



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA**



**“DISEÑO DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN ÓPTIMO Y ALEATORIO CON  
INSTRUMENTOS DEL MERCADO DE CAPITALES, COMPARANDO EL VALOR  
EN RIESGO (VAR).”**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:**

**MARCO ANTONIO SÓSTENES SANABRIA**

**ASESOR:**

**M. EN C.I. OSWALDO TAPIA REYNOSO**

**REVISORES:**

**M. EN E. JUAN JOSÉ LECHUGA ARIZMENDI**

**M. EN E. JUVENAL ROJAS MERCED**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO**

**FEBRERO 2015**

## ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I. SISTEMA FINANCIERO MEXICANO.....	6
1.1. Definición.....	6
1.2. Componentes.....	7
1.2.1. Sistema bursátil.....	7
1.2.2. Sistema bancario.....	8
1.3. Organismos reguladores.....	9
1.3.1. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.....	9
1.3.2. Banco de México.....	9
1.3.3. Comisión Nacional Bancaria y de Valores.....	10
1.3.4. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.....	10
1.3.5. Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.....	10
1.3.6. Comisión Nacional para la Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros.....	11
1.3.7. Instituto de Protección al Ahorro Bancario.....	11
1.4. Mercados Financieros.....	12
1.4.1. Mercado de Valores.....	12
1.4.2. Mercado de Divisas.....	20
1.4.3. Mercado de Derivados.....	20
1.5. Bolsa Mexicana de Valores.....	20
1.5.1. Definición.....	20
1.5.2. Funciones.....	21
1.5.3. Registro y participación en la Bolsa Mexicana de Valores.....	22
1.5.4. BMV sentra capitales.....	22
1.5.5. Marco legal.....	23
1.6. Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores ...	24
1.6.1. Definición.....	24
1.6.2. Generalidades.....	24
1.6.3. Metodología.....	25
1.6.4. Muestra.....	25

1.6.5. Criterios de selección. ....	26
CAPÍTULO II. TEORÍA DE PORTAFOLIOS.....	28
2.1. Administración de riesgo. ....	28
2.2. Técnicas de análisis bursátil. ....	29
2.2.1. Análisis fundamental.....	29
2.2.2. Análisis técnico. ....	30
2.3. Riesgo. ....	30
2.3.1. Definición.....	30
2.3.2. Tipos.....	31
2.4. Rendimiento. ....	34
2.4.1. Definición.....	34
2.4.2. Relación Riesgo-Rendimiento. ....	36
2.4.3. Covarianza. ....	36
2.4.4. Correlación. ....	37
2.5. Portafolios de Inversión.....	38
2.5.1. Definición.....	38
2.5.2. Diversificación de portafolios. ....	38
2.5.3. Optimización de portafolios. ....	39
2.6. Teoría de Markowitz.....	39
2.7. Capital Asset Pricing Model .....	40
2.8. Modelo de Black-Litterman.....	42
2.9. Modelo de Markowitz con multiplicadores de Lagrange.....	46
2.10. Valor en riesgo.....	48
2.10.1. Definición.....	48
2.10.2. VaR de un portafolio.....	49
2.10.3. Métodos del cálculo del VaR. ....	50
CAPÍTULO III: APLICACIÓN PRÁCTICA DEL VAR EN UN PORTAFOLIO ÓPTIMO Y ALEATORIO. ....	59
3.1. Elección de la muestra. ....	59
3.2. Estructura del portafolio. ....	60
3.2.1. Portafolio óptimo.....	61

3.2.2. Portafolio aleatorio.....	62
3.3. Obtención del rendimiento y del var .....	63
3.3.1. Portafolio óptimo.....	63
3.3.2. Portafolio aleatorio.....	67
3.4. Comparación de resultados. ....	72
3.5. Comparación de los rendimientos de los portafolios de inversión óptimo y aleatorio en el mercado.....	73
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA. ....	77

## **INTRODUCCIÓN.**

El análisis del riesgo en términos del Value at risk (VaR) hoy en día es un concepto globalizado dentro de los mercados de capitales los cuales requieren de actualizaciones casi inmediatas referente a las inversiones, sobre todo si consideramos la existencia de activos financieros que no se mantienen constantes.

En la toma de decisiones sobre inversiones, cada vez hay más alternativas con niveles de rentabilidad más competitivas y acompañadas con un mayor riesgo. La diversificación en las inversiones facilita un manejo prudente frente al riesgo de la variabilidad en el retorno de la rentabilidad. En el proceso decisorio por parte del inversionista es necesario evaluar si las decisiones tomadas en el manejo de los recursos financieros son las más indicadas.

El proceso de inversión en acciones es una labor difícil y compleja porque el retorno sobre la inversión está altamente correlacionado con el riesgo y a mayores tasas de interés mayor es el riesgo.

