

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

---

---

## ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS DE MERCADO EN  
PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN CON CAPITAL Y  
DEUDA.

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS  
(ECONOMÍA FINANCIERA)

P R E S E N T A:

PATRICIA MACÍAS CLEMENTE



MÉXICO, D.F.

DICIEMBRE DE 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 10:00 horas del día 22 del mes de noviembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:

Administración de riesgos de mercado en portafolios de inversión con capital y deuda.

Presentada por el alumno:

Macías

Apellido paterno

Clemente

Apellido materno

Patricia

Nombre(s)

Con registro: 

B	0	9	1	1	2	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias Económicas

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

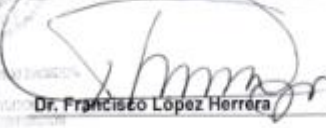
Director(a) de tesis

  
Dr. Francisco Venegas Martínez


  
Dra. Alicia Bazarte Martínez

  
Dr. Salvador Cruz Aké

  
Dr. Ambrosio Ortiz Ramírez

  
Dr. Francisco López Herrera

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

  
Dr. Gerardo Angeles Castro

gmf.



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

## CARTA CESION DE DERECHOS

En México D. F., siendo las 10:00 horas del día jueves 22 del mes de noviembre del año 2011, el (la) que suscribe Patricia Macías Clemente alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias Económicas con número de registro B091125 adscrito a la SEPI ESE-IPN manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del Dr. Francisco Venegas Martínez y cede los derechos del trabajo intitulado Administración de riesgos de mercado en portafolios de inversión con capital y deuda al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Calle Lateral Periferico Norte # 93. Colonia Unidad Pradera 1ª. Sección. Delegación G.A.M. México (C.P. 07509). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

M.EN C. © PATRICIA MACÍAS CLEMENTE

*Nombre y firma*

❖ gmf.

## **DEDICADA**

### **A MI FAMILIA:**

A mi esposo, Hipólito Trejo, por ser una guía en mi camino y un apoyo incondicional, por su agradable compañía y paciencia sin igual.

A mis hijos, Patricia, Susana y Eduardo Trejo M, por ser mi fuente de inspiración, por su cariño incondicional, estar siempre conmigo y hacerme sentir a mí familia.

A mi mamá, Elena Clemente por darme la vida, estar siempre pensando en sus hijos y tenerme en su corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director de tesis, Dr. Francisco Venegas, por haberme enseñado y motivado para llegar a la meta.

A mis sinodales, Dra. Alicia Bazarte, Dr. Ambrosio Ortiz, Dr. Francisco López, Dr. Salvador Cruz y Dr. Humberto Ríos. Por su grandiosa ayuda, disponibilidad, colaboración y agradable sonrisa para alcanzar una meta más en mi camino.

A mis profesores, por haber compartido su conocimiento y dedicación en el salón de clase.

A mis compañeros, Maribel, Patricia, Luis, Samantha, Astrid, Israel, etc., por compartir horas de estudio dentro y fuera de clase.

A mi sobrina, Ariana Arellano, por su amistad y solidaridad.

A mis amigos, Tere González, Alejandro, Oscar Ortiz y Adriana Poy, por su disponibilidad y comentarios sobre mi tesis.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS, IMÁGENES Y TABLAS.....</b>	<b>i</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>ix</b>
<b>CAPÍTULO 1. SISTEMA FINANCIERO MEXICANO.....</b>	<b>1</b>
1. Panorama del Sistema Financiero.....	1
1.1 Secretaría de Hacienda y Crédito Público.....	1
1.2 Comisión Nacional Bancaria y de Valores .....	2
1.3 Comisión Nacional de Seguros y Fianzas .....	3
1.4 Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro .....	3
1.5 Banco de México.....	5
2. Bolsa Mexicana de Valores .....	6
2.1 Participación de la Bolsa Mexicana de Valores .....	8
2.2 Intermediarios de Inversión Bursátiles.....	10
2.3 Mercado de Valores .....	10
Mercado de Dinero y Mercado de Capitales.....	11
2.4 Obligaciones financieras .....	13
3 Mercados primarios y secundarios .....	13
4 Bonos.....	14
Valuación de las obligaciones.....	14
Emisión de bonos .....	15
Valor de un bono.....	15
5 Derivados.....	16

## **CAPÍTULO 2. SELECCIÓN ÓPTIMA DEL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN..... 18**

1. Teoría del Portafolio de Inversión .....	19
1.1 Teoría de la elección y funciones de utilidad .....	21
2. Construcción de un portafolio de inversión con capital .....	23
2.1 Rentabilidad del portafolio de inversión .....	23
2.2 Riesgo del portafolio de inversión .....	24
Reducción del riesgo vía diversificación del portafolio.....	26
2.3 Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones.....	27
2.4 Frontera eficiente.....	32
3. Elaboración de un portafolio de inversión con acciones y un bono .....	34
3.1 Rentabilidad del portafolio de inversión .....	35
3.2 Riesgo del portafolio de inversión .....	35
3.3 Portafolio eficiente .....	37

## **CAPÍTULO 3. CASO PRÁCTICO: FORMACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN ..... 38**

1. Análisis de precios y rendimientos de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. ....	39
2. Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones de la Bolsa Mexicana de Valores .....	41
2.1 Rentabilidad del portafolio de inversión .....	41
2.2 Riesgo del portafolio de inversión .....	43
2.3 Portafolio eficiente .....	45
2.4 Determinación de la frontera eficiente de inversión .....	48
2.5 Presentación de resultados .....	52
3. Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones de la Bolsa Mexicana de Valores y un bono .....	52
3.1 Rentabilidad del portafolio de inversión .....	53

3.2	Riesgo del portafolio de inversión .....	53
3.3	Portafolio eficiente .....	53
3.4	Presentación de resultados .....	57
CONCLUSIONES .....		62
BIBLIOGRAFIA .....		63



## ÍNDICE DE GRAFICAS, IMÁGENES Y TABLAS

Gráfica 1 Conjunto de oportunidades de inversión.....	xi
Gráfica 2 Curvas de indiferencia.....	xii
Gráfica 3 Curva de indiferencia tangente con conjunto de oportunidades.....	xiv
Gráfica 2.1 Curvas de utilidad para diferentes inversores.....	22
Gráfica 2.2 Dibujo portafolio óptimo de Markowitz.....	32
Gráfica 2.3 Frontera eficiente.....	33
Gráfica 3.1 Revisión preliminar de rendimientos y riesgos para formar un portafolio de inversión.....	40
Gráfica 3.2 Rendimientos ALFA.....	41
Gráfica 3.3 Rendimiento ARCA.....	42
Gráfica 3.4 Rendimiento TELEVISIA.....	42
Gráfica 3.5 Histograma rendimientos ALFA.....	43
Gráfica 3.6 Histograma rendimientos ARCA.....	44
Gráfica 3.7 Histograma rendimientos TELEVISIA.....	44
Gráfica 3.8 Frontera eficiente de Markowitz.....	52
Gráfica 3.9 Fronteras eficientes de Markowitz, Tobin y portafolio óptimo de Venegas.....	57
Gráfica 3.10 Cálculo del VaR del portafolio de inversión.....	59
Imagen 1. Detalle de la portada del Banco de México.....	18
Imagen 2. Gráfica sobre conjunto de oportunidades.....	35
Imagen 3. Bolsa Mexicana de Valores.....	38
Tabla 2.1 Diferentes coeficientes de correlación.....	27
Tabla 3.1 Matriz de varianzas y covarianzas.....	45
Tabla 3.2 Proporciones a invertir en cada activo.....	49
Tabla 3.3 Diferentes portafolios.....	51
Tabla 3.4 Rendimiento riesgo del portafolio con capital y deuda.....	54
Tabla 3.5 Proporciones a invertir en capital y bonos.....	56
Tabla 3.6 VaR de portafolios.....	60
Tabla 3.7 Contratos a cubrir el portafolio.....	60

# GLOSARIO

**Activo financiero,** Es cualquier activo que sea:

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

El activo financiero, es un activo que representa una obligación legal sobre algún beneficio futuro; para los activos financieros, el valor o beneficio típico es una obligación de dinero a futuro. Sus propiedades son:

- **Monetización.** Algunos activos financieros son empleados como medio de cambio o en la realización de transacciones; es por esto que son llamados dinero, el cual consiste en la moneda y todas las formas o depósitos que permiten la escritura de cheques; otros activos pueden ser transformados en dinero.
- **Reversibilidad.** Se refiere al costo de invertir en un activo financiero y luego volver a convertirlo en efectivo.
- **Flujo de efectivo.** Se refiere a todos y cada uno de los pagos de efectivo que el activo financiero entregará sus poseedores, como los dividendos sobre acciones y los pagos por bonos al portador.
- **Periodo de vencimiento.** Es la longitud del periodo hasta que llega la fecha en la cual está programado hacer el último pago, es decir, en la que el propietario ha convenido pedir la liquidación.
- **Liquidez.** Se refiere a que se puede convertir de una manera rápida en el equivalente general, es decir, en dinero (dólares, pesos, marcos alemanes, etcétera).

- **Complejidad.** Algunos activos financieros son, de hecho, combinaciones de dos o más activos más simples; la suma de estas partes es el valor total del activo complejo.

**Activo subyacente**, por ejemplo el valor de un futuro sobre de oro se basa en el precio del oro. Los subyacentes utilizados pueden ser muy diferentes, acciones, índices bursátiles, valores de renta fija, tipos de interés o también materias primas.

- Su valor cambia en respuesta a los cambios de precio del activo subyacente. Existen derivados sobre productos agrícolas y ganaderos, metales, productos energéticos, divisas, acciones, índices bursátiles, tipos de interés, etc.
- Requiere una inversión inicial neta muy pequeña o nula, respecto a otro tipo de contratos que tienen una respuesta similar ante cambios en las condiciones del mercado. Lo que permite mayores ganancias como también mayores pérdidas.
- Se liquidará en una fecha futura.
- Pueden cotizarse en mercados organizados (como las bolsas) o no organizados.

La función principal del mercado de derivados consiste en proveer instrumentos financieros de cobertura o inversión que fomenten una adecuada administración de riesgos.

**Administración financiera.** Se refiere aquellas actividades que implican, entre otras, el manejo de decisiones relacionadas con la expansión de plantas industriales, así como aquellas en que se eligen los tipos de valores que se deben de emitir para financiar una expansión. Los administradores financieros también tienen la responsabilidad de decidir los términos de créditos sobre los cuales los clientes podrán hacer sus compras; el nivel de inventarios que debe mantener la organización y el mínimo de efectivo con que debe contar a efecto de cumplir con sus actividades; si se debe o no adquirir otras empresas ( análisis de funciones); el monto de las utilidades que se deberá reinvertir dentro del negocio, en vez de pagarse como dividendos, y la adquisición de empresas o líneas de negocios de empresas.

**Administración de riesgos.** Es el conjunto de procedimientos para identificar, analizar, evaluar y controlar los efectos adversos de los riesgos a que está expuesta una empresa (portafolio de inversión), con el propósito de evitarlos, reducirlos, retenerlos o transferirlos.

También se puede entender la administración de riesgos como un proceso continuo para identificar, medir y controlar los riesgos. Que tienen como propósito mantener una exposición tolerable en los negocios financieros y lograr una adecuada asignación de los recursos, acorde con los rendimientos esperados y los riesgos asumidos.

**Bono:** Título de renta fija que emiten gobiernos y empresas para conseguir fondos directamente del mercado. El emisor se compromete a devolver el principal junto con un interés.

**Bono convertible.** Bono que se pueden canjear por acciones de nueva emisión de la empresa a un precio que ha sido fijado con anterioridad. Algunas entidades ofrecen este tipo de títulos con el fin de pagar intereses más bajos.

**Bonos del estado.** Títulos del que emiten los Ministerios del Tesoro o de Hacienda a distintos plazos y con diferentes características: cupón cero y cuponados con tasas cupón constante o fija.

**Capital.** Es toda suma de dinero, que no ha sido consumido por su propietario, sino que ha sido ahorrada y trasladada a un mercado financiero con el fin de obtener una renta posteriormente.

**Capital financiero.** Son los montos de recursos monetarios de las distintas instituciones bancarias, comerciales e industriales utilizados para fomentar e impulsar las actividades económicas.

**Capital especulativo.** Aparece en los sitios donde hay ganancias, sólo es rentable para quienes invierten el capital en dichos organismos. Por ejemplo el capital golondrina que invierten cuando hay ganancias y se van cuando dejan de haber ganancias.

**Cupón.** Proviene de los antiguos títulos físicos de donde había que recortar un cupón para cobrar los dividendos o derechos de suscripción. Hoy en día se denomina así los pagos o intereses que paga un título de renta fija.

**Cupón cero.** Característica de algunos títulos de renta fija que no pagan intereses durante la vida del título, suelen ser a corto plazo y se negocian a descuento.

Un bono cupón cero.- Es una promesa de pago (Impersonalizada) en la que el emisor se compromete a pagar incondicionalmente una cantidad preestablecida, el valor nominal o principal, en una fecha futura, la cual será referida como vencimiento del título.

**Derivados.** Un derivado financiero es un producto financiero cuyo valor se basa en el precio de otro activo, de ahí su nombre. El activo del que depende toma el nombre de activo subyacente.

**Deuda.** La inversión en valores de deuda pública emitidos por el Tesoro, Letras, Bonos y Obligaciones, es una modalidad de inversión muy habitual, debido a la gran seguridad que aporta este tipo de inversiones, tanto en cuanto a los rendimientos generados como en cuanto a la recuperación de la inversión.

**Diversificación.** La diversificación implica que el monto en dinero de una inversión se encuentre asignado en diferentes títulos, activos valores, con lo cual se constituye una cartera de valores.

**Finanzas.** Son las herramientas en la cual se apoyan los administradores financieros para incrementar la riqueza del accionista mismo que se refleja en el valor de las acciones. A medida que la acción se cotiza a un precio más alto en el mercado, podemos decir que la empresa ha incrementado su riqueza que, finalmente, es lo que interesa a los accionistas.

**Liquidez.** El nivel de liquidez de un mercado e instrumento es uno de los factores más importantes que los inversionistas toman en cuenta cuando deciden invertir.

La liquidez de un instrumento depende de la existencia de un mercado organizado para su compra venta. Los mercados pueden tener distintos niveles de liquidez, dependiendo de su nivel de oferta y demanda.

**Mercado de capital financiero.** Es el complejo conjunto de instituciones en las cuales interactúan los proveedores de capital (las familias que ahorran) y los demandantes de capital (empresas comerciales que desean invertir).

**Portafolio de inversión.** El portafolio de inversión también llamado cartera de inversión, es un conglomerado de distintas inversiones. También se puede definir como el grupo de títulos de valores que en conjunto hacen el monto total de una inversión, es un conjunto de activos.<sup>1</sup>

**Prima de riesgo.** Es la diferencia o excedente entre las rentabilidades con riesgo y las rentabilidades sin riesgo

**Rendimiento.** El rendimiento que se deriva de una inversión financiera se expresa como un porcentaje de lo invertido. El rendimiento se obtiene en 3 formas: a través de intereses, ganancias de capital, dividendos o alguna combinación de éstos.

El rendimiento también se define como la utilidad o pérdida obtenida en relación con el monto originalmente invertido.

---

<sup>1</sup> Estos activos pueden ser de cualquier tipo de mercado; así podemos considerar inversiones en acciones, bonos, papel comercial, proyectos de inversión o cualquier actividad o instrumento que pueda proporcionar un beneficio financiero.

**Riesgo.** Es la incertidumbre inherente en la distribución probabilística de los posibles rendimientos de la inversión. En estadística, esta incertidumbre o variabilidad respecto a la predicción se mide a través de la desviación estándar.

Por lo general; los diccionarios definen el riesgo de la siguiente manera:

- El peligro en relación con un daño probable.
- La falta de conocimiento seguro sobre un evento.
- La proximidad de un daño.
- Cada una de las contingencias que puede ser objeto de un contrato de seguro.
- La empresa que se acometen o contratos que se celebran, sometidos a influjo de suerte o evento, sin poder reclamar por la acción de éstos.

**Riesgo financiero.** Se entiende como el efecto que presentan los flujos de capital de una institución ante cambios inesperados en el entorno económico.

**Riesgo de mercado.** Posibilidad que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente ante cambios en las variables macroeconómicas que determinan el precio de los instrumentos que componen una cartera de valores.

**Variable aleatoria.** Una variable es una función que asigna un valor numérico a cada suceso elemental del espacio muestral. Es decir, es una variable cuyo valor numérico está determinado por el resultado del experimento aleatorio.

## RESUMEN

En la presente tesis se desarrolla la formación de dos portafolios de inversión respaldados en Harry Markowitz, premio Nobel de Economía en 1992, a la Teoría de Portafolios de Inversión en la década de los años 50's. El objetivo que se pretende alcanzar con la tesis es proporcionar al inversor una herramienta accesible, para la construcción de un portafolio de inversión. El primer portafolio se conforma con acciones de la Bolsa Mexicana de Valores y el segundo portafolio está formado por acciones más un activo libre de riesgo.

Para lograr lo anterior, primeramente en el capítulo 1, se ofrece un panorama del sistema financiero mexicano, en donde se pueda conocer las diferentes instituciones reguladoras de varios instrumentos financieros como son: capital, deuda y derivados.

Posteriormente, en el capítulo 2, se desarrollan analíticamente la conformación de dos portafolios hasta obtener las proporciones a invertir en cada activo, de tal manera que cualquier lector con conocimientos mínimos de estadística y álgebra matricial pueda comprender el proceso de elaboración.

En el capítulo 3, para la formación de ambos portafolios, se desarrolla paso a paso en Excel el procedimiento algebraico propuesto por Markowitz. Lo anterior se hace con la finalidad de presentar didácticamente las ideas y el cálculo numérico de la teoría de portafolios.

Por otra parte, una vez construido el portafolio óptimo con capital y deuda, la administración del riesgo del portafolio surge como una necesidad para proteger el patrimonio del inversionista. Una alternativa para gestionar el riesgo de dicho portafolio es protegerlo mediante la incorporación de coberturas de futuros.

Usualmente para medir el riesgo de mercado se recurre a una medida denominada Valor en Riesgo (VaR), generalmente se usa para calcular el valor en riesgo del portafolio que debe cubrir la cobertura de futuros.

Finalmente, se observó que al incluir un activo libre de riesgo en el portafolio de Markowitz hubo mejores posibilidades de inversión y al considerar las oportunidades que da el mercado de derivados para proteger al portafolio del riesgo bursátil (volatilidad) se comprueba que la varianza de dicho portafolio puede ser aún menor.

## ABSTRACT

This thesis develops the formation of two investment portfolios backed by the Investment Portfolio Theory proposed in the mid-50's by Harry Markowitz, Nobel Prize in Economics in 1992. What is to be achieved with the thesis is to provide investors an easy tool for the construction of a portfolio. The first portfolio has formed with shares of the Mexican Stock Exchange and the second portfolio contains stocks plus a riskless asset.

To achieve this, first in Chapter 1, provides an overview of the financial system, essential to understand the different regulatory bodies of various financial instruments such as equity, debt and derivatives.

Later, in chapter 2, we develop in detail the formation of two portfolios to get the proportions to invest in each asset, so that anyone with minimal knowledge of statistics and matrix algebra can understand the process.

In Chapter 3, for the formation of both portfolios, was developed Excel step to step. Algebraic development proposed by Markowitz. This has done with the didactic purpose of presenting the ideas and the numerical calculation of portfolio theory.

Moreover, once built the optimal portfolio with capital and debt, risk management arises as a need to protect the assets of the investor. An alternative to manage the risk of this portfolio is protecting through the incorporation of futures coverage.

Usually to measure market risk uses a measure called Value at Risk used to calculate the portfolio value at risk, to be covered by the futures hedge.

