosa y Papel
19	LIVEPOL 1	Casas Comerciales
20	POSADAS A	Otros Servicios
21	LIVEPOL C-1	Casas Comerciales
22	POSADAS L	Otros Servicios
23	REALTUR A2	Otros Servicios
24	TELMEX L	Comunicaciones
25	SERFIN B	Banca
26	SIDEK A	Controladoras
27	TELMEX A	Comunicaciones
28	TTOLMEX B2	Cemento
29	GFB B	Grupos Financieros

CUADRO 2.A
Integración del Portafolio A

Número de activos					
2	5	10	15	20	25
ALFA A	EMPAQ B	SIDEK A	ALFA A	ALMACO 2	CEMEX A
KIMBER A	GCARSO A1	GISSA B	ALMACO 2	BANACCI A	EMPAQ B
	KIMBER B	BANACCI B	BANACCI A	CEMEX A	TAMSA
	SERFIN B	GFB A	CEMEX A	TAMSA	SIDEK B
	TTOLMEX B2	ALFA A	EMPAQ B	SIDEK B	GCARSO A1
		LIVEPOL1	GCARSO A1	GCARSO A1	GEASA 2
		POSADAS A	GEASA 2	GEASA 2	KIMBER A
		LIVEPOL C-1	BANACCI B	KIMBER A	CEMEX B
		KIMBER A	CEMEX B	BANACCI B	CIFRA C
		TELMEX A	CIFRA C	CIFRA C	GCC B
			GCC B	GCC B	GFB A
			GFB A	GFB A	CEMEX CPO
			CEMEX CPO	CEMEX CPO	GISSA B
			GISSA B	GISSA B	KIMBER B
			GFB B	LIVEPOL 1	LIVEPOL 1
				POSADAS A	POSADAS A
				LIVEPOL C-1	LIVEPOL C-1
				POSADAS L	POSADAS L
				SIDEK A	REALTUR A2
				TTOLMEX B2	TELMEX L
					SERFIN B
					SIDEK A
					TELMEX A
					TTOLMEX B2
					GFB B

CUADRO 2.B
Integración del Portafolio B

Número de activos					
2	5	10	15	20	25
BANACCI A	TELMEX L	SERFIN B	SIDEK A	CEMEX A	ALFA A
GCC B	GFB B	EMPAQ B	BANACCI A	CEMEX CPO	ALMACO 2
	GEASA 2	GCARSO A1	TAMSA	CEMEX B	BANACCI A
	ALMACO 2	GEASA 2	GCARSO A1	TTOLMEX B2	CEMEX A
	CEMEX A	CEMEX B	GEASA 2	GFB B	EMPAQ B
		GCC B	BANACCI B	GCARSO A1	TAMSA
		KIMBER B	CEMEX B	TAMSA	SIDEK B
		REALTUR A2	CIFRA C	TELMEX L	GCARSO A1
		BANACCI A	GFB A	TELMEX A	GEASA 2
		TTOLMEX B2	POSADAS A	KIMBER A	KIMBER A
			LIVEPOL C-1	ALFA A	BANACCI B
			POSADAS L	GCC B	CEMEX B
			REALTUR A2	KIMBER B	CIFRA C
			ALFA A	LIVEPOL C-1	GCC B
			TTOLMEX B2	CIFRA C	GFB A
				LIVEPOL 1	CEMEX CPO
				GFB A	GISSA B
				BANACCI B	KIMBER B
				SERFIN B	LIVEPOL 1
				EMPAQ B	POSADAS A
					LIVEPOL C-1
					POSADAS L
					REALTUR A2
					TELMEX L
					SERFIN B