El trabajo se divide:

En el Capítulo I, se realiza una revisión del Sistema Financiero Mexicano, de sus componentes y organismos reguladores. También tiene por objeto una observación de la Bolsa Mexicana de Valores, empezando por definir el Mercado de Valores, indicar sus instrumentos y su reglamentación. Continúa con definir la Bolsa Mexicana de Valores, la forma de registrarse y participar en la misma y el Marco Legal del Sector Bursátil. Para terminar el capítulo se incluye al Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, su definición, generalidades, metodología y muestra. El objetivo es conocer el papel central de su funcionamiento y desarrollo en la economía.

El Capítulo II, se refiere a la Teoría de Portafolios, empezando por los antecedentes de la Administración del Riesgo; el Riesgo y el Rendimiento, sus tipos y componentes, las generalidades de la Teoría de Portafolios, el Modelo de

Valoración de Activos de Capital (CAPM) y el Valor en Riesgo de un portafolio, incluyendo los métodos para obtener el VaR. El objetivo de este capítulo es conocer las metodologías tales como CAPM, Teoría de Markowitz y Valor en Riesgo (VaR) para un buen desarrollo del portafolio de inversión.

Para terminar, en el Capítulo III se realizará la estructuración de un portafolio aleatorio y de un portafolio óptimo con acciones de las 35 empresas emisoras que integraron el Índice de Precios y Cotizaciones en el periodo del 7 de abril de 2014 al 25 de agosto de 2014. De este modo, se llevará a cabo la comparación del VaR de los portafolios estructurados con las acciones más bursátiles de la Bolsa Mexicana de Valores durante el periodo en estudio. Mediante esta comparación, se pretende demostrar que el riesgo al invertir en un Portafolio Óptimo es menor que al invertir en un Portafolio Aleatorio, y que del mismo modo, que el rendimiento que se puede obtener en la inversión del Portafolio Óptimo es mayor que al invertir en el Portafolio Aleatorio. Y lo más importante, que el VaR del Portafolio Óptimo es menor al VaR del Portafolio Aleatorio. En este capítulo se dará a conocer los resultados finales de la aplicación del VaR, con el método de Delta-normal, donde se demostrará el valor en riesgo y el rendimiento de cada acción dentro de los portafolios de inversión los cuales estarán dados por día, mes y año. Además de medir el rendimiento y el VaR del portafolio mediante el método matriz varianza covarianza.

De esta manera identificaremos cuáles de las 35 empresas que cotizan dentro del IPyC son las mejores para formar un portafolio óptimo y cuáles son las que funcionan para un portafolio aleatorio.

## **CAPÍTULO I. SISTEMA FINANCIERO MEXICANO**

El sistema financiero desempeña un papel central en el funcionamiento y desarrollo de la economía. Está integrado principalmente por diferentes intermediarios y mercados financieros, a través de los cuales una variedad de instrumentos movilizan el ahorro hacia sus usos más productivos, por lo que el objetivo de este primer capítulo del trabajo es conocer los componentes y organismos reguladores que constituyen al sistema financiero mexicano.

### **1.1. DEFINICIÓN**

Es el conjunto de instituciones que se encargan de proporcionar financiamiento profesional a las personas físicas y morales, y a las actividades económicas del país. Está formado por el conjunto de bancos y empresas que se dedican al ejercicio de la banca y funciones inherente a ella; también se les llama intermediarios financieros no bancarios. De hecho integra al mercado de dinero (oferta y demanda de dinero) y al mercado de capitales (oferta y demanda de capitales) (Méndez, 2012:243).

Las instituciones públicas y privadas por medio de las cuales se capta, administran, regulan y dirigen los recursos financieros que se negocian entre los diversos agentes económicos, dentro del marco de la legislación correspondiente, son:

- I. Instituciones reguladoras,
  - Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
  - Banco de México (BANXICO)
  - Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)
  - Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF)
  - Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR)
- II. Instituciones financieras,
  - Instituciones bancarias
  - Sistema bursátil
  - Organizaciones auxiliares de crédito

- Seguros y fianzas
  - Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR)
  - Grupos financieros
- III. El conjunto de las organizaciones que se pueden considerar como auxiliares, por ejemplo las asociaciones de bancos o aseguradoras.
- Asociaciones de instituciones financieras
  - Asociaciones de clientes de las instituciones financieras
  - Organizaciones dedicadas al estudio de determinadas actividades
  - Fondos de fomento (Gutiérrez, 2010).

## **1.2. COMPONENTES**

Los componentes que conforman al Sistema Financiero Mexicano son:

### **1.2.1. SISTEMA BURSÁTIL**

El Sistema Bursátil es un conjunto de organizaciones, públicas y privadas, a través de las cuales se regulan y llevan a cabo diferentes actividades financieras por medio de títulos o valores negociados en la Bolsa Mexicana de Valores, de acuerdo a lo dispuesto con la Ley del Mercado de Valores. Tales operaciones se llevan a cabo por medio de intermediarios bursátiles inscritos en la Sección de Intermediarios del Registro Nacional de Valores e Intermediarios.

