



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Contaduría y Administración**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

---

**Diseño y elaboración de  
portafolios de inversión con divisas**

Que para obtener el grado de:

**Maestra en Finanzas**

Presenta

**María Georgina Bocanegra Martínez**

Tutor: Dr. Arturo Morales Castro



México, D.F., 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Antes que nada agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México que me haya abierto sus puertas como estudiante; a mis profesores quienes me han forjado como una profesional dentro y fuera de las aulas de clase.

A mi asesor Dr. Arturo Morales Castro por hacer posible esta tesis y por haber confiado en mí, al igual agradezco a mis sinodales por todo el apoyo brindado.

Quiero agradecer principalmente a toda mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado sobre todo en los momentos más importantes y difíciles de mi vida, muchas gracias por estar conmigo y sobre todo por confiar en mí.

A todos mis amigos que han estado conmigo; Adrian, Pedro, Francisco, Mauricio, Alberto, un placer haber compartido esta etapa con ustedes, también agradezco a todos aquellos que indirectamente estuvieron involucrados en esta travesía.

En especial quiero agradecerle todo el apoyo que me has brindado y gracias porque llegaste a mi vida en el mejor momento.

*A la memoria de mi padre: Agustín Bocanegra Ferrer*

## **Índice**

Índice de Cuadros .....	v
Índice de Figuras.....	v
Índice de Gráficas .....	v
Introducción.....	1
Planteamiento del problema .....	1
Justificación .....	2
Objetivo.....	3
Objetivos Particulares .....	3
Hipótesis.....	4
Metodología .....	5
Estructura .....	6
1. Marco teórico.....	8
1.1 Modelo Media-Varianza .....	11
1.1.1. Hipótesis del modelo de Harry Markowitz.....	12
1.1.2. Medición del rendimiento y riesgo de un portafolio.....	15
1.1.3. Construcción de la frontera eficiente.....	18
1.2 Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM) .....	18
1.2.1. Línea de mercado en equilibrio.....	21
1.3 Números índices y la teoría de portafolio.....	23
2. Mercado de Divisas.....	26
2.1 Concepto de Mercado de divisas.....	26
2.2 Participantes en el Mercado de Divisas .....	29
2.2.1 Motivos para participar en el Mercado de Divisas .....	31
2.2.2 Rendimiento que se puede obtener en el Mercado de Divisas .....	32
2.2.3 Riesgo presente en el Mercado de Divisas .....	33
2.2.4 Cobertura del riesgo en el Mercado de Divisas.....	35
2.3 Negociaciones en el Mercado de Divisas .....	36
2.4 Resumen Capitular .....	49
3. Modelo Media-Varianza.....	51
3.1 Selección de Divisas .....	52
3.2 Medición del rendimiento del Portafolio .....	56

---

3.3	Medición del riesgo del Portafolio .....	58
3.4	Portafolios Aleatorios .....	62
3.5	Frontera Eficiente.....	66
3.6	Resumen Capitular .....	68
4.	Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM).....	69
4.1	Tipos de Riesgo. ....	70
4.2	Coeficiente Beta ( $\beta$ ) .....	71
4.2.1	Índice de Monedas .....	74
4.2.2	Cálculo de la Beta .....	77
4.2.3	Cálculo de la Beta del Portafolio.....	79
4.2.4	El Activo Libre de Riesgo .....	80
4.3	Aplicación del Modelo CAPM al Portafolio de Divisas.....	81
4.4	Línea de Mercado .....	82
4.4.1	Construcción de la Línea de Mercado .....	83
4.5	Evaluación de desempeño del Portafolio .....	85
4.6	Resumen Capitular .....	88
	Conclusiones.....	90
	Anexos .....	93
A.	Rendimientos diarios de las monedas integrantes del portafolio.....	93
B.	Matriz de correlaciones entre las 15 principales monedas .....	94
C.	Procedimiento para obtener Riesgo y Rendimiento con Matrices.....	95
D.	Optimación de un portafolio de inversión .....	97
C.	Portafolios de Inversión de la Frontera Eficiente.....	100
E.	Datos históricos de la tasa de CETES a 28 días.....	100
F.	Procedimiento al cálculo de la Tasa Libre de Riesgo .....	101
G.	Línea de Mercado .....	102
	Bibliografía .....	103

## **Índice de Cuadros**

Cuadro 1. Divisas de mayor actividad mundial al 2010.....	53
Cuadro 2. Matriz de Correlaciones de las divisas que integran el portafolio .....	55
Cuadro 3. Rendimiento promedio diario de las divisas que integran el portafolio	57
Cuadro 4. Proporciones de divisas.....	57
Cuadro 5. Riesgo promedio de diario de las divisas que integran el portafolio ....	58
Cuadro 6. Matriz de Varianza-Covarianza de las divisas que integran el portafolio .....	59
Cuadro 7. Riesgo y Rendimiento del Portafolio Eficiente .....	61
Cuadro 8. Riesgo y Rendimiento de Portafolios Aleatorios.....	64
Cuadro 9. Portafolios de inversión de la frontera eficiente .....	66
Cuadro 10. Participación de los países en el DEG.....	73
Cuadro 11. Participación del Índice.....	74
Cuadro 12. Beta de Monedas.....	78
Cuadro 13. Beta del Portafolio .....	80

## **Índice de Figuras**

Figura 1. Coeficiente de correlación $\rho_{ij} = 1$ .....	13
Figura 2. Coeficiente de correlación $\rho_{ij} = -1$ .....	14
Figura 3. Coeficiente de correlación $\rho_{ij} = 0$ .....	14
Figura 4. Frontera Eficiente .....	17
Figura 5. Línea de Mercado .....	22
Figura 6. Horario en el Mercado de Divisas .....	28
Figura 7. Estructura de los Mercados Financieros en México .....	28
Figura 8. Arbitraje .....	40
Figura 9. Riesgo Total .....	70

## **Índice de Gráficas**

Gráfica 1. Rendimiento del Portafolio.....	58
Gráfica 2. Riesgo del Portafolio.....	60
Gráfica 3. Portafolio Eficiente .....	65
Gráfica 4. Frontera Eficiente.....	67
Gráfica 5. Comportamiento del Índice.....	77
Gráfica 6. Línea de Mercado en Equilibrio .....	84

## **Introducción**

### **Planteamiento del problema**

Construir un portafolio significa realizar la selección adecuada de los instrumentos de inversión que lo integrarán, así como también determinar la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de estos instrumentos.

La mayoría de la teoría que trata con portafolios de inversión lo hace considerando activos del mercado de valores y se ha ignorado diseñar portafolios integrados con activos del mercado de divisas. De igual forma integrarlos y evaluarlos con modelos existentes como Media-Varianza y *Capital Asset Pricing Model* (CAPM).

También es común que cuando se valúan con estas metodologías en específico con el CAPM, se tome una referencia de mercado, para el caso de mercado de valores en México es el IPyC<sup>1</sup>, sin embargo, no existe como tal para el Mercado de Divisas.

¿En el diseño de un portafolio de inversión integrado por divisas es posible utilizar los modelos existentes, tales como: Media-Varianza y su extensión *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), para valuar el riesgo y rendimiento con este tipo de activos?

---

<sup>1</sup> Índice de Precios y Cotizaciones: es el principal indicador de la Bolsa Mexicana de Valores; expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones de precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de acciones cotizadas en la Bolsa <[www.bmv.com.mx](http://www.bmv.com.mx)>

---

## **Justificación**

Las personas, empresas e incluso países tienen necesidad de invertir sus excedentes monetarios y obtener rendimientos a partir de éstos. Existe un principio básico dentro de las finanzas y administración de portafolios de inversión, y éste es, obtener los mayores beneficios con los recursos disponibles, este principio nos lleva a un problema fundamental, que consiste en determinar en qué activos se debe invertir para maximizar el rendimiento del capital disponible.

Hoy las fronteras de inversión se han ampliado y se tiene la posibilidad de invertir en activos foráneos y tener un portafolio internacionalmente diversificado aumentando el rendimiento y disminuyendo el riesgo.

Las sociedades más desarrolladas a través del tiempo han creado nuevos hábitos de inversión. Los plazos fijos han sido históricamente una de las opciones que brindan los bancos y el favorito de la clase media, ya que tiene poco riesgo y en algunos países un muy buen rendimiento. Los bonos son otra de las inversiones que están a la orden del día cuando se trata de generar mayor rendimiento.<sup>2</sup>

Con la crisis financiera internacional el rendimiento de los bonos y de los plazos fijos ha caído drásticamente ya que los países bajan sus tasas para evitar caer en recesión. Frente a esta situación, una importante opción para los inversionistas es el mercado de divisas, que ha permanecido ignorado en la toma de decisiones de inversiones.

El mercado de divisas es el mercado más grande del mundo en términos de valor de efectivo negociado, en él se realizan transacciones por alrededor de 3 billones de dólares diarios, opera las 24 horas del día, genera grandes rendimientos, pero

---

<sup>2</sup> CASTRO, Rubén, "inversión en divisas ¿conviene?", El Universal, México DF, 29 octubre de 2007 <eluniversal.com.mx> (29 de enero de 2010)

también tiene grandes riesgos, ya que cualquier evento político, económico o social afecta fuertemente el valor de una divisa.<sup>3</sup>

Debido a la gran oportunidad de inversión que representa este mercado, resulta de suma importancia realizar un estudio que trate sobre el diseño, elaboración y evaluación de un portafolio de divisas.

La realización de este estudio permitirá saber si los modelos existentes (Media-Varianza y su extensión *Capital Asset Pricing Model* (CAPM)) son adecuados para la construcción de portafolios basados en divisas, que ayuden a maximizar el rendimiento y a disminuir el riesgo, obteniendo con esto una herramienta de gran utilidad para los diversos tipos de inversionistas.

## **Objetivo**

El objetivo principal es diseñar y evaluar diferentes portafolios de inversión, basados en divisas, y finalmente determinar si la metodología de valuación como: Media-Varianza y su extensión CAPM que comúnmente se utiliza en el Mercado de Valores, puede ser aplicada al mercado de divisas.

## **Objetivos Particulares**

- Diseñar portafolios de inversión integrados por diferentes tipos de divisas.
- Probar la metodología de valuación Media-Varianza y su extensión *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), en el mercado de divisas.

---

<sup>3</sup> BANK OF INTERNATIONAL SETTLEMENTS “Foreign Exchange and derivatives market activity in 2007” December 2007, Switzerland, <<http://www.bis.org/publ/rpfx07t.pdf?noframes=1>> (29 de enero 2010)

---

## **Hipótesis**

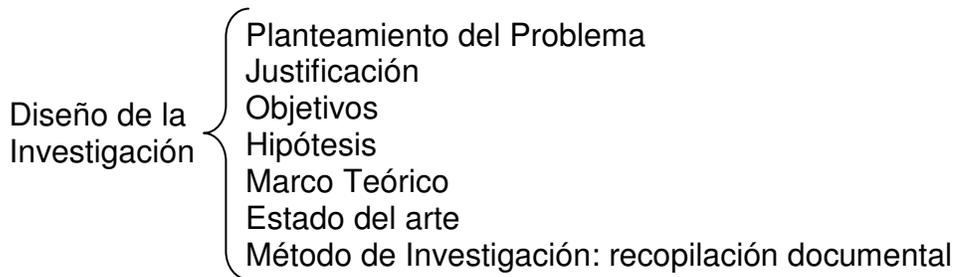
H<sub>0</sub>: Los modelos de valuación Media-Varianza y *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), aplicados a portafolios de inversión integrados por activos del mercado de valores, pueden ser aplicados a un portafolio de inversión integrado por activos del mercado de divisas.

H<sub>a</sub>: Los modelos Media-Varianza y *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), aplicados a portafolios de inversión integrados por activos del mercado de valores, no pueden ser aplicados a un portafolio de inversión integrado por activos del mercado de divisas.

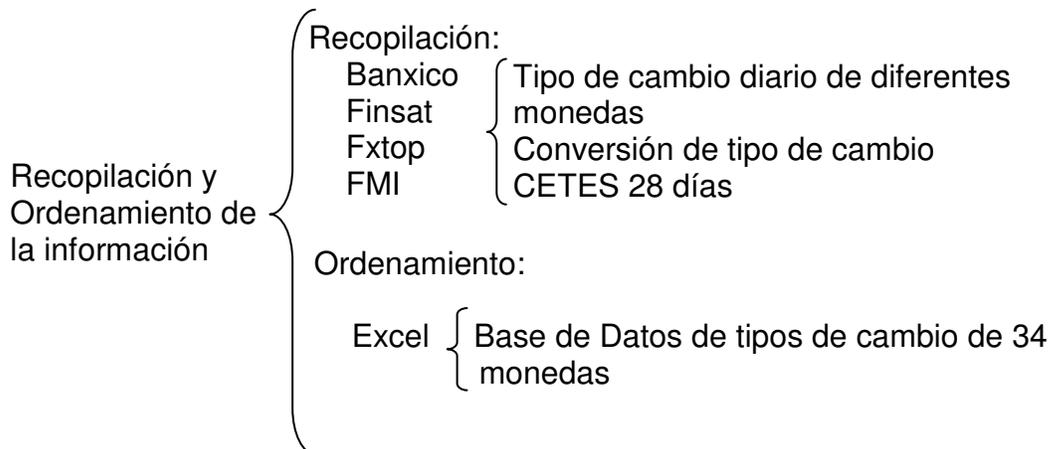
## **Metodología**

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo de acuerdo a las etapas de investigación siguientes:

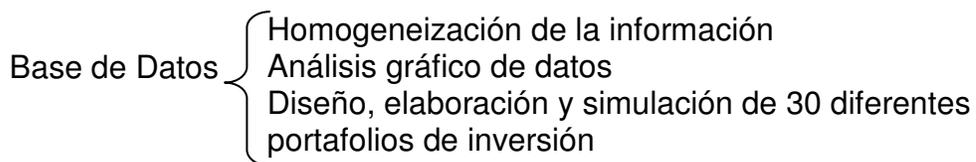
### **Primera Etapa**



### **Segunda Etapa**



### **Tercera Etapa**



El trabajo, es esencialmente estadístico, porque se realiza tomando en cuenta series de datos históricos, a los cuales se les aplican algunas modificaciones, por lo tanto, el estudio también es longitudinal y retrospectivo porque permite la observación de las características estudiadas en el transcurso del tiempo.

## **Estructura**

El presente trabajo se desarrolla en cuatro capítulos, a continuación se realiza una breve descripción de cada uno de ellos:

En un primer capítulo se presenta el marco teórico, donde se describe la teoría de portafolio y los modelos de valuación que serán utilizados en capítulos posteriores, siendo éstos el Modelo de Media-Varianza y el Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM), también se describe grosso modo los números índices.

En el segundo capítulo se describe el funcionamiento del mercado de divisas, sus participantes y las operaciones que comúnmente se realizan, se explican cuáles son los determinantes del tipo de cambio, porque existen varias teorías que han tratado de explicar las variaciones del tipo de cambio, las cuales se basan en dos variables económico financieras: la tasa de interés y la inflación. Se mencionan algunos factores que afectan al mercado provocando con esto un riesgo en la variación del tipo de cambio, también como se puede obtener rendimiento en dicho mercado, aspectos importantes en el diseño de portafolios de inversión.

En el tercer capítulo se diseña y elaboran portafolios de inversión, se aplica el modelo Media-Varianza, haciendo un comparativo entre seguir la metodología planteada por Harry Markowitz o simplemente diseñar portafolios de forma aleatoria, es decir, tomar al azar las monedas que conforman el portafolio, posteriormente se construye la frontera eficiente con el portafolio óptimo de acuerdo al modelo Media-Varianza.

En el cuarto capítulo se aplica el Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM), al mercado de divisas, como primera aproximación se propone que el portafolio de mercado sea considerado el DEG (Derechos Especiales de Giro), debido a que esta moneda del Fondo Monetario Internacional, integra a las 4 monedas más fuertes, de acuerdo al PIB del 2007 con respecto al PIB Mundial,

sólo que en diferentes proporciones; esta propuesta a nivel teórico es aceptable pero a nivel técnico no, porque las correlaciones que presentan los rendimientos del DEG con cada una de las monedas es casi nula, por tal motivo, se procedió a conformar un índice con monedas que de acuerdo al BIS son las monedas más transadas, obteniendo con esto un índice que represente al mercado; también se propone que al igual que en el mercado accionario se tome como activo libre de riesgo a los CETES de 28 días, ya que si el mercado de divisas no convence al inversionista a invertir en éste, el inversionista tendrá como opción o referencia de rendimiento a este instrumento.

Finalmente se dan a conocer las conclusiones sobre el trabajo.

## 1. Marco teórico

No se puede empezar hablar de diseñar portafolios de inversión sin antes definir que es un portafolio de inversión: Ochoa<sup>4</sup> define un portafolio de inversión como la realización de la selección adecuada de los activos de inversión que lo integrarán, así como también determinar la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de estos activos.

Por su parte Morales Castro<sup>5</sup> lo define: “un portafolio de inversión es una combinación de activos o títulos individuales, de modo tal que una combinación de títulos casi siempre será menos arriesgada que cualquier título individual. Es posible eliminar el riesgo porque los rendimientos de los títulos individuales, por lo general, no están perfectamente correlacionados entre sí, por lo que cierto porcentaje del riesgo se puede eliminar con la diversificación”. La teoría del portafolio trata de buscar la combinación óptima de activos que forman el mejor portafolio para cada inversionista.

De acuerdo a Elbaum<sup>6</sup> para llevar a cabo una selección adecuada del portafolio se tiene que tomar en cuenta el tipo de inversionista, a continuación se da una breve descripción de los tipos de inversionistas de acuerdo a Loaiza<sup>7</sup>, el perfil de cada uno de ellos se puede determinar de acuerdo a ciertas preguntas previamente analizadas:

**Conservador:** Se trata de personas a las que no les gusta arriesgar. Los productos con un rendimiento previamente establecido son los más adecuados para este tipo de inversionistas, así como activos poco volátiles.

---

<sup>4</sup> OCHOA GARCIA Sandra I. “El modelo de Markowitz en la teoría de portafolios de inversión”, Tesis de Maestría en Ciencias en Administración, México, Instituto Politécnico Nacional, 2008

<sup>5</sup> MORALES CASTRO Arturo. “Inversiones en Acciones y Portafolios de Inversión 51 Preguntas Clave” *Adminístrate Hoy*. Octubre. Año VII Núm. 78. pp. 49-61. DF, México. 2000

<sup>6</sup> ELBAUM Marcelo A. “Administración de Carteras de Inversión” Buenos Aires, Macchi, 2ª Edición, 2006

<sup>7</sup> LOAIZA ESPINOZA Jairo Andrés, “Diversificación Internacional de un portafolio de inversión”, Tesis de Grado en Economía con mención en gestión empresarial, Facultad de Economía y Negocios, Ecuador, Escuela Superior politécnica del Litoral, 2004

---

Este tipo de inversionistas prefieren sacrificar un mayor rendimiento por una inversión segura, es decir, prefieren tener un mínimo pero seguro, a cambio de tomar un mayor riesgo que les dé algo más de rendimiento.

**Moderado:** Se trata de personas con una aversión al riesgo media. Están dispuestos a asumir cierto riesgo a cambio de un mayor rendimiento, pero con límites, ya que son inversionistas que no les gusta la especulación.

Se trata de un perfil difícil de mantener por que constantemente tienen tentaciones por ambos lados. La cuestión es saber controlar el riesgo. La información es especialmente necesaria para este perfil que no se deja llevar por la intuición ni por posturas conservadoras. Los productos más adecuados para este tipo de inversionista son: activos sólidos con capacidad de crecimiento

**Agresivo:** Son personas amantes al riesgo. No les importa correr un mayor riesgo si a cambio pueden obtener una mayor recompensa. Sin embargo, como a todos, les gusta más ganar que perder. Suelen funcionar, con límites de pérdidas y ganancias en sus apuestas y concentran la mayor parte de sus ahorros en la renta variable.

Al contrario que en el caso del inversionista conservador no necesita mucho tiempo para tomar las decisiones, y en este periodo aprovechan oportunidades, o en algunos casos perdidas.

La Teoría de Portafolios ha cambiado la forma en que los inversionistas pensaban acerca de sus estrategias. La teoría asume que los mercados financieros son eficientes, es decir, los precios de los activos que se negocian en dichos mercados reflejan toda la información disponible, ajustando total y rápidamente la nueva información.

Harry Roberts en 1967<sup>8</sup>, definió tres niveles de eficiencia de los mercados, donde cada nivel reflejaba la clase de información que era rápidamente reflejada en el precio. Estos niveles de eficiencia eran denominados: débil, intermedio y fuerte.

En la hipótesis débil se supone que cada título refleja totalmente la información contenida en la serie histórica de precios, es decir, toda la información pasada. Los inversionistas, por lo tanto, no pueden obtener rendimientos superiores analizando dichas series o ideando reglas de comportamiento de los precios basadas en ellas, puesto que todos los participantes del mercado habrán aprendido ya a explotar las señales que dichas series de precios pueden mostrar y actuarán en consecuencia.

Según esta hipótesis ningún inversionista podrá conseguir un rendimiento superior al del promedio del mercado analizando exclusivamente la información pasada y si lo logra será sólo por azar.

En la hipótesis intermedia un mercado es eficiente cuando los precios reflejan, no sólo toda la información pasada, sino también toda la información hecha pública acerca de la empresa que pueda afectar a cada título en particular. Esto es, si la eficiencia del mercado se ajusta a dicha hipótesis, la persona que intente lograr un rendimiento superior a la media del mercado perderá el tiempo, puesto que la cotización de los títulos ya refleja exactamente su valor teórico o intrínseco. La única forma de lograr un rendimiento superior al promedio, que no sea por medio del azar, es a través de la utilización de la información privilegiada.

La hipótesis fuerte parte del supuesto de que los precios reflejan absolutamente toda la información ya sea pasada, pública o privada. Según ésta, ningún inversionista podrá ganarle al mercado, sólo será por azar. Esta es una hipótesis

---

<sup>8</sup> Citado en ARAGONES José R., Mascareñas Juan "La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital", Análisis Financiero No. 64, 1994, Universidad Complutense de Madrid

extrema que es prácticamente imposible de cumplir en ningún mercado, pues ello implicaría que dicho mercado sería perfecto.

Es necesario recordar que para que un mercado sea eficiente se requiere que los participantes en el mismo realicen su análisis (técnico y fundamental), para que al tomar una decisión de inversión la competencia entre ellos asegure que, los precios de los títulos reflejarán toda la información disponible. En resumen, los mercados se aproximan a la eficiencia cuando los participantes en los mismos creen que no son eficientes y compiten buscando esa ineficiencia que les hará ganar un mayor rendimiento que el promedio de los inversionistas.

## **1.1 Modelo Media-Varianza**

La teoría de selección de portafolios nació en 1952 con el trabajo de Harry Markowitz<sup>9</sup>. A raíz de un famoso trabajo publicado en 1958 por James Tobin se vuelve a plantear el problema de la composición óptima de un portafolio de valores, sin embargo, Sharpe y Lintner quienes completaron el estudio despertaron un enorme interés en los círculos académicos y profesionales.

La principal aportación de Harry Markowitz<sup>10</sup> consiste en que su modelo considera los rasgos fundamentales de la conducta racional del inversionista, consistente en buscar una composición del portafolio que maximice el rendimiento para un determinado nivel de riesgo, o bien, un mínimo riesgo para un rendimiento dado. Como medida del rendimiento del portafolio de Harry Markowitz, se utiliza la media o esperanza matemática que el inversionista espera obtener en el futuro, y que solamente se conoce en términos de probabilidad, y como medida del riesgo la desviación estándar de ese rendimiento. Por esta razón el modelo se le conoce con el nombre de Media - Varianza. De acuerdo a Markowitz el inversionista debe

---

<sup>9</sup> MARKOWITZ Harry, "Portfolio Selection" *Journal of Finance*, marzo, 1952

<sup>10</sup> Parte del desarrollo de este Marco Teórico se consulto en el capítulo 5 Finanzas Modernas y Teorías de las inversiones del libro por terminarse del Dr. Edgar Ortiz Edgar, "Finanzas y Productos Derivados. Contratos adelantados, Futuros Opciones, Swaps" UNAM

tomar decisiones basadas solamente en éste criterio de Media-Varianza, calculando el rendimiento esperado y la desviación estándar de cada portafolio y después seleccionar la mejor o la óptima.

### **1.1.1. Hipótesis del modelo de Harry Markowitz**

El modelo de Harry Markowitz parte de las siguientes hipótesis:

1.- El rendimiento de cualquier activo o portafolio, es una variable aleatoria, cuya distribución de probabilidad para el periodo de referencia es conocido por el inversionista. El valor medio o esperanza matemática de dicha variable aleatoria se acepta como medida del rendimiento de la inversión.