Finally, note that including a risk-free asset in the portfolio of Markowitz gives better investment opportunities and to consider the opportunities given the derivatives market to protect the portfolio market risk (volatility). It has found that the variance of the portfolio could be even smaller.



# INTRODUCCIÓN

El interés por realizar la investigación que se expone en el contenido de la presente tesis surge al observar la aversión al riesgo de los individuos que buscan una inversión para el remanente de su ingreso a fin de obtener un rendimiento (beneficio) futuro. Usualmente, el inversionista no cuenta con herramientas y algoritmos de análisis para tomar decisiones sobre qué instrumentos elegir (acciones y deuda) y cuánto asignar de su presupuesto a cada uno de ellos. Por esta razón, es conveniente desarrollar métodos de selección óptima de un portafolio inversión.

A partir de un conjunto de instrumentos financieros (capital y deuda) es imprescindible desarrollar un modelo que nos permita determinar qué instrumentos se deben seleccionar y que montos asignar a cada uno de ellos dado un presupuesto, así como asociar una medida de riesgo a dicho portafolio. Es decir, se desean desarrollar herramientas de fácil manejo para la selección óptima de un portafolio, así como contar con una medida de riesgo que permita administrar dicho portafolio óptimamente.

Nuestro objetivo es diseñar un procedimiento para la integración de un portafolio de inversión que incorpore capital y deuda; considerando las teorías de Harry Markowitz y Tobin que determinan las proporciones óptimas de los activos que maximizan el rendimiento, minimizando el riesgo ó varianza del portafolio, así como, la teoría del Valor en Riesgo, que posibilita la gestión de los riesgos de dicho portafolio.

Nuestra hipótesis sostiene que al considerar actualmente la varianza como medida de riesgo, sólo en el contexto del Portafolio de Markowitz, se puede correr el peligro de obtener un portafolio con una varianza mayor a la mínima posible, a pesar de la diversificación; todo esto a consecuencia de que hoy día existen otros instrumentos financieros que permiten reducir y administrar el riesgo, como son la introducción de activos libres de riesgo y derivados. El período de análisis la tesis se basa del 8 de febrero del 2009 al 8 abril 2011.

Para esta tesis es básica la teoría de portafolio que fue originada y desarrollada por Harry Markowitz en 1952, la teoría moderna de selección de cartera propone que el inversionista debe abandonar la cartera como un todo, estudiando las características de riesgo y retorno global, en lugar de escoger valores individuales en virtud del retorno esperado de cada valor en particular

En la actualidad, la gente que cuenta con una cantidad de dinero excedente de su ingreso decide invertirlo en algún activo financiero (propiedad, depósitos a corto plazo, acciones, bonos, forex, contratos de futuros, etc.). La teoría de selección de cartera que propuso Markowitz toma en consideración el retorno esperado del inversionista a largo

plazo y la volatilidad esperada en el corto plazo. La volatilidad se trata como un factor de riesgo, y la cartera se conforma en virtud de la tolerancia al riesgo de cada inversor en particular, tras elegir el máximo nivel de retorno disponible para el riesgo escogido.

Cuando una persona o empresa adquiere un conjunto de activos financieros distintos o emitidos por empresas diferentes se dice que está en posesión de una cartera de valores.

Las inversiones financieras, como cualquier proyecto de inversión, se componen de un desembolso inicial y de unos flujos de caja (dividendos, intereses, derechos de suscripción preferentes o los ingresos de la venta de la totalidad o de parte de la cartera), por lo que el análisis de dicho tipo de inversión seguirá el mismo procedimiento que el de cualquier otro proyecto sea de ámbito financiero o real.

Para poder integrar una cartera de inversión equilibrada es importante la diversificación, ya que de esta forma se reduce la variación de los precios. La idea de la cartera es, entonces, diversificar la inversiones en diferentes mercados y plazos para así disminuir las fluctuaciones en la rentabilidad.

Harry Markowitz dice en su modelo: los inversionistas tienen una conducta racional a la hora de seleccionar su cartera, por lo tanto, tratan de buscar la máxima rentabilidad sin tener que asumir un riesgo más alto que el estrictamente necesario.

La integración de una cartera de inversión óptima se puede alcanzar por medio de la diversificación de las inversiones en diferentes mercados y plazos, de esta forma se reduce las fluctuaciones en el impacto de la variación de los precios sobre su utilidad total esperada de la cartera y por lo tanto también del riesgo.

### **La frontera eficiente**

Markowitz considera en su modelo de portafolios que el riesgo puede reducirse sin cambiar el rendimiento esperado de la cartera. Para ello se parte de los siguientes supuestos básicos:

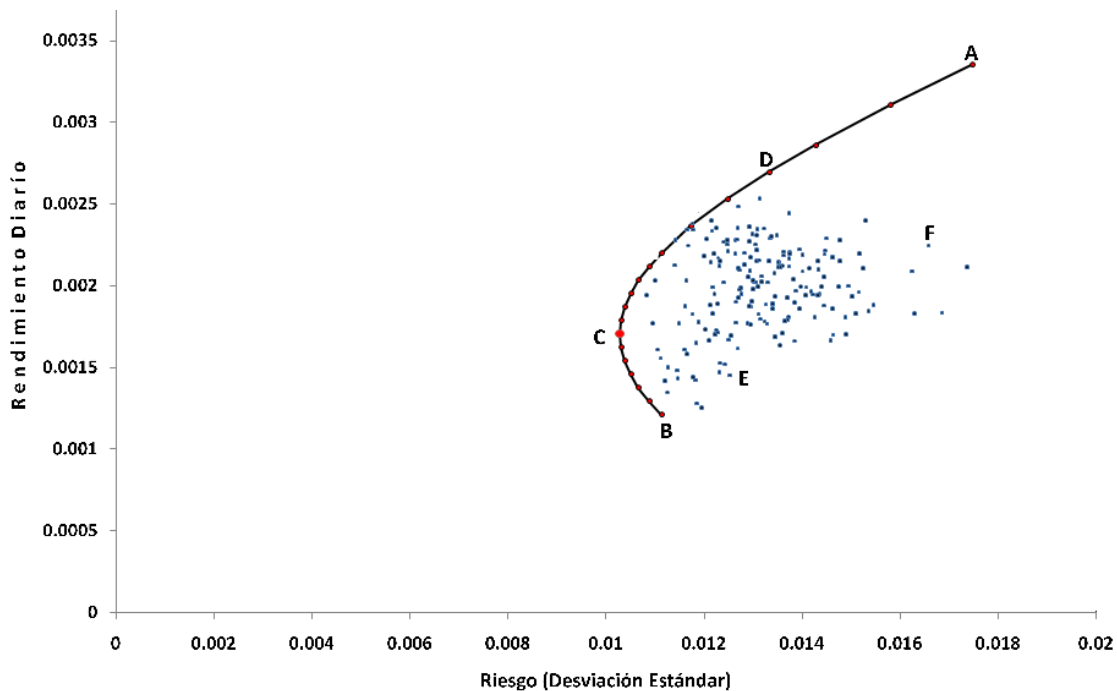
- 1) El rendimiento de cualquier título o cartera es descrito por una variable aleatoria subjetiva, cuya distribución de probabilidad para el período de referencia es conocida por el inversor. El rendimiento del título o cartera será medido a través de su esperanza matemática.
- 2) El riesgo de un título, o cartera, viene medido por la varianza (o desviación típica) de la variable aleatoria representativa de su rendimiento.

- 3) El inversor preferirá aquellos activos financieros que tengan un mayor rendimiento para un riesgo dado o un menor riesgo para un rendimiento conocido. A esta regla de decisión se le denomina conducta racional del inversor.

En esta teoría, se trata de buscar primeramente cuales son las carteras que proporcionan el mayor rendimiento para un riesgo dado, al mismo tiempo que soportan el mínimo riesgo para un rendimiento conocido. A estas carteras se las denomina eficientes.

La frontera eficiente está formada por la totalidad de las carteras que proporcionan el máximo rendimiento con un riesgo mínimo. Conjunto de carteras que proporcionan el máximo rendimiento y soporta el mínimo riesgo.

Gráfica 1. Conjunto de oportunidades de inversión.



Fuente: Elaboración personal. Datos tomados de la Bolsa Mexicana de Valores.

A pesar de que todos los puntos en la gráfica son accesibles, un inversionista no necesariamente escogerá cualquier punto de este conjunto ya que algunos elementos serán siempre mejores que otros; por lo tanto un agente racional limitará sus posibilidades de elección a solamente aquellos que sean los más eficientes de todo el conjunto, es decir aquellos que le otorguen la máxima rentabilidad para un nivel de riesgo dado, o bien el mínimo riesgo para un nivel de rendimiento determinado.

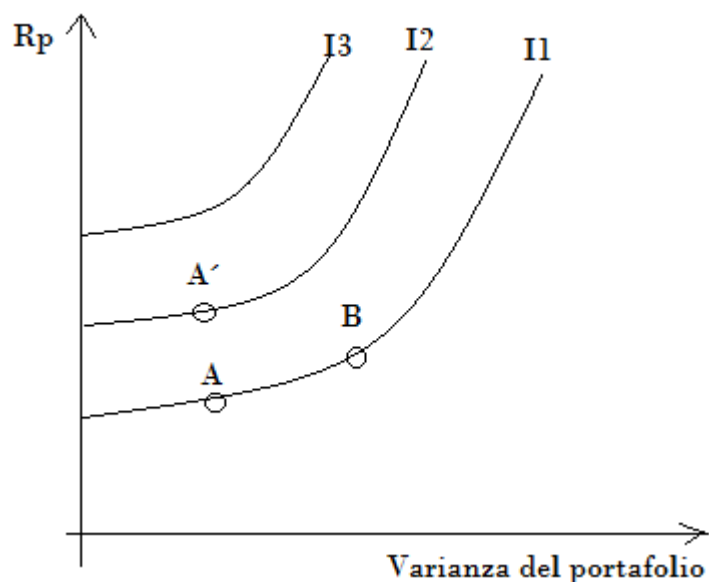
Por lo tanto, tomando en cuenta estos criterios, el conjunto eficiente de puntos a elegir estaría determinado entre los puntos A y C de la gráfica 1. Por lo anterior es de esperarse que los puntos B, E y F no sean eficientes.

Para determinar la cartera óptima de un inversor en particular necesitaremos especificar sus curvas de indiferencia entre el rendimiento y el riesgo asociado, cuya forma dependerá de su función de utilidad y ésta será, naturalmente, distinta para cada inversor.

En la gráfica 2 se muestra las curvas de indiferencia que son el lugar geométrico que describe todas las combinaciones posibles de las cantidades de dos bienes que le proporcionan al consumidor el mismo nivel de utilidad o satisfacción.

La gráfica muestra tres curvas de indiferencia donde al inversor le será indiferente elegir entre el punto A o el punto B en la curva de indiferencia I1, pues aunque B promete un mayor rendimiento que la cartera A, su riesgo es superior al de ésta última. Sin embargo, si tiene que elegir entre las carteras A y A' elegirá ésta última, debido a que con el mismo riesgo obtiene un mayor rendimiento ( $A' > A$ ).

Gráfica 2. Curvas de indiferencia.



Fuente: Elaboración personal.

### Supuestos detrás de una curva de indiferencia

Detrás de cada curva de indiferencia se esconden los siguientes supuestos:

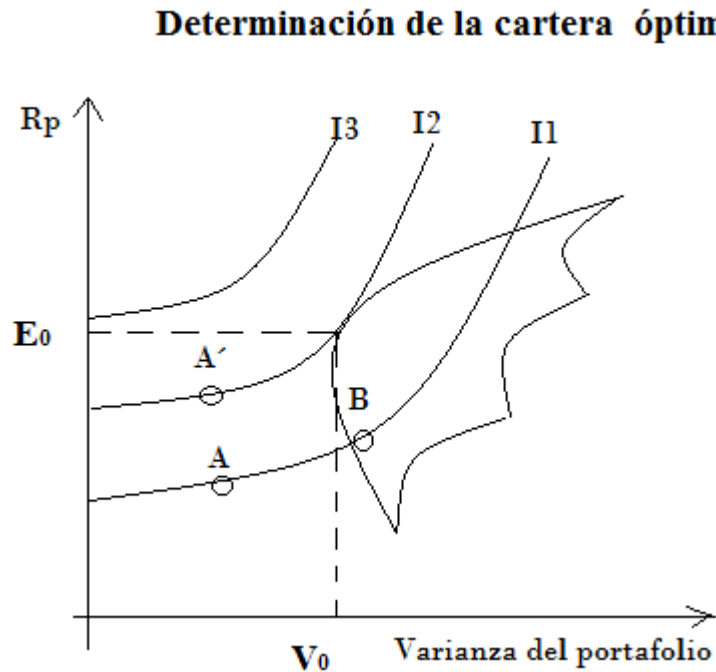
- 1) Las preferencias son completas: Es posible comparar dos cestas cualesquiera. Dado un par de cestas, el consumidor prefiere una o la otra o es indiferente entre ambas.
- 2) Las preferencias son Reflexivas: Cualquier cesta es al menos tan buena como ella.
- 3) Las preferencias son transitivas: Si tenemos tres cestas A, B y C, y el consumidor prefiere A a B, y B a C, entonces prefiere A a C.

En la gráfica de las curvas de indiferencia de diferentes inversores, el Adverso al riesgo, que es el caso más corriente (por cada unidad de riesgo adicional hay que prometerle un rendimiento marginal cada vez más grande). El indiferente (por cada unidad de riesgo adicional hay que prometerle el mismo rendimiento marginal). Por último, el propenso al riesgo, que por un mínimo rendimiento marginal está dispuesto a correr cada vez mayores riesgos.

Otra manera de expresarlo sería. Si asumir más riesgo es el precio que debe pagarse por la oportunidad de ser más ricos, entonces el inversor puede utilizar el concepto de utilidad marginal para decidir que cartera de la frontera eficiente debe de seleccionar. El inversor asciende por la curva de indiferencia buscando mayores rendimientos esperados hasta que el riesgo adicional para ganar un peso más sea un precio demasiado alto para el inversor. La sensibilidad del inversor a las variaciones de la riqueza y el riesgo se conocen como la función de utilidad.

Si ahora sobreponemos el gráfico representativo de la frontera eficiente con el de las curvas de indiferencia de un inversor determinado obtendremos la cartera óptima del mismo, que vendrá dada por el punto de tangencia de una de las líneas de indiferencia con la frontera eficiente. Se observa que las curvas de indiferencia de los adversos al riesgo son convexas mientras que la frontera eficiente tiene forma cóncava.

Gráfica 3. Curva de indiferencia tangente con conjunto de oportunidades.



Fuente: Elaboración personal.

Finalmente sustituyendo ahora  $E_0$  y  $V_0$  en los correspondientes programas cuadráticos y paramétricos. Obtendremos los valores de las proporciones en las que tenemos que distribuir el presupuesto de inversión para obtener la cartera óptima del inversor. No hay que olvidar que la frontera eficiente es algo objetivo (ésta es la misma para todos los inversores porque se supone que todos tienen acceso a la misma información y que tienen las mismas expectativas futuras), mientras que las curvas de indiferencia son de tipo subjetivo; dicho de otra forma: la frontera eficiente es igual para todos los inversores no así la cartera óptima, que será distinta para cada inversor.

### Valuación de derivados

El crecimiento de los productos derivados se intensificó durante las décadas de 1980 y 1990, la historia registra la existencia de este tipo de instrumentos desde el siglo XII, cuando los vendedores de ciertos productos firmaban contratos o letras de cambio que prometían la entrega de mercancía al comprador en una fecha futura.

En la actualidad prácticamente ningún individuo, empresa, gobierno o con proyecto de enfoque de negocios, escapa a los fuertes impactos que provocan las fluctuaciones de los

tipos de cambio, las tasas de interés y los precios de las acciones y las materias primas, entre otras variables.

Los productos derivados se operan tanto en mercados organizados como en los mercados extrabursátiles, denominados Over the Counter (en el mostrador). Los instrumentos derivados son contratos cuyo precio depende del valor de un activo que se cotiza en el mercado de contado y que es comúnmente denominado como el “bien o activo subyacente” de dicho contrato.

Se puede afirmar que los mercados de productos derivados son “mercados de transferencias de riesgos”, ya que el riesgo que algunos agentes económicos no desean asumir se traspasa a otros agentes económicos que tienen interés por dichos riesgos a cambio de obtener una ganancia o rendimiento.

Los productos derivados más simples son:

- a) Contratos adelantados o forwards
- b) Contratos de futuro
- c) Contrato de opciones
- d) Contratos de swaps

Estos contratos tienen tres finalidades básicas: cobertura de riesgos, especulación o aprovechamiento de oportunidades de arbitraje.

El trabajo de tesis está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo uno: “El sistema financiero mexicano,” trata de ofrecer un panorama general de la situación del sistema financiero mexicano desde su fundación hasta la actualidad.

Capítulo dos: “Selección óptima del portafolio de inversión,” remarca la importancia de un portafolio de inversión con capital de la Bolsa Mexicana de Valores y un portafolio de inversión con capital y deuda.

Capítulo tres: “Caso práctico de portafolios de inversión,” aquí ofrecemos un estudio de caso de un primer portafolio para tres acciones y un segundo portafolio para tres acciones más un bono, en este caso un Cetes.

# CAPÍTULO 1. SISTEMA FINANCIERO MEXICANO



Imagen 1. Detalle de la portada del Banco de México.

Este capítulo contiene un bosquejo general de cómo está integrado Sistema Financiero Mexicano y la Bolsa Mexicana de Valores.

## 1. Panorama del Sistema Financiero

### 1.1 Secretaría de Hacienda y Crédito Público

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la máxima autoridad reguladora del sistema financiero mexicano. Entre las principales funciones de SHCP se encuentran:

- Controlar, vigilar y asegurar el cumplimiento de las disposiciones fiscales, en el cobro de impuestos, contribuciones, derechos, productos y aprovechamientos federales.



- Ejercer Las atribuciones que le señalen las leyes en lo referente a banca múltiple, seguros y fianzas, valores, organizaciones auxiliares del crédito, sociedades mutualistas de seguros y casas de cambio.

## **1.2 Comisión Nacional Bancaria y de Valores**

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores tiene como objetivo principal sostener y propiciar el desarrollo sano y equilibrado del sistema financiero, así como supervisar a las entidades financieras de sus competencias, es decir, a la banca comercial, a la banca de desarrollo y a los intermediarios bursátiles. Entre sus principales funciones de la CNBV se encuentran:

- Establecer los criterios a los que se refiere el artículo 2do. De la Ley de Mercado de Valores, así como aquellos criterios de aplicación general en el sector financiero acerca de los actos y operaciones que se consideren contrarios a los usos mercantiles, bancarios o bursátiles y dictan las medidas necesarias para que las entidades ajusten sus actividades y operaciones a las leyes que le sean aplicables, a las disposiciones de carácter general que de ella deriven y a los referidos usos y sanas prácticas.
- Supervisar a las autoridades, personas físicas y demás personas morales, cuando realicen actividades previstas en las leyes relativas al sistema financiero.
- Fungir como órgano de consulta del gobierno federal en materia financiera.
- Atender las reclamaciones que presenten los usuarios y actuar como conciliador y árbitro, así como proponer la designación de árbitros en conflictos originados por operaciones y servicios que hayan contratado las entidades con su clientela, de conformidad con las leyes correspondientes.