Los títulos o valores son negociados en la Bolsa Mexicana de Valores, por medio del sistema automatizado BMV- SENTRA Capitales, al cual están conectados las Casas de Bolsa y los Agentes intermediarios. Estas operaciones son supervisadas por la CNBV (García, 2007:2-3).

#### **1.2.1.1. BOLSA MEXICANA DE VALORES**

La Bolsa Mexicana de Valores es una sociedad anónima de capital variable con capital variable con concesión de la SHCP, cuyo objetivo es dar transparencia al mercado de valores, facilitar que sus socios, casas de bolsa, realicen las operaciones de compra y venta ordenadas por sus clientes, hacer viable el

financiamiento a las empresas y gobierno a través de la colocación de títulos en el mercado (Villegas y Ortega, 2004:110).

#### **1.2.1.2. CASAS DE BOLSA**

Una casa de Bolsa es la sociedad anónima de capital variable que con concesión de la SHCP otorgada por la CNBV puede operar como agente de valores, y como intermediario directo en la operación bursátil (Villegas y Ortega, 2008:84).

#### **1.2.2. SISTEMA BANCARIO**

El Sistema Bancario Mexicano estará integrado por el Banco de México, las instituciones de banca múltiple, las instituciones de banca de desarrollo y los fideicomisos públicos constituidos por el Gobierno Federal para el fomento económico que realicen actividades financieras, así como los organismos auto regulatorios bancarios (Ley de instituciones de crédito, artículo 3, 2014).

##### **1.2.2.1 BANCA MÚLTIPLE**

La banca múltiple es en México el intermediario financiero más importante, tanto por el monto de los recursos que administra como por ser el único que tiene acceso a la llamada red de seguridad. La Banca Múltiple está compuesta por las sociedades anónimas que, mediante varios productos, realizan operaciones de captación de recursos del público ahorrador e inversionista, creando pasivos directos y/o contingentes, y después los colocan, o prestan, en personas o empresas que necesitan capital y que son sujetos de crédito. Las operaciones de captación y colocación son llamadas servicios de banca y crédito (<http://www.banxico.org.mx/>, 2007).

##### **1.2.2.2. BANCA DE DESARROLLO**

La Banca de Desarrollo forma parte del Sistema Bancario Mexicano, tal como se establece en el artículo 3° de la Ley de Instituciones de Crédito. En este marco, las instituciones de Banca de Desarrollo son entidades de la Administración Pública

Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, constituidas con el carácter de sociedades nacionales de crédito, cuyo objetivo fundamental es el de facilitar el acceso al financiamiento a personas físicas y morales; así como proporcionarles asistencia técnica y capacitación en los términos de sus respectivas leyes orgánicas.

En el desempeño de sus funciones, la Banca de Desarrollo deberá preservar y mantener su capital garantizando la sustentabilidad de su operación, mediante la canalización eficiente, prudente y transparente de recursos (<http://www.shcp.gob.mx/>, 2008).

### **1.3. ORGANISMOS REGULADORES**

Los organismos encargados de regular el sistema financiero mexicano son:

#### **1.3.1. SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO**

La SHCP es el órgano más importante del gobierno federal en materia de banca y crédito. A ella corresponde aplicar, ejecutar e interpretar a efectos administrativos los diferentes ordenamientos que sobre la materia existen. De igual forma, le corresponde dar la orientación de la política financiera y crediticia a todos los intermediarios financieros, de acuerdo con los lineamientos que en esas materias señale el Ejecutivo Federal, quien delega facultades a la SHCP para el manejo de asuntos que se relacionan con el sistema bancario del país (Dieck, 2003:28).

#### **1.3.2. BANCO DE MÉXICO**

Banxico es el banco central de nuestro país; se fundó por la ley el 28 de agosto de 1925 y se le hicieron diversas modificaciones legales en 1931, 1932, 1936, 1938, 1939, 1985 y 1993 (Ley del Banco de México) cuando se le concede autonomía del Gobierno Federal.

A partir de su autonomía, el Banco de México tiene los siguientes objetivos:

- Proveer a la economía de la moneda nacional.

- Procurar la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda.
- Promover el sano desarrollo del sistema financiero.
- Propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pagos (Méndez, 2012:229).

### **1.3.3. COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES**

La CNBV es un órgano desconcentrado de la SHCP, con autonomía técnica y facultades ejecutivas en los términos de la propia Ley de la CNBV (Méndez, 2012:230).

Su finalidad es supervisar y regular a las entidades financieras, para procurar su estabilidad y correcto funcionamiento, así como mantener y fomentar el sano y equilibrado desarrollo del sistema financiero en su conjunto, en protección de los intereses del público. También supervisa y regula a las personas físicas y morales, que realizan actividades previstas en las leyes relativas al sistema financiero (De Alba, 2005:287-288).