CUADRO 2.C
Integración del Portafolio C

Número de activos					
2	5	10	15	20	25
GFB A	TAMSA	BANACCI A	ALMACO 2	ALFA A	ALMACO 2
LIVEPOL 1	SIDEK B	CEMEX A	EMPAQ B	ALMACO 2	BANACCI A
	CIFRA C	TAMSA	TAMSA	BANACCI A	CEMEX A
	CEMEX CPO	GEASA 2	SIDEK B	EMPAQ B	TAMSA
	POSADAS L	CIFRA C	GCARSO A1	SIDEK B	SIDEK B
		GISSA B	GEASA 2	GCARSO A1	GCARSO A1
		LIVEPOL 1	KIMBER A	GEASA 2	GEASA 2
		REALTUR A2	GFB A	KIMBER A	KIMBER A
		TELMEX L	CEMEX CPO	BANACCI B	BANACCI B
		GFB B	KIMBER B	GFB A	CEMEX B
			LIVEPOL 1	GISSA B	CIFRA C
			SERFIN B	KIMBER B	GCC B
			SIDEK A	LIVEPOL 1	GFB A
			TTOLMEX B2	POSADAS A	CEMEX CPO
			GFB B	LIVEPOL C-1	GISSA B
				POSADAS L	KIMBER B
				REALTUR A2	LIVEPOL 1
				TELMEX L	LIVEPOL C-1
				TELMEX A	REALTUR A2
				TTOLMEX B2	TELMEX L
					SERFIN B
					SIDEK A
					TELMEX A
					TTOLMEX B2
					GFB B

CUADRO 2.D
Integración del Portafolio D

Número de activos					
2	5	10	15	20	25
GCC B	EMPAQ B	ALFA A	ALMACO 2	ALFA A	ALFA A
TTOLMEX B2	BANACCI B	ALMACO 2	BANACCI A	ALMACO 2	ALMACO 2
	GFB A	TAMSA	CEMEX A	BANACCI A	BANACCI A
	GISSA B	SIDEK B	TAMSA	CEMEX A	CEMEX A
	LIVEPOL 1	GEASA 2	GCARSO A1	TAMSA	TAMSA
		BANACCI B	BANACCI B	SIDEK B	SIDEK B
		GFB A	CEMEX B	GEASA 2	GCARSO A1
		POSADAS L	CIFRA C	KIMBER A	GEASA 2
		REALTUR A2	GISSA B	BANACCI B	KIMBER A
		TELMEX L	KIMBER B	CIFRA C	CEMEX B
			POSADAS A	GFB A	CIFRA C
			POSADAS L	CEMEX CPO	GCC B
			REALTUR A2	GISSA B	CEMEX CPO
			SIDEK A	POSADAS A	KIMBER B
				LIVEPOL C-1	LIVEPOL 1
				POSADAS L	POSADAS A
				REALTUR A2	LIVEPOL C-1
				TELMEX L	POSADAS L
				SERFIN B	REALTUR A2
				TELMEX A	TELMEX L
					SERFIN B
					SIDEK A
					TELMEX A
					TTOLMEX B2
					GFB B

CUADRO 2.E
Integración del Portafolio E

Número de activos					
2	5	10	15	20	25
SIDEK B	SIDEK B	SIDEK B	SIDEK B	SIDEK B	SIDEK B
GFB A	GFB A	GFB A	GFB A	GFB A	GFB A
	POSADAS L	POSADAS L	POSADAS L	POSADAS L	POSADAS L
	GISSA B	GISSA B	GISSA B	GISSA B	GISSA B
	BANACCI B	BANACCI B	BANACCI B	BANACCI B	BANACCI B
		TAMSA	TAMSA	TAMSA	TAMSA
		SIDEK A	SIDEK A	SIDEK A	SIDEK A
		TTOLMEX B2	TTOLMEX B2	TTOLMEX B2	TTOLMEX B2
		BANACCI A	BANACCI A	BANACCI A	BANACCI A
		ALMACO 2	ALMACO 2	ALMACO 2	ALMACO 2
			CEMEX B	CEMEX B	CEMEX B
			GFB B	GFB B	GFB B
			GCC B	GCC B	GCC B
			CEMEX A	CEMEX A	CEMEX A
				GCARSO A1	GCARSO A1
				ALFA A	ALFA A
				REALTUR A2	REALTUR A2
				TELMEX L	TELMEX L
				SERFIN B	SERFIN B
				TELMEX A	TELMEX A
					LIVEPOL 1
					LIVEPOL C-1
					KIMBER A
					CIFRA C
					CEMEX CPO