### **1.3 Comisión Nacional de Seguros y Fianzas**

La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) es un órgano desconcentrado de la SHCP. La CNSF fue creada a finales de la década de 1980 con el objetivo principal de proteger a los usuarios de los servicios de las instituciones de seguros y fianzas garantizando que las actividades que éstas realizan se apegan a lo que se establece en la legislación correspondiente. Algunas tareas principales de la CNSF son:

- Actuar como cuerpo de consulta de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en los casos que se refieran al régimen afianzador y asegurador y en los demás que la ley determine.
- Proveer las medidas que estime necesarias para que las instituciones de finanzas cumplan con las responsabilidades contraídas con motivo de las finanzas otorgadas.
- Coadyuvar con la SHCP en el desarrollo de políticas adecuadas para la selección de riesgos técnicos y financieros en relación con las operaciones practicadas por el sistema asegurador, siguiendo las instrucciones que reciba esta Secretaría.
- Realizar la inspección y vigilancia que conforme a las leyes le competen.
- Imponer sanciones administrativas por infracciones a las leyes que regulan actividades, instituciones y personas sujetas a su inspección y vigilancia, así como a las disposiciones que emanen de ella.

### **1.4 Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro**

El sistema de Ahorro para el Retiro integra un conjunto de entidades encaminadas a administrar y regular los fondos que los afiliados ahorran para su retiro durante su vida laboral.

Entre las entidades participantes en este sistema se encuentran:

- 1.- Administradoras de Fondos para el Retiro (Afores)
- 2.- Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (Siefores)
- 3.- La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (Consar) como organismo regulador.

La Consar tiene varias facultades otorgadas por la ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, entre las principales se encuentran:

- Regular, mediante la expedición de disposiciones de carácter general, todo lo relativo a la operación de los sistemas del ahorro para el retiro, la recepción, depósito, transmisión y administración de las cuotas y aportaciones correspondientes a dichos sistemas, así como la transmisión, manejo e intercambio de información entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, los institutos de seguridad social y los participantes en los referidos sistemas determinando los procedimientos para su buen funcionamiento.
- Expedir las disposiciones de carácter general a las que habrán de sujetarse los participantes en los sistemas de ahorro para el retiro, en cuanto a la construcción, organización, funcionamiento, operación y participación; tratándose de las instituciones de crédito e instituciones de seguros, esta facultad se aplicará en lo conducente.
- Emitir reglas de carácter general para la operación y pago de los retiros programados.
- Realizar la supervisión de los participantes en los sistemas de ahorro para el retiro.

Tratándose de las instituciones de crédito e instituciones de seguros, la supervisión se realizará exclusivamente con su participación en los sistemas de ahorro para el retiro.

- Recibir y transmitir las reclamaciones que formulen los trabajadores o sus beneficiarios y patrones en contra de las instituciones de crédito y administradoras conforme al procedimiento de conciliación y arbitraje.
- Imponer multas y sanciones, así como emitir opinión a la autoridad competente en materia de los delitos previstos en la ley.

## **1.5 Banco de México**

El Banco de México (Banxico) es el banco central de la nación y tiene como meta primordial gestionar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda nacional, es decir, establecer las medidas que considere necesarias para mantener bajo control la inflación.

Banxico fue creado en 1925 y durante varias décadas dependió directamente del Poder Ejecutivo Federal. Sin embargo, desde principios de la década de 1990 y por mandato constitucional, se le dio autonomía en el ejercicio de sus funciones. Específicamente, se le permitió al banco central mexicano determinar el monto y administración de su propio crédito y se establecieron normas relativas a su administración autónoma. A su vez, dicha autonomía está sustentada en impedir que el Ejecutivo Federal de nombramiento por un corto plazo a la totalidad o a la mayoría de los encargados de la dirección de Banxico con el fin de evitar presiones que puedan comprometer el logro de proteger el poder adquisitivo de la moneda nacional. Dentro de las principales funciones del Banco de México están<sup>2</sup>:

- Regular la emisión y circulación de la moneda, los cambios, la intermediación y los servicios financieros, así como los sistemas de pago.
- Prestar servicios de tesorería al Gobierno Federal y actuar como agente financiero del mismo.
- Fungir como asesor del gobierno federal en materia económica y, particularmente, financiera.
- Operar con las instituciones de crédito banco de reserva y acreditante de última instancia.

---

<sup>2</sup>Ley del Banco de México, Última Reforma DOF 25-05-2010

- Participar en el Fondo Monetario Internacional y en otros organismos de cooperación financiera internacional o que agrupen a bancos centrales.
- Operar con los organismos a que se refiere la fracción anterior, con bancos centrales y con otras personas morales extranjeras que ejerzan funciones de autoridad en materia financiera.

Participar en el Fondo Monetario Internacional y en otros organismos de cooperación financiera internacional o que agrupen a bancos centrales. Así como otras personas morales extranjeras que ejerzan funciones de autoridad en materia financiera.

## **2. Bolsa Mexicana de Valores**

En 1933 comienza la vida bursátil en México moderno con la Bolsa Mexicana de Valores y a la fecha es el único mercado de valores. Como en cualquier otro mercado bursátil, en la BMV el emisor de valores (acciones, obligaciones, papel comercial, etc.) capta los recursos directamente de los inversionistas, la obtención de recursos por parte de la empresa emisora se efectúa a través de la colocación de valores de deuda o de capital. La colocación se realiza fraccionando los títulos representativos de dicho financiamiento y colocándolos entre el público inversionista por medio de la bolsa a través de una oferta pública de valores. Por otro lado, los inversionistas que adquieren los títulos se convierten ahora en acreedores (si adquieren títulos de deuda) o en propietarios (si adquieren títulos de capital o acciones) de la empresa emisora. Este proceso se realiza, por lo general, con la participación de una casa de bolsa como intermediario.

La BMV tiene como finalidad facilitar las transacciones con los valores inscritos en ella, proporcionando un lugar al que acuden sus socios para realizar la oferta y demanda de los títulos.

La participación en la Bolsa de Valores es abierta, pues es responsabilidad de quien incursiona en ella el grado de riesgo que asume a través de los diferentes instrumentos financieros. Estos participantes son personas que se representan a sí mismos, o a sus empresas, y sociedades de inversión, éstas últimas quienes tienen en sus manos el capital de un conjunto de personas que no tienen la experiencia para ingresar a ella, pero que ponen su capital confiados en el conocimiento que estas firmas han adquirido para operar con el menor riesgo y la búsqueda de mayores rendimientos.

Las operaciones en la BMV se realizan a través de un sistema computarizado denominado Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación

(BMV- SENTRA Capitales) el cual proporciona al usuario el medio para negociar valores en el mercado. El sistema está compuesto por estaciones de trabajo colocadas en las mesas de operación de los intermediarios. Por medios de esta red de cómputo es posible conseguir información en tiempo real, tener una visión global de las posturas, determinar las opciones de inversión para los clientes, y tomar parte directamente en el mercado.

Entre las funciones principales de la BMV se encuentran:

- Proporcionar el lugar, mecanismos y herramientas necesarias para la compra-venta (oferta-demanda) de valores, títulos de crédito y demás documentos inscritos en el Registro Nacional de Valores (RNV), así como prestar los servicios necesarios para inscribir títulos o valores para ser negociados en la Bolsa realizando previamente la revisión de los requisitos legales establecidos para tal fin.
- Mantener en funcionamiento un mercado organizado que ofrezca a sus participantes condiciones de seguridad, honorabilidad, corrección, transparencia (información) y formación de precios de acuerdo con la compra y venta de títulos y la reglamentación establecida para tal fin.
- Proporcionar, mantener a disposición del público y hacer publicaciones sobre la información relativa a los valores inscritos en la BMV y los listados en el Sistema Internacional de Cotizaciones de la propia Bolsa, sobre sus emisores y las operaciones que en ella se realicen.

Expedir normas que establezcan estándares y esquemas operativos y de conducta que promuevan prácticas justas y equitativas en el mercado de valores, así como vigilar su observancia e imponer medidas disciplinarias y correctivas por su incumplimiento, obligatorias para las casas de bolsa y emisoras con valores inscritos en la BMV.

Las principales secciones en las que se divide administrativamente la Bolsa Mexicana de Valores son: Auditoria, Emisoras, Información y Estadística, Normatividad, Operaciones, Promoción Institucional, Recursos Financieros y Materiales, Recursos Humanos, Sistemas y Derivados.

Legalmente, la BMV está constituida como una sociedad anónima de capital variable cuyos dueños accionistas únicamente pueden ser casas de bolsa y los especialistas bursátiles, cada una de ellas con una acción.

Actualmente la BMV es una entidad no lucrativa administrada por sus miembros, pero, siguiendo las tendencias mundiales actuales y los cambios en la legislación

respectiva, ha entrado en un proceso denominado “desmutualización” el cual consiste en una transformación de su estructura actual a una empresa con fines de lucro controlada por sus accionistas.

El proceso de desmutualización comúnmente se realiza en tres etapas:

- Asignación de un valor de intercambio de la membrecía por un número determinado de acciones.
- Dar acceso a la operación a más participantes, aun sin ser accionistas de la BMV.
- Listado de las acciones de la propia BMV en la bolsa de valores local

Los movimientos de la Bolsa inciden en cierto sentido respecto a la confianza que están generando determinadas empresas en medio de una situación económica y política determinada. Los movimientos del sistema, también están influidos por las decisiones financieras oficiales, como el Banco de México y la regulación directa de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, el cual es un órgano de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público

## **2.1 Participación de la Bolsa Mexicana de Valores**

- Las emisoras son entidades que ofrecen al público inversionista valores (acciones, títulos de deuda, obligaciones).
- Los inversionistas son personas físicas y morales, nacionales o extranjeras que compran y venden (por medio de los intermediarios bursátiles), minimizando riesgos, maximizando rendimientos y diversificando sus inversiones.
- Los intermediarios bursátiles son casas de bolsa autorizadas que realizan operaciones de compra-venta, asesorías a empresas en colocación de valores, asesoría a inversionistas en la constitución de carteras y que operan a través del sistema BMV-SENTRA
- La muestra del Índice de Precios y Cotizaciones (IPyC) de la Bolsa Mexicana de Valores se revisa anualmente, la nueva muestra se da a conocer a mediados de enero de cada año y surte efectos a partir de febrero para los siguientes doce meses; la muestra está conformada por 35 series de acciones, las cuales varían en función de ciertos criterios de selección,

Los participantes del mercado de Valores en México pueden clasificarse con respecto al papel que desempeñan dentro de él. Los participantes pueden agruparse en:

Participantes directos, autoridades y organismos de apoyo. Los intermediarios, los emisores y los inversionistas.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público realiza directamente sus funciones como máxima autoridad del sistema financiero en México, aunque también lo hace por medio de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, como ya se explicó con anterioridad.

Dependiendo de la naturaleza de las operaciones bursátiles involucradas, en algunos casos la CNBV tiene que coordinar sus actividades con la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas y con el Banco de México en su ámbito respectivo de operación.

Los organismos de apoyo, por su parte, son un conjunto de entidades cuya finalidad es apoyar a los participantes en la realización de las operaciones, de modo que ésta se lleven a cabo de un modo más eficiente y rápido, a la vez que promueven el ingreso de más participantes. La Bolsa Mexicana de Valores es el principal organismo de apoyo en el mercado mexicano; sin embargo, también existen otras instituciones que juegan un papel importante para el buen funcionamiento del mercado. Entre ellas se encuentran el S.D. Indeval, el Fondo de Apoyo al Mercado de Valores (FAMEVAL), la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB), el Instituto Mexicano del Mercado de Capitales (IMMEC), la Academia Mexicana de Derecho Bursátil (AMDB), las empresas calificadoras de valores y Nacional Financiera (Nafin).

Entre los organismos de apoyo más importantes está S.D. Indeval, fundada en 1979 como institución de depósito de valores y hasta la actualidad es la única Institución de Valores que opera en México. De acuerdo con la ley del Mercado de Valores, las instituciones para el depósito de valores son sociedades autorizadas para otorgar el servicio de guarda, administración, liquidación y transferencia de valores.

El objetivo del Fondo de Apoyo al Mercado de Valores es conservar la estabilidad financiera de los participantes y gestionar el cumplimiento de las obligaciones que tienen las casas de bolsa y los especialistas bursátiles con sus clientes. El FAMEVAL es un fideicomiso constituido por el Gobierno Federal en donde el Banco de México actúa como fiduciario, en tanto que las casas de bolsa y los especialistas bursátiles son los fideicomitentes.

La Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles, el Instituto Mexicano del Mercado de Capitales y la Academia Mexicana de Derecho Bursátil son organizaciones de profesionistas cuyo objetivo es facilitar la operación del mercado y la negociación de los



sectores de la economía. Las empresas calificadoras de valores, por otra parte, son organizaciones autónomas autorizadas por la CNBV para formular dictámenes sobre la calidad crediticia de las emisiones de títulos de deuda, como papel comercial y obligaciones, entre otras.

## **2.2 Intermediarios de Inversión Bursátiles**

Los intermediarios bursátiles son las instituciones que se encargan de poner en contacto a los oferentes y demandantes de valores en el mercado. En México, los intermediarios bursátiles están obligados a ser socios de una bolsa de valores y deben tener autorización de la CNBV.

Los intermediarios de inversión bursátil más importantes en México son las casas de bolsa, que son organizaciones autorizadas por la CNBV para desempeñarse como intermediarios en el mercado bursátil. El desarrollo de estas empresas se dio a partir de la estandarización de la banca en 1982. La estatización de la banca originó la reestructuración del mercado de valores y del sistema financiero, puesto que las casas de bolsa permanecieron como empresas del sector privado, mientras que los bancos pasaban al control gubernamental. Este escenario favoreció el auge de las casas de bolsa, ya que el público empezó a usar sus servicios como una alternativa a los que proporcionaban los bancos que permanecieron como propiedad del Estado durante el resto de la década de 1980 y parte de la de 1990.

Los especialistas bursátiles ejecutan las operaciones de compra venta que les encarga un corredor de bolsa. De la misma manera, cuando no hay suficiente compradores y vendedores, los especialistas compran o venden por cuenta propia en contra de la tendencia del mercado. Esto es, tienen la obligación de comprar cuando no hay suficiente demanda y la obligación de vender cuando no hay suficiente oferta, con el fin de proporcionar estabilidad y liquidez al mercado.

## **2.3 Mercado de Valores**

El mercado de valores puede dividirse en mercado de dinero y mercado de capitales de acuerdo con el plazo de vencimiento original de los instrumentos que se negocian. También se pueden dividir en mercado primario y mercado secundario si se considera la naturaleza de la oferta de los valores.

## **Mercado de Dinero y Mercado de Capitales**

El mercado de dinero es en el que se negocian instrumentos de deuda a corto plazo, con bajo riesgo y con alta liquidez que son emitidos por los diferentes niveles de gobierno, empresas e instituciones financieras. Los vencimientos de los instrumentos del mercado de dinero van desde un día hasta un año pero con frecuencia no sobrepasan los 90 días.

Ejemplos de los instrumentos que se negocian en el mercado de dinero son los Bonos Ajustables del Gobierno Federal (ajustabonos), Bonos de la Tesorería de la Federación (Bondes). Aceptaciones Bancarias (ABs), Papel comercial (PC) y las operaciones de Reporto (OP).

Es importante el mercado de dinero porque en él se negocian los Certificados de la Tesorería de la Federación (Cetes) que se consideran como un activo de referencia para otros activos financieros. En un sentido estricto no existe un activo financiero sin riesgo, para fines prácticos los Cetes se consideran un activo libre de riesgo en términos nominales (sin considerar la inflación), puesto que no tiene el riesgo de incumplimiento que sí poseen otros activos.

El mercado de capitales comprende valores de renta fija y de renta variable que tiene vencimiento superior a un año. El riesgo de estos instrumentos financieros generalmente es mayor que el de los valores del mercado de dinero debido al vencimiento más largo y a las características mismas de los títulos. Los instrumentos de renta fija son las obligaciones que compra un inversionista y que representan un pasivo para el emisor. Los instrumentos de renta variable le dan al inversionista la posibilidad de participar de la propiedad, las utilidades y los riesgos de operación de la empresa mediante la adquisición de acciones de capital. Entre los instrumentos del mercado de capitales se encuentran los Pagarés de Mediano Plazo, Obligaciones, Certificados de Participación Inmobiliaria Amortizables (CPIs), Certificados de Participación Ordinarios no Amortizables que Representan acciones (CPOs) y Acciones preferentes y comunes.

En el mercado de capitales se incluyen valores del tipo:

- Acciones
- Obligaciones

Las acciones son una fuente de financiamiento a largo plazo muy importante para las empresas. Son emitidas por sociedades mercantiles. El tenedor de una acción cuenta con ciertos derechos y es considerado como socio de la empresa, se puede considerar que el tenedor de una acción posee parte de la empresa. No existe un plazo específico para poseer la acción, pues este realmente lo fija el tenedor de la acción, en su momento puede decidir venderla, sin embargo se recomienda que sea a largo plazo.

El precio de la acción es variable, dependiendo de la entidad emisora. Algunos de los factores determinantes en el precio de las acciones es el desempeño de la compañía, así como sus expectativas de crecimiento ó desarrollo mismo de la compañía, así como sus expectativas de crecimiento ó desarrollo a futuro.

Debido a esto, invertir en acciones resulta riesgoso pues el desempeño de una empresa se puede ver afectado por múltiples factores, tanto internos como externos, tal como la situación económica del país. Es recomendable siempre acudir a personas capacitadas para evaluar factores externos, tanto nacionales como internacionales (análisis técnico), así como los factores que competen al desempeño de la empresa, como situación financiera, análisis de riesgos, análisis de razones financieras, etc. (análisis fundamental) que pueden influenciar en el precio de las acciones. También es recomendable comparar el desempeño de la empresa con el desempeño de otras compañías que se encuentran en el mismo sector.

Los lineamientos emitidos por los organismos reguladores obligan a las empresas que cotizan en la bolsa a proporcionar información veraz y oportuna de su desempeño financiero (cada trimestre) y de cualquier situación que pudiera afectar las condiciones futuras de la empresa, y por lo tanto esta información está disponible al público en general a través de la BMV, revistas especializadas, algunos periódicos y páginas de internet.

Otro punto que el inversionista debe tener en cuenta al invertir en acciones es precisamente la liquidez (Se refiere a la facilidad con la que las acciones pueden ser colocadas., es decir, compradas ó vendidas sin dificultad).

Cuando se invierte en acciones, es posible monitorear su desempeño minuto a minuto con la información que proporcionan los mercados financieros.

El atractivo de las acciones está en las ganancias que se pueden obtener al venderlas. Es decir, la diferencia entre el precio de compra y venta o si se desea mantener la acción, es posible obtener ingresos mediante el pago de dividendos que realizan las empresas anualmente que está en función de las utilidades que la empresa haya obtenido.

La forma de emitir acciones puede ser pública o privada y las acciones se clasifican en acciones preferentes o acciones comunes (ordinarias). La diferencia entre estos tipos de acciones está en que las acciones comunes le confieren al tenedor el derecho a voto dentro de la organización en las asambleas generales de accionistas para la toma de decisiones importantes, y las acciones preferentes permiten que el tenedor participe en las ganancias de la empresa, es decir, confieren algunos privilegios financieros como cobrar dividendos. No obstante, el poseedor de acciones no solo confiere derechos, sino también ciertas obligaciones.

## **2.4 Obligaciones financieras**

Son emitidas por empresas privadas, su vencimiento es a largo plazo, entre tres y ocho años, se venden a descuento, su valor nominal es de \$100 ó múltiplos. Su amortización es al término del plazo en parcialidades previamente anticipadas, su rendimiento es una sobre tasa teniendo como referencia a los Cetes o la TIII, su garantía es quirografaria, avalada, hipotecaria o prendaria. Su objetivo es financiar proyectos de inversión a largo plazo.

## **3 Mercados primarios y secundarios**

Un mercado primario es uno en el que un emisor coloca nuevos valores a cambio de dinero de un comprador (inversionista). Ejemplo Teléfonos de México coloca una nueva emisión de obligaciones éstas se negocian inicialmente en el mercado primario.