### **1.3.4. COMISIÓN NACIONAL DE SEGUROS Y FIANZAS**

Esta comisión se creó el 3 de enero de 1990 como un órgano desconcentrado de la SHCP, y goza de las facultades y atribuciones que le confiere la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, la Ley Federal de Instituciones de Fianzas, así como otras leyes, reglamentos y disposiciones administrativas aplicables al mercado asegurador y afianzador de México (Méndez, 2012:231).

Su misión es supervisar que la operación de los sectores asegurador y afianzador se apegue al marco normativo, preservando la solvencia y estabilidad financiera de las instituciones, para garantizar los intereses del público usuario (<http://www.cnsf.gob.mx/>, 2008).

### **1.3.5. COMISIÓN NACIONAL DEL SISTEMA DE AHORRO PARA EL RETIRO**

La CONSAR es un organismo descentralizado de la SHCP. Su función primordial es proteger los ahorros para el retiro de los trabajadores y que estos obtengan pensiones dignas, mediante un entorno de competencia que permita el ejercicio informado de sus derechos (Villegas, 2002:134).

### **1.3.6. COMISIÓN NACIONAL PARA LA DEFENSA DE LOS USUARIOS DE SERVICIOS FINANCIEROS**

La CONDUSEF fue creada por decreto presidencial y publicado en el D.O.F. el 18 de enero de 1999. Se constituye como un Organismo Público Descentralizado, cuya finalidad es: la promoción, asesoría, protección y defensa de los derechos e intereses de los usuarios que utilizan o contratan un producto o servicio financiero ofrecido por las Instituciones que conforman el Sistema Financiero Mexicano, y que además operen dentro del territorio nacional, así como también la creación y fomento entre los usuarios, de una cultura adecuada respecto de las operaciones y servicios financieros (<http://www.condusef.org.mx/>, 2014).

### **1.3.7. INSTITUTO DE PROTECCIÓN AL AHORRO BANCARIO**

El IPAB es un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal, sectorizado a la SHCP, con personalidad jurídica y patrimonio propios y con domicilio en el Distrito Federal, cuyas funciones se encuentran reguladas en la Ley de Protección al Ahorro Bancario (LPAB) y en la Ley de Instituciones de Crédito (LIC).

El IPAB tiene por mandato legal administrar el sistema de protección al ahorro bancario en México (seguro de depósitos), en beneficio de los ahorradores que realicen operaciones bancarias consideradas como obligaciones garantizadas (depósitos, préstamos y créditos), de conformidad con lo dispuesto por la LPAB y la LIC; lo anterior, en los términos y con las limitantes contenidos en las disposiciones normativas correspondientes. El IPAB pagará el saldo de las obligaciones garantizadas, considerando el monto del principal y accesorios, hasta por una cantidad equivalente a 400,000 unidades de inversión (factor de indexación de la cobertura otorgada) por

persona, física o moral, cualquiera que sea el número y clase de dichas obligaciones a su favor y a cargo de una misma institución de banca múltiple.

Asimismo, el IPAB tiene por objeto realizar los actos correspondientes para resolver al menor costo posible instituciones de banca múltiple con problemas financieros que afecten su nivel de capitalización, a través de la determinación e implementación de métodos de resolución que permitan la salida ordenada del sistema bancario de dichas instituciones de banca múltiple y, de esta forma, contribuir a la estabilidad del aludido sistema y el buen funcionamiento del sistema de pagos (<http://www.ipab.org.mx/>, 2014).

## **1.4. MERCADOS FINANCIEROS**

### **1.4.1. MERCADO DE VALORES**

#### **1.4.1.1. DEFINICIÓN**

El Mercado de Valores es el conjunto de normas y participantes que permite de manera organizada la emisión, la colocación, la distribución y la intermediación de los valores inscritos en el Registro Nacional de Valores (Dieck, 2004:302).

El Mercado de Valores juega un papel fundamental en la canalización del ahorro, permitiendo a empresas y otras entidades como las gubernamentales, acceder a fuentes de financiamiento no bancario a precios competitivos, permitiendo a los inversionistas contar con mayores alternativas para encausar sus ahorros (<http://www.cnbv.gob.mx/>, 2014).

#### **1.4.1.2. MERCADO PRIMARIO**

El Mercado Primario es el mercado en el que se ofrecen al público las nuevas emisiones de valores. En estas operaciones ingresan recursos financieros a la tesorería del emisor, dando así liquidez al mercado financiero. La colocación de los valores puede realizarse mediante oferta pública o colocación privada (Villegas, 2002: 71).

### **1.4.1.3. MERCADO SECUNDARIO**

El Mercado Secundario es el mercado en donde se realiza la compra-venta de valores existentes. Sus transacciones se llevan a cabo en las bolsas de valores y en los mercados sobre el mostrador (over the counter). Las operaciones con valores en el mercado secundario ya no representan una entrada de recursos a la tesorería de los emisores (Villegas, 2002: 71).