Cuadro 3.A
Resultados obtenidos portafolios A

Número de activos	Rendimiento Promedio	Varianza	Desviación Estándar
2	0,01681	0,01266	0,11251
5	0,01416	0,00737	0,08585
10	0,01391	0,00789	0,08882
15	0,01459	0,01046	0,10227
20	0,01517	0,00845	0,09193
25	0,01368	0,00707	0,08407
29	0,01428	0,00691	0,08313

Cuadro 3.B
Resultados obtenidos portafolios B

Número de activos	Rendimiento Promedio	Varianza	Desviación Estándar
2	0,01951	0,02015	0,14194
5	0,01195	0,00702	0,08377
10	0,01082	0,00549	0,07411
15	0,01264	0,00739	0,08596
20	0,01667	0,00838	0,09154
25	0,01537	0,00660	0,08123
29	0,01428	0,00691	0,08314

Cuadro 3.C
Resultados obtenidos portafolios C

Número de activos	Rendimiento Promedio	Varianza	Desviación Estándar
2	0,01688	0,01677	0,12950
5	0,01944	0,01731	0,13157
10	0,01430	0,00658	0,08111
15	0,01153	0,00770	0,08776
20	0,01666	0,00603	0,07767
25	0,01331	0,00747	0,08640
29	0,01428	0,00691	0,08313

Cuadro 3.D
Resultados obtenidos portafolios D

Número de activos	Rendimiento Promedio	Varianza	Desviación Estándar
2	0,02472	0,01573	0,12541
5	0,01808	0,01115	0,10559
10	0,01527	0,00735	0,08574
15	0,01321	0,00609	0,07804
20	0,01487	0,00637	0,07980
25	0,01379	0,00651	0,08069
29	0,01428	0,00691	0,08313

Cuadro 3.E
Resultados obtenidos portafolios E

Número de activos	Rendimiento Promedio	Varianza	Desviación Estándar
2	0,01165	0,06462	0,25420
5	0,01772	0,02169	0,14729
10	0,01551	0,01149	0,10717
15	0,01406	0,01102	0,10496
20	0,01421	0,00870	0,09327
25	0,01483	0,00807	0,08984
29	0,01428	0,00691	0,08314

Apéndice de formulas

Rendimiento de un portafolio con 2 activos

$$E(R_p) = w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2)$$

Donde $w_1 + w_2 = 1$

Rendimiento de un portafolio con n activos

$$E(R_p) = w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2) + \dots + w_n E(R_n)$$