2.- Se acepta como medida del riesgo la dispersión, medida por la varianza o la desviación estándar de la variable aleatoria que describe el rendimiento, ya sea de un activo individual o de un portafolio.

3.- La conducta del inversionista lo lleva a preferir aquellos portafolios con un mayor rendimiento y menor riesgo.

La teoría de Markowitz se basa en la idea de diversificación; según él es posible conseguir un portafolio rentable y con bajo riesgo combinando activos de alto rendimiento y de alto riesgo, pero con baja correlación o alta correlación negativa entre ambos activos.

De acuerdo a Markowitz<sup>11</sup> para llevar a cabo la selección de los instrumentos que conformarán un portafolio de inversión es necesario considerar el coeficiente de correlación que existe entre los activos, en seguida se describe este coeficiente, de acuerdo al estudio realizado por Ochoa<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> MARKOWITZ *op. cit*

<sup>12</sup> OCHOA *op. cit*

El coeficiente de correlación se denota por  $\rho_{ij}$ , con un valor entre  $-1 < \rho_{ij} < 1$ , este coeficiente se utiliza para observar como varia el rendimiento del instrumento  $i$  cuando el rendimiento del instrumento  $j$  varia.

$$\rho_{ij} = \frac{Cov(r_i * r_j)}{\sigma_i^2 * \sigma_j^2} \quad (1)$$

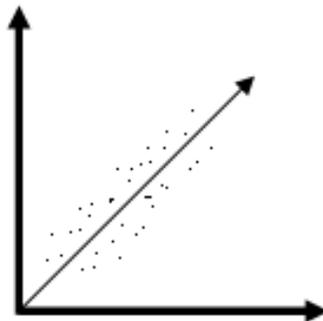
Donde:

$Cov(r_i * r_j)$  = Covarianza de los rendimientos del activo  $i$  y del activo  $j$

$\sigma_i^2 * \sigma_j^2$  = Producto de las varianzas de los activo  $i, j$

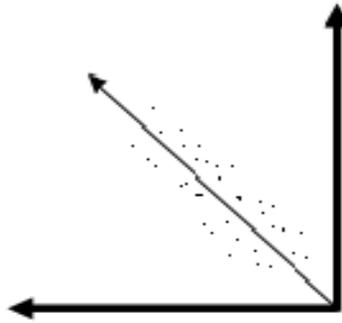
La interpretación del coeficiente de correlación es la siguiente:

Cuando  $\rho_{ij} = 1$ , se dice que el rendimiento de ambos instrumentos varían en forma directamente proporcional a través del tiempo, esto es, si uno aumenta el otro también lo hará en la misma proporción y viceversa; gráficamente se representa en la figura 1:



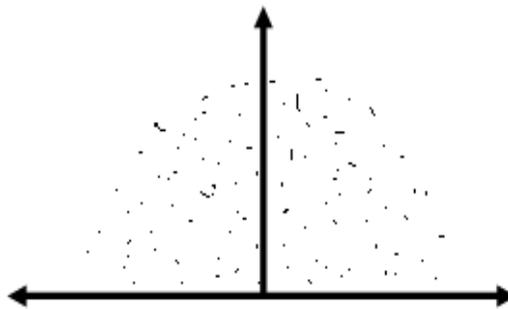
**Figura 1. Coeficiente de correlación  $\rho_{ij} = 1$**

Cuando  $\rho_{ij} = -1$ , se dice que el rendimiento de ambos instrumentos varían en forma inversamente proporcional a través del tiempo, esto es, si uno aumenta el otro disminuye en la misma proporción y viceversa; en la figura 2 se representa:



**Figura 2. Coeficiente de correlación  $\rho_{ij} = -1$**

Cuando  $\rho_{ij} = 0$ , indica que hay ausencia de correlación, por lo tanto se dice que no importa como varíe el rendimiento de ambos instrumentos, porque se comportan de forma independiente; se representa gráficamente de la siguiente forma en la figura 3:



**Figura 3. Coeficiente de correlación  $\rho_{ij} = 0$**

Por lo tanto, lo recomendable es elegir a los instrumentos cuyo coeficiente de correlación sea  $\rho_{ij} < 0$ , para que de esta forma sean compensadas las disminuciones en el rendimiento del instrumento  $i$  con los aumentos en el rendimiento del instrumento  $j$ .

### 1.1.2. Medición del rendimiento y riesgo de un portafolio<sup>13</sup>

El rendimiento de un instrumento de inversión es medido mediante el cálculo del valor promedio. Suponiendo una distribución normal, el rendimiento de un portafolio es el promedio ponderado de los rendimientos de los activos, incluidos en el portafolio.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i) \quad (2)$$

Donde:

$E(r_p)$  = rendimiento esperado de un portafolio

$w_i$  = ponderación de la inversión realizada en cada activo del portafolio

$E(r_i)$  = rendimiento esperado de cada activo del portafolio

Es claro que la suma de las ponderaciones debe ser igual a la unidad, de manera que podemos definir como restricción del problema de selección de inversiones.

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

Donde

$$w_i \geq 0 \quad i = (1, 2, 3, \dots, n)$$

El riesgo de un portafolio se mide con la desviación estándar de los rendimientos de los activos incluidos en el portafolio. Concretamente, la varianza de los rendimientos de un portafolio es el promedio ponderado de las covarianzas de todos los pares de activo incluidos en el portafolio.

$$\sigma_{r_p}^2 = \sum_{i,j=1}^n w_i w_j \text{cov}(r_i, r_j) \quad (3)$$

$$\sigma_{r_p} = \sqrt{\sigma_{r_p}^2} \quad (4)$$

---

<sup>13</sup> ORTIZ *op.cit.*

Donde:

$\sigma_{r_p}^2$  = Varianza de los rendimientos del portafolio

$\sigma_{r_p}$  = Desviación estándar del portafolio

$w_i, w_j$  = ponderación de la inversión en los activos  $i$  y  $j$ , respectivamente

$COV(r_i, r_j)$  = covarianza entre los rendimientos de los activos  $i$  y  $j$

Siendo la covarianza una medida del grado de asociación entre dos variables, por ejemplo, los rendimientos de dos activos  $r_i, r_j$

$$COV(r_i r_j) = \sum_{i,j=1}^n (r_i - \bar{r}_i) (r_j - \bar{r}_j) \quad (5)$$

Donde:

$COV(r_i, r_j)$  = covarianza entre los rendimientos de los activos  $i$  y  $j$

$(r_i - \bar{r}_i)$  = rendimiento del activo  $i$  menos la media del activo  $i$

$(r_j - \bar{r}_j)$  = rendimiento del activo  $j$  menos la media del activo  $j$

De acuerdo a Villarreal<sup>14</sup> la explicación de la covarianza es:, si los dos activos tienen desviaciones estándar grandes y tienden a moverse en la misma dirección su covarianza será mayor a cero; si los dos activos tienen desviaciones estándar grandes y tienden a moverse en direcciones opuestas su covarianza será menor que cero; finalmente, si el resultado tiende a ser cero los dos activos se mueven de forma aleatoria, independientemente de la magnitud de la desviación estándar que tenga cada una.

Una vez que se tienen las medidas estadísticas para calcular el riesgo y el rendimiento del portafolio, es posible definir algunos criterios para seleccionar aquellos que sean mejores, esto es, de acuerdo con Villarreal<sup>15</sup>, seleccionar los portafolios que sean eficientes; los portafolios eficientes en la teoría de portafolio,

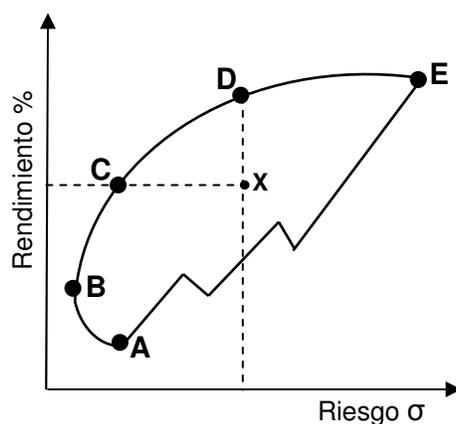
---

<sup>14</sup> VILLARREAL SAMANIEGO, J.D.: "Administración Financiera II", riqueza la de producción práctico, edición electrónica gratuita, 2008, <<http://www.eumed.net/libros/2008b/418/>>

<sup>15</sup> *ibid*

son aquellos que ofrecen el mayor rendimiento posible para un grado específico de riesgo o que ofrecen el menor riesgo posible para un rendimiento determinado.

La línea conocida por su forma particular como el “Paraguas de Markowitz”, muestra el conjunto viable de oportunidades de inversión característico para un mercado, como se aprecia en la figura 4:



**Figura 4. Frontera Eficiente**

La Frontera Eficiente representada por la curva BCDE, es el conjunto de portafolios que dominan al resto de las posibles combinaciones. Por ejemplo el portafolio X, está dominado por el portafolio D, porque ofrece un mayor rendimiento para el mismo nivel de riesgo y por el portafolio C, debido a que este ofrece el mismo rendimiento pero con un nivel de riesgo menor. No obstante ningún portafolio que no se encuentre dentro de la frontera domina a los que si se encuentran.

De acuerdo a la teoría una vez que el inversionista se ubica dentro de la frontera eficiente, el portafolio que elija será de acuerdo al perfil, es decir, a la relación riesgo-rendimiento; se situará de forma razonable en uno u otro punto de la línea de la frontera eficiente; cualquier otro punto sería irracional. Por ejemplo, un inversionista agresivo deseará una inversión que le ofrezca el mayor rendimiento

posible, por lo que podría elegir al portafolio E. Otro inversionista más conservador podría elegir el portafolio B, que aunque sacrifique rendimiento, el riesgo es mínimo.

### **1.1.3. Construcción de la frontera eficiente**

La teoría propone un modelo para encontrar la frontera eficiente, el modelo plantea minimizar el riesgo dado un nivel de rendimiento, esto lo explica a detalle Lasa<sup>16</sup>

$$\sum_{i=1}^n (w_i)(E(r_i)) \quad (6)$$

Sujeto a:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{ij} \quad (7)$$

## **1.2 Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM)**

La teoría del portafolio ha sido una base para la elaboración de modelos que han tratado de explicar y predecir el funcionamiento del mercado. Uno de ellos el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), desarrollado por Treynor (1961), William Sharpe (1963) y Lintner (1965); introduciendo las nociones de riesgo sistemático y específico ampliando la teoría del manejo de portafolios de inversiones.

El modelo de CAPM<sup>17</sup> dice que el rendimiento previsto que los inversionistas exigirán, es igual a la tasa de inversión sin riesgo más un premio por el riesgo en el que incurrirán para alcanzar esa mejor tasa de rendimiento. Si el retorno

---

<sup>16</sup> LASA Alcides, "Construcción de una 'frontera eficiente' de activos financieros en México", México, Reporte de Investigación, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Departamento de Economía. 2004

<sup>17</sup> FAMA Eugene F, et.al. "The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence", journal of Economic Perspectives, Vol. 18, No. 3, Summer, 2004, p25-46

---

esperado no es igual o mayor que el rendimiento demandado, los inversionistas rechazarán invertir y la inversión no debe ser realizada.

El CAPM descompone el riesgo de un portafolio de inversiones entre riesgo sistemático y riesgo específico. El riesgo sistemático es el riesgo de mantener el portafolio del mercado. Cuando el mercado se mueve cada activo individual se afecta más o menos, hasta el nivel en que un activo participe el movimiento general del mercado, ese activo participará de un riesgo sistemático. El riesgo específico es el riesgo que es único para un activo individual, representa el componente del rendimiento de un activo que no se relaciona con movimientos generales del mercado.

Según el CAPM el mercado compensa a los inversionistas por tomar el riesgo sistemático pero no por tomar riesgos específicos. Pero con la diversificación del portafolio la exposición neta del inversionista es apenas la del riesgo sistemático del portafolio de mercado, es decir, la diversificación elimina el riesgo específico.

Guzmán<sup>18</sup> lo explica en términos matemáticos, el CAPM dice que el retorno esperado, que se exige a cualquier activo riesgoso esta dado por:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i E(R_m - R_f) \quad (8)$$

Donde:

$R_i$  = es el rendimiento del activo  $i$  o del portafolio

$R_f$  = es la tasa libre de riesgo

$R_m$  = es el rendimiento del portafolio de mercado

$\beta_i$  = es la medida de riesgo sistemático

---

<sup>18</sup> GUZMAN PLATA, María de la Paz, "El modelo portafolio aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores" *Economía, Teoría y Práctica*, No. 7, 1997, México, Azcapotzalco, UAM  
< <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num7/a1.htm> >

---

De acuerdo al modelo el único riesgo importante, el que debe ser compensado es el que se denomina Riesgo Sistemático (el que no puede eliminarse con la diversificación), y propone una medida del mismo, la beta ( $\beta$ ). Esta beta<sup>19</sup> es una medida de grado de relación, del rendimiento de un título con la del mercado, y se define de la siguiente manera:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} \quad (9)$$

Donde:

$\beta_i$  = es la beta del activo  $i$

$Cov(R_i R_m)$  = Covarianza del rendimiento del activo  $i$  con el rendimiento del mercado

$Var(R_m)$  = Varianza del rendimiento del mercado

El modelo supone varios aspectos sobre los inversionistas y los mercados, Rubio los describe de la siguiente forma:<sup>20</sup>

- Los inversionistas son adversos al riesgo y exigen mayores rendimientos para inversiones riesgosas.
- Puesto que los inversionistas pueden diversificar, éstos solamente se preocupan por el riesgo sistémico de cualquier activo.
- El mercado no ofrece ninguna recompensa por acarrear riesgos diversificables.
- Algunos portafolios son mejores que otros, pues devuelven mayores rendimientos con menor riesgo.
- Si todos los inversionistas tienen el portafolio del mercado, cuando evalúan el riesgo de un activo específico, estarán interesados en la correlación de

---

<sup>19</sup> GALLEGO MERINO A *et.al.* "Relaciones de equilibrio en el mercado de capitales: una aplicación del CAPM" *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 1 No. 1, 1996

<sup>20</sup> RUBIO F. Fernando, "CAPM y APT: una nota técnica" Tesis de Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, Chile, International Graduate Business School, Universidad de Valparaíso, Septiembre de 1987, <<http://129.3.20.41/eps/fin/papers/0402/0402007.pdf>> 26 pp.

ese activo con el mercado en general. La implicación es que toda medida del riesgo sistemático de un activo debe ser interpretado en cómo varían con respecto al mercado.

De acuerdo con Villarreal, los fundamentos teóricos que sustentan al CAPM en resumen son:

- Teorema de Separación: señala que el inversionista toma dos decisiones independientes entre sí
  - Calculo de riesgo y rendimiento esperado de los posibles portafolios
  - El inversionista establece la manera en que combinará el portafolio óptimo con el activo libre de riesgo, depende de su perfil de inversión en función a la aversión al riesgo.
- Supuesto de expectativas homogéneas: el inversionista de forma individual realizará los cálculos sobre riesgo y rendimiento de los activos y de los portafolios a su alcance, por lo que cada uno de ellos hará estimaciones diferentes sobre éstos.
- Coeficiente Beta: señala el riesgo que cada activo puede tener a partir de su tendencia a moverse con el mercado en general.

### **1.2.1. Línea de mercado en equilibrio**

En el CAPM se introduce la posibilidad de que los inversionistas combinen portafolios de activos riesgosos con una inversión sin riesgo, es decir, un rendimiento seguro, preestablecido y con cero riesgo, se le conoce como un activo libre de riesgo; en la práctica suele estar representado por un bono cupón cero emitido por el gobierno; para el caso de México los CETES, que aunque no tiene riesgo significativo de incumplimiento, si puede variar el precio a lo largo del tiempo dependiendo de los movimientos de las tasas de interés. Ahora las combinaciones óptimas son las que están sobre la línea recta  $R_fZ$ , porque éstas dominan a cualquier otra combinación, como se observa en la figura 5:

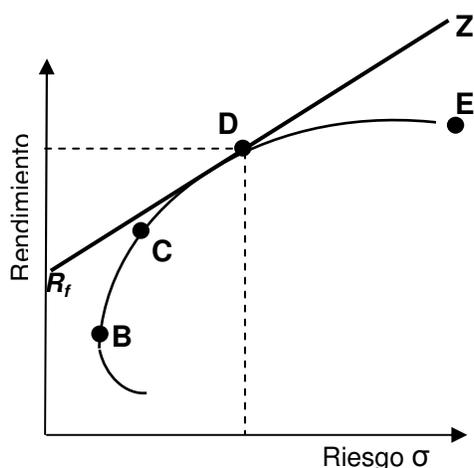


Figura 5. Línea de Mercado

De acuerdo a la gráfica Villarreal<sup>21</sup> explica que el inversionista decide en que punto de esta línea desea estar, al invertir una parte de sus recursos en el activo libre de riesgo ( $R_f$ ) y el resto en el portafolio D. El segmento DZ representa aquellos portafolios en los que el inversionista ha invertido el total de sus recursos y adicionalmente ha solicitado un préstamo de recursos a la tasa libre de riesgo, para invertirlos exclusivamente en el portafolio D, en esta parte de la línea se situarán los inversionistas con perfil agresivo.

La línea recta descrita en la Figura 5, se encuentra con la siguiente ecuación

$$E(R_p) = R_f + \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} * \sigma_p \quad (10)$$

Hasta este momento se ha establecido que todos los inversionistas y todos los portafolios de inversión deben estar a lo largo de la línea de mercado. Si cualquier inversión estuviera por encima o debajo de ésta, entonces existiría una oportunidad para realizar arbitraje sin riesgo, continuando hasta que todas las inversiones converjan a la línea.

<sup>21</sup> VILLARREAL *op.cit*

### 1.3 Números índices y la teoría de portafolio

De acuerdo a Sánchez Fernández<sup>22</sup> “número índice es aquella medida estadística que permite estudiar las fluctuaciones o variaciones de una sola variable o de más de una en relación al tiempo o al espacio”.

De acuerdo a la definición de un número índice existen tres modalidades de índices, las cuales se expresan de la siguiente forma:

- Índice de precios
- Índice de cantidad
- Índice de valor

Si se refiera a valores de una sola variable o de varias variables se pueden distinguir:



Números Índices Simples: Son cuando la comparación se realiza para valores de una sola variable; en la construcción de un índice simple se le asigna al periodo de referencia el valor 100, haciendo porcentajes a cada valor de la variable con respecto al valor de referencia.

Un índice simple se define de la siguiente forma:

$$i = \frac{y_{it}}{y_{i0}} \times 100 \quad (11)$$

---

<sup>22</sup> SANCHEZ Fernández Jesús “Introducción a la Estadística Empresarial” edición electrónica gratuita <<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/jsf/jsf.htm>>

Donde:

$i$  = Índice

$y_{it}$  = Valor de una variable en el momento actual

$y_{i0}$  = Valor de una variable en el momento de referencia

Números Índice Compuesto: Es la agregación de los distintos índices simples elaborados para cada bien por separado, es decir, abarcan más de un bien simultáneamente.

Números Índice Compuesto no ponderado: Es la media aritmética simple de los índices simples, es decir, suma las variables (los precios o cantidades) para un periodo y se obtiene la media de esos precios, sin tener en cuenta el peso relativo de cada una de las variables en el momento de obtener el índice.

Números índice Compuesto ponderado: Este tipo de índice promedia la información inicial haciendo uso de ciertas ponderaciones, las cuales reflejan la importancia de los precios y las cantidades de cada una de las variables que entran en la definición del índice.

Los índices de precios, cantidades y de valor son índices complejos porque tienen en cuenta  $N$  variables, los cuales se han obtenido sumando los valores de cada variable tomando en cuenta las ponderaciones.

De acuerdo a este tipo de índice los más frecuentes son:

- Índices de Laspeyres: Toma como constantes el precio o la cantidad del tiempo elegido como referencia.
- Índices de Paasche: Toma como constantes el precio o la cantidad del tiempo para el cual se va a calcular el índice.
- Índice de Fisher: Consiste en combinar las anteriores mediante una media geométrica.

En general un índice es importante porque facilita la determinación de la variación, en términos porcentuales, que ha sufrido una variable al pasar del periodo de referencia al periodo actual.

Los índices que nos ocupan para la teoría de portafolio, para el caso de México es el IPyC

## **2. Mercado de Divisas**

### **2.1 Concepto de Mercado de divisas**

El mercado de divisas se define de acuerdo a Riehl<sup>23</sup> “Lugar en el que la moneda de un país puede ser comprada o vendida a cambio de otra moneda de otro país”; el concepto según Mansell<sup>24</sup> “El mercado de divisas no es sino un mercado como cualquier otro, donde los compradores y los vendedores cambian bienes, en este caso, divisas”, el mercado de divisas tiene varias conceptualizaciones, de acuerdo al autor, en forma general coinciden en que es donde los compradores y vendedores de diferentes naciones cambian sus divisas, permitiendo la realización de cualquier transacción internacional.

Dentro del mercado de divisas se lleva a cabo la compra y venta de divisas a través del intercambio de documentos, transferencias o billetes, denominados en moneda extranjera por moneda nacional; asimismo, es el mercado financiero en el que se establece el valor de cambio de las monedas en que se van a realizar los flujos monetarios internacionales, por lo tanto, es el mercado en el que se intercambian monedas a un precio llamado “tipo de cambio”, que es el precio de una moneda en función de otra.

El mercado de divisas es único, pero consta de varios segmentos íntimamente relacionados entre sí, uno de ellos es de acuerdo al plazo de entrega, el cual contiene cuatro segmentos:

1. Mercado al Contado (Spot)
2. Mercado a Plazo (Forward)
3. Mercado de Futuros

---

<sup>23</sup> RIEHL Heinz, Rita M. Rodríguez, Mercados de Divisas y Mercados de Dinero, Madrid, McGraw-Hill, 1990, p.491

<sup>24</sup> MANSELL CARSTENS Catherine, Las Nuevas Finanzas en México, México, Milenio/Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas/Instituto Tecnológico Autónomo de México, 2009 (13ª reimpresión), p.12

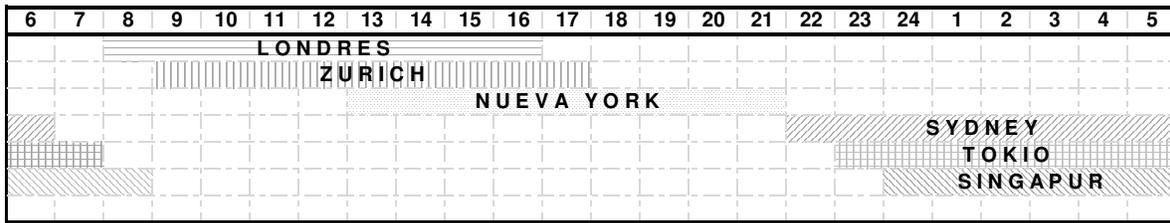
#### 4. Mercado de Opciones

La gran mayoría de las transacciones son al contado o de entrega inmediata; así el Mercado al Contado, se puede dividir, de acuerdo al tamaño de una transacción:

1. Mercado al Menudeo: Es el mercado donde se manejan billetes de moneda extranjera y cheques de viajero, lo manejan los bancos, casas de cambio y las transacciones en promedio son pequeñas. El monto que se maneja en el mercado al menudeo es hasta 10,000 USD. La ganancia de los intermediarios en este mercado se deriva del diferencial cambiario.
2. Mercado al Mayoreo: Es el mercado donde se realizan transacciones grandes, donde intervienen bancos, casas de cambio, empresas medianas que tienen negocios a nivel internacional. El monto que se maneja en el mercado al mayoreo es hasta 100,000 USD. La ganancia de los intermediarios en este mercado se deriva del diferencial cambiario
3. Mercado Interbancario: Es el mercado más grande del mundo, haciendo sus transacciones de diferentes divisas por vía electrónica. El monto que se maneja en el mercado interbancario a partir de 1 millón USD.

Es importante mencionar que el mercado de divisas no dispone de una localización física centralizada, sino que está formado por una red de bancos e intermediarios financieros con base en los principales centros financieros del mundo como Londres, Nueva York, Tokio, Zurich y Hong Kong; conectados a través de redes de comunicación durante las 24 horas del día. Los operadores del mercado de divisas realizan transacciones de manera verbal, se negocia a través del teléfono, que más tarde complementan mediante documentos escritos.