### **1.4.1.4. CLASIFICACIÓN**

El Mercado de Valores se divide en:

#### **1.4.1.4.1. MERCADO DE DINERO**

Es aquel mercado en el que se emiten y negocian valores o activos financieros, cuyo objeto es satisfacer las necesidades financieras de corto y mediano plazo (Dieck, 2004:318).

#### **1.4.1.4.2. MERCADO DE CAPITALS**

El Mercado de Capitales o Mercado de Renta Variable es aquel mercado en el que se colocan y negocian valores cuyo objeto es satisfacer las necesidades de capital de las empresas para la realización de proyectos a largo plazo (Dieck, 2004:318).

### **1.4.1.5. PARTICIPANTES**

Los participantes del Mercado de Valores se pueden clasificar en:

#### **1.4.1.5.1. EMISORES DE VALORES**

Son las entidades económicas que necesitan financiamiento para realizar proyectos, por lo cual ofrecen al público inversionista valores y cumplen con los requisitos de inscripción

y mantenimiento establecidos por las autoridades para garantizar el sano desempeño del mercado. Algunos de éstos son:

- Empresas
- Instituciones Financieras
- Gobierno Federal y Estatal
- Organismos Gubernamentales (Dieck, 2004:302).

#### **1.4.1.5.2. INVERSIONISTAS**

Los Inversionistas son las personas físicas y morales que colocan sus recursos en instrumentos financieros para obtener los mayores rendimientos posibles respecto a los riesgos que asumen. Entre ellos se encuentran:

- Personas físicas y morales
- Gobierno Federal y Estatal
- Sociedades de inversión
- Inversionistas Institucionales
- Instituciones Financieras (Dieck, 2004:313).

#### **1.4.1.5.3. INTERMEDIARIOS BURSÁTILES**

Son aquellas personas morales autorizadas para realizar operaciones de correduría, de comisión y las destinadas a contactar la oferta y la demanda de valores; efectuar operaciones por cuenta propia, con valores emitidos o garantizados por terceros; así como administrar y manejar carteras de valores propiedad de terceros. Aquí se encuentran:

- Casas de bolsa
- Especialistas bursátiles
- Todas las entidades financieras autorizadas por otras leyes para operar con valores en el mercado de valores (Dieck, 2004:307).

#### **1.4.1.5.4. OTROS PARTICIPANTES**

Otros participantes dentro del Mercado de Valores son todas las instituciones que contribuyen a su buen funcionamiento y operación. Entre éstos residen:

- Bolsas de valores
- Instituciones para el depósito de valores
- Sociedades de inversión
- Sociedades operadoras de sociedades de inversión
- Sociedades valuadoras de acciones de sociedades de inversión
- Sociedades calificadoras de valores
- Asociaciones de intermediarios bursátiles
- Contrapartes centrales
- Sociedades distribuidoras de acciones de sociedades de inversión (<http://www.cnbv.gob.mx/>, 2014).

#### **1.4.1.6. FUNCIONAMIENTO**

El Mercado de Valores funciona de la siguiente manera:

- i. Los inversionistas y las entidades emisoras entran en contacto por medio de los intermediarios bursátiles. Los emisores pagan un costo y los inversionistas obtienen un rendimiento.
- ii. El intercambio monetario realizado se documenta mediante títulos-valor, negociados en la Bolsa Mexicana de Valores.
- iii. Estos documentos se depositan en Instituciones para Depósito de Valores (INDEVAL). Cabe mencionar que los títulos-valor, especialistas bursátiles, agentes y casas de bolsa deben estar inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios.
- iv. La Comisión Nacional de Valores regula estas actividades y la Ley del Mercado de Valores reglamenta todo el sistema bursátil, actualmente es la CNBV (Dieck, 2004:314).

#### **1.4.1.7. INSTRUMENTOS**

De acuerdo con el Artículo 2° de la Ley de Mercado de Valores, son valores, las acciones, partes sociales, obligaciones, bonos, títulos opcionales, certificados, pagarés, letras de cambio y demás títulos de crédito, nominados o innominados, inscritos o no en el Registro, susceptibles de circular en los mercados de valores a que se refiere esta Ley, que se emitan en serie o en masa y representen el capital social de una persona moral, una parte alícuota de un bien o la participación en un crédito colectivo o cualquier derecho de crédito individual, en los términos de las leyes nacionales o extranjeras aplicables (<http://www.diputados.gob.mx/>, 2014).

#### **1.4.1.7.1. INSTRUMENTOS EMITIDOS POR EMPRESAS MEXICANAS**

Los valores más comúnmente emitidos por empresas mexicanas son:

##### **a. Papel Comercial**

Son pagarés suscritos por sociedades anónimas mexicanas denominados en moneda nacional que circulan en el mercado de valores. Este instrumento otorga financiamiento a corto plazo, ya que opera como una línea de crédito anual y se puede emitir a plazos entre 1 y 360 días. Se coloca a descuento, por lo que su rendimiento resulta de la diferencia entre su valor de colocación y de redención o vencimiento (García, 2007:5).