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

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

Varianza para 2 activos

$$VAR_p = w_1^2 VAR_1 + w_2^2 VAR_2 + 2w_1w_2 COV_{ij}$$

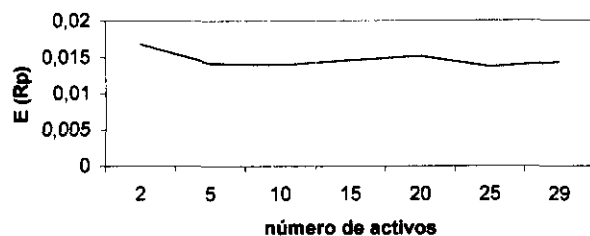
Varianza para n activos

$$VAR_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j COV_{ij}$$

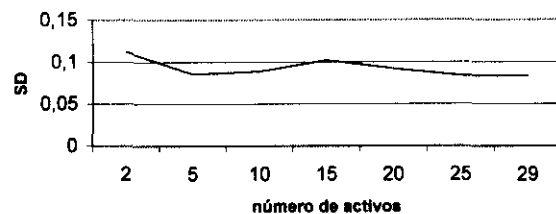
Coefficiente de correlación ρ

$$CORR_{1,2} = \frac{Cov_{1,2}}{SD_1 SD_2}$$

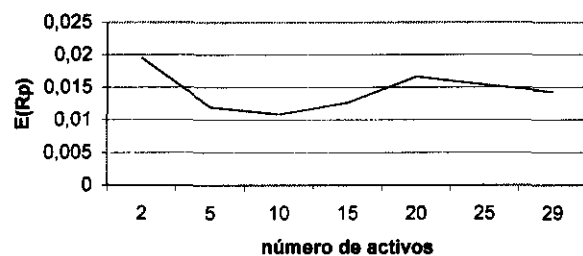
Rendimiento de portafolio A



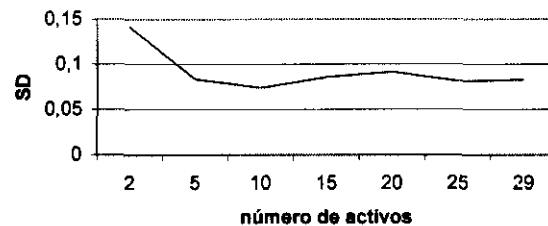
Desviación estándar del Portafolio A



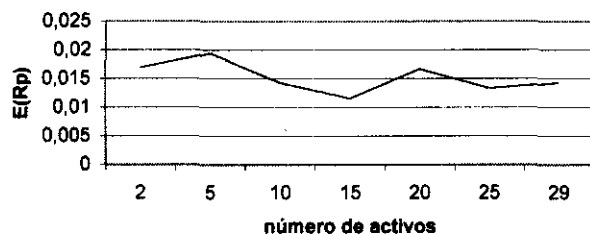
Rendimiento de portafolios B



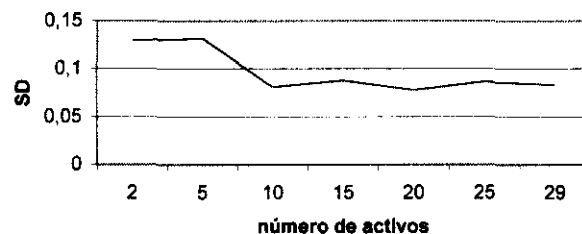
Desviación estándar portafolios B



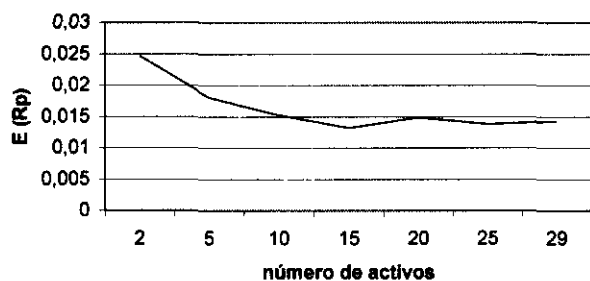
Rendimiento de portafolios C



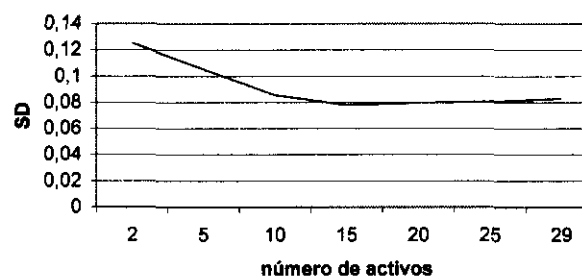
Desviación estándar del portafolio C



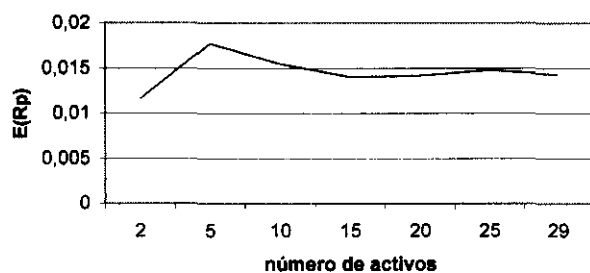
Rendimiento de portafolios D



Desviación estándar Portafolios D



Rendimiento portafolios E



Desviación estándar Portafolio E