Figura 6. Horario en el Mercado de Divisas

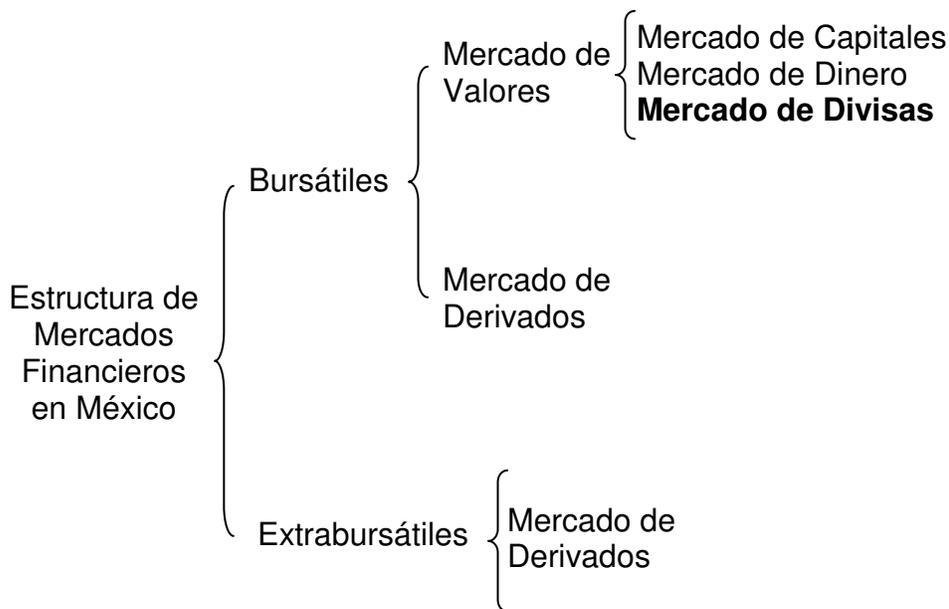


FUENTE: Elaboración propia, utilizando huso horario GMT (Tiempo Medio de Greenwich)

En la figura 6 se muestran las horas de apertura y cierre según el horario local de los principales mercados con relación al horario de Londres. Por ejemplo el mercado en Londres abre a las 8:00 mientras que el mercado de Tokio está cerrando, para el caso de Nueva York abre a las 8:00 (13:00 hora de Londres), y cuando cierra, el mercado de Sídney está abriendo; como se aprecia durante cada una de las 24 horas del día hay algún mercado abierto y operando en el mundo.

El Mercado de Divisas<sup>25</sup> se le puede ubicar dentro de los mercados como se aprecia en la figura 7.

Figura 7. Estructura de los Mercados Financieros en México



<sup>25</sup> La estructura de mercados financieros en México de acuerdo a ABM (Asociación de Bancos de México)

## **2.2 Participantes en el Mercado de Divisas**

Cualquiera que intercambia una moneda de un país por la de otro es considerado participante del mercado de divisas. Los principales participantes son las empresas, los inversionistas institucionales, las personas físicas, los bancos comerciales, los bancos centrales y los *brokers*. Los participantes se pueden dividir en:

- Participantes directos: Estos son los bancos centrales, entidades financieras, comisionistas o *brokers*, grandes empresas internacionales y otros intermediarios financieros.
- Participantes indirectos: Como pueden ser instituciones no financieras, inversionistas institucionales y personas físicas.

Entre todos ellos, las características más representativas son:

**Agentes no financieros:** Se incluyen las empresas industriales y comerciales. Estas actúan básicamente a través de la oferta de activos o demandas de pasivos denominados en divisas contra la moneda nacional, derivada de operaciones de comercio exterior y de financiamiento internacional.

En la mayoría de los casos estas empresas actúan a través del sistema bancario. Sólo algunas empresas multinacionales mantienen una actividad en divisas lo suficientemente grande como para acceder directamente al mercado.

**Bancos comerciales**<sup>26</sup>: Constituyen la forma natural, a través del cual tienen las operaciones de compra y venta de divisas. Muchos de ellos, además de operar por cuenta de sus clientes, lo hacen también por cuenta propia con el fin de administrar la posición en divisas del propio banco.

---

<sup>26</sup> Los intermediarios están conectados entre sí a través de sistemas de telecomunicaciones por ejemplo el SWIFT (*Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication*), teléfono, internet, etc.

Para poder llevar a cabo tales operaciones, los bancos mantienen cuentas abiertas en diversas monedas extranjeras tanto con sus sucursales y filiales extranjeras como con otros bancos. El banco persigue la obtención de un beneficio, cifrado esencialmente en el diferencial entre los tipos de cambio de oferta y demanda.

**Brokers:** La función de los *brokers* es la de mediar entre oferentes y demandantes obteniendo una comisión, en términos de porcentaje sobre la transacción. Generalmente actúan en las transacciones de los mercados interbancarios. Los *brokers* no asumen posición propia de divisas, se limitan únicamente a poner en contacto a oferentes y demandantes. De esta forma evitan la exposición al riesgo de cambio derivado de las fluctuaciones en el precio de las divisas.

Entre los inconvenientes que tiene el utilizar los servicios de un bróker es el que no aseguran, con su intervención, el precio al que desea efectuar la transacción. Cuando actúan directamente dos bancos, el que recibe la llamada del otro cotizará un doble precio al que está dispuesto a comprar y a vender la moneda en cuestión. Este precio puede ser únicamente aceptable para una suma determinada.

Entre las ventajas de utilizar los servicios de un bróker, es la disponibilidad de una amplia red de comunicaciones ya que, además de intermediar en las operaciones de compradores y vendedores, suministran información a sus clientes habituales y los mediadores garantizan el anonimato a los participantes hasta que las operaciones estén cerradas.

**Bancos Centrales:** Son responsables de la emisión de la moneda local y de la administración y control de la oferta monetaria, que a través de la política fiscal o monetaria pueden afectar o intervenir en el mercado de divisas con el objetivo de mantener el poder adquisitivo de la moneda local.

### **2.2.1 Motivos para participar en el Mercado de Divisas**

Existen diversos motivos por los cuales los participantes llegan a operar dentro del mercado de divisas, de entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

**Comercio internacional:** El exportador de un país obtiene sus ingresos en divisas, tal vez en dólares, y cuando desea comprar algo en su país de origen, si no es de Estados Unidos, deberá vender los dólares que obtuvo de la exportación. De modo similar, un importador que no esté en Estados Unidos o en Europa, usualmente demandará las divisas (dólares o euros) para poder importar.

**Motivos financieros:** Si se desea comprar bonos del gobierno de Estados Unidos, se estará demandando dólares. Cuando se vendan estos bonos y se desee llevar ese dinero al país de origen, se estará ofreciendo dólares, en estos motivos financieros también se incluye el diseño de portafolios de inversión en diferentes divisas.

**Horario:** El mercado de divisas es un mercado ininterrumpido disponible las 24 horas al día, al tener la capacidad de operar durante los horarios de mercado de EE.UU., Asia y Europa, los operadores poseen la ventaja de reaccionar inmediatamente a las noticias del mercado y determinar sus propios horarios de operación.

**Liquidez:** La liquidez del mercado de divisas, especialmente del mercado de las principales divisas, ayuda a garantizar una estabilidad de precios. Los operadores pueden casi siempre abrir o cerrar una posición a un precio de mercado equitativo. También por las siguientes ventajas:

- Es un mercado líquido por las numerosas operaciones de gran magnitud que se realizan día a día. Se operan billones de dólares al día.

- Es un mercado descentralizado y tiene acceso global: se puede operar desde cualquier lugar del mundo y en cualquier ubicación.
- No tiene comisiones altas ni gastos adicionales, tiene costos de transacción mucho más bajos que otros mercados de inversión.
- No existen gastos adicionales al momento de operar.
- Debido a los movimientos del mercado en un día, es imposible la manipulación del mercado.

### **2.2.2 Rendimiento que se puede obtener en el Mercado de Divisas**

En el intercambio de divisas se tiene a favor o en contra el tasa de interés entre una divisa y otra. La tasa de interés es diferente dependiendo de la divisa, y cuanto más suban las tasas de interés, más ganancia se obtendrá<sup>27</sup>.

Los rendimientos que se pueden obtener en el Mercado de Divisas se debe a:

- a) Al diferencial de precio de compra y el precio de venta

Dado que el intercambio de divisas comprende la compra y venta simultanea de monedas, el precio siempre se especifica en parejas. La moneda que aparece de primero en la pareja se denomina moneda base por ejemplo, en el USD/CHF dólar/franco suizo, el dólar es la moneda base. Cuando la cotización aumenta, la moneda base se aprecia, es decir que un dólar puede comprar más francos suizos y viceversa. A la moneda base, que normalmente es el dólar estadounidense, se le asigna un valor unitario.

- b) Por el horario en que opera este mercado

El mercado de divisas es el mercado financiero de mayor tamaño y liquidez, con un volumen diario de transacciones de \$1.5 billones<sup>28</sup>. Opera las 24

---

<sup>27</sup> De acuerdo a la Teoría de la paridad de las tasas de interés

horas del día lo que permite tener una ventaja sobre el mercado accionario porque no limita la exposición de sus participantes a oportunidades de generación de utilidades.

- c) Por el comportamiento que se da por el diferencial de tasas de interés que se negocian en los mercados de dinero respectivos.

### **2.2.3 Riesgo presente en el Mercado de Divisas**

En las transacciones comerciales, financieras y de servicio con el exterior, es frecuente que las partes pacten efectuar un pago a plazo. La moneda puede ser la del país del comprador, la del país del vendedor o una tercera moneda. Como consecuencia de que el valor de las monedas es variable, existe un riesgo de tipo de cambio para las personas que deben efectuar cobros o pagos futuros en moneda extranjera, debido a la fluctuación que diariamente experimentan las divisas, puede afectar el rendimiento de las inversiones.

El riesgo de tipo de cambio aparece en diferentes transacciones, se considera que las más importantes son las siguientes:

#### **1. Las exportaciones**

La variación del tipo de cambio causa un efecto en la estructura económica de una empresa, si un empresario realiza exportaciones sus ingresos son en moneda extranjera y sus costos en moneda local; por lo tanto, el riesgo de tipo de cambio es al momento de cambiar la moneda extranjera por moneda local si hubiera una depreciación, viéndose reflejado en las utilidades de la empresa.

---

<sup>28</sup> Un billón es un millón de millones

## 2. Las importaciones

El empresario que realiza importaciones tiene ingresos en moneda local y sus costos en moneda extranjera; por lo tanto, el riesgo de tipo de cambio es al momento de cambiar la moneda local por moneda extranjera si hubiera una depreciación, viéndose reflejado en las utilidades de la empresa.

## 3. Préstamos al extranjero

Principalmente tiene dos formas de incurrir en riesgo de tipo de cambio

- Tasa de interés
- Devaluación de la moneda en que se pide prestado

## 4. Inversiones indirectas en el extranjero

Cualquier inversión en moneda extranjera puede traer riesgo de tipo de cambio, además de las compras que hacen los extranjeros en la Bolsa Mexicana de Valores, porque hay algunas acciones que cotizan en dólares.

Una característica importante del mercado de divisas, es que la estabilidad se logra a través de la tasa de interés. Los movimientos del tipo de cambio nominal<sup>29</sup> originados en las expectativas que crea el mismo precio de la divisa causan movimientos de la tasa de interés que hacen que ésta se aparte de la tasa de interés internacional<sup>30</sup>, tendiendo a situarse en un nivel superior cuando existen expectativas de depreciación y más baja cuando se espera una apreciación de la moneda local.

El mercado de divisas a plazo tiene la finalidad de cubrir el riesgo de tipo de cambio a quien tenga que efectuar pagos o cobros futuros en moneda extranjera, puede contratarse la compra o la venta a plazo de divisas que necesite, y de esta

---

<sup>29</sup> El tipo de cambio nominal se puede definir como el número de unidades de moneda nacional que debemos entregar para obtener una unidad de moneda extranjera, o de forma similar, el número de unidades de moneda nacional que obtengo al vender una unidad de moneda extranjera.

<sup>30</sup> Se explica con mayor detalle en el apartado Hipótesis de Fisher

forma asegurará que, llegado el momento del pago o cobro, puede obtener o ceder dichas divisas al cambio pactado, quedando a salvo de toda variación en el tipo de cambio.

#### **2.2.4 Cobertura del riesgo en el Mercado de Divisas**

Las transacciones con flujo en divisas poseen riesgo de tipo de cambio, que se origina con la necesidad de intercambiar divisas entre sí en un momento presente o futuro, a un precio o tipo de cambio.

El mercado de divisas como ya se mencionó, se segmenta en varios mercados, dos de ellos son: el mercado de operaciones del día, llamado mercado de contado o spot y el mercado en el que desde hoy se cierran operaciones futuras, llamado mercado a plazo o forward. Los riesgos del tipo de cambio se pueden cubrir a través de contratos financieros que intercambien al contado las divisas que se tienen por las divisas que necesitan, a través de operaciones de contado con precio pactado.

La evolución del precio de contado de un activo financiero, como la divisa, es prácticamente imposible controlar, pero si se puede fijar el precio spot en cualquier momento, dicho precio queda especificado entre las partes, el que compra y el que vende el activo financiero.

En el entendido que existen riesgos y que éste no se puede eliminar sino asumir, trasladar, administrar o cubrir, existen contratos que permite fijar el tipo de cambio dentro de un plazo, es decir, puede desde hoy fijar su precio de intercambio futuro. El tipo de cambio futuro entre dos divisas se forma de manera automática, con un

cálculo matemático desde el tipo de cambio spot, sumando el diferencial de tipos de interés que existe entre ambas divisas al plazo convenido<sup>31</sup>.

Esto se puede hacer si los participantes están dispuestos a realizar un contrato de futuros o un forward de intercambio de una divisa por otra, para que se pueda eliminar el riesgo de tipo de cambio. Los forward de divisas se contratan de manera espontánea en un mercado no organizado, conocido como OTC (*over the counter*), mientras que los futuros se contratan en mercados organizados, estos contratos son estándares en importes y plazos de vencimiento, cuentan con la garantía de una cámara de compensación.

Otra alternativa para cubrir los riesgos del tipo de cambio son las opciones en divisas, a cambio de una prima a pagar por quien las compra, le otorgan el derecho a cambiar un importe determinado de un activo financiero, como una moneda en otra distinta, a un precio pactado para ejercitar tal derecho en un momento futuro en el tiempo; puesto que es un derecho, llegado el vencimiento de la opción, puede o no ser ejercida, sólo se ejercerá la opción si el tipo de cambio en el mercado es favorable para el comprador, es decir, es mejor pagar el tipo de cambio existente en el mercado a pagar el tipo de cambio contratado en la opción.

## **2.3 Negociaciones en el Mercado de Divisas**

La cotización del tipo de cambio en el mercado de divisas se puede hacer de dos formas:

1. En términos europeos o cambio indirecto: es la cantidad de unidades de moneda necesarias para comprar un dólar estadounidense<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Fórmula para obtener el precio teórico de un Futuro de Divisas  $TC_{local} * \left[ \frac{1 + \frac{Tasa\ local * plazo}{360}}{1 + \frac{Tasa\ foranea * plazo}{360}} \right]$

AYALA GAYTAN Edgardo A., *et. al.*, Finanzas para todos desde el Financiero, México, El Financiero-Banamex, 2008, p306.

$$TC_{MEX} = (1_{USD} * TC_{MEX/USD}) \quad (12)$$

Por ejemplo el tipo de cambio peso/dólar es de 12.3459<sup>33</sup>, siendo la cotización o cambio indirecto de:

$$TC_{MEX} = (1 * 12.3459) = 12.3459_{MEX/USD}$$

2. En términos norteamericanos o cambio directo: es la cantidad de dólares necesarios para comprar una unidad de moneda.

$$TC_{MEX} = \left( \frac{1}{TC_{MEX}} \right) \quad (13)$$

Por ejemplo el tipo de cambio peso/dólar es de 12.3459, por lo tanto la cotización o cambio directo es:

$$TC_{MEX} = \left( \frac{1}{12.3459} \right) = 0.080998_{USD/MXP}$$

Es decir, se necesitan 0.080998 centavos de dólar para comprar un peso mexicano.

Además de la cotización directa o indirecta, el mercado de divisas maneja otra cotización, llamada tipo de cambio cruzado. Un tipo de cambio cruzado es aquel que establece el precio de una divisa en términos de otra sin que ninguna de las dos sea la moneda local del país en el que se está estableciendo el tipo de cambio.

La determinación del tipo de cambio cruzado es muy importante ya que de él se deriva la oportunidad de arbitraje, así como también el lugar donde resulta más conveniente realizar una operación de compra o de venta de divisas.

---

<sup>32</sup> Se hace la referencia del Dólar Estadounidense por ser la moneda base.

<sup>33</sup> Tipo de cambio FIX del 24 de diciembre de 2010

Para calcular el tipo de cambio cruzado hay tres diferentes formas, de acuerdo con Ayala<sup>34</sup>:

- Si se tiene la información de cotizaciones directas, lo que se hace es dividir las cotizaciones para obtener la cotización cruzada.

$$TC\left(\frac{A}{B}\right) = \frac{TC\left(\frac{A}{X}\right)}{TC\left(\frac{B}{X}\right)} \quad (14)$$

Donde:

A= Moneda del país A

B= Moneda del país B

X= Moneda del país X

Por ejemplo si se tiene la cotización USD1.3119/EUR<sup>35</sup> y la cotización USD1.5443/GBP, y se necesita la cotización GBP/EUR, lo que se hace es dividir:

$$\frac{1.3119}{1.5443} = 0.8495$$

Es decir, se sabe cuántos dólares se requieren por un Euro o por una Libra Esterlina pero no se sabe cuántas Libras Esterlinas se requieren por un Euro. Quedando el tipo de cambio cruzado GBP 0.8495/EUR

- Si se tiene la información de cotizaciones indirectas, lo que se hace es dividir las cotizaciones para obtener la cotización cruzada.

$$TC\left(\frac{B}{A}\right) = \frac{TC\left(\frac{B}{X}\right)}{TC\left(\frac{A}{X}\right)} \quad (15)$$

---

<sup>34</sup> AYALA GAYTAN Edgardo A., *et. al.*, Finanzas para todos desde el Financiero, México, El Financiero-Banamex, 2008, p280.

<sup>35</sup> Los tipos de cambio corresponden al día 24 de diciembre de 2010, tomados del periódico El Financiero del 27 de diciembre de 2010

Por ejemplo si se tiene la cotización EUR 0.7623/USD y la cotización GBP0.6475/USD, y se necesita la cotización GBP/EUR, lo que se hace es dividir

$$\frac{0.6475}{0.7623} = 0.8495$$

Quedando el tipo de cambio cruzado GBP 0.8495/EUR

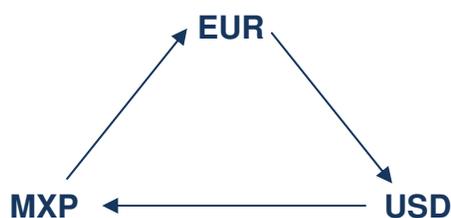
- Si se tiene la información de una cotización directa y una indirecta, lo que se hace es multiplicar las cotizaciones para obtener la cotización cruzada.

$$TC\left(\frac{A}{B}\right) = TC\left(\frac{A}{X}\right) * TC\left(\frac{X}{B}\right) \quad (16)$$

Por ejemplo si se tiene la cotización GBP 0.6475/USD y la cotización USD1.3119/EUR, y se necesita la cotización GBP/EUR, lo que se hace es multiplicar  $0.6475 * 1.3119 = 0.8495$ ; quedando el tipo de cambio cruzado GBP 0.8495/EUR.

Recordando que el tipo cambio cruzado puede provocar que los participantes del mercado de divisas encuentren una oportunidad de arbitraje, debido a que el arbitraje se presenta cuando el precio de una moneda es diferente en dos mercados, obteniendo una ganancia libre de riesgo.

El arbitraje que se genera cuando el tipo de cambio cruzado es diferente del tipo de cambio directo, se le conoce como arbitraje triangular, éste nombre se da porque se realiza una triangulación entre monedas, a través de una tercera moneda; el triangulo inicia con la moneda nacional, se llevan a cabo dos conversiones de divisas y se termina con la moneda de inicio, cerrando así el triangulo, la utilidad del arbitraje se da al momento de realizar el cambio de la segunda a la tercera moneda cuando el tipo de cambio directo no coincide con el tipo de cambio cruzado, se aprecia en la figura 8:



**Figura 8. Arbitraje**

Este tipo de operaciones tienen una duración muy limitada ya que el mismo mercado por la oferta y demanda hace que se cierren esas pequeñas oportunidades, además de los costos de transacciones que se reflejan en la cotización de compra y de venta hacen casi imposible el arbitraje.

Estas negociaciones en el mercado de divisas que se describieron anteriormente se determinan por dos grandes variables económico financieras llamadas comúnmente fundamentales: inflación y tasa de interés, que a la vez se resumen en dos teorías del tipo de cambio:

1. Paridad del Poder de Compra
2. Paridad de los tipos de interés

### **Paridad del Poder de Compra (la relación entre la inflación y el tipo de cambio)**

Para la explicación de la relación entre la inflación y el tipo de cambio, existe la teoría llamada la paridad del poder de compra (PPC)<sup>36</sup>, se basa en la *ley del precio único*, que sostiene que los bienes similares deben tener el mismo precio en todos los mercados, lo que implica que sea indiferente adquirir el bien en un país u otro, ya que si no fuese así se producirían excesos de demanda sobre los

---

<sup>36</sup> La idea básica de la PPC se presentó inicialmente por los economistas clásicos, como David Ricardo en el siglo XIX, posteriormente el economista sueco Gustav Cassel fue quien popularizó la PPC en la década de 1920, porque muchos países registraron hiperinflación (entendiendo que hiperinflación es una inflación muy elevada, fuera de control, en la que los precios aumentan rápidamente al mismo tiempo que la moneda pierde su valor)

bienes más baratos que llevarían finalmente a que los precios se elevarán y alcanzarán un nivel similar. Como los precios de cada país se establecen en su propia moneda, la igualdad de valor se produce en función del tipo de cambio, por lo tanto, según la teoría el tipo de cambio entre dos monedas se encontrará en equilibrio cuando se iguale el precio de los bienes en ambos países. Asimismo, sostiene que el tipo de cambio depende de la tasa de inflación, estableciendo una relación de orden directo; es decir, si la inflación disminuye el tipo de cambio se aprecia, y viceversa.

Simbólicamente se puede explicar la PPC, iniciando con la ecuación de la Ley del Precio Único

$$P_A = S(A/B) * P_B \quad (17)$$

Donde:

$P_A$  = Precio del bien en el país A

$S(A/B)$  = Tipo de cambio referente al país A con el país B

$P_B$  = Precio del bien en el país B

Cabe mencionar que la ecuación (17), es igual tanto para la Ley del Precio Único, como para la forma absoluta de la PPC, la diferencia es que la Ley del Precio Único es aplicada sólo a un bien, mientras que la forma absoluta considera un conjunto de productos que integran la canasta de bienes de cada país.

De la ecuación (17) se puede derivar para que pueda proporcionar el tipo de cambio en términos de costo relativo del bien en los dos países, quedando

$$S(A/B) = \frac{P_A}{P_B} \quad (18)$$

Para expresar la PPC en su forma relativa, la ecuación (17) se mantiene en su forma absoluta en algún momento en el tiempo, es decir

$$P_A = S\left(\frac{A}{B}\right) * P_B$$

Donde:

$S\left(\frac{A}{B}\right)$  = Es la variación porcentual en el tipo de cambio a lo largo de un año

$P_A$  y  $P_B$  = Son las variaciones porcentuales en los niveles de precios en el país A y en el país B, a lo largo de un año, es decir, son las tasas anuales de inflación.

Por lo tanto al final de un año, para que PPC continúe manteniéndose, es necesario que:

$$P_A(1 + P_A) = S(A/B)[1 + S(A/B)] * P_B(1 + P_B) \quad (19)$$

Utilizando la ecuación (19) en la ecuación (17), mediante cancelación se obtiene

$$(1 + P_A) = [1 + S(A/B)] * (1 + P_B) \quad (20)$$

De la ecuación (20) se realiza un despeje

$$S(A/B) = \frac{1 + P_A}{1 + P_B} - 1 \quad (21)$$

De forma alternativa, la ecuación (21) se puede representar como:

$$S(A/B) = \frac{1 + P_A}{1 + P_B} \quad (22)$$

La ecuación (22) es la condición de la PPC (Paridad del Poder de Compra) en su forma relativa o dinámica. Esta es la expresión que explica la variación del tipo de cambio en función de las variaciones en los precios de los bienes o canastas de bienes entre dos países.