##### **b. Pagarés de Mediano Plazo**

Los Pagarés de Mediano Plazo son títulos de crédito que fundamentan una promesa incondicional de pago a mediano plazo (mayor a un año y menor a siete años) de una determinada suma de dinero. Son suscritos por sociedades anónimas mexicanas en moneda nacional o en UDIS (García, 2007:5).

##### **c. Pagarés Financieros**

Son pagarés suscritos en moneda nacional por arrendadoras financieras y empresas de factoraje financiero para obtener financiamiento a mediano plazo, su

vencimiento varía entre uno y tres años, su valor nominal es de \$100 o sus múltiplos (García, 2007:5).

#### **d. Obligaciones**

Son títulos de crédito nominativos que manifiestan la participación individual de sus poseedores en un crédito colectivo constituido a cargo de la sociedad emisora. Se emiten en denominaciones de \$100.00 o de sus múltiplos. Las obligaciones llevan cupones adheridos y dan iguales derechos a sus poseedores (García, 2007:5).

#### **e. Certificados de Participación Ordinarios**

Son títulos de crédito a largo plazo, nominativos y son emitidos por una sociedad fiduciaria sobre bienes, valores o derechos que se afectan en un fideicomiso irrevocable para tal propósito. Se emiten con base en el valor de los bienes fideicomitidos y dan a sus poseedores el derecho a una parte proporcional de los frutos o rendimientos, propiedad o titularidad; o derecho al producto de la venta de los bienes, derechos o valores (García, 2007:5).

#### **f. Acciones**

Es un título de crédito que representa una de las partes en que se divide el capital social de una empresa, permitiendo al inversionista la posibilidad de participar como accionista. Estos instrumentos no cuentan con garantía. En caso de liquidación de la empresa, los accionistas tienen derecho al remanente de los activos una vez que se hayan cubierto todas sus deudas. Su rendimiento es variable y se encuentra en función de: la ganancia o pérdida de capital o, el reparto de dividendos en efectivo o en acciones (<http://www.cnbv.gob.mx/>, 2014).

#### **g. Títulos Opcionales (Warrants)**

Son los documentos que otorgan a sus tenedores, a cambio del pago de una prima de emisión, el derecho de comprar o de vender al emisor un determinado número de acciones a las que se encuentran referidas, de un grupo o canasta de

acciones, o bien de recibir del emisor una determinada suma de dinero resultante de la variación de un índice de precios a un cierto precio (precio de ejercicio) y durante un período o en una fecha determinada (<http://www.cnbv.gob.mx/>, 2014).

#### **1.4.1.7.2. INSTRUMENTOS EMITIDOS POR INSTITUCIONES DE CRÉDITO**

Los valores más comúnmente emitidos por instituciones de crédito son:

##### **a. Bonos Bancarios de Desarrollo**

Son instrumentos con vigencia mayor a tres años, se documentan a través de un título múltiple y otorgan a sus tenedores un rendimiento igual a la que ofrecen los Cetes, pagarés con rendimiento liquidable al vencimiento, tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) y tasa de interés interbancaria promedio (TIIP) a tres meses más un porcentaje adicional de premio. Su objetivo es que las instituciones de crédito cuenten con recursos a largo plazo que faciliten su planeación financiera y el cumplimiento de sus programas crediticios (García, 2007:5).

##### **b. Pagarés con Rendimiento Liquidable al Vencimiento**

Son títulos emitidos por instituciones de crédito, estipulan la obligación de la institución de devolver al tenedor el capital más los intereses en una fecha determinada. Su objetivo es cubrir la baja captación bancaria para financiar las operaciones de crédito de los bancos. Su plazo debe ser menor a 360 días. El rendimiento resulta del diferencial de los precios de compra y de venta (García, 2007:5).

#### **1.4.1.7.3. INSTRUMENTOS EMITIDOS POR EL GOBIERNO FEDERAL**

Los valores más comúnmente emitidos por el Gobierno Federal son:

##### **a. Certificados de la Tesorería de la Federación**

Los CETES son certificados con la garantía del Gobierno Federal de pagar su valor nominal al vencimiento. Se denominan en moneda nacional y su valor nominal es de \$10.00. El plazo va desde 7 hasta 360 días. Su objetivo es que el Banco de México cuente con medios para financiar al Gobierno Federal y con instrumentos de regulación monetaria en materia de tasas de interés. Estos certificados se colocan a descuento (debajo de su valor nominal) y su rendimiento se obtiene al comparar el monto recibido al vencimiento (García, 2007:4).