Cuando los inversionistas adquieren estas obligaciones Teléfonos de México recibe dinero por este concepto. Si el emisor está vendiendo valores por primera vez, se le conoce como oferta pública inicial (OPI). En una nueva emisión de valores las casas de bolsa actúan como intermediarios entre las empresas emisoras y los inversionistas, originando un procedimiento conocido como “proceso de banca de inversión”; esto significa que el emisor en muchas ocasiones no conoce a los inversionistas que adquirieron sus valores. La casa de bolsa actúa en calidad de banquero de inversiones, no asume riesgo alguno en la colocación de valores.

Probablemente los compradores originales de los títulos quieran venderlos para tener nuevamente el dinero en sus manos. Los títulos se negocian en el mercado secundario. Las transacciones realizadas en el mercado secundario no aportan recursos a los emisores, tienen como objetivo proporcionar liquidez a los inversionistas por medio de la venta de sus instrumentos antes de su vencimiento.

La mayoría de las operaciones bursátiles se hacen en el mercado secundario y, puesto que los emisores no reciben dinero por ellas, se podría pensar que el mercado financiero cumple una función limitada para aportar recursos a las empresas productivas. Sin embargo, cabe resaltar que sin la existencia de un mercado secundario tampoco habría un mercado primario y como consecuencia se dificultaría el financiamiento de las actividades productivas y el crecimiento de la economía.

## **4 Bonos**

Un bono es uno de los principales instrumentos de renta fija el cual es una promesa de pago a futuro impersonalizada entre dos partes en la que una parte se compromete a pagar ciertos flujos de efectivo durante un lapso de tiempo a la contraparte que hace el préstamo. La parte que tiene la obligación de realizar pagos futuros se le conoce como el emisor del bono y la parte que recibe dichos pagos se le conoce como comprador o tenedor del bono. Al periodo de tiempo al que dura este contrato se le denomina vencimiento del bono, y a la cantidad prestada en el bono que se deberá pagar en el vencimiento del bono se le conoce como valor nominal. Por último, si el bono paga flujos de efectivo antes de la fecha de vencimiento, a estos flujos se le conoce como cupones, y a las fechas en que ocurren estos pagos de cupones se les conoce como fecha de pago o corte de cupón.

Los conceptos del valor del dinero a través del tiempo se utilizan para establecer el precio de cualquier activo de cuyo valor se deriva de una serie futura de flujos de efectivo, así como también, el valor del dinero es usado para establecer los precios de las acciones y de los bonos u obligaciones.

### **Valuación de las obligaciones**

Las organizaciones obtienen capital de dos maneras, deudas (principal tipo de deuda a largo plazo) y capital contable común. Una obligación o bono, es un pagaré a largo plazo emitido por un negocio o por una unidad gubernamental.

Valor a la par.- Está dado por el valor nominal o valor de caratula de una acción u obligación, representa la cantidad de dinero que la empresa solicita en préstamo y que promete rembolsar en el futuro. Se compone de \$1000 o múltiplos.

Tasa de interés del cupón.- es la tasa anual de interés estipulada sobre una obligación al ser emitida

Pago del cupón.- Es el número especificado de dólares de interés pagados cada periodo sobre una obligación, se divide entre el valor a la par. El resultado es la tasa de interés.

Fecha de vencimiento.- Es la fecha específica en la cual el valor a la par de una obligación debe ser reembolsado.

Vencimiento original.- Es el número de años al vencimiento que existe al momento en que se emite una obligación.

Cláusula de reembolso.- Proporciona al emisor el derecho de liquidar los bonos bajo términos específicos antes de la fecha de vencimiento estipulada.

Nuevas emisiones de bonos y bonos en circulación.- El precio de mercado se determina a través de los pagos de interés de cupón. Entre más alto sea el cupón, más alto será el precio de mercado del bono.

Un bono recién emitido se conoce como de nueva emisión, después se les conoce como bono en circulación y también se le conoce como emisión sazónada.

El valor de cualquier activo financiero (acciones, bonos, arrendamientos, departamentos, maquinaria, etc.) se basa en el valor presente de los flujos de efectivo que se espera que produzca tales activos, para un bono, los flujos de efectivo consisten en los pagos de intereses habidos durante la vida del bono más el rendimiento del monto del principal tomado en préstamos, el valor a la par cuando el bono vence.

El pago de cupones de los bonos emitidos en los Estados Unidos y México es normalmente semestral.

### **Emisión de bonos**

La emisión de bonos por parte de las empresas, son llamadas obligaciones negociables, mientras la emisión de bonos por parte de algún organismo del estado, se refiere a títulos públicos.

El inversionista le presta su dinero al emisor a cambio de un bono y cuando se cumpla la fecha de vencimiento, el tenedor del bono recibirá el capital prestado más los intereses. Existen varias clases de bonos. Sus diferencias dependen del emisor, de su estructura, y del mercado donde fueron colocados.

- 1) Emisor.- Los bonos pueden ser emitidos por gobiernos en cuyo caso se llama deuda soberana, por provincias, municipios, u otros entes públicos o por empresas en cuyo caso recibe el nombre de bonos corporativos u obligaciones negociables. Cada emisor está sujeto a un marco regulatorio especial.
- 2) Estructura de plazo. Tiene que ver con la tasa de interés que paga el bono para diferentes plazos.
- 3) Mercado. Los bonos se pueden emitir en el ámbito nacional o en el mercado internacional. Estos últimos pueden ser emitidos en moneda extranjera y colocada fuera del país emisor.

### **Valor de un bono**

El valor de un bono se establece según la tasa de rendimiento (interés) ofrecida por el emisor, a un plazo y nivel de riesgo (Incumplimiento) determinados. Además de las

características propias del bono, influyen diversos factores, como el riesgo país y el riesgo de crédito del emisor.

El inversionista no tiene que esperar hasta el vencimiento para cobrar, puede decidir vender sus bonos en el mercado a un precio pactado entre comprador y vendedor (las libres fuerzas de mercado). Finalmente cuando el inversionista selecciona el bono a comprar, debe tener en cuenta su liquidez es decir, si el inversionista decide vender sus bonos antes del vencimiento, el retorno va a depender de los movimientos de las tasas de interés del mercado entre la fecha en que se compra el bono y en la fecha de venta, es decir, el inversionista está sujeto al riesgo de mercado (pérdidas potenciales por movimientos adversos en las tasas de interés). Si las tasas de interés suben es probable que pierda parte de su inversión inicial, pero si las tasas bajan podrá hacer una ganancia. Esto significa que, en ocasiones, además de cobrar los intereses mientras se mantiene el bono, se puede vender el bono más caro del precio al que se compró.

## **5 Derivados**

En los mercados de valores hay un tipo de activos financieros llamados derivados (o instrumentos financieros), cuya principal cualidad es su valor de cotización el cual se basa en el precio de otro activo (subyacente). Es en el en que se negocia activos financieros cuyos precios se derivan del precio de otros activos que cotizan en alguno de los mercados financieros.

Puede haber gran cantidad de derivados financieros dependiendo del “índice valor” inicial del que se deriven, pueden ser: acciones, renta fija, renta variable, índices bursátiles, bonos de deuda privada, índices macroeconómicos como el Euribor o los tipos de interés, etc.

Algunas de las principales características son:

- a) El precio de los derivados varía con respecto siempre al del llamado “activo subyacente”, el valor al que está ligado dicho derivado.
- b) Normalmente cotizan en mercados de valores, aunque pueden no hacerlo.
- c) Normalmente la inversión que se debe de hacer es muy inferior a si se comprara una acción o una parte del valor subyacente por el que desee apostar.
- d) También puede ser referido a productos no financieros ni económicos como las materia primas. Algunos de los más conocidos son el oro, el trigo o el arroz.

- e) Los derivados financieros tienen que cumplir una cualidad indispensable y es que siempre se liquidan de forma futura.



## CAPÍTULO 2. SELECCIÓN ÓPTIMA DEL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

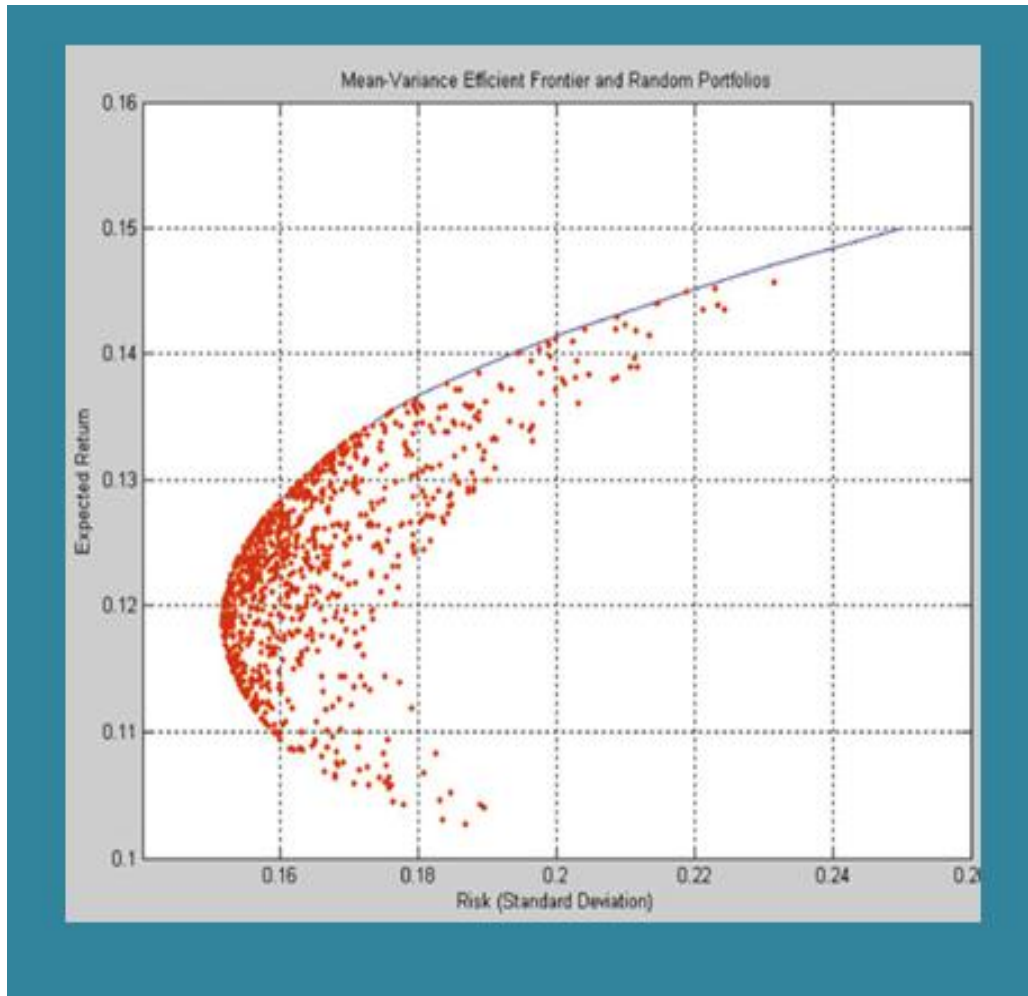


Imagen 2. Gráfica sobre conjunto de oportunidades.

En este siguiente capítulo se detalla primero la teoría de selección de un portafolio de inversión considerando la teoría de utilidad del inversor. Más adelante se construye un portafolio de inversión formado por dos activos de capital en forma algebraica.

Se determinan las proporciones a invertir de cada uno de los activos del portafolio. Una vez determinadas dichas proporciones se puede conocer riesgo y rendimiento del portafolio de inversión.

Finalmente se construye un portafolio de inversión con dos activos de capital y un bono en forma algebraica.

## 1. Teoría del Portafolio de Inversión

“No debes de poner todos los huevos en la misma canasta”

Refrán popular

Un inversionista racional trata de maximizar su rentabilidad y minimizar el riesgo asociado. Ese decisor se enfrenta a un problema clásico de cómo repartir una suma de dinero entre diferentes opciones de inversión, en particular cuando se trata de inversiones. Aquí el inversor debe de escoger de papeles o acciones para conformar un portafolio de inversión. El problema de la selección de portafolio surge porque la rentabilidad (básicamente determinada por la diferencia entre el precio de venta y el precio de compra) de las acciones depende de muchos factores por fuera del control del decisor. Aquí surge un problema de decisión bajo riesgo. Intuitivamente, un inversionista evitará configurar su portafolio con una sola acción, de manera que comprará un cierto número de acciones diferentes; así mismo, evitará configurar su portafolio con acciones que se comporten de manera similar; cuando todas las acciones aumentan su rentabilidad, le va a ir muy bien, pero cuando todas bajen a la vez, puede quebrarse. El inversionista trata entonces de hacer lo que dice la sabiduría popular, o sea, que no pone “todos los huevos en una misma canasta”. Por intuición, pues, tratará de diversificar de manera que cuando la pérdida que pueda experimentar en una(s) acción(es), se compense con la ganancia en otra(s) acción(es). La manera como se pueden conformar un portafolio de manera que se diversifique y que por lo tanto, se obtenga una alta rentabilidad, con un riesgo aceptable (no todo el riesgo se puede eliminar), se conoce como selección de portafolio.

Cuando se desea invertir nos encontramos frente al problema de la amplia gama de alternativas que hay en cuanto a los diferentes instrumentos de inversión (todos con características diferentes).

El objetivo central de la administración de carteras es la construcción de un portafolio que contenga los siguientes aspectos:

- Definir qué clase de activos van a ser incluidos en el portafolio (capital, deuda y derivados).

- Perfil de riesgo del inversor. Determinar el perfil de riesgo del inversor ó nivel de tolerancia al riesgo.
- Principios de diversificación. Se da cuando un inversor considera la integración de nuevos activos sin abandonar los que hasta el momento se vienen considerando, o cuando un inversor nuevo comienza sus actividades considerando una amplia gama de activos.
- Horizonte del plazo de inversión y si es uno o varios periodos (del 8 febrero del 2009 al 8 abril del 2011). En este aspecto se determina la agresividad de los inversores. Cuanto más largo es el horizonte de inversión del inversor, más oportunidad de que se cumpla con el objetivo de inversión y seguramente se podrá ser más agresivo en la elección de activos. Porque la inversión en la bolsa es una inversión de largo plazo ya que el precio de las acciones por lo regular se ajustan a la alza especialmente si se compran baratas.

En el corto plazo es impredecible el comportamiento de la acción, puesto que para el día de mañana el precio de una acción puede estar a la alza o a la baja.

Elegir entre la gran diversidad de instrumentos de inversión que existen y determinar qué proporción de la inversión debe destinarse a cada uno de los instrumentos financieros elegidos para obtener los máximos beneficios posibles, es decir, para obtener los máximos rendimientos no es un proceso sencillo, sin embargo, se cuenta con distintos métodos que ayudan a tomar este tipo de decisión.

El análisis de portafolio proporciona herramientas para realizar una selección idónea (óptima) de los instrumentos de inversión. Entre los métodos empleados se encuentra “la teoría de portafolios Media-Varianza” conocida como el modelo de Markowitz. La teoría de portafolios tiene más de 50 años y su implementación ha sido muy fructífera para obtener la maximización de los rendimientos, y para la elección de los instrumentos juega un papel muy importante.

El proceso de selección de un portafolio de inversión se puede dividir en dos etapas.

- La primera etapa empieza con la observación y experiencia y concluye con las expectativas sobre las actuaciones futuras de los valores disponibles.
- La segunda etapa se inicia con las creencias relevantes sobre actuaciones futuras y terminan con la elección de la cartera<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Estas etapas están basadas en el artículo de Harry Markowitz, “The journal of Finance”, vol. 7, No.1, 1952.

Cuando Markowitz elaboró su artículo consideró solo la segunda etapa, en la que dice que el inversionista racional tiene que maximizar la utilidad que tendrá del portafolio, considerando el rendimiento esperado como algo deseable y la varianza del retorno como algo indeseable.

## **1.1 Teoría de la elección y funciones de utilidad**

La función de utilidad

Una empresa acepta la realización de una inversión si su valor actual neto (VAN) es positivo. La aceptación de proyectos de inversión rentables incrementa la riqueza de los accionistas en la cuantía del propio VAN, que es una medida del valor creado para el accionista.

En el caso de proyectos de inversión simples con VAN nulo, la tasa interna de rentabilidad (TIR) es la misma que la rentabilidad que podría conseguirse en el mercado financiero en activos financieros de igual riesgo. En consecuencia, el mercado financiero proporciona la tasa de corte o la rentabilidad mínima que el empresario debe de exigir a las inversiones productivas para ser aceptadas y entrar a formar parte de la estructura económica de su empresa.

En una inversión de tipo financiero, el inversor busca colocar su dinero en valores que tengan la máxima rentabilidad, el mínimo riesgo y la máxima liquidez. Si se trata de títulos que cotizan en la bolsa, la liquidez se puede considerar asegurada, por lo tanto la rentabilidad y el riesgo serían los parámetros a evaluar en el momento de formar una cartera de inversión.

En un mercado eficiente, una alta rentabilidad siempre va asociada a un alto riesgo. En equilibrio la rentabilidad y riesgo de cualquier activo financiero proporcionará al inversor la rentabilidad del activo libre de riesgo más una prima por el riesgo sistemático o de mercado que este soporte y que no pueda eliminarse aunque la composición de su cartera sea óptima.

## Actitudes frente: a la función de utilidad del inversor y la maximización de su utilidad esperada

Si el individuo tiene una determinada función de utilidad de la riqueza  $U = f(W)$  nos encontramos, al ser su riqueza final no cierta sino aleatoria, debemos hablar de la utilidad esperada de su riqueza final, que es la que intentará maximizar de esta manera:

Donde  $W$  es la riqueza del individuo.

$$\max_i E \left[ U \bar{W}_{Fi} \right]$$

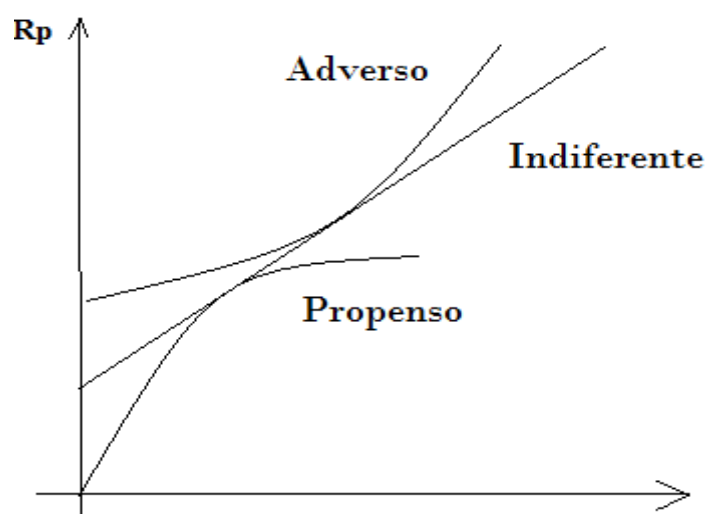
Donde  $\bar{W}_{Fi}$  es la riqueza final.

Formas que adopta la función de utilidad:

- Si la función de utilidad de la riqueza es lineal, el inversor será neutral al riesgo.
- Si la función de utilidad de la riqueza es cóncava, el individuo será adverso al riesgo.
- Si la función de utilidad de la riqueza es convexa, el individuo será propenso al riesgo.

En la gráfica 2.1, se aprecian las diferentes curvas de utilidad de los diferentes inversores.

Gráfica 2.1 Curvas de utilidad para diferentes inversores.



Fuente: Elaboración personal.