Por ejemplo para la PPC en su forma absoluta de acuerdo con Kozikowski<sup>37</sup>, el nivel de precios en México debe ser igual al nivel de precios en Estados Unidos multiplicado por el tipo de cambio, por lo tanto, en términos de dólares y pesos los precios en México y en Estados Unidos deben ser idénticos. “Si una familia de cuatro personal necesita \$1000 USD para vivir un mes en Estados Unidos y la misma familia necesita \$10,000 PMX para vivir un periodo igual y al mismo nivel en México, el tipo de cambio peso/dólar debe ser de \$10. ”

Kozikowski en cambio para la PPC en su forma relativa, nos dice que “El tipo de cambio de la moneda más débil debe crecer a un ritmo que compense la diferencia en las tasas de inflación en las dos monedas”, por ejemplo: Se tiene un tipo de cambio peso/dólar de 11.20 a principio de año, una tasa de inflación esperada para el año en México de 4.50% y una tasa esperada para el mismo año en Estados Unidos de 2.25%; por lo tanto el tipo de cambio a finales de año debería ser de:

$$\frac{1 + 0.045}{1 + 0.0225} = 1.0220$$

11.20 \* 1.0220 = 11.4465 pesos por dólar

### **La relación entre la tasa de interés y el tipo de cambio**

La teoría de la paridad de los tasas de interés (PTI)<sup>38</sup>, se basa en la *ley del precio único*, pero ésta se aplica a los mercados de activos financieros en cuanto a que aquéllos activos que estén cotizados en la misma moneda deberán tener el mismo valor sea cual sea el mercado en que coticen, eliminando la posibilidad de arbitraje. Es decir, esta teoría demuestra que el diferencial entre los tasas de interés de dos países debe ser igual a la tasa de apreciación o depreciación esperada de la divisa con relación a la moneda nacional.

---

<sup>37</sup> KOZIKOWSKI ZARSKA Zbigniew, “Finanzas Internacionales”, México, McGraw-Hill, 2000, 368pp

<sup>38</sup> Esta teoría se da a finales del siglo XIX, pero no fue difundida hasta la década de 1920 gracias a la obra de John M. Keynes “Tratado sobre la reforma monetaria de Keynes” (1924)

---

Simbólicamente se puede representar de la siguiente forma:

Cuando un inversionista invierte en una moneda a la tasa de interés de ese país, se espera que el valor al vencimiento sea

$$\$_A(1 + i_A) \quad (23)$$

Donde:

$\$_A$  = Moneda del país A

$i_A$  = Tasa de interés del país A

Por lo tanto la ecuación (23), indica lo que el inversionista tendría al final del periodo, es decir, el valor de la moneda más un incremento dado por la tasa de interés.

Si el inversionista desea invertir en otro país, deberá llevar a cabo las siguientes operaciones:

1. Cambiar su moneda A por la moneda B del país a donde desee invertir
2. Invertir la moneda B a la tasa de interés del país donde está invirtiendo
3. Asegurar un tipo de cambio futuro (puede ser con un contrato Forward), para poder recuperar la moneda A

Por lo tanto, simbólicamente las operaciones quedan

$$(1 + i_B) * TC_F(B/A) - M_0(B/A) \quad (24)$$

Donde:

$(1 + i_B)$  = Incremento de acuerdo a la tasa de interés

$TC_F(B/A)$  = Tipo de cambio a futuro

$M_0(B/A)$  = Tipo de cambio spot

La ecuación (24) representa la ganancia cambiaria, si se divide por el tipo de cambio spot  $M_0(B/A)$  el resultado será la ganancia por unidad monetaria, y ésta debe ser igual a  $i_B$  para que no exista arbitraje, quedando

$$i_B = \frac{(1 + i_B) * TC_F(B/A) - M_0(B/A)}{M_0(B/A)} \quad (25)$$

Donde:

$i_B$  = Tasa de interés del país B

Realizando algunas simplificaciones la ecuación (25) queda de la siguiente forma:

$$\frac{(1 + i_B)}{(1 + i_A)} = \frac{TC_F(B/A)}{M_0(B/A)} \quad (26)$$

En términos más generales, la ecuación (26) puede expresarse de la siguiente forma, realizando con un despeje:

$$TC_F = M_0 \left[ \frac{(1 + i_B)}{(1 + i_A)} \right] \quad (27)$$

Donde:

$M_0$  = Tipo de cambio spot

La cual es la representación formal de la PTI (Paridad de la Tasa de Interés)

Un ejemplo numérico de esta teoría lo presenta Mascareñas<sup>39</sup>, “un depósito en dólares a un año de plazo realizado en un banco X en Estados Unidos por un importe de un millón paga un interés del 7%, mientras que un depósito equivalente en pesos en una sucursal del banco X en México paga un interés del 5%, debido a que los tipos de interés son mayores en Estados Unidos los inversionistas en pesos estarían dispuestos a trasladar sus fondos; para lo que venderán pesos y comprarán dólares.

$$\frac{1 + 0.07}{1 + 0.05} = 1.90\%$$

---

<sup>39</sup> MASCAREÑAS Juan, “El Tipo de Cambio”, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Octubre 2005, <<http://www.ucm.es/info/jmas/infin/divisas.pdf>>

El diferencial entre las tasas de interés es de 1.90%, por lo que la moneda más débil debe ofrecer la tasa de interés lo suficientemente alta para compensar exactamente la apreciación de la moneda más fuerte; si se cumple la PTI, al inversionista le da exactamente igual invertir en dólares o en pesos

### **La Hipótesis de Fisher**

La hipótesis de Fisher se divide en dos hipótesis:

1. Efecto Fisher o Hipótesis Cerrada
2. Efecto Fisher Internacional o Hipótesis abierta

La **Hipótesis Cerrada**, parte de la base de que los tasas de interés nominales de un determinado país reflejan anticipadamente los rendimientos reales ajustados por las expectativas de inflación en el mismo, por lo tanto, los tasas de interés nominales diferirán entre los diversos países debido únicamente a los diferenciales de inflación existentes entre los mismos, y estos diferenciales deberán reforzar las alteraciones esperadas en los tipos de cambio spot.

En términos algebraicos el efecto Fisher se puede representar de la siguiente forma:

$$(1 + i) = (1 + r) * (1 + g) \quad (28)$$

Donde:

$i$  = tasa de interés nominal

$r$  = tasa de rendimiento real

$g$  = tasa esperada de inflación

Como la intención es conocer el rendimiento de dos monedas, la ecuación (28) se tiene que aplicar para cada una de ellas.

$$(1 + i_A) = (1 + r_A) * (1 + g_A) \quad \text{y} \quad (1 + i_B) = (1 + r_B) * (1 + g_B)$$

Si se restan las dos ecuaciones y se supone que se cumple el efecto Fisher, es decir, que  $r_A = r_B = r$ , se obtiene:

$$i_B - i_A = (1 + r) * (g_A - g_B) \quad (29)$$

Si se divide la ecuación (29) por  $(1 + r)$  se obtiene:

$$\frac{i_B - i_A}{1 + r} = (g_B - g_A) \quad (30)$$

Si se vuelve a dividir la ecuación (30) por  $(1 + g_A)$ , se obtiene la expresión que muestra el efecto Fisher.

$$\frac{i_B - i_A}{1 + i_A} = \frac{g_B - g_A}{1 + g_A} \quad (31)$$

Retomando el ejemplo anterior donde Estados Unidos ofrece una tasa de interés del 7% y México una tasa de interés de 5%, la hipótesis cerrada nos dice que el diferencial tanto de inflación y de tasa de interés nominal de Estados Unidos con respecto a México deberá ser de 1.90%.

La **Hipótesis Abierta**, implica que el rendimiento del inversionista internacional estará formado por dos componentes:

1. El tasa de interés nominal
2. Las variaciones del tipo de cambio

Según la teoría, el rendimiento del inversionista internacional debe ser igual a largo plazo entre los diferentes países, al igual deberá ocurrir que aquel país que ofrezca un menor tasa de interés nominal deba elevar el valor de su moneda para proporcionar al inversionista un beneficio que le compense del menor tasa de interés; por el contrario aquel país con un mayor tasa de interés nominal verá

disminuido el valor de su moneda, con lo que se igualará el rendimiento del inversionista entre estos dos países.

Esta hipótesis toma en cuenta a la PPC y el efecto Fisher, obteniendo

$$t_{A/B} = \frac{i_B - i_A}{1 + i_A} \quad (32)$$

En su forma simplificada la ecuación (32) queda:

$$t_{A/B} = i_B - i_A \quad (33)$$

Donde:

$t_{A/B}$  = Variación del tipo de cambio entre el país A y B

$i_A$  = Tasa de interés del país A

$i_B$  = Tasa de interés del país B

Continuando con el ejemplo la hipótesis abierta nos dice que si el diferencia de las tasas de interés es de 1.90% entre Estados Unidos y México, entonces el dólar debería depreciarse en 1.90%, con lo que se igualaría el rendimiento total del inversionista entre estos dos países.

## **2.4 Resumen Capitular**

En el presente capítulo se describe en forma general al mercado de divisas, el cual, es donde acuden tanto los compradores como los vendedores de diferentes naciones para realizar un intercambio de monedas, permitiendo con ello la realización de transacciones internacionales, además de que tiene grandes ventajas este mercado, por mencionar algunas: es electrónico, su horario, la liquidez, entre otras; debido a esto existen dos modalidades del mercado que es al menudeo y al mayoreo, como su nombre lo indica el menudeo es donde se realizan transacciones de bajo monto y el mayoreo es donde se llevan a cabo las grandes transacciones.

Otro punto importante son los participantes en el mercado, siendo cualquier persona que intercambie una moneda por otra, pero los principales participantes que regularmente utilizan el mercado son: las empresas, los inversionistas institucionales, los bancos comerciales y los bancos centrales; llevados a participar en él debido a diferentes motivos, por ejemplo el comercio internacional, el horario, la liquidez o simplemente una inversión buscando algún rendimiento; pero al igual que se puede obtener un rendimiento existen riesgos al tratar de entrar al mercado, ya que el valor de la moneda o tipo de cambio es variable, el cual puede generar pérdidas en las transacciones comerciales (exportaciones e importaciones), por lo tanto, se ha desarrollado el mercado de divisas a plazo el cual tiene la finalidad de cubrir el riesgo de cambio, es decir, existen hoy en día ciertos instrumentos financieros como son: los contratos de futuros o los forwards que ayudan a que las partes interesadas pacten un tipo de cambio futuro y así se pueda garantizar el flujo de efectivo en un tiempo determinado.

Una de las partes más importantes que se deben de tener en cuenta dentro del mercado de divisas son los tipos de cotizaciones, existen las directas e indirecta y también la cotización cruzada, la cual si se llega a entender la forma de realizarlas se pueden aprovechar las oportunidades de arbitraje, es decir, el arbitraje se

genera cuando el tipo de cambio cruzado es diferente al tipo de cambio directo y se puede obtener una ganancia sin ningún tipo de riesgo, este tipo de operación se le conoce como arbitraje triangular porque se cambia una moneda por otra, a su vez esta segunda se cambia por otra, para que al final se cambie por la moneda local o doméstica, generando en el cambio de la segunda a la tercera moneda la ganancia.

Por último se describen cuáles son los determinantes del tipo de cambio, existen varias teorías que han tratado de explicar las variaciones del tipo de cambio, las cuales se basan en dos factores principalmente que son la tasa de interés y la inflación, es importante conocer cómo afectan en las decisiones de los inversionistas.

La teoría de la paridad del poder adquisitivo tiene que ver con la inflación porque de acuerdo a la teoría tiene una relación directa con el tipo de cambio, esta teoría sostiene que los bienes similares deben tener el mismo precio en todos los mercados, para que no haya sobredemanda en un mercado.

La teoría de la paridad de las tasas de interés tiene que ver, como su nombre lo indica con las tasas de interés por lo que la teoría demuestra que el diferencial entre las tasas de interés de dos países debe ser igual a la tasa de apreciación o depreciación esperada de la divisa con relación a la moneda nacional.

### **3. Modelo Media-Varianza**

Hasta este punto se ha considerado una moneda o divisa como un activo financiero<sup>40</sup>, por tal motivo, se define de acuerdo al boletín C-2 “Instrumentos Financieros”, un activo financiero es cualquier que sea:

- a) efectivo
- b) un derecho contractual para recibir de otra entidad efectivo u otro activo financiero
- c) derecho contractual para intercambiar instrumentos financieros con otra entidad que fundamentalmente se espera darán beneficios futuros
- d) un instrumento de capital de otra entidad

Se sabe que los inversionistas para proteger sus recursos, en lugar de invertir en una sola alternativa, buscan varios activos financieros en los cuales depositan sus recursos en forma proporcional al riesgo y el rendimiento esperado.

En sí construir un portafolio significa realizar la selección adecuada de los activos o instrumentos que lo integrarán (en este caso son divisas); así como también determinar la proporción de cada uno de ellos en cada portafolio, para lograr maximizar los rendimientos y también para lograr la diversificación.

El modelo de Harry Markowitz ha conseguido un gran éxito a nivel teórico, dando lugar a múltiples desarrollos y derivaciones, e incluso sentando las bases de diversas teorías de equilibrio en el mercado de activos financieros. Sin embargo, según Mendizabal<sup>41</sup> “la utilización en la práctica entre gestores de portafolios y analistas de inversiones no ha sido tan extensa como podría suponerse de su éxito teórico”, por tal motivo en el siguiente capítulo se lleva a cabo una

---

<sup>40</sup> Boletín C-2 “Instrumentos Financieros” de las normas de información financiera mexicanas vigente para 2011, emitidas por el CINIF (consejo mexicano para la investigación y desarrollo de las normas de información financiera)

<sup>41</sup> MENDIZABAL ZUBELDIA Alaitz *et.al* El modelo de Markowitz en la gestión de carteras Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea Cuadernos de Gestion Vol. 2 No. 1 2002

comparación, entre diseñar portafolios de inversión siguiendo la metodología planteada por Harry Markowitz o diseñar portafolios de forma aleatoria.

Harry Markowitz desarrolla su modelo sobre la base del comportamiento racional del inversionista. Es decir, el inversionista desea el rendimiento y rechaza el riesgo. Por lo tanto, para él un portafolio será eficiente si proporciona el máximo rendimiento posible para un riesgo dado, o de forma equivalente, si presenta el menor riesgo posible para un nivel determinado de rendimiento.

### **3.1 Selección de Divisas**

La selección de las divisas para la elaboración de la base de datos se llevo a cabo de acuerdo al informe publicado por el Banco Internacional de Pagos (*Bank for International Settlements*) sobre la actividad mundial del mercado de divisas 2010<sup>42</sup>, el cual indica cuales fueron las monedas con el mayor número de transacciones, se muestran en el cuadro 1.

---

<sup>42</sup> BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS <http://www.bis.org/publ/rpfx10t.htm>

\* Son las monedas que Banco de México en su reporte Otras Cotizaciones Mensuales no aparecen

**Cuadro 1. Divisas de mayor actividad mundial al 2010**

	<b>PAIS</b>	<b>MONEDA</b>	<b>CLAVE</b>
	Estados Unidos	Dólar	USD
1	Unión Monetaria Europea	Euro	EUR
2	Japón	Yen	JPY
3	Gran Bretaña	Libra Esterlina	GBP
4	Australia	Dólar	AUD
5	Suiza	Franco	CHF
6	Canadá	Dólar	CAD
7	Hong Kong	Dólar	HKD
8	Suecia	Corona	SEK
9	Nueva Zelanda	Dólar	NZD
10	Corea del Sur	Won	KRW
11	Singapur	Dólar	SGD
12	Noruega	Corona	NOK
13	México	Peso	MXP
14	India	Rupia	INR
15	Rusia	Rublo	RUB
16	China	Yuan o Renminbi	CHY
17	Polonia	Zloty	PLN
	Turquía	Lira	*
18	Sudáfrica	Rand	ZAR
19	Brasil	Real	BRL
20	Dinamarca	Corona	DKK
21	Taiwán	Nuevo Dólar	TWD
22	Hungría	Forint	HUF
23	Malasia	Ringgit	MYR
24	Tailandia	Baht	THB
25	República Checa	Corona	CZK
26	Filipinas	Peso	PHP
27	Chile	Peso	CLP
28	Indonesia	Rupia	IDR
29	Israel	Nuevo Shekel	ILS
30	Colombia	Peso	COP
31	Rumania	Leu	RON
32	Arabia Saudita	Riyal	SAR
33	Argentina	Peso	ARS
34	Perú	Nuevo Sol	PEN
	Lituania	Litas	*

Fuente: Elaboración propia con datos BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS y BANXICO

De acuerdo al cuadro 1, sólo se están tomando en cuenta 34 de las 36 divisas para la elaboración de la base de datos de los tipo de cambio diarios; teniendo el

entendido que el dólar estadounidense no se considera porque los tipos de cambio de las monedas están referenciadas a esta divisa, la cotización es de forma indirecta, es decir, cuántos dólares estadounidenses se necesitan para comprar dicha moneda.

Para aplicar la teoría de portafolio, es necesario conocer los valores de las medias y las desviaciones estándar de los rendimientos de cada una de las monedas; para esto se calculan los rendimientos diarios<sup>43</sup> (los datos obtenidos en Finsat y Fxtop<sup>44</sup>), a lo largo del periodo de estudio, el cual comprende del 01 de Enero de 2007 al 31 de diciembre de 2010; se aclara que se han eliminado algunas cotizaciones para homogeneizar la información. Un inconveniente que suele presentarse para cualquier modelo es que se emplean datos históricos, siendo los valores del rendimiento esperado tan sólo una estimación y no una predicción de lo que realmente va a suceder.

La elección de las monedas que conforman el portafolio generalmente suele ser una decisión difícil, es por eso que el enfoque de Harry Markowitz se centra en tres parámetros básicos de estadística: Media, Varianza y Covarianza de los rendimientos diarios de las monedas.

El criterio de selección de las divisas aplicado fue:

1. Incluir seis monedas<sup>45</sup>, que estén dentro de las 15 primeras con mayor número de transacciones
2. Se busca un rendimiento positivo alto

---

<sup>43</sup> Se toma como rendimiento diario la variación diaria del tipo de cambio, es decir, el valor actual entre el valor anterior, los cuales se pueden ver en el Anexo A

<sup>44</sup> Finsat, Base de Datos de cotizaciones de tipos de cambio del periódico El Financiero  
Convertidor de divisas Fxtop

<http://fxtop.com/es/historates.php3?C1=USD&C2=INR&DD1=01&MM1=01&YYYY1=2007&B=1&P=&I=1&DD2=31&MM2=12&YYYY2=2010&btnOK=lr>

<sup>45</sup> El número de monedas para integrar el portafolio fue al azar, quedando como entendido que puede ser un portafolio con  $n$  activos, para el cual, se lleva a cabo el mismo procedimiento.

3. La correlación<sup>46</sup> entre las monedas que no sea mayor a 20%<sup>47</sup>, (permite observar como varía el rendimiento de una moneda con respecto a otra)

Las monedas que integran el portafolio son:

- Euro
- Yen
- Libra Esterlina
- Dólar Hong Kong (HKD)
- Dólar Neo Zelandés (NZD)
- Rupia.

El nivel de correlación que existe entre las monedas se presenta en el cuadro 2, recordando que el coeficiente de correlación es un índice simétrico, es decir, la correlación entre los rendimientos del activo A, con los rendimientos del activo B, es igual al nivel de correlación entre los rendimientos del activo B con los rendimientos del activo A; por eso son iguales los valores a la derecha sobre la diagonal principal. Además, la correlación de un activo consigo mismo es 1, para determinar el coeficiente de correlación se aplicó la ecuación 1.

$$\rho_{ij} = \frac{Cov(r_i * r_j)}{\sigma_i^2 * \sigma_j^2}$$

**Cuadro 2. Matriz de Correlaciones de las divisas que integran el portafolio**

	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA
EURO	100%	8%	51%	4%	16%	16%
YEN	8%	100%	-8%	3%	-10%	-9%
LIBRA ESTERLINA	6%	1%	100%	1%	13%	14%
DOLAR HKD	4%	3%	2%	100%	-1%	-0.1%
DOLAR NZD	16%	-10%	1%	-1%	100%	3%
RUPIA	16%	-9%	3%	-0.1%	3%	100%

<sup>46</sup> Ver anexo B

<sup>47</sup> El 20% de correlación se acerca a cero por lo tanto se tiene menos confianza que haya dependencia lineal entre las monedas, permitiendo encontrar un portafolio con un riesgo inferior al menor riesgo individual presente en el portafolio.

Una vez elegidas las monedas que integraran el portafolio se procede a realiza el cálculo de riesgo y rendimiento.

### **3.2 Medición del rendimiento del Portafolio**

La información necesaria para llevar a cabo el cálculo del rendimiento del portafolio, son los rendimientos históricos de las divisas y la proporción del monto de la inversión que se destinará a cada moneda, cabe aclarar que se toma como rendimiento diario de las divisas las variaciones del tipo de cambio, es decir, el tipo de cambio del Euro con respecto al Dólar Estadounidense de hoy con el tipo de cambio del Euro con respecto al Dólar Estadounidense de ayer.

Las variables que intervienen en el cálculo del rendimiento final del portafolio son el rendimiento del instrumento  $i$  y la proporción destinada a cada moneda, se le denota  $w_i$ , donde el subíndice  $i$  hace referencia al instrumento  $i$ , el cálculo del rendimiento del portafolio es un promedio ponderado de los rendimientos esperados de cada uno de las monedas que lo componen, la formula a emplear es (ecuación 2):

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i)$$

Donde:

$E(r_p)$  = rendimiento esperado de un portafolio

$w_i$  = ponderación de la inversión realizada en cada activo del portafolio

$E(r_i)$  = rendimiento esperado de cada activo del portafolio

No se debe olvidar que se tiene que cumplir la siguiente restricción:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 100\%$$

**Cuadro 3. Rendimiento promedio diario de las divisas que integran el portafolio**

<b>Rendimiento Diario</b>	<b>EURO</b>	<b>YEN</b>	<b>LIBRA ESTERLINA</b>	<b>DOLAR HKD</b>	<b>DOLAR NZD</b>	<b>RUPIA</b>
	0.0049%	0.0420%	0.2018%	0.0002%	0.0651%	0.0041%

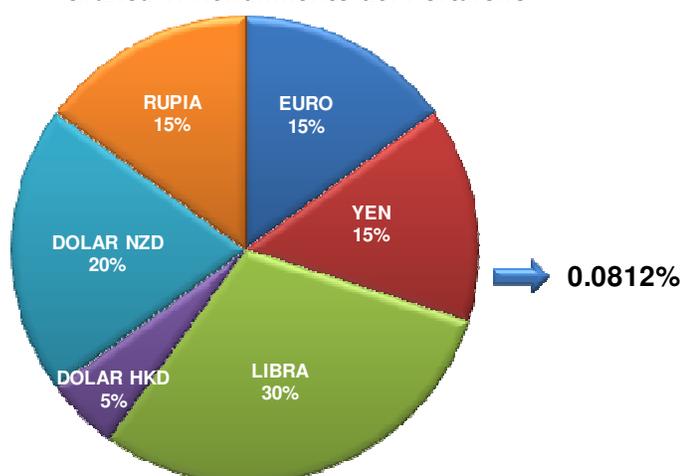
En el cuadro 3 se presentan los resultados de los rendimientos promedios diarios obtenidos de las monedas que integran el portafolio.

Para realizar el cálculo del rendimiento es necesario conocer qué porcentaje de inversión se va a destinar a cada una de las monedas, para determinarlo en un primer momento se decide ponderarlo de acuerdo al rendimiento promedio que ofrece cada una de las monedas, por ejemplo, la Libra Esterlina ofrece un rendimiento promedio de 0.2018%, siendo el mayor rendimiento observado dentro de las monedas integrantes, por lo tanto, se decide invertir un 30% en esta moneda, así sucesivamente se destinan los porcentajes de cada moneda en el portafolio.

**Cuadro 4. Proporciones de divisas que integran el portafolio**

<b>EURO</b>	15%
<b>YEN</b>	15%
<b>LIBRA ESTERLINA</b>	30%
<b>DOLAR HKD</b>	5%
<b>DOLAR NZD</b>	20%
<b>RUPIA</b>	15%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Gráfica 1. Rendimiento del Portafolio



El rendimiento promedio diario que ofrece el portafolio de inversión con la combinación y proporciones de las monedas presentado en el cuadro 4, es de 0.0812%, con una tasa de rendimiento anual esperada de 22.70% (año 252 días).