#### **b. Bonos de Desarrollo de la Tesorería de la Federación**

Los BONDES son bonos con la garantía del Gobierno Federal de liquidar una suma de dinero con cortes periódicos de cupón. Se denominan en moneda nacional con un valor nominal de \$100.00 o sus múltiplos. Los plazos son a 364, 532, 728 y 1,092 días. El rendimiento se genera cada 28 ó 91 días sobre el valor nominal. Su objetivo es financiar proyectos de inversión del gobierno federal a mediano y largo plazo (García, 2007:4).

#### **c. Bonos Ajustables de la Tesorería de la Federación**

Los AJUSTABONOS son bonos con la garantía del Gobierno Federal de pagar una suma de dinero que se ajusta de acuerdo al Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC). Se denominan en moneda nacional con un valor nominal de \$100.00 o sus múltiplos. El plazo de emisión es de 3 y 5 años. El rendimiento que otorgan está referido al valor y adquisición de los títulos y la tasa real que devenguen. Su objetivo es proteger la inversión de la inflación para mantener el poder adquisitivo del capital de la inversión inicial. Los Bonos Ajustables del Gobierno Federal fueron los primeros instrumentos en ofrecer un rendimiento que protegía contra la inflación pagando un rendimiento positivo en términos reales cada trimestre. Fueron reemplazados por los Udibonos. Tenían dos componentes: la tasa de interés sobre su valor nominal ajustado en un período de 91 días y las ganancias de capital por la diferencia entre el precio de compra y el de venta ajustado con la inflación (<http://www.cnbv.gob.mx/>, 2014).

#### **d. Bonos de Desarrollo de la Tesorería de la Federación denominados en Unidades de Inversión**

Los UDIBONOS son bonos con la garantía del Gobierno Federal de pagar una suma de dinero a mediano y largo plazo. Se denominan en unidades de inversión (UDIS). Su valor nominal es de 100 UDIS. Su plazo es de 2 ó 5 años. El rendimiento es real y fijo pagadero cada 182 días. Al final del periodo de amortización, el valor nominal de los títulos en UDIS es convertido a moneda nacional y se paga en una sola exhibición. Su objetivo es proteger la inversión de la inflación para mantener el poder adquisitivo del capital de la inversión inicial (García, 2007:4).

#### **1.4.2. MERCADO DE DIVISAS**

El Mercado de Divisas o Mercado Cambiario es el marco organizacional dentro del cual los bancos, las empresas y los individuos compran y venden monedas extranjeras (Dieck, 2004: 318).

#### **1.4.3. MERCADO DE DERIVADOS**

Tiene por objeto proveer las instalaciones y demás servicios para que se coticen y negocien los contratos de futuros y contratos de opciones (<http://www.mexder.com.mx/>, 2014).

### **1.5. BOLSA MEXICANA DE VALORES**

#### **1.5.1. DEFINICIÓN**

La Bolsa Mexicana de Valores, S.A.B. de C.V. es una entidad financiera, que opera por concesión de la SHCP, con apego a la Ley del Mercado de Valores.

Derivado del seguimiento de las tendencias mundiales y de los cambios que se han dado en la legislación, la Bolsa Mexicana concluyó con el proceso de desmutualización, convirtiéndose en una empresa cuyas acciones son susceptibles de negociarse en el mercado de valores bursátil, llevando a cabo el

13 de junio de 2008 la Oferta Pública Inicial de sus acciones representativas de su capital social (<http://www.bmv.com.mx/>, 2014).

### **1.5.2. FUNCIONES**

La Bolsa Mexicana de Valores (BMV), foro en el que se llevan a cabo las operaciones del mercado de valores organizado en México, siendo su objeto el facilitar las transacciones con valores y procurar el desarrollo del mercado, fomentar su expansión y competitividad, a través de las siguientes funciones:

- Establecer los locales, instalaciones y mecanismos que faciliten las relaciones y operaciones entre la oferta y demanda de valores, títulos de crédito y demás documentos inscritos en el Registro Nacional de Valores (RNV), así como prestar los servicios necesarios para la realización de los procesos de emisión, colocación en intercambio de los referidos valores;
- Proporcionar, mantener a disposición del público y hacer publicaciones sobre la información relativa a los valores inscritos en la Bolsa Mexicana y los listados en el Sistema Internacional de Cotizaciones de la propia Bolsa, sobre sus emisores y las operaciones que en ella se realicen;
- Establecer las medidas necesarias para que las operaciones que se realicen en la Bolsa Mexicana por las casas de bolsa, se sujeten a las disposiciones que les sean aplicables;
- 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 Bolsa Mexicana

Las empresas que requieren recursos (dinero) para financiar su operación o proyectos de expansión, pueden obtenerlo a través del mercado bursátil, mediante la emisión de valores (acciones, obligaciones, papel comercial, etc.) que son puestos a disposición de los inversionistas (colocados) e intercambiados

(comprados y vendidos) en la Bolsa Mexicana, en un mercado transparente de libre competencia y con igualdad de oportunidades para todos sus participantes (<http://www.bmv.com.mx/>, 2014).