## **La utilidad esperada de la riqueza en función de la media y de la varianza de los rendimientos.**

El agente racional intentará siempre maximizar su utilidad esperada de su riqueza final, asimismo la riqueza final es aleatoria debido a que los rendimientos de los activos financieros existentes en el mercado lo son, es decir, la riqueza final aleatoria será la riqueza inicial más el rendimiento aleatorio  $R_i$  (rendimiento medio) que genere la alternativa financiera elegida por la cantidad invertida, específicamente.

$$w_{Ft} = w_o + w_o \bar{R}_t = w_o (1 + \bar{R}_{Ft})$$

Donde

$w_{Ft}$  = riqueza final.

$w_o$  = riqueza inicial.

$\bar{R}_t$  = rendimiento medio aleatorio.

Según sus preferencias personales por el consumo presente, el individuo dedicará más o menos dinero a la inversión en activos financieros, dado su nivel de riqueza inicial, después de haber retraído de ella la parte que va a destinar al consumo presente, su nivel de riqueza final será una función del rendimiento aleatorio del título  $R_i$  (rendimiento medio) o cartera de títulos  $R_p$  que haya seleccionado.

## **2. Construcción de un portafolio de inversión con capital**

### **2.1 Rentabilidad del portafolio de inversión**

Definición. Un portafolio de inversión es una combinación de diferentes títulos o activos financieros con determinadas proporciones o ponderaciones

Si denotamos a  $w_i$  al peso o porcentaje que cada uno de los  $N$  títulos tiene dentro de la cartera  $P$ , la cartera del inversor quedará precisada cuando éste indique el porcentaje de su presupuesto que va a colocar en cada uno de los activos financieros que van a formar parte de su cartera evidentemente debe de cumplirse que la suma de las proporciones de cada activo en la unidad es decir:

$$w_1 + w_2 + \dots + w_N = \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

En un universo de media-varianza la rentabilidad de los títulos es aleatoria, la rentabilidad de la cartera, al ser el resultado de una suma de variables aleatoria multiplicadas por unas determinadas constantes o ponderaciones esto sería.

El rendimiento esperado de un portafolio de activos se calcula como el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos que componen ese portafolio la ponderación de cada activo se calcula con el modelo de selección de portafolios de Markowitz. Para conocer el rendimiento del portafolio óptimo es necesario determinar cuáles son las ponderaciones de cada activo que minimicen el riesgo y no de su capitalización o valor de mercado respecto del portafolio total.

La función puede expresarse de la siguiente forma:

$$\bar{R}_p = w_1 \bar{R}_1 + w_2 \bar{R}_2 + \dots + w_n \bar{R}_N = \sum_{i=1}^N w_i R_i$$

Donde

$R_p$  = Rendimiento del portafolio.

$w_i$  = Ponderación del activo i, donde i va desde 1 hasta n.

$\bar{R}_n$  = Rendimiento medio del activo i, donde i va desde 1 hasta n.

Aplicando la esperanza matemática a una suma de variables aleatorias ponderadas por sus respectivas constantes obtenemos los rendimientos medios del portafolio en cuestión como sigue.

$$E \bar{R}_p = w_1 E \bar{R}_1 + w_2 E \bar{R}_2 + \dots + w_n E \bar{R}_N = \sum_{i=1}^N w_i E(\bar{R}_i)$$

## 2.2 Riesgo del portafolio de inversión

Una manera de calcular el riesgo de un activo es por medio de la varianza, pero para fines prácticos de interpretación se mide con la desviación estándar. Respecto a la desviación estándar se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- a) A mayor desviación estándar, mayor es la varianza del activo y por lo tanto mayor es su riesgo.
- b) Es una medida estadística muy útil siempre y cuando la distribución de probabilidad del rendimiento del activo siga un patrón de comportamiento normal.

Diversos análisis estadísticos demuestran que los retornos de los activos financieros tienen una distribución que no es perfectamente normal, sino que tiene lo que se le llama colas elevadas o leptocurtosis; esto implica que las crisis y las euforias suceden más veces que lo que predice la distribución normal. Pero dado que esta distribución no es tan pronunciada, casi toda la teoría de las finanzas está construida sobre la base de que la distribución de los rendimientos de los activos es normal.

En una situación de riesgo un inversor racional intentará maximizar la utilidad esperada de su riqueza. Si la función de utilidad es cuadrática o también cuando los rendimientos de los títulos siguen una distribución normal, la utilidad esperada por el inversor se puede expresar en función de la media y de la varianza de los rendimientos de los títulos o carteras como sigue:

$$E[U R_p] = f[E R_p, \sigma^2 R_p]$$

donde

$R_p$  = Rendimiento del portafolio.

$E R_p$  = Esperanza del rendimiento del portafolio.

$\sigma^2 R_p$  = Varianza del rendimiento del portafolio.

Un inversor adverso al riesgo no sólo se fijará en el rendimiento medio que espera de la inversión en una determinada cartera P, sino que también quiere saber cuál es el riesgo que asume con dicha cartera aplicando la siguiente fórmula de varianza (para medir el riesgo)

$$\begin{aligned} \sigma^2 R_p = & w_1^2 \sigma_1^2 \bar{R}_1 + w_2^2 \sigma_2^2 \bar{R}_2 + \dots + w_N^2 \sigma_N^2 \bar{R}_N + 2w_1 w_2 \text{cov } \bar{R}_1, \bar{R}_2 \\ & + 2w_1 w_3 \text{cov } \bar{R}_1, \bar{R}_3 + \dots + 2w_{N-1} w_N \text{cov } \bar{R}_{N-1}, \bar{R}_N \end{aligned}$$



Como se puede observar la varianza del portafolio depende de las varianzas de cada activo, pero también depende de la covarianza que existe entre ellos:

Donde:

$w_i^2$  : es la proporción al cuadrado de cada activo.

$\sigma^2$  : es la varianza de cada activo.

$\sigma_{12}$  : es la covarianza entre los activos, que mide como se relacionan dos activos, cada uno respecto a su media.

La fórmula para calcular la covarianza es la:

$$Cov w_1 \bar{R}_1 , w_2 \bar{R}_2 = w_1 w_2 E \bar{R}_1, \bar{R}_2 - E \bar{R}_1 E \bar{R}_2$$

Las oportunidades de inversión financiera no deben tratarse de forma individual, ya que el riesgo de una cartera o conjunto de títulos depende tanto de las desviaciones típicas de éstos, como de los coeficientes de correlación que guardan entre sí los rendimientos de los diferentes títulos seleccionados.

### **Reducción del riesgo vía diversificación del portafolio**

Cuando se forma una cartera con dos o más activos, podemos llegar a encontrar que:

Si  $\rho_{12} = 1$ , la correlación es perfecta y por lo que los rendimientos de los activos se mueven en el mismo sentido y mantienen una relación lineal con pendiente positiva.

Si  $\rho_{12} = -1$ , la correlación es perfecta y negativa, los rendimientos de los activos se mueven en sentido opuesto a través de una recta con pendiente negativa.

Si  $\rho_{12} = 0$ , los rendimientos aleatorios de los títulos son independientes y no guardan ninguna relación lineal entre sí.

En la práctica observamos que el coeficiente de correlación se sitúa en algún nivel intermedio. Disminución del riesgo cuando se reduce el coeficiente de correlación

Tabla 2.1 Diferentes coeficientes de correlación

Coeficiente de correlación	$E \bar{R}_p$ %	$\sigma^2 \bar{R}_p$
1	14	0.0361
0.5	14	0.0271
0	14	0.0181
-0.5	14	0.0091
-1	14	0.0001

Fuente: Ferrando, Bolado, Teoría de la financiación I Modelos CAMP, APT y aplicaciones, Ediciones Pirámide, 2005. Cuadro tomado para fines didácticos.

En la tabla 2.1 se puede observar cómo, a medida que disminuye el coeficiente de correlación desde +1 hasta -1, se mantiene constante el rendimiento esperado de la cartera, pero va disminuyendo el riesgo de la misma.

La varianza de los rendimientos de una cartera P también se puede escribir en forma matricial como sigue:

$$\sigma^2 \bar{R}_p = w_1, w_2 \dots w_n \begin{pmatrix} \sigma^2 \bar{R}_1 & \text{cov } \bar{R}_1, \bar{R}_2 & \dots & \text{cov } \bar{R}_1, \bar{R}_n \\ \text{cov } \bar{R}_2, \bar{R}_1 & \sigma^2 \bar{R}_2 & \dots & \text{cov } \bar{R}_2, \bar{R}_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov } \bar{R}_n, \bar{R}_1 & \text{cov } \bar{R}_n, \bar{R}_2 & \dots & \sigma^2 \bar{R}_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

En la diagonal de la matriz de varianzas-covarianzas está formada por la n varianzas de los rendimientos de los títulos que conforman la cartera y fuera de la diagonal se encuentran las covarianzas, dado que la matriz es simétrica ( $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ ).

### 2.3 Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones

Las acciones son inversiones de capital social, lo cual significa que al comprar acciones de una empresa él inversor se convierte en accionista y realmente es propietario de una parte de dicha empresa. Por supuesto, su participación en el valor líquido. Propiedad, en una corporación que puede emitir millones de acciones es mucho más pequeña que el valor

liquido, o valor real, que posee en un bien inmueble que compró. Con el bien adquirido el propietario puede vender o retener, según lo que desee.

Hay dos razones principales para comprar acciones:

- 1) Usted espera que el precio por acción aumente de manera que al vender sus acciones en el futuro logre obtener una ganancia.
- 2) Usted espera que las acciones generen ingresos en la forma de dividendos.

Algunas acciones tienden a hacer uno o lo otro, mientras que otras hacen ambas cosas.

La razón por la cual las acciones son inversiones populares a pesar del hecho de que pueden ser volátiles, es decir, cambian de valor rápidamente en el corto plazo, es debido a que históricamente las acciones en general han proporcionado un mayor rendimiento que otros valores.<sup>4</sup>

Denotamos por  $\pi_t$  un portafolio formado por 3 activos como sigue:

$$\pi_t = w_1 S_1 + w_2 S_2 + w_3 S_3 \quad (2.1)$$

Donde

$\pi_t$  = Portafolio de inversión.

$w_i$  = Proporción del portafolio invertido en el activo  $i$ .

$S_i$  = Rendimiento del activo  $i$ .

$i$  va del activo 1, 2, 3... $n$

De esta manera el rendimiento del portafolio de inversión esta dado por:

$$\bar{Z} = \frac{\pi_1 - \pi_0}{\pi_0} = \frac{w_1 S_{10}}{\pi_0} \left( \frac{S_{11} - S_{10}}{S_{10}} \right) + \frac{w_2 S_{20}}{\pi_0} \left( \frac{S_{21} - S_{20}}{S_{20}} \right) + \frac{w_3 S_{30}}{\pi_0} \left( \frac{S_{31} - S_{30}}{S_{30}} \right) \quad (2.2)$$

Donde

$\bar{Z}$  = Es una variable aleatoria que mide el rendimiento del portafolio del periodo  $t = 1$  a  $t = 0$ .

---

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.es.yourmoneycounts.com/ymc/goals/investing/stocks>

$$\frac{\pi_1 - \pi_0}{\pi_0} = \text{Rendimiento del portafolio}$$

$$\frac{w_1 S_{10}}{\pi_0} = \text{Ponderación del activo 1}$$

$$\left( \frac{s_{11} - s_{10}}{s_{10}} \right) = \text{Rendimiento del activo 1}$$

$$\frac{w_2 S_{20}}{\pi_0} = \text{Ponderación del activo 2}$$

$$\left( \frac{s_{21} - s_{20}}{s_{20}} \right) = \text{Rendimiento del activo 2}$$

$$\frac{w_3 S_{30}}{\pi_0} = \text{Ponderación del activo 3}$$

$$\left( \frac{s_{31} - s_{30}}{s_{30}} \right) = \text{Rendimiento del activo 3}$$

**El rendimiento medio del portafolio de inversión esta dado por:**

$$E \bar{Z} = E w_1 \bar{Z}_1 + w_2 \bar{Z}_2 + w_3 \bar{Z}_3 = w_1 E \bar{Z}_1 + w_2 E \bar{Z}_2 + w_3 E \bar{Z}_3 \quad (2.3)$$

**Y la varianza del portafolio por:**

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 w_1^2 + \sigma_2^2 w_2^2 + \sigma_3^2 w_3^2 + 2\sigma_{12} w_1 w_2 + 2\sigma_{23} w_2 w_3 + 2\sigma_{13} w_1 w_3 \quad (2.4)$$

A continuación se plantea el problema de optimización en forma matricial para tres acciones. Cabe señalar que se trata de un problema de optimización no-lineal ya que se tiene la función objetivo en forma cuadrática.

$$\text{Función objetivo} = w^T \Sigma w \quad (2.5)$$

Pasos a seguir para el proceso de optimización son:

1) Minimizar la siguiente función objetivo  $\frac{1}{2} = w^T \Sigma w$

Nótimos que al minimizar la expresión  $\frac{1}{2} = w^T \Sigma w$  se produce el mismo resultado y además facilita la resolución matemática.

2) Sujeto a

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1 \quad (2.6)$$

3) El lagrangiano en forma matricial es:

$$L = w_1, w_2, w_3 \begin{pmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22}^2 & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} + \lambda (1 - w_1 - w_2 - w_3) \quad (2.7)$$

Lagrangiano desarrollado obtenemos que.

$$L = \frac{1}{2} (\sigma_1^2 w_1^2 + \sigma_2^2 w_2^2 + \sigma_3^2 w_3^2 + 2\sigma_{12} w_1 w_2 + 2\sigma_{23} w_2 w_3 + 2\sigma_{13} w_1 w_3) + \lambda (1 - w_1 - w_2 - w_3) \quad (2.8)$$

4) Se obtienen las condiciones de primer orden.

$$\frac{dL}{dw_1} = \frac{1}{2} (2\sigma_1^2 w_1 + 2\sigma_{12} w_2 + 2\sigma_{13} w_3) - \lambda$$

$$\frac{dL}{dw_2} = \frac{1}{2} (2\sigma_2^2 w_2 + 2\sigma_{12} w_1 + 2\sigma_{23} w_3) - \lambda \quad (2.9)$$

$$\frac{dL}{dw_3} = \frac{1}{2} (2\sigma_3^2 w_3 + 2\sigma_{23} w_2 + 2\sigma_{13} w_1) - \lambda$$

$$\frac{dL}{d\lambda} = 1 - w_1 - w_2 - w_3$$

- 5) Expresando en forma matricial el resultado de las condiciones de primer orden se obtiene  $A * X = B$  es un sistema de ecuaciones 3 incógnitas.

$$\begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & -1 \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & -1 \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma_3^2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

- 6) Y al resolver el sistema para  $X$  se obtiene.

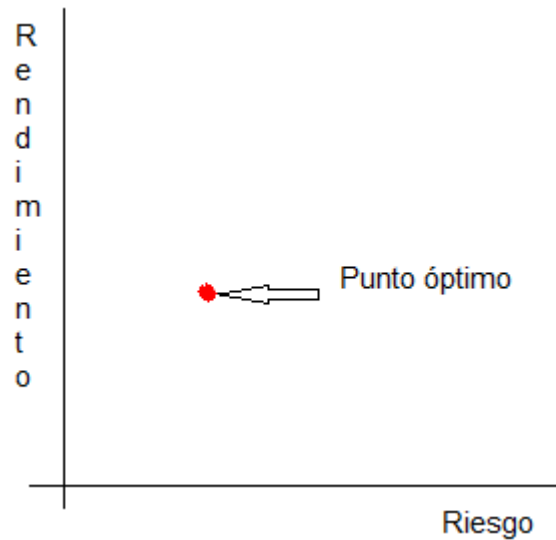
$$X = A^{-1} * B \quad (2.11)$$

- 7) Se obtiene  $X_1 X_2 X_3 =$  Proporciones a invertir

$$\begin{pmatrix} X_1 = w_1 \\ X_2 = w_2 \\ X_3 = w_3 \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Una vez determinados las proporciones a invertir de cada activo se obtiene el riesgo y rendimiento del portafolio óptimo. En la gráfica 2.2 se aprecia el portafolio óptimo que se obtuvo al desarrollar la sección 2.3, pero como es un solo portafolio no se puede apreciar si realmente es óptimo o no, por lo tanto, de la sección 2.4 se construye la frontera eficiente de Markowitz, para poder ser comparado el portafolio óptimo con otros portafolios.

Gráfica 2.2 Dibujo portafolio óptimo de Markowitz.



Fuente: Elaboración personal.

## 2.4 Frontera eficiente

Definimos a la frontera eficiente como el conjunto de carteras, normalmente carteras de valores, que tienen los tipos de rendimiento más elevados para cualquier nivel dado de riesgo.<sup>5</sup>

Para construir la frontera eficiente con títulos capital considerando la teoría de portafolios de Harry Markowitz, se toma como base la fórmula (2.11) de la sección 3.3 con tres activos.

Siguiendo paso a paso de la ecuación (2.1) a la (2.5) y en la ecuación (2.6) se consideran 2 restricciones. La primera es  $w_1 + w_2 + w_3 = 1$  y la segunda es  $w_1 \bar{Z}_1 + w_2 \bar{Z}_2 + w_3 \bar{Z}_3 = \mu$ .

Donde  $\mu$  = es el rendimiento esperado por el inversor

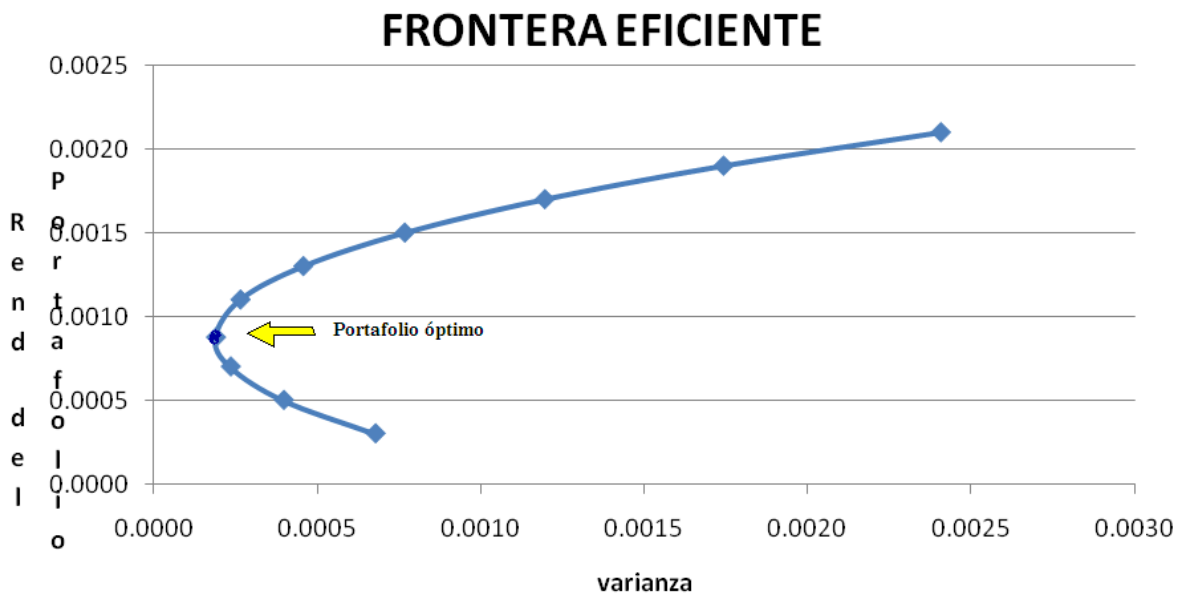
<sup>5</sup> Fuente: <http://www.economia48.com/spa/d/frontera-eficiente/frontera-eficiente.htm>

De la ecuación (2.7) a la ecuación (2.11) se siguen el desarrollo de las ecuaciones y se obtienen las proporciones a invertir en cada uno de los activos (acciones). Este método se puede generalizar para  $n$  activos que se desee.