### 3.3 Medición del riesgo del Portafolio

El riesgo del portafolio considera la variación que existe entre cada uno de los rendimientos de las divisas que integran el portafolio y el valor del rendimiento promedio del portafolio, mientras los rendimientos obtenidos se encuentran más alejados del valor promedio del portafolio se tendrá una mayor variabilidad de los rendimientos, representando un mayor riesgo, como se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 5. Riesgo promedio de diario de las divisas que integran el portafolio

Riesgo Diario	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA
	0.7273%	0.8781%	7.1799%	0.0476%	3.6231%	1.0362%

Para la medición del cálculo del riesgo del portafolio es necesario conocer la covarianza (para la obtención de la covarianza se utiliza la ecuación 5), que existe entre cada una de las monedas, lo cual se puede observar en el cuadro 6.

$$COV(r_i r_j) = \sum_{i,j=1}^n (r_i - \bar{r}_i) (r_j - \bar{r}_j)$$

**Cuadro 6. Matriz de Varianza-Covarianza de las divisas que integran el portafolio**

	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA
EURO	0.005290%	0.000484%	0.001716%	0.000014%	0.004261%	0.001241%
YEN	0.000484%	0.007710%	0.001956%	0.000012%	-0.003291%	-0.000781%
LIBRA ESTERLINA	0.001716%	0.001956%	0.515508%	0.000433%	-0.000110%	-0.000022%
DOLAR HKD	0.000014%	0.000012%	0.000433%	0.000023%	-0.000010%	-0.000001%
DOLAR NZD	0.004261%	-0.003291%	-0.000110%	-0.000010%	0.131266%	0.001018%
RUPIA	0.001241%	-0.000781%	-0.000022%	-0.000001%	0.001018%	0.010738%

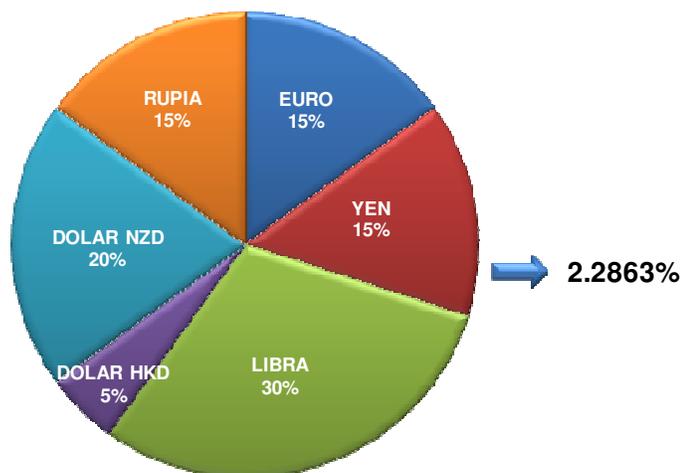
La matriz anterior debe su nombre de varianza debido a que la covarianza de un activo en relación a sí mismo (ver valores de la diagonal principal) es la varianza del activo, por ejemplo, la covarianza del Euro con Euro 0.005290% es igual a la varianza del mismo. Al igual que la correlación, la covarianza es simétrica, motivo por el cual se encuentran los mismos valores a la derecha de la diagonal de la matriz de varianzas covarianzas.

Una vez que se conoce el riesgo promedio diario y las covarianzas entre las monedas, se procede al cálculo del riesgo del portafolio.

El cálculo del riesgo se lleva a cabo con la siguiente fórmula (ecuaciones 3 y 4), las cuales al aplicarlas se obtienen los resultados observados en el gráfico 2.

$$\sigma_{r_p}^2 = \sum_{i,j=1}^n w_i w_j cov(r_i r_j) \qquad \sigma_{r_p} = \sqrt{\sigma_{r_p}^2}$$

Gráfica 2. Riesgo del Portafolio



Con la combinación de monedas y con las proporciones de acuerdo al rendimiento ofrecido, se obtiene un riesgo diario de 2.2863%, equivalente a 36.29%<sup>48</sup> anual.

Los resultados obtenidos de riesgo y rendimiento, han sido considerando las proporciones (cuadro 4) de acuerdo al rendimiento promedio que ofrecen en el periodo de estudio, para conocer cuál es la combinación óptima de las monedas, así como también la proporción que debe integrar el portafolio con cada una de éstas, se tiene que estimar una nueva combinación de estas divisas para integrar el portafolio óptimo.

Para encontrar la combinación precisa de las monedas que integren el portafolio óptimo con el menor riesgo posible se plantea el siguiente procedimiento:

Se toma el rendimiento dado en el portafolio, recordando que se va a minimizar el riesgo dado un rendimiento

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i)$$

Se minimiza el riesgo obtenido en el portafolio.

<sup>48</sup> Riesgo diario multiplicada por  $\sqrt{t}$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{Cov}_{ij}$$

El cual está sujeto a que la suma de las proporciones sea igual a 1 o el 100%

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

Se reconoce que es de uso común para hacer una combinación óptima utilizar el multiplicador de Lagrange<sup>49</sup>, la intención en esta tesis no es la de aplicar este tipo de métodos matemáticos, sino de aplicar su metodología; para ello se utiliza la herramienta Solver<sup>50</sup> de Excel.

Una vez realizado el procedimiento de optimización se obtienen los siguientes resultados que muestra el cuadro 7.

**Cuadro 7. Riesgo y Rendimiento del Portafolio Eficiente**

<b>EURO</b>	0%	<b>0.0812%</b>	<b>1.7716%</b>
<b>YEN</b>	60%		
<b>LIBRA ESTERLINA</b>	22%		
<b>DOLAR HKD</b>	0%		
<b>DOLAR NZD</b>	18%		
<b>RUPIA</b>	0%		
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		

De acuerdo a la herramienta Solver, la combinación óptima que debe tener el portafolio es invirtiendo el 60% en el Yen, el 22% en la Libra Esterlina y el 18% en el Dólar de Neozelandés, con dicha combinación se conserva el rendimiento obtenido de 0.0812%, con el menor riesgo posible de 1.7716%.

---

<sup>49</sup> Ver anexo D

<sup>50</sup> SOLVER es un algoritmo incorporado como parte de las herramientas de Excel que permite encontrar valores para un conjunto de variables, tal que una función objetivo que las incluye como argumentos, alcance un valor especificado, o bien que su valor sea máximo o mínimo, sujeto a que se cumplan ciertas restricciones.

De esta forma se obtiene un portafolio eficiente, aplicando la metodología del Modelo Media-Varianza.

### **3.4 Portafolios Aleatorios**

Para la elaboración de portafolios aleatorios se realiza el mismo procedimiento, anteriormente expuesto (Modelo Media-Varianza) para obtener riesgo y rendimiento de varios portafolios de inversión, la diferencia radica en que la selección de las divisas a integrar cada portafolio se elige de forma aleatoria, por lo que no se respeta el coeficiente de correlación entre las divisas, el procedimiento se describe a continuación.

1. Para calcular portafolios aleatorios primero se conforma la base de datos y se le asigna un número a cada divisa, por ejemplo
  1. Euro
  2. Yen
  3. Libra
  4. ...
  5. ...
  - ⋮
  34. Perú
2. Con la ayuda de la función de Excel, ALEATORIO.ENTRE (inferior, superior), se establece el número inferior 1 y como número superior 34, la función genera un número ubicado entre el 1 y el 34 que es total de la muestra de las monedas; posteriormente como se desea obtener 6 números aleatorios únicamente se selecciona la celda del número generado y se desliza 5 celdas hacia abajo para obtener los números referidos a las monedas que integrarán cada uno de los portafolios.
3. Una vez que se han obtenido las monedas que integraran cada uno de los portafolios se aplica, el procedimiento (Media-Varianza) aplicado anteriormente es exactamente igual, es decir, se tendrá que obtener:

- Rendimiento promedio diario de cada una de las monedas integrantes del portafolio
- Riesgo promedio diario de cada una de las monedas del portafolio
- Matriz de Varianza-Covarianza
- Proporciones de cada una de las monedas en el portafolio, siguiendo el mismo criterio de nivel de rendimiento
- Obtención del portafolio óptimo, utilizando la herramienta Solver

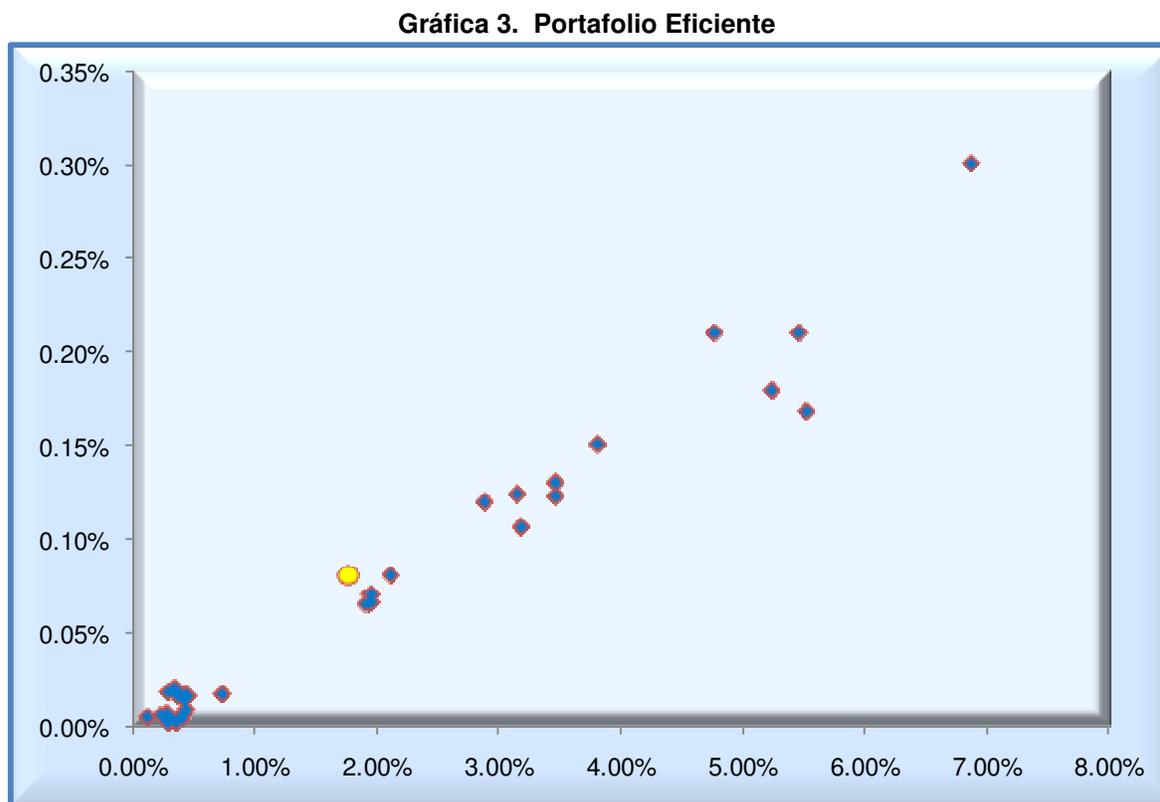
Con la metodología Media-Varianza se conformaron 30 portafolios de inversión, el resultado de riesgo y rendimiento se presenta en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Riesgo y Rendimiento de Portafolios Aleatorios**

<b>No. Portafolio</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Riesgo</b>
1	0.00250%	0.30087%
2	0.00372%	0.36891%
3	0.00448%	0.40786%
4	0.00557%	0.11926%
5	0.00727%	0.23464%
6	0.00773%	0.42637%
7	0.00810%	0.28174%
8	0.00977%	0.43766%
9	0.01460%	0.41815%
10	0.01700%	0.38089%
11	0.01700%	0.46333%
12	0.01800%	0.43502%
13	0.01821%	0.73905%
14	0.01910%	0.30416%
15	0.02107%	0.34699%
16	0.06600%	1.92460%
17	0.06700%	1.95733%
18	0.07100%	1.95083%
*****	0.08120%	1.77160%
19	0.08150%	2.10463%
20	0.10700%	3.17646%
21	0.12000%	2.87687%
22	0.12300%	3.46445%
23	0.12500%	3.14083%
24	0.13115%	3.45604%
25	0.15138%	3.80737%
26	0.16805%	5.52265%
27	0.18010%	5.24063%
28	0.21010%	5.45259%
29	0.21010%	4.77318%
30	0.30000%	6.85600%

El cuadro 8, muestra el riesgo-rendimiento diario esperado de los 30 portafolios integrados aleatoriamente, el portafolio integrado de acuerdo a los criterios establecidos en el modelo Media-Varianza (Portafolio Eficiente), se referencia con asteriscos \*\*\*\*\*, el cual se encuentra ubicado entre el portafolio número 18 y el portafolio número 19.

Gráficamente se observan los diferentes portafolios de inversión, ubicando el portafolio eficiente con un círculo color amarillo.



De acuerdo a la gráfica se puede afirmar que la metodología propuesta por Markowitz es eficiente en cuanto a la diversificación, es decir, el coeficiente de correlación resulta mejor criterio para llevar a cabo la selección de las monedas, debido a que no hay un portafolio que presente mayor rendimiento con un menor riesgo que el portafolio diseñado de acuerdo a la metodología.

Hasta el momento se ha tratado de explicar de la manera más sencilla posible el modelo Media-Varianza de Markowitz con la intención de que personas que no conozcan del tema puedan aplicar dicho modelo.

### 3.5 Frontera Eficiente

Los portafolios eficientes, de acuerdo a la Teoría de Portafolio, son aquellos que ofrecen el mayor rendimiento posible para un grado específico de riesgo o que ofrecen el menor riesgo posible para un rendimiento determinado.

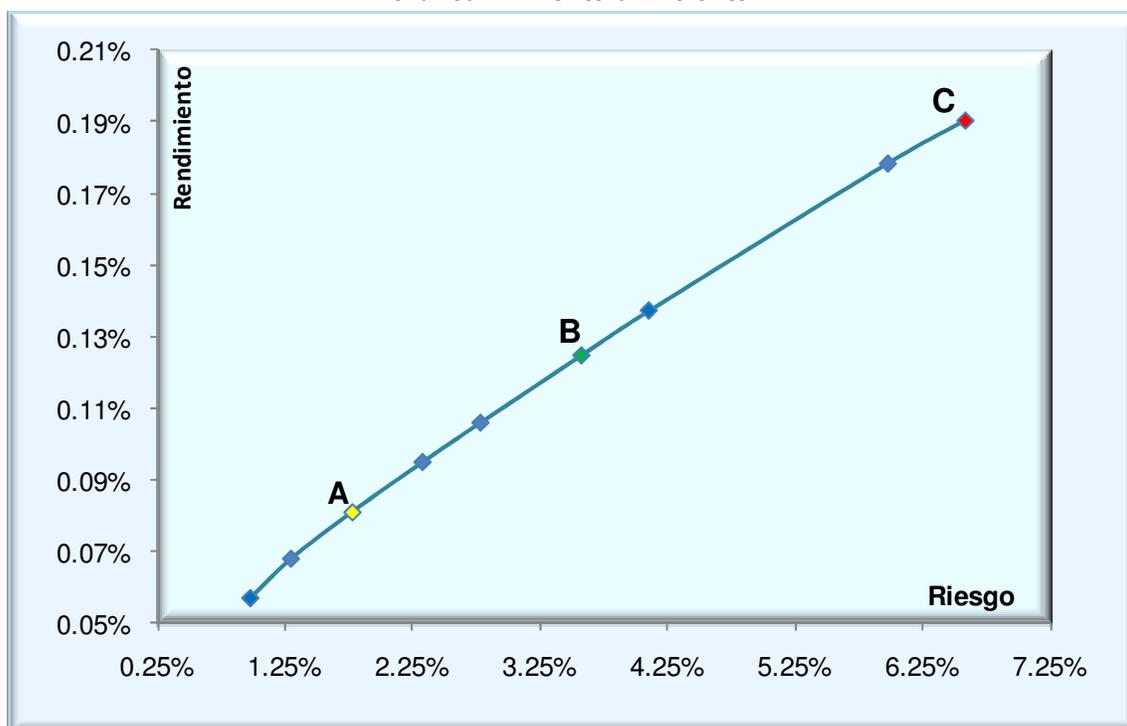
La frontera representa todos los posibles portafolios o combinaciones de inversiones en términos de sus desviaciones estándar y sus rendimientos esperados; representa a la curva con el conjunto de portafolios que dominan al resto de las posibles combinaciones.

La construcción de la frontera eficiente se lleva a cabo una vez que se tienen las coordenadas del punto de varianza mínima global, ahora el problema consiste en encontrar las combinaciones de las 6 monedas que producen varianza mínima para una tasa esperada de rendimiento dada, dicha tasa tiene que ser mayor a el rendimiento esperado del portafolio eficiente ( $E(r_p)$ ), repitiendo este procedimiento para diferentes tasas esperadas de rendimiento se encontrarán los portafolios que dibujen la frontera eficiente, como se puede apreciar en el cuadro 9, donde se describe

**Cuadro 9. Portafolios de inversión de la frontera eficiente**

PORTAFOLIO	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA	TOTAL	RIESGO	RENDIMIENTO
1	0%	81%	8%	0%	11%	0%	100%	0.9702%	0.0570%
2	0%	72%	14%	0%	14%	0%	100%	1.2893%	0.0680%
3 (A)	0%	60%	22%	0%	18%	0%	100%	1.7716%	0.0812%
4	0%	48%	30%	0%	21%	0%	100%	2.3226%	0.0950%
5	0%	39%	37%	0%	25%	0%	100%	2.7775%	0.1060%
6 (B)	0%	23%	48%	0%	30%	0%	100%	3.5794%	0.1250%
7	0%	12%	55%	0%	33%	0%	100%	4.1006%	0.1372%
8	0%	0%	83%	0%	17%	0%	100%	5.9767%	0.1784%
9 (C)	0%	0%	92%	0%	8%	0%	100%	6.5858%	0.1904%

Gráfica 4. Frontera Eficiente



No obstante, ningún otro portafolio que no se encuentre sobre la frontera eficiente domina a los que sí lo están. De acuerdo con la teoría, una vez que el inversionista se ubica sobre la frontera eficiente, el portafolio que escoja dependerá de su preferencia respecto a la relación riesgo – rendimiento. Un inversionista muy agresivo deseará una inversión que le ofrezca un rendimiento alto, por lo que podría escoger el portafolio C. Otro inversionista más conservador preferirá un riesgo menor aunque sacrifique rendimientos, por lo que podría escoger el portafolio A. Por último, algún inversionista moderadamente conservador podría inclinarse por el portafolio B.

### **3.6 Resumen Capitular**

En este capítulo se ha llevado a cabo una comparación, entre diseñar portafolios de inversión siguiendo la metodología planteada por Markowitz y diseñar portafolios aleatoriamente, de esto se sugiere según los resultados, que es mejor aplicar la metodología de Media-Varianza, debido a que de las seis monedas inicialmente seleccionadas, sólo la combinación de tres son las que ofrecen el menor riesgo con un rendimiento dado; siendo éstas: 60% en el Yen, el 22% en la Libra Esterlina y el 18% en el Dólar de Neozelandés, dando una combinación de riesgo rendimiento de 1.7716% y 0.0812% respectivamente.

También se diseñaron 30 portafolios sin considerar el nivel de correlación que existe entre las monedas, ya que éstas fueron seleccionadas aleatoriamente; no existe uno que ofrezca una mejor combinación de riesgo-rendimiento que el portafolio seleccionado de acuerdo a la metodología Media-Varianza. Se puede afirmar que la metodología propuesta por Markowitz es eficiente en cuanto a la diversificación, es decir, el coeficiente de correlación resulta ser mejor criterio para llevar a cabo la selección de las monedas.

Finalmente, se llevo a cabo la construcción de la frontera eficiente, la cual se ha formado tomando en cuenta el rendimiento del portafolio óptimo y se ha puesto la restricción de que el nuevo rendimiento tiene que ser mayor a éste, dando así varias alternativas de inversión de acuerdo al perfil del inversionista, el cual puede ser agresivo, donde preferirá el portafolio que le ofrezca el mayor rendimiento posible sin importar el riesgo en que se pueda incurrir; el inversionista moderado es el que busca obtener buenos rendimientos pero sin asumir demasiado riesgo; el inversionista conservador preferirá un riesgo menor aunque sacrifique rendimientos; de acuerdo a su perfil tendrá una o varias opciones dentro de la frontera eficiente.

#### **4. Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM)**

El modelo de valuación de activos de capital más conocido por sus siglas en inglés CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), constituye desde su origen en los trabajos de Sharpe, Lintner y Treynor, una contribución fundamental para entender el funcionamiento de los mercados de capitales. Esencialmente, se puede considerar una extensión simplificada del modelo Media-Varianza desarrollado por Harry Markowitz, en el que se utiliza el coeficiente Beta ( $\beta$ ) como el sustituto de los coeficientes de correlación, además se le añaden los supuestos de eficiencia de mercado, y existencia de un gran número de inversionistas con expectativas homogéneas acerca del rendimiento de los activos. El CAPM es un modelo que se utiliza para entender cómo el riesgo afecta al rendimiento.

El modelo de CAPM dice que el rendimiento previsto que los inversionistas exigirán, es igual a la tasa de inversión sin riesgo más un premio por el riesgo en el que incurrirán para alcanzar esa mejor tasa de rendimiento. Si el rendimiento esperado no es igual o mayor que el rendimiento demandado, los inversionistas rechazarán invertir y la inversión no debe ser realizada.

El CAPM ha llegado a ser un modelo que tiene amplias aplicaciones, entre ellas se puede mencionar que es útil para determinar el costo de capital y para evaluar activos riesgosos, por tal motivo el objetivo de este capítulo es aplicar dicho modelo en el mercado de divisas, de una forma sencilla que no requiere grandes conocimientos teóricos.

El modelo busca un equilibrio en cómo valorar y medir el riesgo, por lo tanto, un aspecto muy importante del riesgo, es el riesgo total de los activos, el cual es percibido por los inversionistas en el mercado y además interviene en las oportunidades de inversión.

Con la finalidad de entender los tipos básicos de riesgo, se describe la composición del riesgo total.

#### 4.1 Tipos de Riesgo.

Riesgo Total: Este riesgo está compuesto por la suma del riesgo sistemático y el riesgo no sistemático.

$$r_t = r_m + r_d \quad (36)$$

Donde:

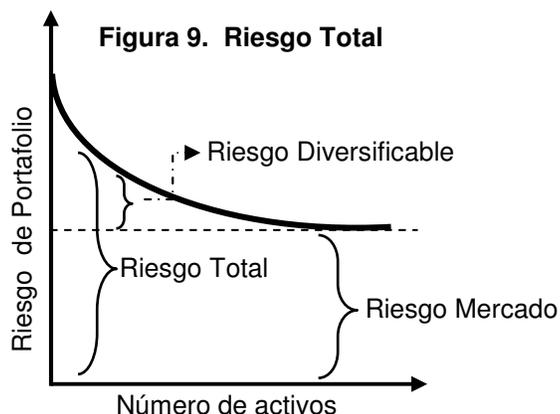
$r_t$  = Riesgo Total

$r_m$  = Riesgo de Mercado

$r_d$  = Riesgo Diversificable

Riesgo sistemático o de Mercado: se refiere a la parte de la variabilidad de los rendimientos de un activo específico causado por factores que afectan al mercado en general, principalmente variables macroeconómicas, por lo que los inversionistas está expuestos a la incertidumbre que se presente.

Riesgo no sistemático o diversificable: Es aquel que puede ser potencialmente eliminado o administrado por medio de la diversificación, este tipo de riesgo explica como la variabilidad de los rendimientos de un activo específico causado por factores exclusivos del activo o del emisor se pueden reducir e incluso eliminar.



La figura 9, describe el comportamiento del riesgo de un portafolio, a medida que se aumentan activos el riesgo total disminuye, dejando sólo el riesgo de mercado; por lo tanto, es importante centrarse en dicho riesgo, ya que refleja la contribución de un activo al riesgo del portafolio, medirlo es importante para llevar a cabo una selección adecuada de activos, porque depende de la relación riesgo-rendimiento; para encontrar esta relación el CAPM se basa en un coeficiente Beta.

El modelo CAPM puede expresarse por medio de la siguiente ecuación:

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

Rendimiento del activo sin riesgo

Beta (Riesgo de mercado)

Rendimiento esperado del mercado

Premio que el mercado paga por asumir el riesgo

La ecuación de la que se puede deducir que los determinantes del rendimiento esperado del activo  $i$  o del portafolio  $E(R_i)$ , son básicamente tres:

$\beta_i$  El riesgo del activo  $i$  respecto al portafolio de mercado, se interpreta como el componente sistemático del riesgo.

$R_f$  El rendimiento del activo libre de riesgo.

$R_m - R_f$  La prima de riesgo por unidad de riesgo sistemático.

## 4.2 Coeficiente Beta ( $\beta$ )

El modelo CAPM propone que el coeficiente  $\beta$  sea la medida de riesgo, la cual mida el grado de relación del rendimiento de un activo con el rendimiento del mercado, y se define de la siguiente manera (ecuación 8):

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}_{im}}{\sigma_m^2}$$

Donde:

$\beta_i$  = Coeficiente beta del activo  $i$

$\text{Cov}_{im}$  = Covarianza entre el rendimiento del activo  $i$  y el rendimiento del mercado

$\sigma_m^2$  = Varianza del rendimiento del mercado

Esta medida puede obtenerse con una regresión lineal entre el rendimiento del activo y el rendimiento del mercado, en el que la pendiente de la regresión coincidiría con la mencionada  $\beta$ . Así el mercado tendría un  $\beta$  igual a uno, y cada activo tendría una compensación de rendimiento en función de su riesgo.

Para el caso del mercado de divisas, se propone que el mercado esté representado por la creación de un índice de monedas, el cual refleje el comportamiento de las monedas que conforman el portafolio, el cual tendrá una  $\beta$  igual a 1 como anteriormente se ha dicho.

En el entendido que no existe un índice de monedas que se pueda tomar como referente de mercado (lo cual si existe para la Bolsa de Valores), en una primera propuesta se considero al Derecho Especial de Giro (DEG).

El DEG es una canasta de monedas que tiene a las economías más grandes del mundo, las cuales representan más del 65%<sup>51</sup> del PIB<sup>52</sup> mundial, debido a que el valor de una moneda, generalmente es reflejo del poder económico de una nación que se expresa por el movimiento y la aceptabilidad de su divisa, se ha tomado como referencia el PIB de cada uno de los países que su moneda esté dentro de las 15 principales monedas, anteriormente presentadas; actualmente el DEG está

---

<sup>51</sup> Los datos fueron tomados de < [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org) > World Development Indicators database, World Bank

<sup>52</sup> PIB (Producto Interno Bruto) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado.

integrado por el dólar estadounidense, el euro, la libra esterlina y el yen japonés. El valor del DEG se cotiza en dólares de EE.UU., se publica diariamente en el sitio de internet del FMI (Fondo Monetario Internacional) y se calcula sumando determinados montos de las cuatro monedas valorados en dólares de EE.UU., sobre la base de los tipos de cambio cotizados a mediodía en el mercado de Londres.

**Cuadro 10. Participación de los países en el DEG**

	<b>PIB</b>	<b>DEG</b>
<b>E.U.A.</b>	25.18%	41.9%
<b>Unión Monetaria Europea</b>	30.36%	37.4%
<b>Japón</b>	7.84%	9.4%
<b>Gran Bretaña</b>	5.01%	11.3%
<b>T O T A L</b>	68.39%	100.0%

El cuadro 10, representa los porcentajes tanto del PIB como del DEG; esto es, el PIB de Estados Unidos representó el 25.18% del PIB Mundial en el año 2007, la Unión Europea el 30.36%, Japón el 7.84% y Gran Bretaña el 5.01% el cual en conjunto representan el 68.39% del PIB Mundial, además, según un estudio del *Bank for International Settlements (BIS)*<sup>53</sup> las monedas con mayor número de transacciones son: Dólar Estadounidense con el 42.45%, el Euro con el 19.55%, el Yen con el 9.50% y la Libra con el 6.45%, dando un total de 77.95%, es decir, que cerca del 80% de las transacciones se realizan con estas monedas; por tal motivo se ha decidido que sean las monedas fuertes que representen al Portafolio de Mercado, dado que no existe algún índice en el Mercado De divisas que sea representativo de dicho mercado.

<sup>53</sup> *BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS "Report on global foreign exchange market activity in 2010"*

## 4.2.1 Índice de Monedas

Para obtener el rendimiento de mercado se decidió construir un índice, el cual es llamado Índice de Monedas, esto se ha llevado a cabo de acuerdo a las monedas presentadas por el BIS<sup>54</sup> como monedas más transadas.

En el cuadro 11 se muestran las monedas consideradas en la conformación del índice de monedas.

**Cuadro 11. Participación del Índice**

	PAIS	MONEDA	PARTICIPACION BIS	PARTICIPACION RELATIVA BIS	PARTICIPACION INDICE
1	Estados Unidos	Dólar	84.9	0.425	13.16
2	Unión Monetaria Europea	Euro	39.1	0.196	6.06
3	Japón	Yen	19.0	0.095	2.95
4	Gran Bretaña	Libra Esterlina	12.9	0.065	2.00
5	Australia	Dólar	7.6	0.038	1.18
6	Suiza	Franco	6.4	0.032	0.99
7	Canadá	Dólar	5.3	0.027	0.82
8	Hong Kong	Dólar	2.4	0.012	0.37
9	Suecia	Corona	2.2	0.011	0.34
10	Nueva Zelanda	Dólar	1.6	0.008	0.25
11	Corea del Sur	Won	1.5	0.008	0.23
12	Singapur	Dólar	1.4	0.007	0.22
13	Noruega	Corona	1.3	0.007	0.20
	México	Peso	1.3	0.007	
14	India	Rupia	0.9	0.005	0.14
15	Rusia	Rublo	0.9	0.005	0.14
16	China	Yuan o Renminbi	0.9	0.005	0.14
17	Polonia	Zloty	0.8	0.004	0.12
	Turquía	Lira	0.7	0.004	
18	Sudáfrica	Rand	0.7	0.004	0.11
19	Brasil	Real	0.7	0.004	0.11
20	Dinamarca	Corona	0.6	0.003	0.09
21	Taiwán	Nuevo Dólar	0.5	0.003	0.08
22	Hungría	Forint	0.4	0.002	0.06
23	Malasia	Ringgit	0.3	0.002	0.05
24	Tailandia	Baht	0.2	0.001	0.03
25	República Checa	Corona	0.2	0.001	0.03
26	Filipinas	Peso	0.2	0.001	0.03
27	Chile	Peso	0.2	0.001	0.03
28	Indonesia	Rupia	0.2	0.001	0.03
29	Israel	Nuevo Shekel	0.2	0.001	0.03
30	Colombia	Peso	0.1	0.001	0.02
	Rumania	Leu	0.1	0.001	
31	Arabia Saudita	Riyal	0.1	0.001	0.02
	Argentina	Peso	0.0	0.000	
	Perú	Nuevo Sol	0.0	0.000	
	Lituania	Litas	0.0	0.000	

Fuente: Elaboración propia con datos del BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, BANXICO

<sup>54</sup> BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS "Report on global foreign exchange market activity in 2010"

El índice de monedas está integrado por 31 de las 36 monedas, cabe aclarar que en la elaboración de este índice se está tomando en cuenta la cotización del Dólar Estadounidense debido a que es la moneda más transada, dejando fuera al Peso Mexicano y algunas otras monedas que no tienen una participación importante, como es el caso de Argentina y Perú.

En seguida se describe la forma en la que se obtuvo el índice:

El Banco Internacional de Pagos (BIS), en su informe de la actividad del mercado de divisas en 2010, muestra el porcentaje de las monedas en promedio más transadas en el mes de abril (Participación BIS), el cual debido a que en una transacción están involucradas dos monedas la suma de los porcentajes de participación es sobre 200%, por tal motivo, el Dólar Estadounidense tiene una participación de 84.9%, dicho porcentaje se ha dividido sobre 100% para obtener la participación relativa del BIS y como se han tomado 31 monedas como el total de las monedas, por esta razón se ha multiplicado la participación relativa del BIS por 31, dando de esta forma la participación del Índice. Esta participación de índice se ha multiplicado por el tipo de cambio de la moneda y se realiza una sumatoria de todas las monedas, dando con esta sumatoria la cotización del índice diario para poder obtener el rendimiento del mercado.

Describe el procedimiento la siguiente ecuación:

$$i_m = \sum_{i=1}^n Tc_i PI_i \quad (37)$$

Donde:

$i_m$  = Índice de monedas

$Tc_i$  = Tipo de cambio de la moneda  $i$

$PI_i$  = Ponderación de la moneda  $i$  en el índice

Este procedimiento ha permitido obtener un índice que proporciona la tasa de rendimiento del mercado, obtenida por el promedio de la tasa de crecimiento diaria, el cual para el presente estudio resultó ser de 0.02230%.

Cabe aclarar que el índice se conformo para el periodo de estudio de las cotizaciones de los diferentes tipos de cambio, es decir, se considera del 04 de enero del 2007 al 31 de diciembre de 2010.

Con respecto al año base no se definió debido a que se necesita considerar un año estable, teniendo en cuenta que son monedas, es difícil obtener un año estable para las 31 diferentes economías, de acuerdo a Sánchez Fernández<sup>55</sup> tomar una base fija tiene el inconveniente de que sea un valor anómalo, lo cual repercutiría de forma negativa en todos los valores del índice, la manera de evitar dicho problema de selección del año base es hacer que el mismo sea variable, es decir, se obtienen las variaciones porcentuales de un valor en un periodo con respecto, siempre, al anterior.

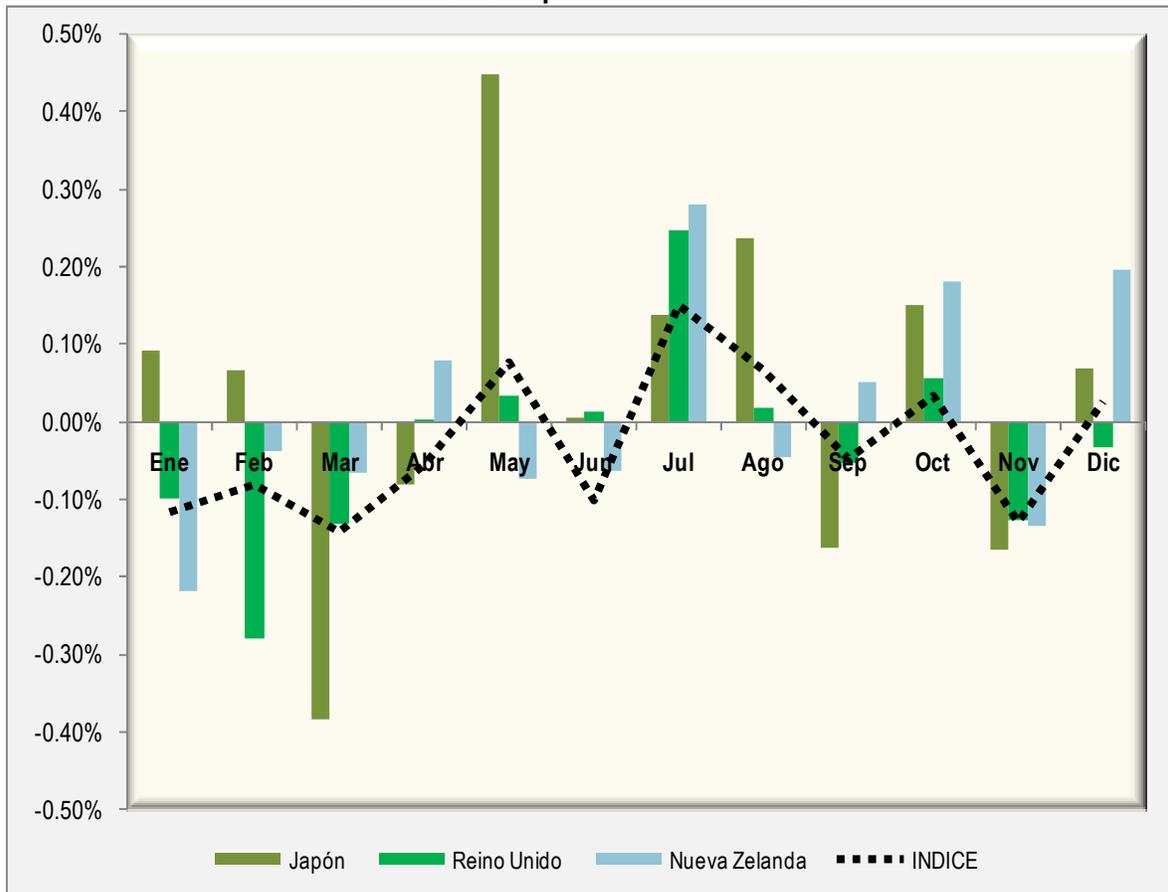
El índice de monedas puede ser representativo por las siguientes razones:

- Incluye las monedas más transadas de acuerdo al BIS
- Cada moneda tiene una ponderación diferente para la conformación del mismo, esta ponderación no ha sido aleatoria.
- La correlación que existe entre el índice de monedas con las monedas tiene un rango de correlación de entre 1.48% y 75.11%, las cuales corresponden a Arabia Saudita y Reino Unido respectivamente.

---

<sup>55</sup> SANCHEZ *Op. Cit*

Gráfica 5. Comportamiento del Índice



En la gráfica 5 se puede distinguir el comportamiento que han tenido las monedas integrantes del portafolio: Yen, Libra Esterlina y el Dólar Neozelandés con el índice de monedas se aprecia que se han movido de forma similar aunque no en la misma proporción.

A partir de la construcción del índice y considerándolo como referencia de mercado, haría las funciones del IPyC de la Bolsa de Valores, y con esto se puede calcular el CAPM.

#### 4.2.2 Cálculo de la Beta

La beta es la pieza fundamental del modelo para estimar los rendimientos esperados de los activos. El proceso para determinar la beta puede convertirse en

una tarea complicada, se puede calcular como la covarianza entre el rendimiento del activo y la covarianza del rendimiento del mercado y dividirla entre la varianza de los rendimientos del mercado, este cálculo describe la fórmula (ecuación ), o se puede realizar el cálculo utilizando la función de Excel PENDIENTE(conocido\_y, conocido\_x), donde los datos de los rendimientos del activo corresponde a ‘conocido\_y’, y los datos de los rendimientos del mercado a ‘conocido\_x’; obteniendo como resultado la beta del activo  $i$  con respecto al mercado.

Considerando el portafolio eficiente u óptimo siguiente:

<b>EURO</b>	0%	<b>Rendimiento</b>	<b>Riesgo</b>
<b>YEN</b>	60%		
<b>LIBRA ESTERLINA</b>	22%		
<b>DOLAR HKD</b>	0%		
<b>DOLAR NZD</b>	18%		
<b>RUPIA</b>	0%		
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>0.0812%</b>	<b>1.7716%</b>

Es importante considerar que este portafolio fue analizado en el capítulo anterior. A partir de este portafolio se presentan las  $\beta$ 's de las monedas que conforman dicho portafolio, se aclara que se toma el portafolio integrado en el capítulo anterior.

**Cuadro 12. Beta de Monedas**

BETA $\beta$	INDICE DE MONEDAS	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA
	1	0.586	0.414	4.257	0.447	0.554	0.470

Recordando las monedas que integran el portafolio de inversión son: Yen Japonés, Libra Esterlina y el Dólar Neozelandés; se observa en el cuadro 10, que el Yen Japonés tiene una  $\beta$  de 0.414, lo que indica que el Yen va en la misma dirección del mercado pero en una menor proporción al igual que el Dólar Neozelandés con una  $\beta$  de 0.554, es decir, se espera que el rendimiento de estas

monedas varíe 0.5% por cada variación de 1% en el rendimiento del mercado; por su parte la Libra Esterlina presente una  $\beta$  de 4.257, lo cual significa que tiene un mejor comportamiento que el mercado, en este caso se espera que el rendimiento de la Libra Esterlina tenga una variación de 4.2% por cada 1% que varíe el rendimiento del mercado.

En realidad estas  $\beta$  ayudan a valorar el riesgo del mercado y a comprender el impacto que el mercado puede tener en el rendimiento esperado de estas monedas que conforman el portafolio óptimo.

De acuerdo a Gitman<sup>56</sup> entre más alto sea la  $\beta$  mayor será la prima de riesgo requerida por los inversionistas por encima de la tasa libre de riesgo, porque necesitan compensar el riesgo no diversificable, por lo tanto, mayor deberá ser el rendimiento requerido, medido por el CAPM.

### **4.2.3 Cálculo de la Beta del Portafolio**

Los portafolios de inversión también tienen su  $\beta$ , la cual se obtiene calculando el promedio ponderado de las  $\beta$ 's de los activos componentes con las respectivas proporciones. Esto se puede expresar de la siguiente manera:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \beta_i w_i \quad (38)$$

En el cuadro 13 se presenta el cálculo de la Beta del portafolio

---

<sup>56</sup> GITMAN Lawrence J. "Fundamentos de Inversiones (Recurso Electrónico)" México, 10ª Edición, Ed. Pearson Educación, 2009

**Cuadro 13. Beta del Portafolio**

	$\beta$	W's	
EURO	0.59	0%	0.00
YEN	0.41	60%	0.25
LIBRA ESTERLINA	4.26	22%	0.94
DÓLAR HKD	0.45	0%	0.00
DÓLAR NZD	0.55	18%	0.10
RUPIA	0.47	0%	0.00
$\beta_p =$			<b>1.28</b>

El cálculo se lleva a cabo de la siguiente forma, una vez obtenidas las  $\beta$ 's de cada una de las monedas con respecto al índice de monedas se realiza una ponderación, es decir, se multiplica la  $\beta$  de la moneda integrante del portafolio por la proporción que representa dicha moneda en la combinación del portafolio, una vez realizado el cálculo se suman los resultados dando la  $\beta$  que representa al portafolio.

La  $\beta$  del Portafolio es de 1.28%, indicando que el portafolio se comporta de forma similar al mercado, es decir, por cada 1% que se mueva el mercado, se espera que el portafolio experimente una variación de 1.28%<sup>57</sup>, dado que la  $\beta$  es mayor a 1, el portafolio es más volátil que el mercado

#### **4.2.4 El Activo Libre de Riesgo**

En casi todos los mercados financieros existe algún instrumento identificado como aquél que ofrece una tasa libre de riesgo, por ejemplo en el caso de México son

---

<sup>57</sup> Para el cálculo del movimiento de la  $\beta$  sólo se multiplica el % de rendimiento del mercado (puede ser ascenso o descenso) por la  $\beta$  del activo ( $1.28 \times 1 = 1.28$ )

los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES)<sup>58</sup>, en virtud que el riesgo de no pago por parte del gobierno es considerado nulo, a partir de estas consideraciones, el rendimiento Libre de Riesgo para la aplicación del modelo CAPM en el mercado de divisas ha sido obtenido mediante los CETES a 28 días, para lo cual se ha procedido al cálculo del rendimiento del instrumento, por medio de la media geométrica<sup>59</sup> de los rendimientos en el periodo de estudio, habiendo considerado los datos a partir del 04 de enero de 2007 al 30 de diciembre de 2010.

Los CETES a 28 días ofrece un rendimiento en promedio diario de 0.0166%

### 4.3 Aplicación del Modelo CAPM al Portafolio de Divisas

Una vez que se ha definido las variables integrantes del Modelo, se procede a los cálculos para obtener el Rendimiento del Portafolio de acuerdo a la metodología.

Recordando la ecuación del Modelo CAPM

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

Rendimiento del activo sin riesgo

Beta (Riesgo de mercado)

Rendimiento esperado del mercado

Premio que el mercado paga por asumir el riesgo

Los datos necesarios para la aplicación son:

<sup>58</sup> De acuerdo a Díaz Mondragón los CETES son un instrumento de crédito al portador, emitido por el Gobierno Federal, por el cual este se obliga a pagar al tenedor una suma fija de dinero en una fecha futura previamente determinada, se colocan a descuento, tienen un valor nominal de \$10 y el plazo es de 28, 91, 182 y 364 días

<sup>59</sup> La media geométrica de un conjunto de n números positivos se define como la raíz n-ésima del producto de los n valores. Su fórmula es:

$$MG = \sqrt[n]{(X_1)(X_2)(X_3)...(X_n)}$$

La media geométrica se usa para encontrar el promedio de porcentajes, razones, índices o tasas de crecimiento. <Ver el procedimiento del cálculo en el Anexo E>

$$R_f = 0.0166\%$$

$$\beta_p = 1.28\%$$

$$R_m = 0.0223\%$$

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

0.000166 ←  $R_f$       1.28       $\beta_i$       0.000223       $R_m$   
0.000057 ←  $E(R_m - R_f)$

Una vez sustituidos los valores en el modelo CAPM, se obtiene el rendimiento que compensa al riesgo sistemático, es decir, el modelo ofrece de acuerdo a una tasa libre de riesgo de 0.0166%, una prima por riesgo de 0.0057% y una beta de 1.28%, un rendimiento de 0.0210%, este es el rendimiento promedio diario esperado sobre el portafolio como compensación por el riesgo que debe asumir en invertir en este portafolio.

#### **4.4 Línea de Mercado**

Esta línea es la Línea de Mercado de Capitales (CML), la que contiene a todos los portafolios que son preferidos a los portafolios sobre la frontera eficiente (construida en el capítulo anterior), debido a que los mismos tienen un rendimiento esperado mayor para cada nivel de riesgo dado. Esto se da en todos los portafolios excepto en el portafolio eficiente, que es el punto de tangencia entre la frontera eficiente de Markowitz y la línea CML.

Todos los inversionistas pueden ubicarse en cualquier punto de la recta combinando el portafolio de mercado y podrá pedir o prestar a la tasa libre de riesgo.

#### 4.4.1 Construcción de la Línea de Mercado<sup>60</sup>

La pendiente de la línea CML, está dada por:

$$m = \frac{R_m - R_f}{\sigma_m} \quad (39)$$

Donde:

$R_m$  = rendimiento del mercado

$R_f$  = tasa libre de riesgo

$\sigma_m$  = riesgo del mercado

La pendiente mide la tasa de mercado de intercambio entre el riesgo y el rendimiento en equilibrio, es decir, el precio del riesgo en un mercado en equilibrio.

La línea se define de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R = R_f + m * \sigma_p \quad (40)$$

Donde:

$R_f$  = tasa libre de riesgo

$m$  = pendiente de la línea

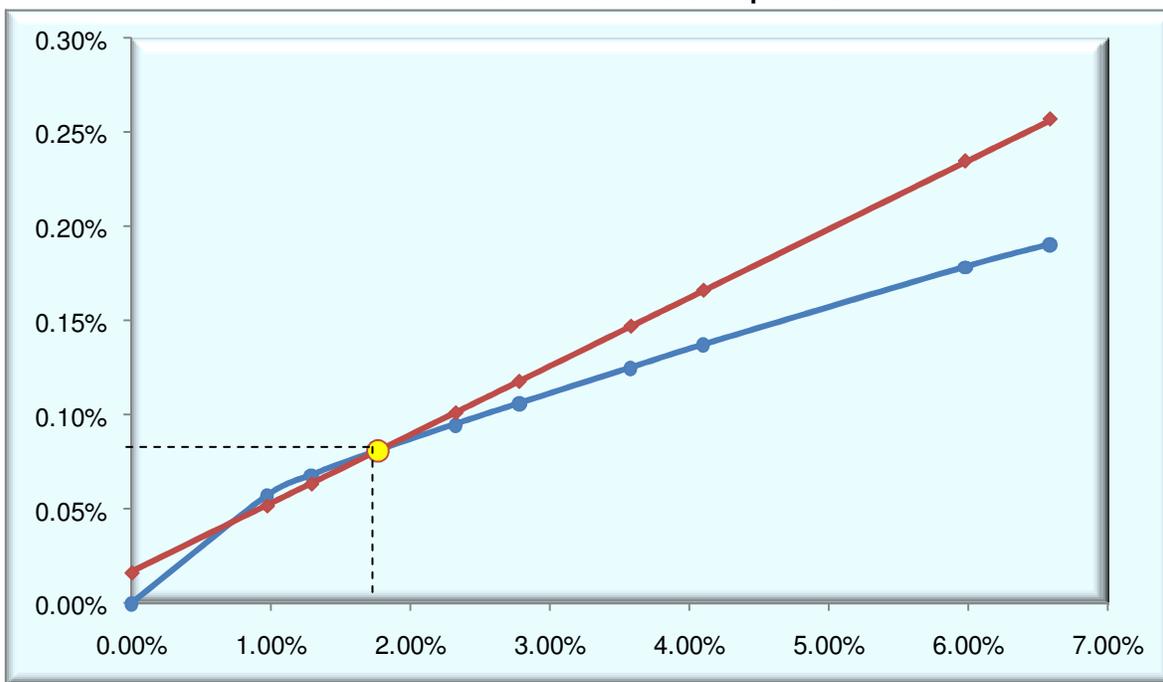
$\sigma_p$  = riesgo del portafolio

De acuerdo a la teoría, la línea al igual que en el modelo planteado por Markowitz, a medida que el inversionista adquiere mayor riesgo obtiene un mayor rendimiento, a diferencia con el modelo Media-Varianza, el CAPM toma en cuenta la sensibilidad del activo al riesgo sistemático, así como también el rendimiento esperado del mercado y el rendimiento esperado de un activo libre de riesgo.