Una vez determinada la proporción a invertir en cada activo se procede a calcular el riesgo del portafolio óptimo (mayor rendimiento con el mínimo riesgo), es decir, el portafolio con el mínimo riesgo y máximo rendimiento.

De acuerdo con la ecuación (2.11) asignamos diferentes valores a  $\mu$  (rendimiento del portafolio) y se obtiene los diferentes portafolios que conforman la frontera eficiente.

Gráfica 2.3 Frontera eficiente.



Fuente: Elaboración personal.

En la gráfica 2.3 se puede ver los portafolios óptimos con rendimientos mayores al rendimiento del portafolio óptimo de Markowitz. Estos portafolios son también eficientes dado un nivel de riesgo mayor. Por otra parte los portafolios que están localizados por abajo del portafolio óptimo son ineficientes, ya que, en éstos se obtienen menores rendimientos a mayor nivel de riesgo.



### 3. Elaboración de un portafolio de inversión con acciones y un bono

Un bono es un instrumento financiero emitido por un prestatario que lo obliga a realizar pagos específicos al tenedor a lo largo de un periodo específico de tiempo. Los bonos pueden tener diversas características y el emisor puede ser desde un gobierno soberano hasta un corporativo. Los bonos más comunes son aquellos que obligan al emisor a realizar pagos, llamados cupones, durante el periodo de vigencia del bono y a repagar su valor nominal al vencimiento<sup>6</sup>.

Definición de Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) Son títulos de crédito al portador emitidos por el Gobierno Federal desde 1978, en los cuales se consigna la obligación de éste a pagar su valor nominal al vencimiento. Dicho instrumento se emitió con el fin de influir en la regulación de la masa monetaria, financiar la inversión productiva y propiciar un sano desarrollo del mercado de valores, a través de este mecanismo se captan recursos de personas físicas y morales a quienes se les garantiza una renta fija. Este instrumento tiene el respaldo del Banco de México, en su calidad de agente financiero del Gobierno Federal<sup>7</sup>.

Sea  $\pi_t$  un portafolio formado por dos activos y un bono

$$\pi_t = w_0 B_0 + w_1 S_{1t} + w_2 S_{2t} \quad (2.13)$$

El cambio en el portafolio por precios es:

$$\frac{\pi_T - \pi_t}{\pi_t} = \frac{w_0 B_0}{\pi_t} \left( \frac{B_{0T} - B_{0t}}{B_{0t}} \right) + \frac{w_1 S_{1t}}{\pi_t} \left( \frac{S_{1T} - S_{1t}}{S_{1t}} \right) + \frac{w_2 S_{2t}}{\pi_t} \left( \frac{S_{2T} - S_{2t}}{S_{2t}} \right) \quad (2.14)$$

Cálculo el precio del bono

$$r^{T-t} = R \quad (2.15)$$

Donde

$r$  = Tasa de CETES Fondeo anualizada.

$(T-t)$  = Horizonte temporal a 1 día.

$R$  = Tasa de CETES fondeo diaria.

---

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.banxico.org.mx>

<sup>7</sup> Fuente: <http://www.banxico.org.mx>

$$\pi_t = w_0 R + w_1 Z_1 + w_2 Z_2 \quad (2.16)$$

$$\mu = 1 - w_1 - w_2 R + w_1 Z_1 + w_2 Z_2 \quad (2.17)$$

### 3.1 Rentabilidad del portafolio de inversión

$$E Z = 1 - w_1 - w_2 R + w_1 Z_1 + w_2 Z_2 \quad (2.18)$$

### 3.2 Riesgo del portafolio de inversión

$$Var Z = Var [w_1 \bar{Z}_1 + w_2 \bar{Z}_2] = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12} \quad (2.19)$$

La varianza expresada en forma matricial:

$$w_1 w_2 \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \end{pmatrix} = w^T \Sigma w \quad (2.20)$$

El problema es:

$$\text{Min } w^T \Sigma w \quad (2.21)$$

Sujetos a

$$w_1 Z_1 - R + w_2 Z_2 - R = \mu - R \quad (2.22)$$

La ecuación anterior expresada en forma matricial es:

$$w_1 w_2 \begin{pmatrix} Z_1 & -R \\ Z_2 & -R \end{pmatrix} = \mu - R \quad (2.23)$$

$$W^T \bar{Z}_1 - 1R = \mu - R \quad (2.24)$$

En este caso la construcción del Lagrangiano es:

$$L = w^T \Sigma w + \lambda (\mu - R - w^T \bar{Z} - 1R) \quad (2.25)$$

Obtención de condiciones de primer orden

$$\frac{dL}{dw^T} = \Sigma w - \lambda (\bar{Z} - 1R) \quad (2.26)$$

Despejar a w

$$\begin{aligned} \Sigma w &= \lambda (\bar{Z} - 1R) \\ w^* &= \lambda \Sigma^{-1} (\bar{Z} - 1R) \end{aligned} \quad (2.27)$$

De la propiedad

$$X^T Y = Y^T X$$

Se obtiene

$$\bar{Z} - 1R \quad w^* = \mu - R \quad (2.28)$$

Sustituir el valor de la ecuación (2.27) en la ecuación (2.28)

$$\lambda (\bar{Z} - 1R) \Sigma^{-1} (\bar{Z} - 1R)^T = \mu - R \quad (2.29)$$

Despejar  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\mu - R}{\bar{Z} - 1R^T \Sigma^{-1} \bar{Z} - 1R} \quad (2.30)$$

Sustituir el valor de  $\lambda$  en  $w^*$

$$w^* = \frac{\mu - R}{\bar{Z} - 1R^T \Sigma^{-1} \bar{Z} - 1R} \bar{Z} - 1R \Sigma^{-1} \quad (2.31)$$

El procedimiento anterior se puede aplicar para cualquier cantidad de activos en que se quiera formar el portafolio.

### 3.3 Portafolio eficiente

Una vez que se obtienen las proporciones a invertir en un portafolio con acciones y deuda, se puede saber cuál es el portafolio eficiente sustituyendo el valor de las proporciones en la fórmula (2.18) para el rendimiento y la fórmula (2.19) para el riesgo.

## CAPÍTULO 3. CASO PRÁCTICO: FORMACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN



Imagen 3. Bolsa Mexicana de Valores.

En el presente capítulo se elabora un análisis de precios y rendimientos de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores para seleccionar las acciones que formarán el portafolio de acuerdo al perfil del inversor. En la segunda parte del capítulo se construye un portafolio de inversión con tres acciones. Finalmente se construye un portafolio con tres acciones y un activo libre de riesgo.

El análisis de rendimiento (media) y riesgo (desviación estándar) de las empresas que son representativas para la elaboración del índice de precios y cotizaciones se realiza con la finalidad de tener un criterio de selección de las acciones que más convengan considerar para la elaboración del portafolio de inversión.

## 1. Análisis de precios y rendimientos de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.

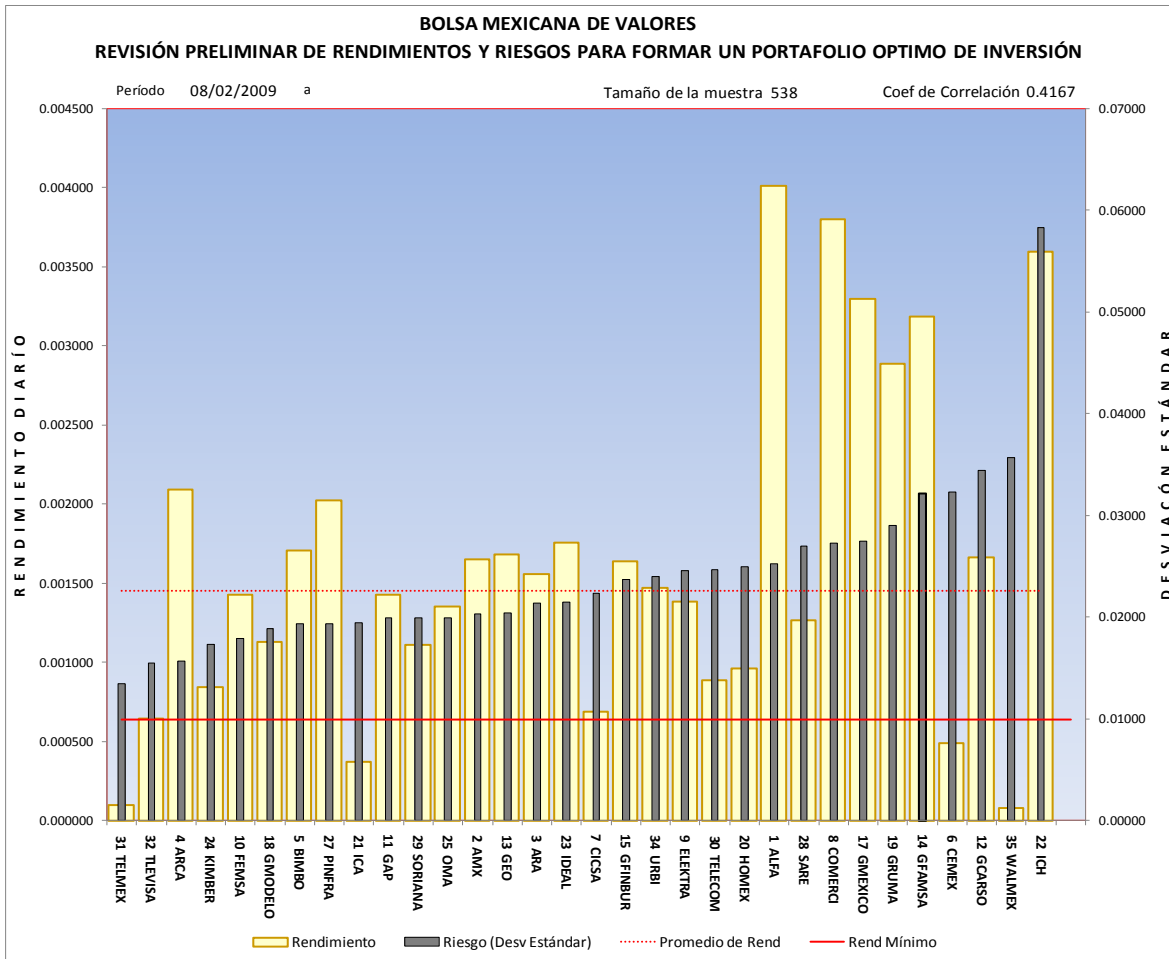
Lista de empresas que representan el índice de precios y cotizaciones

		17	GMEXICO
		18	GMODELO
1	ALFA	19	GRUMA
2	AMX	20	HOMEX
3	ARA	21	ICA
4	ARCA	22	ICH
5	BIMBO	23	IDEAL
6	CEMEX	24	KIMBER
7	CICSA	25	OMA
8	COMERCI	26	PE&OLES
9	ELEKTRA	27	PINFRA
10	FEMSA	28	SARE
11	GAP	29	SORIANA
12	GCARSO	30	TELECOM
13	GEO	31	TELMEX
14	GFAMSA	32	TLEVISA
15	GFINBUR	33	TVAZTECA
16	GFNORTE	34	URBI
17	GMEXICO	35	WALMEX

Los datos históricos diarios de mercado de cada una de las empresas listadas anteriormente en un periodo del 8 de febrero del 2009 al 8 abril 2011 se consideran el precio de cierre para calcular el riesgo y rendimiento para cada empresa y así construir la gráfica (3.1).

En la parte inferior de la gráfica (3.1) se aprecia el número y nombre de las empresas que conforman el índice de precios y cotizaciones. Las empresas se encuentran acomodadas en forma ascendente por su nivel de riesgo de acuerdo al período de análisis. La línea clara y en forma vertical muestra el rendimiento medio de cada una de las empresas, la línea punteada en forma horizontal muestra el rendimiento medio de las empresas y la línea no punteada en forma horizontal muestra el rendimiento medio mínimo de las empresas.

Gráfica 3.1



Fuente: Elaboración personal.

Del lado izquierdo de la gráfica se puede ver claramente que hay algunas empresas como TELMEX cuyo rendimiento esta por abajo del promedio del rendimiento mínimo de las empresas y su riesgo es alto respecto a su rendimiento. Del lado derecho de la gráfica se observa todo lo contrario empresas como Investors Capital Holdings, Ltd. (ICH) que tiene un alto rendimiento, pero también un alto riesgo. Si se determina un criterio de elección de inversión, no se elige ninguna de las empresas que se encuentran del lado izquierdo, derecho ni tampoco las que su rendimiento queda por debajo de su nivel medio mínimo. Si el inversor es racional elige de la parte de en medio de la gráfica y por arriba del rendimiento promedio.

## 2. Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones de la Bolsa Mexicana de Valores

Para la construcción de un portafolio de inversión con capital se consideró a las siguientes empresas.

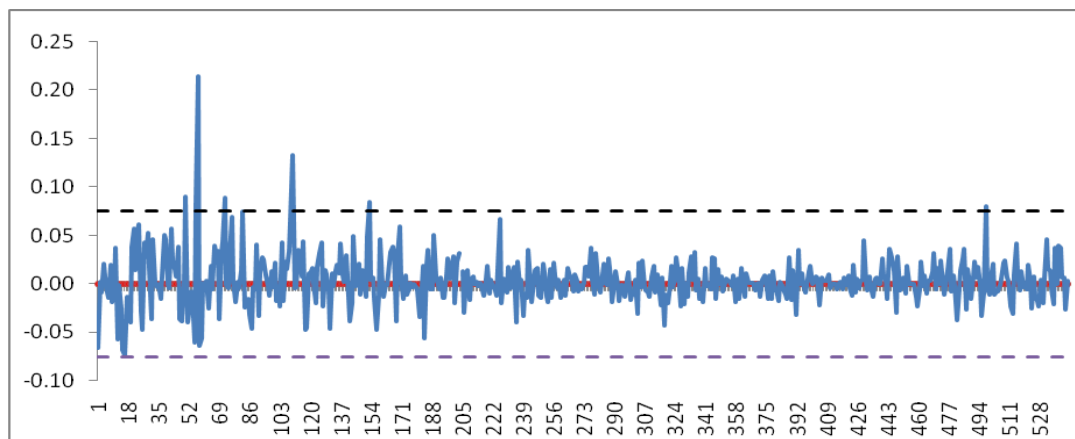
- 1) Alfa, S.A.B. de C.V. (ALFAA.MX)
- 2) Embotelladoras Arca, S.A.B. DE C.V. (ARCA.MX)
- 3) Grupo Televisa, S.A. (TLEVISACPO.MX)

Los datos son precio a de mercado al cierre de un período comprendido del 8 de febrero del 2009 al 8 de abril del 2011.

### 2.1 Rentabilidad del portafolio de inversión

- Considerando la teoría de Markowitz, se obtiene el rendimiento de los precios al cierre de mercado para las empresas antes mencionadas para empezar a construir el portafolio de inversión.
- Se gráfica los rendimientos para cada una de las empresas seleccionadas y ver su comportamiento a lo largo del periodo y se observa.

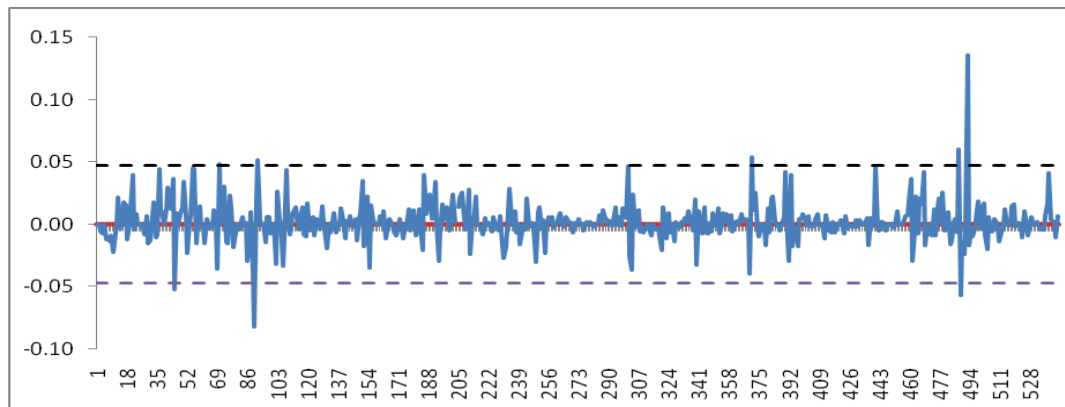
Gráfica 3.2 Rendimientos ALFA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valores.

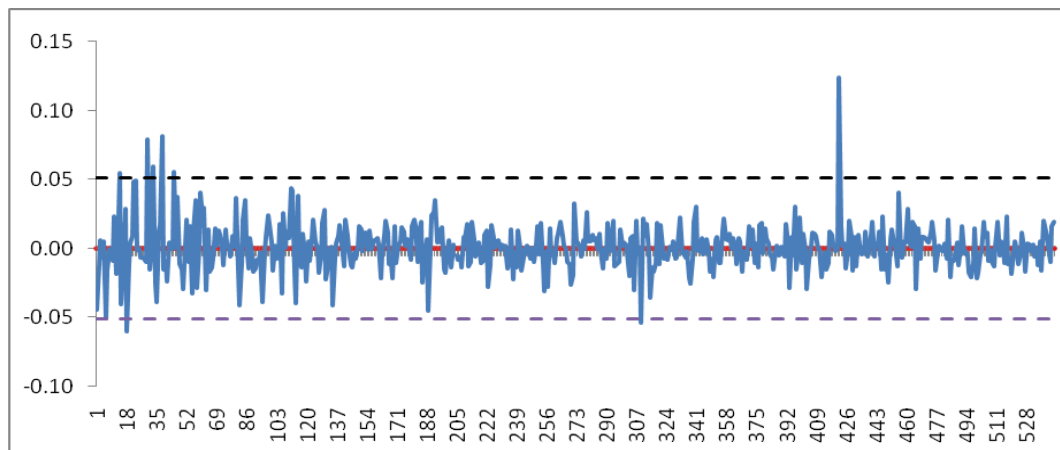


Gráfica 3.3 Rendimientos ARCA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valores.

Gráfica 3.4 Rendimientos TELEVISIA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valores.

Las gráficas 3.2, 3.3 y 3.4 muestran el comportamiento de los rendimientos para cada una de las empresas seleccionadas. En cada una de las empresas se puede ver que la mayoría de los rendimientos se concentran alrededor de su media, lo cual se refleja en la curtosis, por otro lado, también vemos algunos rendimientos atípicos que salen de las tres desviaciones estándar, lo cual hace que se tienda únicamente a la normalidad e incluso se pierda.

Para obtener el rendimiento del portafolio primero se obtiene el rendimiento de cada una de las empresas que conformarán el portafolio, para posteriormente considerarlo en un

procedimiento de optimización y finalmente en el punto 2.3 obtener el rendimiento del portafolio.