---

<sup>60</sup> GUZMAN PLATA, María de la Paz, "El modelo portafolio aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores" *Economía, Teoría y Práctica*, No. 7, 1997, México, Azcapotzalco, UAM  
< <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num7/a1.htm> >

Gráfica 6. Línea de Mercado en Equilibrio



En la grafica 6, el punto amarillo representa el portafolio mantenido por todos los inversionistas en equilibrio, es un portafolio eficiente de varianza mínima, y es el mejor portafolio porque es el punto de tangencia entre la frontera eficiente y la línea de mercado.

Por medio del modelo CAPM y CML se puede identificar los puntos óptimos y los portafolios eficientes. La línea demuestra que se pueden alcanzar mejores rendimientos y alcanzar puntos por encima de la Línea de Mercado, es decir, que el rendimiento que ofrece es más de lo que se les debería exigir en función de su riesgo sistemático, por lo tanto estaría infravalorado; también podría haber puntos por debajo de la Línea de Mercado los cuales estarían sobrevalorados. De acuerdo a la teoría, si esta situación permaneciera en el futuro se deben comprar los infravalorados y vender los sobrevalorados; siendo así el CAPM una herramienta para la toma de decisiones.

## 4.5 Evaluación de desempeño del Portafolio

La medición de desempeño o de resultado, permite obtener una medida de la calidad de administración de los portafolios formados por títulos financieros en base al rendimiento y al riesgo.

Esta información puede usarse para modificar las restricciones, los objetivos o la cantidad de dinero que se asignó en la inversión.

Algunos de los indicadores más utilizados son:

- Índice de Sharpe
- Índice de Treynor

**Índice de Sharpe:** determina qué tan bueno fue el desempeño de un portafolio al compararlo con el portafolio de mercado; midiendo el exceso de rendimiento sobre la tasa de interés libre de riesgo obtenido por el portafolio por unidad de riesgo propio del portafolio.

Para la aplicación de este índice se utilizan rendimientos históricos; cuando el resultado es un valor positivo y grande implica altos niveles de rendimiento y baja variabilidad; por el contrario, las razones negativas y valores negativos grandes implican rendimientos inferiores a la tasa libre de riesgo y baja variabilidad.

El índice se calcula con la siguiente ecuación:

$$IS_p = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (41)$$

Donde:

$IS_p$  = Índice de Sharpe del portafolio

$R_p$  = El rendimiento del portafolio

$R_f$  = El rendimiento del activo libre de riesgo

$\sigma_p$  = Desviación estándar del rendimiento del portafolio

$$0.0364\% = \frac{0.08120 - 0.01664}{1.77164}$$

El índice de Sharpe determina que el portafolio ha logrado una prima de rendimiento de 0.0364% por cada punto porcentual de riesgo, es decir, que el índice de Sharpe según Lamothe<sup>61</sup>: “estima la remuneración al riesgo que se obtiene en términos de diferencias de rendimiento sobre la tasa libre de riesgo por cada punto porcentual de desviación estándar del rendimiento del portafolio”.

**Índice de Treynor:** de acuerdo a Carbonell<sup>62</sup>, mide el exceso de rendimiento del portafolio sobre el activo libre de riesgo por unidad de riesgo sistemático. El índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_T = \frac{E(R_P) - R_F}{\beta_P} \quad (42)$$

Donde:

$I_T$  = Índice de Treynor

$E(R_P)$  = Rendimiento esperado del portafolio

$R_F$  = Rendimiento del activo libre de riesgo

$\beta_P$  = Beta del portafolio

$$0.05\% = \frac{(0.0812) - (0.01664)}{1.28}$$

---

<sup>61</sup> LAMOTHE Fernández Prosper “Gestión de carteras de acciones internacionales” España, Editorial Pirámide, 1999

<sup>62</sup> CARBONELL Aldana Beatriz Eugenia *et. al.* “Estructuración de un portafolio óptimo de inversión en divisas representativas del mercado Forex” *Soluciones de postgrado EIA* No. 2, Junio 2008, Medellín

El índice de Treynor indica que por cada unidad adicional de riesgo  $\beta$  el portafolio obtiene mayor rendimiento en 0.05% que el activo libre de riesgo, es decir, el 0.05% de prima de rendimiento por la exposición al riesgo sistemático.

## **4.6 Resumen Capitular**

En este capítulo se aplicó la metodología propuesta por el CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), en el mercado de divisas, este modelo se considera una extensión del modelo de Markowitz Media-Varianza, sólo que este modelo toma en cuenta la sensibilidad que tiene un activo respecto al mercado, toma en cuenta un activo libre de riesgo y la prima por riesgo, en sí lo que el modelo propone es determinar la tasa de rendimiento esperado por un activo o bien por un portafolio, es decir, si la inversión esta compensando por el riesgo sistemático que se está adquiriendo.

El modelo CAPM toma en cuenta la sensibilidad de los activos con respecto al mercado, esta sensibilidad es medida por un coeficiente beta, la cual representa el riesgo que no puede ser diversificado y que todo activo comúnmente tiene, el coeficiente parte de que el mercado tiene un valor igual a uno, y los activos se moverán de acuerdo a él, este coeficiente se vuelve la clave fundamental del modelo; para el caso del mercado de divisas no existe un portafolio de mercado propiamente definido, por lo que se decidió tomar al DEG (Derecho Especial de Giro), como una primera aproximación, esto fue de acuerdo al nivel de PIB de cada uno de los países, que sus monedas estuvieran dentro de las 15 principales (de acuerdo al BIS), quedando como principales Euro, Dólar, Libra Esterlina y Yen; las cuales son las monedas que integran el DEG; estas son algunas de las justificaciones teóricas, pero técnicamente el DEG no pudo ser tomado como referente de mercado debido a las bajas correlaciones que presento con las monedas, por tal motivo se decidió construir un índice de monedas que fuera representativo del mercado.

El índice de monedas se construyo de acuerdo a las monedas más transadas que presenta el BIS, tomando en cuenta el porcentaje de cada una de ellas para poder llevar a cabo la ponderación de cada moneda en el índice, es importante mencionar que todas las monedas se cotizaron en pesos mexicanos para que el dólar estadounidense pudiera formar parte del índice, ya que es la moneda más

transada de acuerdo al BIS, también es importante aclarar que sólo se tomó como  $N$  a 31 de las 36 monedas que se presentan en el informe del BIS.

Al igual en el capítulo se desarrollo la línea de mercado en equilibrio (CML), la cual indica cual es el portafolio óptimo, también a partir de ésta se define el perfil del inversionista.

Al final del capítulo se calculan dos medidas de evaluación de desempeño del portafolio, estas medidas tratan de evaluar y clasificar el desempeño del portafolio en función del rendimiento obtenido ajustado por el riesgo, dando un resultado positivo, es decir, se obtiene una prima de rendimiento por la exposición al riesgo.

## **Conclusiones**

En el presente trabajo se aplicó la teoría de portafolio al mercado de divisas, siendo una teoría que nació para el mercado de valores (renta fija y variable), el modelo de Markowitz y/o Media-Varianza y su extensión el Modelo de Valuación de Activos de Capital, comúnmente conocido como CAPM.

De acuerdo al objetivo general se ha cumplido se han diseñado 31 portafolios de inversión con divisas, uno de ellos siguiendo la metodología del Modelo Media-Varianza y los 30 restantes se diseñaron de acuerdo a una selección aleatoria.

Al inicio de esta investigación se presentaron las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los modelos de valuación Media-Varianza y *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), aplicados a portafolios de inversión integrados por activos del mercado de valores, pueden ser aplicados a un portafolio de inversión integrado por activos del mercado de divisas.

H<sub>a</sub>: Los modelos Media-Varianza y *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), aplicados a portafolios de inversión integrados por activos del mercado de valores, no pueden ser aplicados a un portafolio de inversión integrado por activos del mercado de divisas.

Encontrando que la metodología a emplear en el mercado de divisas el Modelo Media-Varianza se puede aplicar a cualquier mercado, y el modelo CAPM una vez definido un referente de mercado también se puede aplicar al mercado de divisas, cabe aclarar que aunque puedan ser aplicados los resultados que arrojen no necesariamente son verdaderos, debido a que existen supuestos que no siempre se cumplen.

Se concluye que el modelo Media-Varianza en el diseño de portafolios de inversión integrados con divisas, con una muestra de 1000 datos de rendimientos diarios de 34 monedas, seleccionadas de acuerdo al número de transacciones (BIS), se obtuvo un portafolio de seis monedas (Euro, Libra Esterlina, Yen, Dólar HKD, Dólar NZD y Rupia), obteniendo un rendimiento de 0.0812% en promedio diario con un riesgo de 2.2863%, una vez llevada a cabo la optimización se consideran únicamente tres monedas Yen, Libra Esterlina y Dólar NZD con una proporción de 60, 22 y 18% respectivamente; se optó por mantener el mismo rendimiento y minimizar el riesgo, quedando con 1.7716% de riesgo en promedio diario, siendo este el portafolio eficiente.

De acuerdo a la metodología Media-Varianza planteada resulta muy sencillo, con ayuda de algún software, diseñar portafolios de inversión de cualquier activo que tenga variaciones en sus cotizaciones y que este modelo puede ser aplicado al mercado de divisas, el propósito de aplicarlo fue comprobar que es más eficiente tener en cuenta una metodología (Media-Varianza, CAPM), para el diseño de éstos, que sólo conformarlos al azar, por lo tanto, se puede afirmar que la metodología propuesta por Markowitz es eficiente en cuanto a la diversificación, es decir, el coeficiente de correlación resulta ser mejor criterio para llevar a cabo la selección de las monedas en un portafolio.

En cuanto al modelo CAPM se concluye que para aplicar este modelo en el mercado de divisas, es necesario contar con un referente de mercado aprobado para poder llevar a cabo las correlaciones entre monedas y mercado. En esta investigación se propuso utilizar el DEG como referente por contener las monedas más importantes del mundo y porque de acuerdo a una relación del PIB del país con respecto al PIB Mundial, resultaron las mismas monedas propuestas por el DEG, pero recordemos que el DEG no es una moneda comercial, sólo es representativa ante los miembros del FMI, por tal motivo fue necesario realizar algunas pruebas para determinar la relevancia del DEG en el mercado de divisas, una de éstas pruebas fue la correlación que existía entre el DEG y las monedas

que integran la base de datos, resultando una correlación nula e incluso negativa, dando con esto una razón para la construcción de un índice de monedas.

Las conclusiones generales son:

- Los modelos tratan de estimar lo que ocurrirá en el futuro, los modelos estudiados no son la excepción, ya que toman como verdaderos sus supuestos para lograr estimar los rendimientos esperados de los activos.
- En el CAPM se estima que los inversionistas pueden pedir u otorgar préstamos a la tasa libre de riesgo para poder invertir en el portafolio óptimo, sabemos que en el caso de México se puede invertir en un CETE (activo libre de riesgo), pero no se puede pedir prestado a la misma tasa, la tasa activa es mucho mayor que la pasiva.
- Los rendimientos obtenidos en los dos modelos aplicados son proyecciones estimadas a largo plazo y está sujetas a variaciones en el comportamiento de la economía de cada uno de los países.

## Anexos

### A. Rendimientos diarios de las monedas integrantes del portafolio

		Euro	Yen	Libra Esterlina	Dólar HKD	Dólar NZD	Rupia	Euro	Yen	Libra Esterlina	Dólar HKD	Dólar NZD	Rupia
1	04/01/2007	1.30830	0.00840	1.94330	0.12840	0.69789	0.02264						
2	05/01/2007	1.30060	0.00840	1.92980	0.12830	0.68710	0.02261	-0.588550%	0.000000%	-0.694695%	-0.077882%	-1.545967%	-0.150123%
3	08/01/2007	1.30220	0.00840	1.93770	0.12830	0.68951	0.02247	0.123020%	0.000000%	0.409369%	0.000000%	0.351651%	-0.618070%
4	09/01/2007	1.30030	0.00840	1.94000	0.12820	0.69262	0.02257	-0.145907%	0.000000%	0.118697%	-0.077942%	0.450201%	0.456102%
5	10/01/2007	1.29420	0.00840	1.93290	0.12820	0.68719	0.02250	-0.469123%	0.000000%	-0.365979%	0.000000%	-0.783397%	-0.345983%
950	18/10/2010	1.39590	0.01230	1.59060	0.12890	0.75792	0.02253	-0.100193%	0.000000%	-0.506662%	0.000000%	0.386539%	-0.639033%
951	19/10/2010	1.37340	0.01230	1.57080	0.12880	0.74571	0.02252	-1.611863%	0.000000%	-1.244813%	-0.077580%	-1.610738%	-0.052350%
952	20/10/2010	1.39530	0.01230	1.58450	0.12880	0.75472	0.02254	1.594583%	0.000000%	0.872167%	0.000000%	1.207547%	0.082732%
953	21/10/2010	1.39200	0.01230	1.56950	0.12880	0.74610	0.02258	-0.236508%	0.000000%	-0.946671%	0.000000%	-1.141535%	0.168696%
954	22/10/2010	1.39450	0.01230	1.56890	0.12890	0.74699	0.02244	0.179598%	0.000000%	-0.038229%	0.077640%	0.119519%	-0.615463%
955	25/10/2010	1.39630	0.01240	1.57360	0.12890	0.75228	0.02254	0.129079%	0.813008%	0.299573%	0.000000%	0.707139%	0.474491%
956	26/10/2010	1.38560	0.01230	1.58450	0.12890	0.74912	0.02244	-0.766311%	-0.806452%	0.692679%	0.000000%	-0.419507%	-0.440219%
957	27/10/2010	1.37680	0.01220	1.57730	0.12890	0.74588	0.02245	-0.635104%	-0.813008%	-0.454402%	0.000000%	-0.444491%	
958	28/10/2010	1.39330	0.01230	1.59350	0.12890	0.75432	0.02247	1.198431%	0.819672%	1.027072%	0.000000%	1.131478%	0.068899%
959	29/10/2010	1.39270	0.01240	1.60240	0.12900	0.76359	0.02252	-0.043063%	0.813008%	0.558519%	0.077580%	1.229383%	0.243824%
960	01/11/2010	1.39000	0.01240	1.60420	0.12900	0.76787	0.02250	-0.193868%	0.000000%	0.112332%	0.000000%	0.560547%	-0.098186%
961	02/11/2010	1.40410	0.01240	1.60490	0.12900	0.77149	0.02255	1.014388%	0.000000%	0.043635%	0.000000%	0.470606%	0.202586%
962	03/11/2010	1.41390	0.01230	1.61000	0.12900	0.77991	0.02256	0.697956%	-0.806452%	0.317777%	0.000000%	1.091873%	0.045488%
963	04/11/2010	1.42120	0.01240	1.62690	0.12900	0.79580	0.02263	0.516302%	0.813008%	1.049689%	0.000000%	2.037243%	0.328248%
964	05/11/2010	1.40350	0.01230	1.61830	0.12900	0.79738	0.02272	-1.245426%	-0.806452%	-0.528613%	0.000000%	0.199346%	0.371034%
965	08/11/2010	1.39180	0.01230	1.61400	0.12900	0.78839	0.02251	-0.833630%	0.000000%	-0.265711%	0.000000%	-1.127405%	-0.898027%
966	09/11/2010	1.37750	0.01220	1.60000	0.12900	0.77773	0.02254	-1.027446%	-0.813008%	-0.867410%	0.000000%	-1.352433%	0.143685%
967	10/11/2010	1.37810	0.01210	1.61170	0.12900	0.78382	0.02257	0.043557%	-0.819672%	0.731250%	0.000000%	0.783822%	0.116799%
968	11/11/2010	1.36610	0.01210	1.61160	0.12900	0.78119	0.02248	-0.870764%	0.000000%	-0.006205%	0.000000%	-0.335911%	-0.282620%
969	12/11/2010	1.36970	0.01210	1.61340	0.12900	0.77477	0.02241	0.263524%	0.000000%	0.111690%	0.000000%	-0.821260%	-0.327031%
970	15/11/2010	1.36960	0.01210	1.61390	0.12900	0.77328	0.02214	-0.007301%	0.000000%	0.030990%	0.000000%	-0.193319%	-1.204509%
971	16/11/2010	1.34980	0.01200	1.61960	0.12890	0.76840	0.02207	-1.445678%	-0.826446%	-0.353182%	-0.077519%	-0.630091%	-0.326251%
972	17/11/2010	1.35230	0.01200	1.61020	0.12890	0.76917	0.02204	0.185213%	0.000000%	-0.580390%	0.000000%	0.099992%	-0.133076%
973	18/11/2010	1.36410	0.01200	1.60420	0.12890	0.77869	0.02211	0.872587%	0.000000%	-0.372625%	0.000000%	1.238125%	0.317532%
974	19/11/2010	1.36780	0.01200	1.69830	0.12900	0.77857	0.02206	0.271241%	0.000000%	5.865852%	0.077580%	-0.015571%	-0.223245%
975	22/11/2010	1.36230	0.01200	1.69600	0.12890	0.77292	0.02201	-0.402106%	0.000000%	-0.135430%	-0.077519%	-0.726542%	-0.382842%
976	23/11/2010	1.33670	0.01200	1.57770	0.12890	0.75930	0.02194	-1.879175%	0.000000%	-6.975236%	0.000000%	-1.761579%	-0.326833%
977	24/11/2010	1.33300	0.01200	1.57780	0.12890	0.76028	0.02188	-0.276801%	0.000000%	0.006338%	0.000000%	0.129248%	-0.271718%
978	26/11/2010	1.32450	0.01190	1.55830	0.12880	0.75069	0.02195	-0.637659%	-0.833333%	-1.235898%	-0.077580%	-1.261167%	0.309267%
979	29/11/2010	1.31220	0.01190	1.55730	0.12880	0.74738	0.02177	-0.928652%	0.000000%	-0.064172%	0.000000%	-0.440957%	-0.815339%
980	30/11/2010	1.29890	0.01200	1.55600	0.12880	0.74289	0.02176	-1.013565%	0.840336%	-0.083478%	0.000000%	-0.601738%	-0.041744%
981	01/12/2010	1.31380	0.01190	1.56250	0.12870	0.74799	0.02205	1.147124%	-0.833333%	0.417738%	-0.077640%	0.929744%	1.364371%
982	02/12/2010	1.32190	0.01190	1.56030	0.12870	0.75489	0.02208	0.616532%	0.000000%	-0.140800%	0.000000%	0.679399%	0.105344%
983	03/12/2010	1.34210	0.01210	1.57840	0.12880	0.76687	0.02217	1.528103%	1.680672%	1.160033%	0.077700%	1.587423%	0.437225%
984	06/12/2010	1.33030	0.01210	1.57130	0.12880	0.76121	0.02226	-0.879219%	0.000000%	-0.449823%	0.000000%	-0.738373%	0.367574%
985	07/12/2010	1.32660	0.01200	1.57670	0.12880	0.75873	0.02241	-0.278133%	-0.826446%	0.343664%	0.000000%	-0.326252%	0.672241%
986	08/12/2010	1.32640	0.01190	1.58030	0.12870	0.74750	0.02217	-0.015076%	-0.833333%	0.228325%	-0.077640%	-1.480042%	-1.031115%
987	09/12/2010	1.32450	0.01190	1.57690	0.12860	0.74951	0.02210	-0.143245%	0.000000%	-0.215149%	-0.077700%	0.269825%	-0.322099%
988	10/12/2010	1.32320	0.01190	1.58090	0.12860	0.74878	0.02221	-0.098150%	0.000000%	0.253662%	0.000000%	-0.097342%	0.490932%
989	13/12/2010	1.33900	0.01200	1.58570	0.12860	0.75517	0.02214	1.194075%	0.840336%	0.303625%	0.000000%	0.853345%	-0.302859%
990	15/12/2010	1.32140	0.01190	1.55460	0.12860	0.73899	0.02206	-1.314414%	-0.833333%	-1.961279%	0.000000%	-2.143068%	-0.383106%
991	16/12/2010	1.32390	0.01190	1.56350	0.12860	0.73943	0.02204	0.189193%	0.000000%	0.572495%	0.000000%	0.059154%	-0.109951%
992	17/12/2010	1.31890	0.01190	1.55350	0.12860	0.73812	0.02205	-0.377672%	0.000000%	-0.639591%	0.000000%	-0.177148%	0.088554%
993	20/12/2010	1.31240	0.01190	1.55120	0.12860	0.74250	0.02202	-0.492835%	0.000000%	-0.148053%	0.000000%	0.594001%	-0.172097%
994	21/12/2010	1.31010	0.01190	1.54690	0.12860	0.74349	0.02211	-0.175251%	0.000000%	-0.277205%	0.000000%	0.133829%	0.420732%
995	22/12/2010	1.31010	0.01200	1.54870	0.12850	0.74261	0.02217	0.000000%	0.840336%	0.116362%	-0.077760%	-0.118818%	0.294280%
996	23/12/2010	1.31210	0.01210	1.54840	0.12860	0.74778	0.02215	0.152660%	0.833333%	-0.019371%	0.077821%	0.695431%	-0.318211%
997	27/12/2010	1.31670	0.01210	1.54200	0.12850	0.75058	0.02211	0.350583%	0.000000%	-0.413330%	-0.077760%	0.375291%	-0.018757%
998	28/12/2010	1.31210	0.01210	1.53850	0.12850	0.75677	0.02219	-0.349358%	0.000000%	-0.226978%	0.000000%	0.824883%	0.381578%
999	29/12/2010	1.32290	0.01220	1.55010	0.12850	0.76823	0.02221	0.823108%	0.826446%	0.753981%	0.000000%	1.513406%	0.074566%
1000	30/12/2010	1.32860	0.01230	1.55280	0.12850	0.77113	0.02226	0.430872%	0.819672%	0.174182%	0.000000%	0.377853%	0.257285%
1001	31/12/2010	1.33800	0.01230	1.56140	0.12860	0.78149	0.02236	0.707512%	0.000000%	0.553838%	0.077821%	1.344170%	0.435626%

EJEMPLO:

$$\left( \frac{1.30060}{1.30830} - 1 \right) * 100 = -0.588\%$$

Promedio	0.0049%	0.0420%	0.2018%	0.0002%	0.0651%	0.0041%
Varianza	0.0053%	0.0077%	0.5155%	0.0000%	0.1313%	0.0107%
Desviación	0.7273%	0.8781%	7.1799%	0.0476%	3.6231%	1.0362%

**B. Matriz de correlaciones entre las 15 principales monedas**

	Comunidad Europea	Japón	Reino Unido	Australia	Suiza	Canadá	Hong Kong	Suecia	Nueva Zelanda	Corea del Sur	Singapur	Noruega	México	India	Rusia
Comunidad Europea	100%	8%	51%	61%	79%	56%	4%	82%	16%	20%	68%	80%	40%	16%	60%
Japón	8%	100%	-8.2%	-31.1%	33%	-24%	3%	-8%	-10%	-11%	-6%	-6%	-34%	-9%	-3%
Reino Unido	6%	1%	100%	47.8%	35.9%	43%	1%	45%	13%	20%	43%	50%	33%	14%	36%
Australia	6%	0%	99%	100%	34.3%	71%	5%	66%	26%	30%	64%	65%	57%	18%	48%
Suiza	6%	3%	99.6%	100%	100%	35%	4%	61%	7.8%	14%	51%	61%	15%	12%	44%
Canadá	56%	-24%	5%	5%	3%	100%	2%	62%	19%	28%	57%	62%	57%	19%	47%
Hong Kong	4%	3%	2%	2%	2%	2%	100%	3%	-0.6%	1%	9%	5%	3%	-0.1%	3%
Suecia	82%	-8%	3%	3%	2%	62%	3%	100%	19%	23%	67%	84%	47%	20%	58%
Nueva Zelanda	16%	-10%	1%	7%	0%	19%	-0.6%	19%	100%	10%	17%	19%	16%	3%	15%
Corea del Sur	20%	-11%	3%	3%	2%	28%	1%	23%	10%	100%	41%	25%	24%	20%	23%
Singapur	68%	-6%	4%	4%	3%	57%	9%	67%	17%	41%	100%	66%	47%	20%	47%
Noruega	80%	-6%	6%	6%	5%	62%	5%	84%	19%	25%	66%	100%	47%	20%	58%
México	40%	-34%	2%	3%	0%	57%	3%	47%	16%	24%	47%	47%	100%	14%	32%
India	16%	-9%	3%	3%	3%	19%	-0.1%	20%	3%	20%	20%	20%	14%	100%	21%
Rusia	60%	-3%	6%	6%	5%	47%	3%	58%	15%	23%	47%	58%	32%	21%	100%

### C. Procedimiento para obtener Riesgo y Rendimiento con Matrices

#### Rendimiento del Portafolio

$$R_p = W r_i$$

$$\begin{matrix} | & r_1 & r_2 & r_3 & \dots & r_n & | & * & \begin{matrix} | & w_1 & | \\ | & w_2 & | \\ | & w_3 & | \\ | & \text{?} & | \\ | & w_n & | \end{matrix} & = & | & R_p & | \end{matrix}$$

↓  
Rendimientos de los activos

→ Proporciones de los activos en el portafolio

Se debe multiplicar la Matriz  $r_i$  (rendimiento esperado de cada uno de los activos que componen el portafolio), por la Matriz  $W$  (que representa los distintos porcentajes invertidos en cada uno de los activos que componen el portafolio)

En EXCEL

Utilizar la función de Excel “MMULT”, selecciona las matrices correspondientes y después presionar F2 y Ctrl + Shift + Enter

#### Riesgo del Portafolio

$$\sigma_p^2 = W^T S W$$

$$\begin{matrix} | & w_1 & w_2 & w_3 & \dots & w_n & | & * & \begin{matrix} | & \sigma^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} & | \\ | & \sigma_{21} & \sigma^2 & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} & | \\ | & \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma^2 & \dots & \sigma_{3n} & | \\ | & \text{?} & \text{?} & \text{?} & \sigma^2 & \text{?} & | \\ | & \sigma_{1n} & \sigma_{2n} & \sigma_{3n} & \dots & \sigma^2 & | \end{matrix} & * & \begin{matrix} | & w_1 & | \\ | & w_2 & | \\ | & w_3 & | \\ | & \text{?} & | \\ | & w_n & | \end{matrix} & = & \sigma_p^2 \end{matrix}$$

↓  
Matriz de Varianzas-Covarianzas

Se debe multiplicar la Matriz  $W$  (que representa los distintos porcentajes invertidos en cada uno de los activos que componen el portafolio), por la Matriz  $S$  (que representa las varianzas y las covarianzas entre los activos que componen el portafolio) y por la Matriz  $W$ .

En EXCEL

Utilizar la función de Excel “MMULT(TRANSPONER(W),MMULT(S,W))”, después presionar F2 y Ctrl + Shift + Enter

## D. Optimización de un portafolio de inversión

En una hoja de Excel, se deberán ordenar los datos<sup>63</sup>(Rendimiento, riesgo, ponderación de las divisas, varianza-covarianza, riesgo y rendimiento del portafolio)

	EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA		
Rendimiento	0.0049%	0.0420%	0.2018%	0.0002%	0.0651%	0.0041%	Rendimiento Portafolio	0.0812%
Riesgo	0.7273%	0.8781%	7.1799%	0.0476%	3.6231%	1.0362%	Riesgo Portafolio	0.0523%

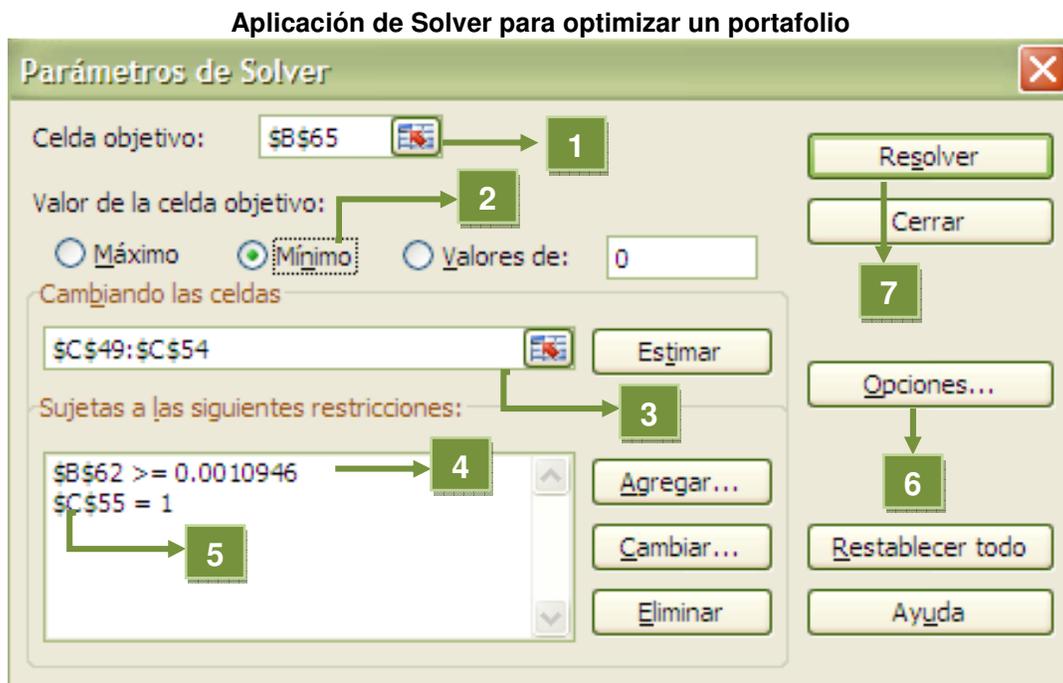
  

Ponderaciones		Matriz Varianza-Covarianza					
		EURO	YEN	LIBRA ESTERLINA	DOLAR HKD	DOLAR NZD	RUPIA
EURO	15%	0.005290%	0.000484%	0.001716%	0.000014%	0.004261%	0.001241%
YEN	15%	0.000484%	0.007710%	0.001956%	0.000012%	-0.003291%	-0.000781%
LIBRA ESTERLINA	30%	0.001716%	0.001956%	0.515508%	0.000433%	0.000110%	0.000022%
DOLAR HKD	5%	0.000014%	0.000012%	0.000433%	0.000023%	-0.000010%	-0.000001%
DOLAR NZD	20%	0.004261%	-0.003291%	-0.000110%	-0.000010%	0.131266%	0.001018%
RUPIA	15%	0.001241%	-0.000781%	-0.000022%	-0.000001%	0.001018%	0.010738%

1. Aplicar la herramienta Solver<sup>64</sup> como se muestra en la siguiente figura

<sup>63</sup> Ver en el anexo C el procedimiento para obtener dichos datos con matrices

<sup>64</sup> Si la herramienta Solver no aparece en la barra de herramientas, ir a Botón de Office en la pestaña Opciones de Excel, seleccionar Complementos en Administrar debe de decir Complementos de Excel y dar clic en IR y activar la casilla Solver.



1. Seleccionar la celda de la Varianza
2. Seleccionar Mínimo, porque se busca minimizar el riesgo
3. Seleccionar las celdas que contienen las proporciones de cada una de las monedas, es importante mencionar que las proporciones deben ser en decimales y posteriormente se le da formato de porcentaje.
4. Seleccionar la celda del rendimiento de portafolio, el cual permanecerá igual al obtenido con la ponderación referente al nivel de rendimiento de cada moneda
5. Seleccionar la celda que contiene la suma de las ponderaciones de las monedas la cual debe ser igual a 1, representando el 100% de la inversión
6. Seleccionar el botón de opciones el cual desplegará una nueva ventana donde se debe activar la casilla de Adoptar no negativos (Representa que no se desean Ventas en Corto<sup>65</sup>)

<sup>65</sup> Según Gutiérrez Daza una Venta en corto es la venta de activos financieros que no se poseen, es decir, cuando un inversionista desea realizar una venta en corto, debe obtener los activos prestados de su bróker, quien a su vez los toma de tres posibles fuentes: activos propios, de la cuenta de otro cliente o de un préstamo de otra firma. En el momento de realizar la venta, el dinero es depositado en la cuenta del vendedor en corto, quien adquiere el deber de liquidar la operación devolviendo el mismo número de activos prestados. La estrategia del inversionista consiste en apostar a la caída del precio del activo, se trata de vender caro para comprar barato, teniendo así una ganancia por el diferencial de precio, pero si los precios suben representará una pérdida de capital.

7. Seleccionar el botón resolver y se obtendrán la combinación óptima de monedas que integrarán el portafolio, así como también el peso que debe tener cada una de ellas.

Multiplicadores de Lagrange minimizando el riesgo.

$$\text{Min } \frac{1}{2} \sigma_P^2$$

Sujeto a

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

El problema de optimización se resuelve mediante la técnica de multiplicadores de Lagrange. La función lagrangeana es:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} + \lambda \left( 1 - \sum_{i=1}^n w_i \right)$$

Donde  $\lambda$  es el multiplicador de Lagrange.

La condición de primer orden para obtener los puntos consiste en derivar parcialmente respecto a los ponderadores  $w_i$  y respecto al multiplicador de Lagrange, después se iguala a 0 y se despejan los valores  $w_i$  y  $\lambda$ .

$$\frac{\partial L}{\partial w_1} = w_1 \sigma_{11} + w_2 \sigma_{12} + \dots + w_3 \sigma_{13} - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_2} = w_1 \sigma_{21} + w_2 \sigma_{22} + \dots + w_3 \sigma_{23} - \lambda = 0$$

$\vdots$

$$\frac{\partial L}{\partial w_n} = w_n \sigma_{n1} + w_2 \sigma_{n2} + \dots + w_3 \sigma_{n3} - \lambda = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0$$

Se expresa en el álgebra de matrices

**E. Datos históricos de la tasa de CETES a 28 días**

1	04/01/2007	0.0701
2	11/01/2007	0.0702
3	18/01/2007	0.0705
4	25/01/2007	0.0706
5	01/02/2007	0.0705
6	08/02/2007	0.0705
7	15/02/2007	0.0703
8	22/02/2007	0.0703
9	01/03/2007	0.0705
10	08/03/2007	0.0705
11	15/03/2007	0.0705
12	22/03/2007	0.0704
13	29/03/2007	0.0703
14	04/04/2007	0.0702
15	12/04/2007	0.0700
16	19/04/2007	0.0700
17	26/04/2007	0.0700
18	03/05/2007	0.0725
19	10/05/2007	0.0724
20	17/05/2007	0.0723
21	24/05/2007	0.0724
22	31/05/2007	0.0722
23	07/06/2007	0.0721
24	14/06/2007	0.0720
25	21/06/2007	0.0718
26	28/06/2007	0.0719
27	05/07/2007	0.0718
28	12/07/2007	0.0718
29	19/07/2007	0.0719
30	26/07/2007	0.0719
31	02/08/2007	0.0719
32	09/08/2007	0.0719
33	16/08/2007	0.0721
34	23/08/2007	0.0720
35	30/08/2007	0.0723
36	06/09/2007	0.0721
37	13/09/2007	0.0720
38	20/09/2007	0.0722
39	27/09/2007	0.0719
40	04/10/2007	0.0719
41	11/10/2007	0.0721
42	18/10/2007	0.0720
43	25/10/2007	0.0720
44	01/11/2007	0.0745
45	08/11/2007	0.0743
46	15/11/2007	0.0741
47	22/11/2007	0.0746
48	29/11/2007	0.0744
49	06/12/2007	0.0744
50	13/12/2007	0.0743
51	20/12/2007	0.0744
52	27/12/2007	0.0744
53	03/01/2008	0.0743
54	10/01/2008	0.0742
55	17/01/2008	0.0741
56	24/01/2008	0.0739
57	31/01/2008	0.0743
58	07/02/2008	0.0742
59	14/02/2008	0.0744
60	21/02/2008	0.0743
61	28/02/2008	0.0742
62	06/03/2008	0.0742
63	13/03/2008	0.0745
64	19/03/2008	0.0743
65	27/03/2008	0.0743
66	03/04/2008	0.0744
67	10/04/2008	0.0746
68	17/04/2008	0.0744
69	24/04/2008	0.0744
70	30/04/2008	0.0743

71	08/05/2008	0.0743
72	15/05/2008	0.0744
73	22/05/2008	0.0744
74	29/05/2008	0.0744
75	05/06/2008	0.0745
76	12/06/2008	0.0747
77	19/06/2008	0.0756
78	26/06/2008	0.0774
79	03/07/2008	0.0775
80	10/07/2008	0.0776
81	17/07/2008	0.0802
82	24/07/2008	0.0801
83	31/07/2008	0.0809
84	07/08/2008	0.0811
85	14/08/2008	0.0818
86	21/08/2008	0.0821
87	28/08/2008	0.0821
88	04/09/2008	0.0818
89	11/09/2008	0.0817
90	18/09/2008	0.0816
91	25/09/2008	0.0815
92	02/10/2008	0.0812
93	09/10/2008	0.0799
94	16/10/2008	0.0780
95	23/10/2008	0.0758
96	30/10/2008	0.0722
97	06/11/2008	0.0710
98	13/11/2008	0.0708
99	20/11/2008	0.0772
100	27/11/2008	0.0782
101	04/12/2008	0.0803
102	11/12/2008	0.0804
103	18/12/2008	0.0803
104	24/12/2008	0.0801
105	31/12/2008	0.0797
106	08/01/2009	0.0791
107	15/01/2009	0.0770
108	22/01/2009	0.0744
109	29/01/2009	0.0731
110	05/02/2009	0.0716
111	12/02/2009	0.0707
112	19/02/2009	0.0700
113	26/02/2009	0.0724
114	05/03/2009	0.0725
115	12/03/2009	0.0718
116	19/03/2009	0.0718
117	26/03/2009	0.0652
118	02/04/2009	0.0635
119	08/04/2009	0.0624
120	16/04/2009	0.0606
121	23/04/2009	0.0584
122	30/04/2009	0.0574
123	07/05/2009	0.0554
124	14/05/2009	0.0536
125	21/05/2009	0.0518
126	28/05/2009	0.0509
127	04/06/2009	0.0508
128	11/06/2009	0.0510
129	18/06/2009	0.0501
130	25/06/2009	0.0472
131	02/07/2009	0.0472
132	09/07/2009	0.0465
133	16/07/2009	0.0455
134	23/07/2009	0.0452
135	30/07/2009	0.0451
136	06/08/2009	0.0450
137	13/08/2009	0.0449
138	20/08/2009	0.0448
139	27/08/2009	0.0447
140	03/09/2009	0.0447

141	10/09/2009	0.0447
142	17/09/2009	0.0449
143	24/09/2009	0.0450
144	01/10/2009	0.0451
145	08/10/2009	0.0451
146	15/10/2009	0.0451
147	22/10/2009	0.0451
148	29/10/2009	0.0452
149	05/11/2009	0.0452
150	12/11/2009	0.0452
151	19/11/2009	0.0450
152	26/11/2009	0.0449
153	03/12/2009	0.0451
154	10/12/2009	0.0448
155	17/12/2009	0.0451
156	24/12/2009	0.0450
157	31/12/2009	0.0451
158	07/01/2010	0.0450
159	14/01/2010	0.0450
160	21/01/2010	0.0449
161	28/01/2010	0.0448
162	04/02/2010	0.0447
163	11/02/2010	0.0449
164	18/02/2010	0.0449
165	25/02/2010	0.0449
166	04/03/2010	0.0449
167	11/03/2010	0.0441
168	18/03/2010	0.0443
169	25/03/2010	0.0446
170	31/03/2010	0.0445
171	08/04/2010	0.0443
172	15/04/2010	0.0441
173	22/04/2010	0.0446
174	29/04/2010	0.0445
175	06/05/2010	0.0449
176	13/05/2010	0.0449
177	20/05/2010	0.0453
178	27/05/2010	0.0455
179	03/06/2010	0.0458
180	10/06/2010	0.0459
181	17/06/2010	0.0460
182	24/06/2010	0.0459
183	01/07/2010	0.0460
184	08/07/2010	0.0459
185	15/07/2010	0.0459
186	22/07/2010	0.0459
187	29/07/2010	0.0460
188	05/08/2010	0.0456
189	12/08/2010	0.0454
190	19/08/2010	0.0450
191	26/08/2010	0.0447
192	02/09/2010	0.0448
193	09/09/2010	0.0448
194	15/09/2010	0.0445
195	23/09/2010	0.0436
196	30/09/2010	0.0436
197	07/10/2010	0.0418
198	14/10/2010	0.0405
199	21/10/2010	0.0403
200	28/10/2010	0.0384
201	04/11/2010	0.0385
202	11/11/2010	0.0392
203	18/11/2010	0.0394
204	25/11/2010	0.0417
205	02/12/2010	0.0435
206	09/12/2010	0.0416
207	16/12/2010	0.0418
208	23/12/2010	0.0438
209	30/12/2010	0.0445

**F. Procedimiento al cálculo de la Tasa Libre de Riesgo**

$$MG = \sqrt[209]{(0.0701)(0.0702)(0.0705)(0.0706)\cdots(0.0445)}$$

Tasa Promedio  
5.990%

Tasa Promedio Diario  
0.01664%

**G. Línea de Mercado**

<b>Rendimiento del portafolio</b>	<b>Riesgo del portafolio</b>	<b>Activo libre de riesgo</b>
0.00%	0.00%	0.017%
0.06%	0.97%	0.052%
0.07%	1.29%	0.064%
0.08%	1.77%	0.081%
0.10%	2.32%	0.101%
0.11%	2.78%	0.118%
0.13%	3.58%	0.147%
0.14%	4.10%	0.166%
0.18%	5.98%	0.234%
0.19%	6.59%	0.257%

## **Bibliografía**

- AYALA GAYTAN Edgardo A., *et. al.*, “Finanzas para todos desde el Financiero”, México, El Financiero-Banamex, 2008, 371pp.
- CARBONELL Aldana Beatriz Eugenia *et. al.* “Estructuración de un portafolio óptimo de inversión en divisas representativas del mercado Forex” *Soluciones de postgrado EIA* No. 2, Junio 2008, Medellín
- COSTA RAN Luis, Montserrat Font Vilalta, “Manual Práctico Divisas y Riesgo de Cambio”, Madrid, ESIC, 1995, 377pp.
- CRUZ JUAREZ Ana Lilia “CAPM: Una alternativa para el análisis de inversión en acciones” tesis de actuaria, México, Facultad de Ciencias UNAM, 2003
- DIAZ MONDRAGON Manuel “Invierta con éxito en la Bolsa y otros mercados financieros: curso práctico”, México, Gasca SICCO, 2004, 671pp
- ELBAUM Marcelo A. “Administración de Carteras de Inversión” Buenos Aires, Macchi, 2ª Edición, 2006
- EUN S. Cheol, RESNICK G. Bruce, “Administración financiera internacional”, México, McGraw-Hill, 2007, cuarta edición, 537pp.
- FAMA Eugene F, *et.al.* “The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 18, No. 3, Summer, 2004, p25-46
- FERNANDEZ Viviana “El Modelo CAPM para distintos horizontes de tiempo” *Ingeniería de Sistemas* Vol. XIX Octubre 2005 Chile Universidad de Chile
- GALLEGO MERINO A *et.al.* “Relaciones de equilibrio en el mercado de capitales: una aplicación del CAPM” *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 1 No. 1, 1996
- GOMEZ-BEZARES Fernando *et.al.* Gestión de Carteras “Modelos de Valoración y Eficiencia: ¿Bate el CAPM al Mercado?” *Análisis Financiero* No. 68, Primer Cuatrimestre, 1996, España
- HERNANDEZ SAMPIERI Roberto *et al* “Metodología de la investigación” México 4ª. Edición ed. Mc Graw Hill 2006
- KOZIKOWSKI ZARSKA Zbigniew, “Finanzas Internacionales”, México, McGraw-Hill, 2000, 368pp

- LASA Alcides, "Construcción de una 'frontera eficiente' de activos financieros en México", México, Reporte de Investigación, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Departamento de Economía. 2004
- LEDESMA VALDEZ Ana Gabriela, "Mercado FOREX, una alternativa de inversión en México", Tesis de Licenciatura en Economía, México, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, 127pp.
- LEVY Maurice, "Finanzas Internacionales", México, McGraw-Hill, Tercera Edición, 1997, 707pp
- LOAIZA ESPINOZA Jairo Andrés, "Diversificación Internacional de un portafolio de inversión", Tesis de Grado en Economía con mención en gestión empresarial, Facultad de Economía y Negocios, Ecuador, Escuela Superior politécnica del Litoral, 2004
- MANSELL CARSTENS Catherine, "Las Nuevas Finanzas en México", México, Milenio/Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas/Instituto Tecnológico Autónomo de México, 2009 (13ª reimpresión), 535pp
- MARKOWITZ Harry, "Portfolio Selection" *Journal of Finance*, marzo, 1952
- MARQUINA BRAVO Mahelic "Diseño de un portafolio de inversión" tesis de Maestría en Finanzas, México, Facultad de Contaduría y Administración UNAM, 2005, 91pp
- MENDIZAVAL ZUBELDIA Alaitz *et.al* "El modelo de Markowitz en la gestión de carteras", Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Cuadernos de Gestión, Vol. 2 No. 1, 2002
- MORALES CASTRO Arturo. "Inversiones en Acciones y Portafolios de Inversión 51 Preguntas Clave" *Adminístrate Hoy*. Año VII Núm. 78. Octubre, 2000, México, GASCA SICCO
- OCHOA GARCIA Sandra I. "El modelo de Markowitz en la teoría de portafolios de inversión", Tesis de Maestría en Ciencias en Administración, México, Instituto Politécnico Nacional, 2008
- RIEHL HEINZ, Rita M. Rodríguez, "Mercados de Divisas y Mercados de Dinero", Madrid, McGraw-Hill, 1990, 511pp

## **Sitios y documentos obtenidos a través de internet (World Wide Web)**

AMEZCUA Gysel, et. al “Teoría del riesgo-Selección de un portafolios de inversión” Tesis Licenciatura Actuarial, Departamento de Actuarial, Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla, diciembre 2004, <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lat/gysel\\_a\\_hj/portada.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/gysel_a_hj/portada.html)>

BANK OF INTERNATIONAL SETTLEMENTS “Foreign Exchange and derivatives market activity in 2007” December 2007, Switzerland, <<http://www.bis.org/publ/rpfx07t.pdf?noframes=1>> (29 de enero 2010)

CASTRO, Rubén, “inversión en divisas ¿conviene?”, El Universal, México DF, 29 octubre de 2007 <[eluniversal.com.mx](http://eluniversal.com.mx)> (29 de enero de 2010)

FRANCO Cuartas Fernando de Jesús “Portafolio Internacional, Modelación y Optimización” < [www.gacetafinanciera.com/Portaf.pdf](http://www.gacetafinanciera.com/Portaf.pdf) >

GITMAN Lawrence J. “Fundamentos de Inversiones (Recurso Electrónico)” México, 10ª Edición, Ed. Pearson Educación, 2009 < [http://www.bibliotechnia.com/bibliotechnia20/index.php?Itemid=6&option=com\\_libros&task=read&id=2530&bookmark=517#](http://www.bibliotechnia.com/bibliotechnia20/index.php?Itemid=6&option=com_libros&task=read&id=2530&bookmark=517#)>

GUTIERREZ DAZA Ángel *et. al.* “Ventas en Corto: Análisis Comparativo y Propuesta para su Implementación en el Mercado de Valores Colombiano”, Julio 2010, <[http://www.simposiodefinanzas.com/espa/pdf/ventas\\_en\\_corto.pdf](http://www.simposiodefinanzas.com/espa/pdf/ventas_en_corto.pdf)>

GUZMAN PLATA, María de la Paz, “El modelo portafolio aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores” *Economía, Teoría y Práctica*, No. 7, 1997, México, Azcapotzalco, UAM < <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num7/a1.htm>>

GUZMAN PLATA, María de la Paz, “Los modelos CAPM y ARCH-M. Obtención de los coeficientes beta para una muestra de 33 acciones que cotizan en la BMV” *Economía, Teoría y Práctica*, No. 9, 1998, México, Azcapotzalco, UAM <[www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num9/a6r.htm](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/etp/num9/a6r.htm)>

JC LYONS ¿Qué es Mercado y Comercio de Divisas? <[www.comerciodedivisas.com](http://www.comerciodedivisas.com)> (29 de enero 2010)

MASCAREÑAS Juan, “El Tipo de Cambio”, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Octubre 2005, <<http://www.ucm.es/info/jmas/infin/divisas.pdf>>

RUBIO F. Fernando, “CAPM y APT: una nota técnica” Tesis de Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, Chile, International Graduate Business School,

Universidad de Valparaíso, Septiembre de 1987,  
<<http://129.3.20.41/eps/fin/papers/0402/0402007.pdf>> 26 pp.

SANCHEZ Fernández Jesús, "Introducción a la Estadística Empresarial" edición electrónica gratuita < <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/jsf/jsf.htm>>

VILLARREAL SAMANIEGO, J.D.: "Administración Financiera II", riqueza la de producción práctico, edición electrónica gratuita, 2008,  
<<http://www.eumed.net/libros/2008b/418/>>