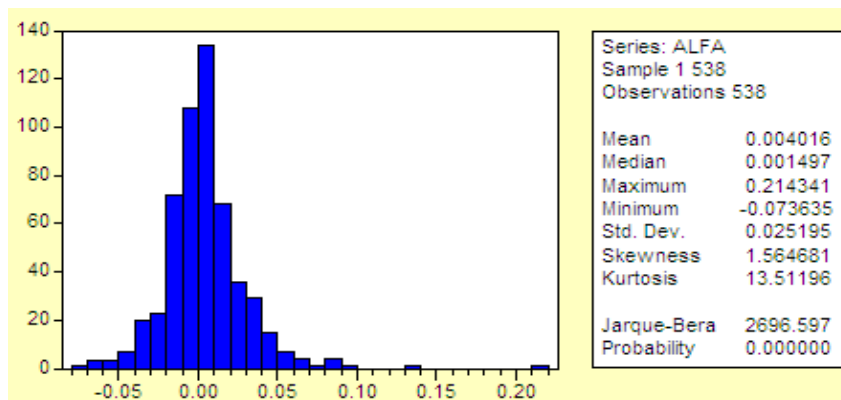
Rendimiento del portafolio

$$\pi_t = 0.001707$$

## 2.2 Riesgo del portafolio de inversión

Para realizar el cálculo del riesgo del portafolio, primero se obtiene el riesgo de cada una de las empresas que conformarán el portafolio, para posteriormente considerarlo en un procedimiento de optimización y finalmente en el punto 2.3 obtener el riesgo del portafolio

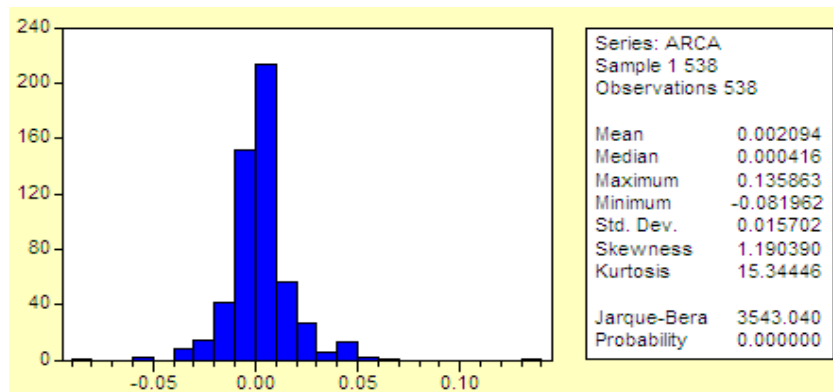
Gráfica 3.5 Histograma rendimientos ALFA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valore

Los estadísticos media y mediana, tienen una diferencia de 0.002519, la cual indica la distribución de los rendimientos de ALFA está moderadamente hacia la izquierda. La concentración de los rendimientos respecto a su media muestra una curtosis moderadamente elevada, por lo tanto, su distribución tiende a la normalidad sin llegar a ella.

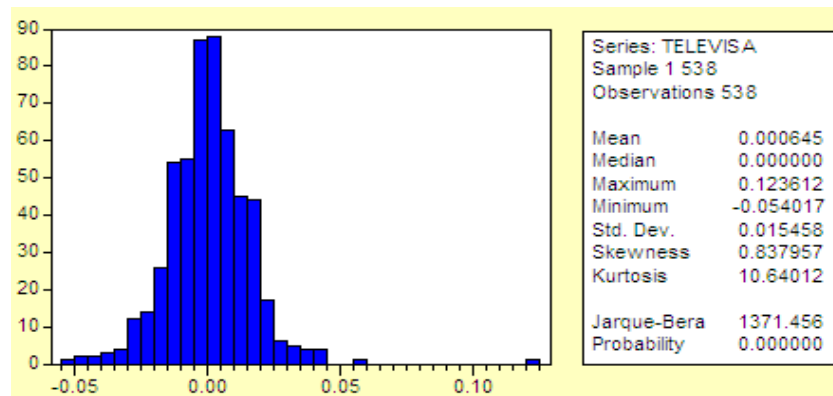
Gráfica 3.6 Histograma rendimientos ARCA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valores

Los estadísticos media y mediana, tienen una diferencia de 0.001678, la cual indica la distribución de los rendimientos de ARCA está ligeramente cargada hacia la izquierda. La concentración de los rendimientos respecto a su media muestra una pronunciada curtosis, por lo tanto, su distribución pierde la normalidad.

Gráfica 3.7 Histograma rendimientos TELEVISA.



Fuente: Datos obtenidos de la Bolsa Mexicana de Valores

Los estadísticos media y mediana, tienen una diferencia de 0.000645, la cual indica la distribución de los rendimientos de ARCA está cargada hacia la izquierda. La concentración de los rendimientos respecto a su media muestra una curtosis moderadamente elevada, por lo tanto, su distribución tiende a la normalidad sin llegar a ella.

Cuando se obtienen las proporciones a invertir en cada activo se calcula el riesgo del portafolio sustituyendo en ecuación (3.1) y se obtiene.

Riesgo del portafolio

$$\sigma^2 = 0.00011$$

### 2.3 Portafolio eficiente

Una vez que se tiene los rendimientos de las empresas seleccionadas se procede a calcular la matriz de varianzas y covarianzas para posteriormente medir el riesgo del portafolio.

Tabla 3.1 Matriz de varianzas y covarianzas

	ALFA	ARCA	TELEVISA
ALFA	0.000634	0.000039	0.000008
ARCA	0.000039	0.000246	-0.000005
TELEVISA	0.000008	-0.000005	0.000239

Fuente: Elaboración personal.

Considerando el cuadro 3.1 Se calcular el portafolio con mínimo riesgo Para ello se construye la función objetivo y la restricción, posteriormente se plantea el lagrangiano y se resuelve el problema de optimización.

1) La función objetivo es:

$$\begin{aligned} \text{Mín } \sigma^2 = & 0.000634x_1^2 + 0.000246x_2^2 + 0.000239x_3^2 + 2 \cdot 0.000039 x_1x_2 + \\ & 2 \cdot (-0.000005) x_2x_3 + 2 \cdot 0.000008 x_1x_3 \end{aligned} \quad (3.1)$$

Forma matricial de la función objetivo

$$\text{Mín } \sigma^2 = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.00063 & 0.00004 & 0.00001 \\ 0.00004 & 0.00025 & 0.00000 \\ 0.00001 & 0.00000 & 0.00024 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

2) Restricción

$$\text{Sujeto a: } x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (3.3)$$

3) Construcción del lagrangiano para obtener las proporciones óptimas del portafolio

$$\begin{aligned} L = & 0.00063x_1^2 + 0.00025x_2^2 + 0.00024x_3^2 + 2(0.00004)x_1x_2 \\ & + 2(0.00000)x_2x_3 + 2(0.00001)x_1x_3 + \lambda(1 - w_1 - w_2 - w_3) \end{aligned} \quad (3.4)$$

4) Condiciones de 1er. Orden expresado en forma matricial.

$$\begin{pmatrix} 2(0.0006) & 2(0.00004) & 2(0.00001) & -1 \\ 2(0.0000) & 2(0.0002) & 2(0.0000) & -1 \\ 2(0.0000) & 2(0.0000) & 2(0.0002) & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.5)$$

5) Para obtener las soluciones óptimas del vector X , se expresa dicho vector en función de la matriz inversa de A por el vector B .

$$X = A^{-1} B$$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2(0.0007676) & 2(0.0001738) & 2(0.0001156) & -1 \\ 2(0.0001738) & 2(0.0003511) & 2(0.0000528) & -1 \\ 2(0.0001156) & 2(0.0000528) & 2(0.0003186) & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} * \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.6)$$

6) Se resuelve el sistema  $X=A^{-1}B$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 710.3449 & -394.952 & -315.393 & 0.135679 \\ -394.952 & 1231.46 & -836.508 & 0.416869 \\ -315.393 & -836.508 & 1151.9 & 0.447452 \\ -0.13568 & -0.41687 & -0.44745 & 0.000212 \end{pmatrix}^{-1} * \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.7)$$

Se obtiene

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1357 \\ 0.4169 \\ 0.44757 \end{pmatrix} \quad (3.8)$$

Recordar  $x_i = w_i$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix}$$

De esta manera las proporciones a invertir de las acciones son:

ALFA	13.57%
ARCA	41.69%
TELEVISA	44.75%

Una vez que se obtienen las proporciones a invertir en cada activo se calcula el riesgo del portafolio sustituyendo en ecuación (3.1) y se obtiene.

Riesgo del portafolio

$$\sigma^2 = 0.00011 \quad (3.9)$$

El Portafolio eficiente se obtiene una vez que se cuenta con las proporciones de los rendimientos se sustituyen en la ecuación (2.1)

Portafolio eficiente

$$\begin{aligned}\pi_i &= (0.13568 * 0.004016) + (0.41687 * 0.002094) + (0.44745 * 0.000645) \\ \pi_i &= 0.001707\end{aligned}\tag{3.10}$$

## 2.4 Determinación de la frontera eficiente de inversión

Considerando el portafolio óptimo calculado en el punto 3.3 se procede a elaborar la frontera eficiente asignándole diferentes valores al rendimiento esperado para obtener varios pares de rendimiento riesgo que conforman la frontera eficiente.

- 1) Se considera la tabla 3.1 de varianzas y covarianzas

Matriz de varianzas y covarianzas			
	ALFA	ARCA	TELEVISA
ALFA	0.000634	0.000039	0.000008
ARCA	0.000039	0.000246	-0.000005
TELEVISA	0.000008	-0.000005	0.000239

- 2) Se construye el lagrangiano para obtener la cartera con mínimo riesgo considerando la ecuación (3.1)

Función objetivo

$$\begin{aligned}\text{Mín } \sigma^2 &= 0.00063x_1^2 + 0.00025x_2^2 + 0.00024x_3^2 + 2(0.00004)x_1x_2 + \\ &2(-0.00000)x_2x_3 + 2(0.00001)x_1x_3\end{aligned}$$

Restricciones

$$\text{Sujeto a: } x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$\text{Sujeto a: } x_1R + x_2R + x_3R = \mu\tag{3.11}$$

Donde

$\mu$  = Rendimiento del portafolio

R = Rendimiento del portafolio

$x_i$  = Proporción del activo

Lagrangiano con la función objetivo y sus 2 restricciones

$$\begin{aligned}L &= 0.00063x_1^2 + 0.00025x_2^2 + 0.00024x_3^2 + 2(0.00004)x_1x_2 + 2(-0.00000)x_2x_3 + \\ &2(0.00001)x_1x_3 + \lambda_1(\mu - x_1R - x_2R - x_3R) + \lambda_2(1 - x_1 - x_2 - x_3)\end{aligned}\tag{3.12}$$

- 3) Se obtienen las condiciones de primer orden como en la ecuación (2.9) obteniéndose el sistema  $A \cdot X = B$ .

$$\begin{pmatrix} 2(0.0006) & 2(0.00004) & 2 \cdot 0.00001 & -\mu_1 & -1 \\ 2 \cdot 0.0000 & 2 \cdot 0.0002 & 2 \cdot 0.0000 & -\mu_2 & -1 \\ 2 \cdot 0.0000 & 2 \cdot 0.0000 & 2 \cdot 0.0002 & -\mu_3 & -1 \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \mu \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.13)$$

- 4) Del sistema  $A \cdot X = B$  se despeja el valor de las  $X$ , como en la ecuación (3.6)

$$X = A^{-1}B$$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 221.92 & -516.33 & 294.41 & 268.08 & -0.32 \\ -516.33 & 1201.30 & -684.97 & 66.62 & 0.303 \\ 294.41 & -684.97 & 390.56 & -334.69 & 1.02 \\ -268.08 & -66.62 & 334.69 & 147.14 & -0.25 \\ 0.32 & -0.30 & -1.02 & -0.25 & 0.0006 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.0034 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3.14)$$

- 5) Finalmente para obtener el portafolio se resuelve el sistema anterior y se obtienen las proporciones a invertir.

Tabla 3.2 Proporciones a invertir en cada activo

ALFA	=	0.5779
ARCA	=	0.5268
TELEVISA	=	-0.1047

Fuente: Elaboración personal

Recordar que

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix}$$



- 6) Se calcula el riesgo de la cartera utilizando la ecuación (3.1) y sustituyendo las proporciones a invertir se obtiene

$$\sigma^2 = 0.00031$$

$$\sigma = 0.01749$$

Este proceso se realiza asignando diferentes valores  $\mu$ , los resultados se muestran en la tabla (3.3).

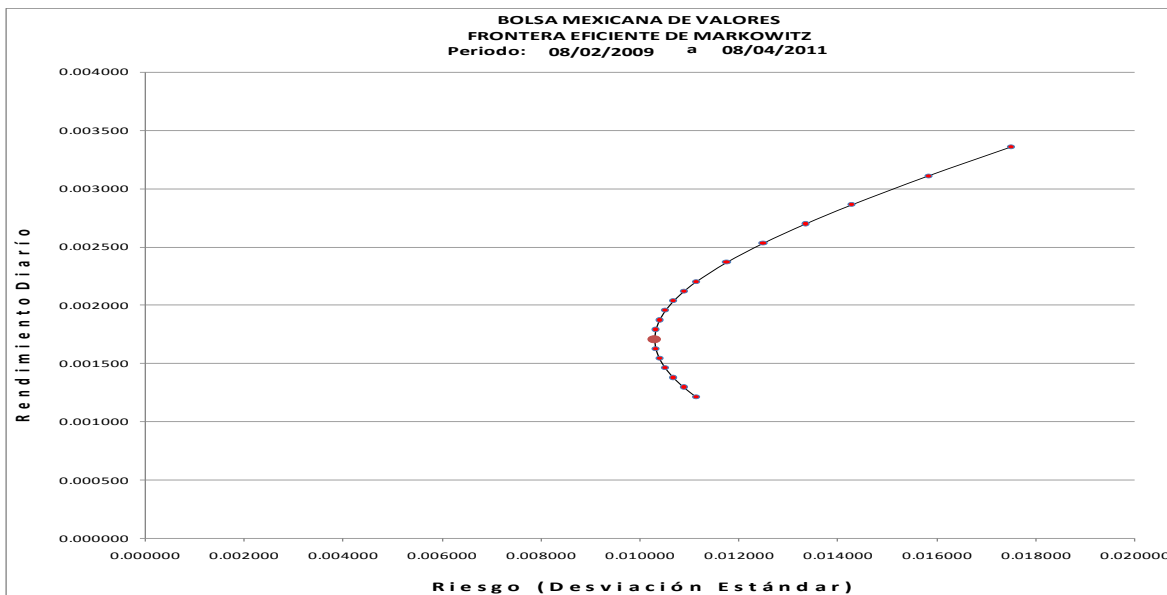
Diferentes portafolios que forma el conjunto de posibilidades a invertir son:

Tabla 3.3 Diferentes portafolios

Varianza portafolio	Rendimiento portafolio	Proporción de los activos			Riesgo portafolio
		w1	w2	w3	
0.000124	0.001212	0.003005	0.383899	0.613096	0.011127
0.000118	0.001294	0.025117	0.389394	0.585489	0.010876
0.000114	0.001377	0.047229	0.394889	0.557882	0.010667
0.000110	0.001459	0.069342	0.400384	0.530274	0.010502
0.000108	0.001542	0.091454	0.405879	0.502667	0.010382
0.000106	0.001624	0.113566	0.411374	0.475060	0.010309
0.000106	0.001707	0.135679	0.416869	0.447452	0.010285
0.000106	0.001789	0.157791	0.422364	0.419845	0.010309
0.000108	0.001871	0.179903	0.427859	0.392238	0.010382
0.000110	0.001954	0.202015	0.433354	0.364630	0.010502
0.000114	0.002036	0.224128	0.438849	0.337023	0.010667
0.000118	0.002119	0.246240	0.444344	0.309416	0.010876
0.000124	0.002201	0.268352	0.449839	0.281808	0.011127
0.000138	0.002366	0.312577	0.460829	0.226594	0.011740
0.000156	0.002531	0.356802	0.471819	0.171379	0.012483
0.000178	0.002696	0.401026	0.482809	0.116164	0.013336
0.000204	0.002861	0.445251	0.493800	0.060950	0.014279
0.000250	0.003109	0.511588	0.510285	0.021872	0.015825
0.000306	0.003356	0.577925	0.526770	0.104694	0.017493

Fuente: Elaboración personal

Gráfica 3.8 Frontera eficiente de Markowitz



Fuente: Elaboración personal con datos de la Bolsa Mexicana de Valores.

## 2.5 Presentación de resultados

Considerando la teoría de Harry Markowitz se obtiene el portafolio óptimo que minimice su riesgo. Este se puede apreciar en la gráfica (3.1) de frontera eficiente se encuentra completamente cargado hacia la Izquierda y de color rojo.

En la gráfica de frontera eficiente se observa otros portafolios, hacia abajo del portafolio óptimo se encuentran los portafolios ineficientes y hacia arriba los portafolios eficientes. El inversor puede seleccionar del conjunto de portafolios que se presentan en la frontera eficiente el que le proporcione mayor rendimiento a cambio de mayor riesgo.

## 3. Elaboración de un portafolio de inversión con 3 acciones de la Bolsa Mexicana de Valores y un bono

El portafolio se construye con 3 acciones (capital) y con deuda (bono gubernamental). El criterio para elaborar el portafolio es el mismo que se aplica en el portafolio de capitales en el punto 3, pero ahora se incluye un bono.

El portafolio puede elaborarse para 2, 3 o más empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores de la misma manera que se ha venido realizando en los portafolios anteriores.

### 3.1 Rentabilidad del portafolio de inversión

Para determinar la rentabilidad del portafolio de inversión es necesario saber cuáles son las proporciones de los activos que le corresponde a cada uno de los activos de capital y al bono. En la ecuación (2.17) se sustituyen las proporciones para saber el rendimiento.

$$\mu = 1 - w_1 - w_2 R + w_1 Z_1 + w_2 Z_2$$

### 3.2 Riesgo del portafolio de inversión

Para determinar el riesgo del portafolio de inversión es necesario saber cuáles son las proporciones de los activos que le corresponde a cada uno de los activos de capital y al bono. En la ecuación (2.19) se sustituyen las proporciones a invertir en cada activo para saber el riesgo.

### 3.3 Portafolio eficiente

El portafolio de inversión se forma con acciones de Alfa, S.A.B. de C.V., Embotelladoras Arca, S.A.B. DE C.V. y Grupo Televisa, S.A

Datos necesarios para la elaboración del portafolio

Tasa cetes fondeo anualizado = 0.04480

Tiempo = 360 (anualizado)

Tiempo =  $1/360 = 0.00278$  (diario)

$\mu$  = Rendimiento que el inversionista pretende obtener = 0.002127

Rendimiento diario

$$r T - t = R$$

$$R = (0.00278) * (0.04480)$$

$$R = 0.00012$$

Tabla 3.4 Rendimiento riesgo del portafolio con capital y deuda

	Rendimiento diario	Riesgo
Alfa	0.004016	0.000634
Arca	0.002094	0.000246
Televisa	0.000645	0.000239
Bono	0.000122	

Fuente: Elaboración personal

Considerando la tabla 3.1 de la matriz de varianzas y covarianzas, se calcula el portafolio con mínimo riesgo; para ello se construye la función objetivo y la restricción, posteriormente se construye el lagrangiano (método de optimización).

Para construir el portafolio eficiente se siguen los siguientes pasos:

- 1) Portafolio con capital y 1 bono

$$\pi_t = w_0 B_0 + w_1 S_{1t} + w_2 S_{2t} + w_3 S_{3t}$$

- 2) Se construye la función objetivo considerando la ecuación (3.1) y (3.2)

$$\begin{aligned} \text{Mín } \sigma^2 = & 0.00063x_1^2 + 0.00025x_2^2 + 0.00024x_3^2 + 2(0.00004)x_1x_2 + \\ & 2(-0.00000)x_2x_3 + 2(0.00001)x_1x_3 \end{aligned}$$

- 3) En la restricción se considera la ecuación.

$$w_1 Z_1 - R + w_2 Z_2 - R + w_3(Z_3 - R) = \mu - R \quad (3.16)$$

$$w_1(0.003855) + w_2(0.001933) + w_3(0.0004853) = 0.001981 \quad (3.17)$$

Expresando la ecuación (3.17) en forma matricial

$$w_1 \quad w_2 \quad w_3 \begin{pmatrix} 0.003855 \\ 0.001933 \\ 0.0004853 \end{pmatrix} = 0.001981 \quad (3.18)$$

Sujeto a y retomando la ecuación (2.24)

$$W^T \bar{Z}_1 - 1R = \mu - R \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 1593.64 & -253.84 & -58.65 \\ -253.84 & 4107.20 & 94.42 \\ -58.65 & 94.42 & 4188.04 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0.00389 \\ 0.00197 \\ 0.00052 \end{pmatrix}$$

4) Construcción del lagrangiano para obtener las proporciones óptimas del portafolio

$$L = w_1 \quad w_2 \quad w_3 \begin{pmatrix} 0.000634 & 0.000039 & 0.000008 \\ 0.000039 & 0.000246 & -0.000005 \\ 0.000008 & -0.000005 & 0.000239 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} \quad (3.19)$$

$$\lambda \left[ 0.00198134 - w_1 \quad w_2 \quad w_3 \begin{pmatrix} \left[ \begin{pmatrix} 0.003855 \\ 0.001933 \\ 0.000485 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.00012 \\ 0.00012 \\ 0.00012 \end{pmatrix} \end{pmatrix} \right]$$

5) Se obtienen las condiciones de 1er. Orden como en la ecuación (2.26). Se despeja las proporciones a invertir

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} 1593.64 & -253.84 & -58.65 \\ -253.84 & 4107.20 & 94.42 \\ -58.65 & 94.42 & 4188.04 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0.00385 \\ 0.00193 \\ 0.00048 \end{pmatrix} \quad (3.20)$$

Considerando

$$X^T Y = Y^T X \quad (3.21)$$

Retomando la ecuación (3.19) se obtiene

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.00385 & 0.00193 & 0.00048 \end{pmatrix}^T = 0.001981 \quad (3.22)$$

Se sustituye la ecuación (3.22) en la ecuación (3.21) se obtiene

$$\lambda \begin{pmatrix} 1594.72 & -255.21 & -56.87 \\ -255.21 & 4105.75 & 90.33 \\ -56.87 & 90.33 & 4196.52 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 0.00385 \\ 0.00193 \\ 0.00048 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.00385 & 0.00193 & 0.00048 \end{pmatrix}^T = 0.001981 \quad (3.23)$$

Despeja  $\lambda$  de la ecuación (3.23) y se sustituye en la ecuación (3.21) obteniéndose las proporciones a invertir

Tabla 3.5 Proporciones a invertir en capital y bonos

ALFA	=	0.3037
ARCA	=	0.3825
TELEVISA	=	0.1152
BONO	=	0.1986

Fuente: Elaboración personal

Una vez que se obtienen las proporciones a invertir en cada activo se sustituyen las proporciones en la ecuación (2.18) para obtener el rendimiento del portafolio y ecuación (2.20) para obtener el riesgo del portafolio.

$$E(Z_p) = 0.002127$$

$$\sigma_p = 0.0103766$$

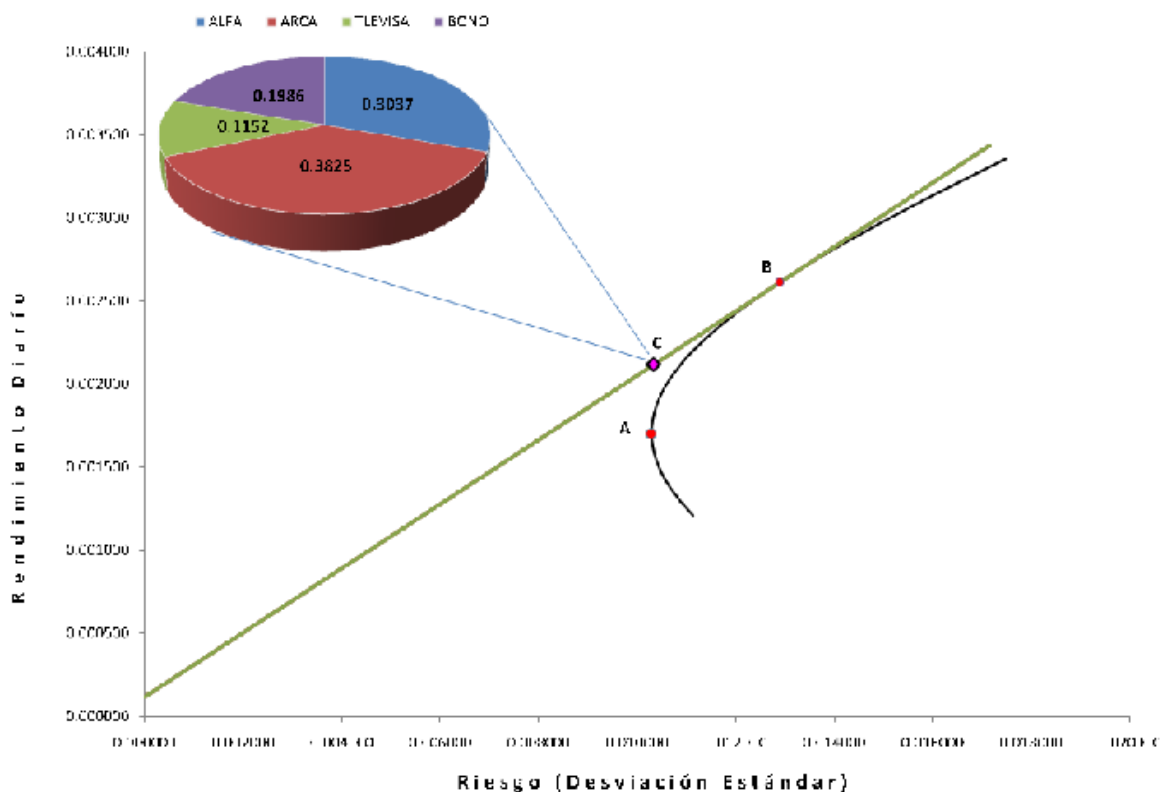
Al introducir un activo libre de riesgo en el portafolio óptimo de Markowitz se generan mejores oportunidades de rendimiento, mismas que quedan ubicadas en la línea recta que representa la frontera de Tobin (ver gráfica 3.9).

### 3.4 Presentación de resultados

Finalmente la gráfica 3.9 muestra en el eje de la abscisas el riesgo y en el eje de la ordenadas el rendimiento. La frontera eficiente cuenta con el portafolio óptimo de Markowitz ubicado en el punto A. En este portafolio se maximiza el rendimiento y se minimiza el riesgo dado un rendimiento esperado. En la frontera eficiente se observa una tendencia de rendimientos crecientes en la medida que se asume un mayor riesgo y una tendencia del riesgo creciente por lo tanto aunque se cuente con varios portafolios óptimos no todos cuentan con la misma preferencia del inversor al considerar su aversión al riesgo.

Gráfica 3.9 Fronteras eficientes de Markowitz, Tobin y portafolio óptimo de Venegas.

Periodo del 8 de febrero 2009 al 8 abril del 2011



Fuente: Elaboración personal con datos de la Bolsa Mexicana de Valores.



Al introducir Tobin en 1958 en la cartera de Markowitz un activo libre de riesgo se obtiene una nueva frontera eficiente que le proporciona nuevas y mejores posibilidades de inversión a un mínimo riesgo. La frontera de Tobin (Gráfica 3.9) también conocida como “Línea del Mercado de Capitales”, es lineal y parte de la ordenada al origen donde el inversionista invierte todo su capital en la adquisición de Bonos con rendimiento fijo y exentos de riesgo alguno; por otra parte, la pendiente mide el rendimiento que puede obtener el inversionista por cada unidad adicional de riesgo que el inversor está dispuesto a correr de acuerdo a su perfil de aversión al riesgo. Cada punto de la frontera de Tobin representa un portafolio eficiente, que puede ser estimado con el procedimiento de Venegas Francisco, dicho procedimiento proporciona un portafolio óptimo de máximo rendimiento para un riesgo mínimo, mostrado en punto C de la gráfica 3.9.

Por otra parte, al ascender en la Frontera de Tobin esta hace tangencia con la frontera de Markowitz. En el punto B las dos fronteras dan el mismo portafolio con la suma de las ponderaciones igual a uno, por lo tanto su participación del activo libre de riesgo se nulifica, pero si se sobrepasa el punto de tangencia la suma de las ponderaciones será mayor a uno. Esto quiere decir que el inversor logra vender deuda para financiar su portafolio.

Una vez que se cuenta con el portafolio óptimo, se procede ahora a administrar el riesgo del portafolio para prevenir pérdidas económicas inaceptables y mejorar el desempeño financiero de dicho portafolio. Para ello se calcula el valor en riesgo paramétrico del portafolio (VaR). El valor en riesgo es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza. El VaR es válido únicamente en condiciones de normalidad de mercado.

La fórmula para el cálculo del VaR del portafolio formado de capital y adicionándole un activo libre de riesgo es:

$$\text{VaR} = (V_0 - V_c) * \sqrt{t}$$

Donde:

$V_0$  = Valor inicial.

$V_c$  = Valor de corte. (3.24)

t = Horizonte de tiempo en que se desea ajustar el VaR.

El valor de corte  $V_c$  es el valor más bajo que puede tomar un portafolio al final de un periodo con un nivel de confianza previamente determinado.

El valor de corte se encuentra integrado de la siguiente manera

$$V_c = 1 + R + \sigma * Z * V_0$$

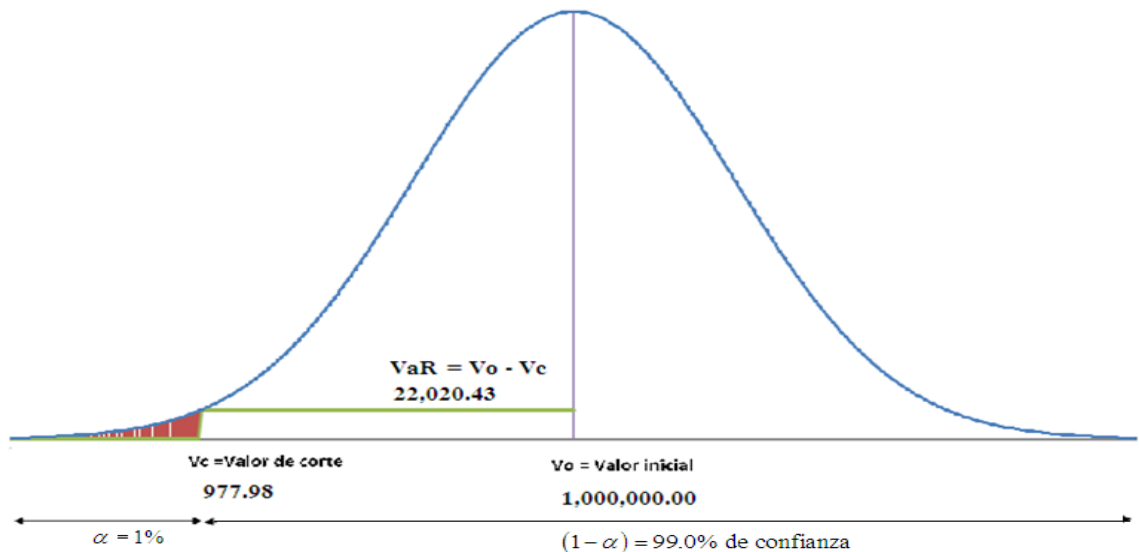
$R$  = Rendimiento del portafolio.  
 $\sigma$  = Desviación estándar.  
 $Z$  = Número de desviaciones estándar.  
 $V_0$  = Valor inicial.

(3.25)

Considerando los valores dados en la tabla 3.6 se sustituyen en la fórmula 3.24, para obtener el VaR en los diferentes portafolios. El VaR para los diferentes portafolios se aprecia en la misma tabla 3.6.

En la grafica 3.10 se puede apreciar el valor en riesgo al 99% de confianza y un horizonte temporal para un portafolio con capital y un bono. El banco de inversiones norteamericano JP. Morgan recomienda calcular el valor en riesgo al 95% de confianza y un horizonte temporal de un día para operaciones de mercado liquido. La parte sombreada representa el nivel de significancia para el portafolio  $\alpha = 1\%$ , lo restante del área bajo la curva es el nivel de confianza del portafolio. Finalmente el área que va del valor inicial al valor de corte es la máxima pérdida esperada dado un horizonte de tiempo a un nivel de confianza del 99%.

Gráfica 3.10 Cálculo del VaR del portafolio de inversión.



Fuente: Elaboración personal.

En la tabla 3.6 se aprecia el Valor en riesgo para tres portafolios el primero solamente incluye capital, el segundo además de capital incluye deuda al 99% de confianza y finalmente el tercero incluye capital y deuda al 95% de confianza. Una vez que se tiene el VaR se establece el precio del contrato de futuro que se tomará para cubrir las probables pérdidas en dichos portafolios.

Para este caso se supone que el precio del contrato de futuros está en \$ 100.00. Planteamos la pregunta ¿Qué cantidad de contratos se necesitan para cubrir cada uno de los portafolios?

Tabla 3.6 VaR de portafolios

Datos	Portafolio con capital	Portafolio con capital y deuda	
Alfa (nivel de significancia)	5%	1%	5%
Nivel de confianza	95%	99%	95%
Valor esperado	0.001707	0.002127	0.002127
Variabilidad de rentabilidad	0.1049	0.010377	0.010377
Inversión inicial	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00	\$1,000,000.00
Valor medio	\$1,000,017.07	\$1,002,119.15	\$1,002,119.15
Desviación estándar	\$10,488.09	\$10,376.60	\$10,376.60
Horizonte temporal	1 día	1 día	1 día
<b>VaR del portafolio</b>	<b>\$17,234.30</b>	<b>\$22,020.43</b>	<b>\$14,948.84</b>

Fuente: Elaboración personal<sup>8</sup>.

Tabla 3.7 Contratos que cubren el portafolio

Datos	Portafolio con capital	Portafolio con capital y deuda	
Nivel de confianza	95%	99%	95%
VaR del portafolio	\$17,234.30	\$22,020.43	\$14,948.84
Precio del contrato futuro	\$100.00	\$100.00	\$100.00
<b>Número de contratos</b>	<b>172.34</b>	<b>220.20</b>	<b>149.49</b>

Fuente: Elaboración personal

La respuesta la encontramos en la tabla 3.7 el número de contratos para ambos portafolios es: con capital de 172.34, continuando con capital y deuda es de 220.20,

<sup>8</sup> VaR cálculo de acuerdo a Alonso C, Julio César, Introducción al cálculo del Valor en Riesgo, No. 7, Julio 2005.

finalmente para un portafolio con capital y deuda es de 149.49. Los contratos de futuros seleccionados para cobertura, se deben de manejar con cautela para verdaderamente cubrir el portafolio y no incurrir en una pérdida.

## CONCLUSIONES

A partir de un conjunto de instrumentos financieros para la formación de un portafolio, se formaron dos portafolios uno solamente incluye capital, mientras que el segundo, a demás del capital se adicioneo un activo libre de riesgo.

El resultado del análisis realizado nos permite concluir que la teoría de Markowitz no solo da respuestas teóricas, sino que, también tiene aplicación práctica para formar y diversificar portafolios de inversión en el Mercado de Capitales de México, por lo que, a pesar de que no todos los operadores de bolsa la utilizan, se recomienda su uso por las facilidades técnicas actuales para su implementación en Excel.

Al considerar actualmente la varianza, como medida de riesgo, solo en el contexto del Portafolio de Markowitz, se puede correr el peligro de obtener un portafolio con una varianza mayor a la mínima posible, a pesar de la diversificación.

Por otra parte, se recomienda que el portafolio contenga al menos cinco acciones para hacer efectiva la diversificación, sin embargo, para fines de cálculo más didáctico considerar sólo tres activos.

Se comprobó empíricamente con el cálculo del portafolio óptimo de Markowitz que el rendimiento esperado de dicho portafolio aumenta al introducirle un activo libre de riesgo, manteniéndose constante el riesgo. Por otra parte, también se propone el uso de los derivados entre ellos los futuros como una alternativa viable para administrar los riesgos de dicho portafolio. Al tratar este último punto se utilizó, por su simplicidad, la técnica del Valor en Riesgo para estimar el valor esperado de la posible pérdida del portafolio; posteriormente con el resultado se implementó una compra de contratos de futuros para implementar una cobertura al portafolio.

El uso de los derivados para administrar el riesgo del portafolio es atractivo porque por un lado permite proteger al portafolio del riesgo y por otro obtener un rendimiento adicional; aunque hay que hacer la advertencia de que esta estrategia debe estar en manos de muy buenos expertos porque puede suceder lo contrario.

## BIBLIOGRAFIA

- Alonso C, Julio César, “Introducción al cálculo del Valor en Riesgo”, No. 7, Julio 2005.
- Cruz, J. Sergio, Villareal Julio y Rosillo Jorge, *Finanzas Corporativas*, Ed. Thomson, México 2008.
- De Lara, Alfonso, *Medición y control de riesgos financieros*, 3ra. Edición, México: Limusa, 2011.
- Dorf, Richard C., *Introducción al Algebra de Matrices*, Ed. Limusa-Wiley, S.A. México 1972.
- Elbaum, Marcelo A., *Administración de Carteras de Inversión*, 2da. Edición, Ed. Ediciones Macchi, Buenos Aires, 2006.
- Ferrando, Bolado Máximo y Gómez, Calvet Ana Rosa, *Teoría de la financiación I modelos CAPM, APT y aplicaciones*, México, Ediciones Pirámide, 2005.
- Gómez, Javier Guillermo, *Dinero, banca y mercados financieros, Los países emergentes en la economía global*, Primera Edición, Ed. Alfaomega, México, marzo 2010.
- Gómez, Luis Ferruz y Vargas Maria, *Portfolio Theory, CAPM and Performance Measures*, Ed. Springer Science+Busines, University of Zaragoza, Spain.
- Gordon, J. Alexander, Sharpe William F. y Bailey Jeffery, *Fundamentos de inversiones teoría y práctica*, Ed. Pearson Educación, México 2003.
- López Herrera, Francisco, “Aplicación del enfoque de Markowitz al cálculo del Valor en Riesgo (VaR) a un portafolios de divisas” en Revista de Contaduría y Administración, No. 193, abril-junio 1999.
- Markowitz, Harry M., *Harry Markowitz Selected Works, world Scientific-Nobel Laureate Series: vol. 1*, University of California, San Diego, USA.
- Markowitz, Harry M., *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1. (Mar., 1952), pp. 77-91.

- Marín, José M. y Rubio Gonzalo, *Economía Financiera*, Ed. Antoni Bosch, España 2001.
- Ramírez Solano, Ernesto, *El dinero y la Política Monetaria en México*, México, 2009.
- Romero Meza, Rafael, “Medidas de riesgo financiero” en *Revista Economía y administración*, Santiago, Universidad de Chile, s/f.
- Ruiz, Gumersindo y Jiménez José Ignacio, *La gestión del riesgo financiero*, Ed. Pirámide, 2000, Madrid.
- Sharpe, William F. y Gordon J. Alexander, *Fundamentos de Inversiones: Teoría y Práctica*, Tercera edición, Ed. Pearson, 2003, México.
- Venegas, Martínez Francisco, *Riesgos financieros y económicos bajo incertidumbre*, 2da. Edición, Ed. CENGAGE Learning.
- Villareal, Samaniego Jesús Dacio, “Administración Financiera II” (artículo internet, pdf)

#### Páginas en internet

- <http://www.Banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/basico/fichas/estructura-del-sistema-financiero/>
- <http://catarina.udlap.mx/udla/tales/documentos/lad/millanshr/capitulo2.pdf>
- <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-1082%28195203%297%3A1%3C77%3A%3E2.0.CO%3B2-1>
- <http://mx.finance.yahoo.com/>
- <http://www.economia48.com/spa/d/frontera-eficiente/frontera-eficiente.htm>
- <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/74.pdf>
- <http://www.slideshare.net/myriam410/bonos-presentation>
- <http://cgi.di.uoa.gr/~vassilis/co/MPS.pdf>