### **1.5.3. REGISTRO Y PARTICIPACIÓN EN LA BOLSA MEXICANA DE VALORES**

Cuando una empresa desea emitir acciones para cotizar en la BMV, lo hace a través de una Casa de Bolsa, que son los intermediarios autorizados para realizar estas operaciones. Se empieza el proceso para obtener las autorizaciones de la CNBV, así como el de la BMV. Además se deberá registrar en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y presentar la solicitud correspondiente a la BMV (García, 2007:19).

Para realizar la oferta pública y colocación de los valores, una empresa acude a una casa de bolsa para realizar la oferta pública y la colocación de los valores, los ofrece en el mercado primario al público inversionista. Una vez colocados los valores entre los inversionistas en el mercado bursátil, éstos pueden ser comprados y vendidos en el mercado secundario en la BMV, a través de una casa de bolsa. Los inversionistas canalizan las órdenes de compra o venta de acciones a través de un promotor de una casa de bolsa, las cuales son transmitidas de la oficina de la casa de bolsa al mercado bursátil a través del Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación (BMV-SENTRA Capitales) donde esperarán encontrar una oferta igual pero en el sentido contrario y así perfeccionar la operación (Dieck, 2004:316-319).

Cuando se adquieren acciones o títulos de deuda, se puede monitorear su desempeño en los periódicos especializados, o a través de los sistemas de información impresos y electrónicos de la propia Bolsa Mexicana de Valores así como el SiBOLSA (<http://www.bmv.com.mx/>, 2014).

### **1.5.4. BMV SENTRA Capitales**

Sistema Electrónico de Negociación, Transacción, Registro y Asignación para el Mercado de Capitales.

Permite al usuario registrar ofertas públicas, consultar hechos y posturas, ingresar órdenes y “cerrar” operaciones con warrants y valores accionarios, tanto del mercado principal como del Mercado para la Mediana Empresa Mexicana, así como registrar precios de valuación de sociedades de inversión y negociar “picos” (Villegas y Ortega, 2004:110).

### **1.5.5. MARCO LEGAL**

#### **1.5.5.1. LEY DEL MERCADO DE VALORES**

Disposición que regula la oferta pública de valores; su intermediación; las actividades de las personas y entidades operativas que intervienen en el mercado; la estructura y operación del Registro Nacional de Valores; y los alcances de las autoridades responsables de promover el desarrollo equilibrado del mercado y la sana competencia (<http://www.bmv.com.mx/>, 2014).

#### **1.5.5.2. LEY DE SOCIEDADES DE INVERSIÓN**

La presente Ley es de orden público y observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de los fondos de inversión, la intermediación de sus acciones en el mercado de valores, los servicios que deberán contratar para el correcto desempeño de sus actividades, así como la organización y funcionamiento de las personas que les presten servicios en términos de este ordenamiento legal (<http://www.diputados.gob.mx/>, 2014).

#### **1.5.5.3. REGLAMENTO GENERAL DE LA BOLSA MEXICANA DE VALORES**

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las actividades que se realizan a través de la Bolsa, mediante normas que establecen estándares y esquemas, tanto operativos cuanto de conducta, tendientes a promover el desarrollo justo y equitativo del mercado de valores y de sus participantes, así como contribuir a la integridad y transparencia del mismo.

Adicionalmente, en este Reglamento se contienen las reglas aplicables al proceso para la adopción, supervisión y verificación del cumplimiento de las normas autorregulatorias a las que deberán sujetarse, en sus actividades, la Bolsa y los Miembros (<http://www.bmv.com.mx/>, 2014).

## **1.6. ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES DE LA BOLSA MEXICANA DE VALORES**

### **1.6.1. DEFINICIÓN**

El Índice de Precios y Cotizaciones es el principal indicador de la Bolsa Mexicana de Valores, el cual muestra la evolución del mercado accionario en su conjunto. Se calcula en función de las variaciones de precios de una selección de acciones, llamada muestra, balanceada, ponderada y representativa de todas las acciones cotizadas en la BMV (Dieck, 2004:333).

### **1.6.2. GENERALIDADES**

Las fluctuaciones en la cotización de cada título expresan la libre concentración entre la oferta y la demanda en el sistema operativo BMV-Sentra Capitales, relacionada con el desarrollo de las empresas emisoras y sus resultados, además de las condiciones generales de la economía.

El IPC refleja la tendencia general de las variaciones de precios de todas las emisoras y series cotizadas en Bolsa, generadas por las operaciones de compra-venta en cada sesión de remates, expresando en forma fidedigna la situación del mercado bursátil y su dinamismo operativo.

El IPC constituye un fiel indicador de las fluctuaciones del mercado accionario, gracias a:

- i. La representatividad de la muestra respecto a la operatividad del mercado, ya que esta es asegurada mediante la selección de las emisoras líderes, determinadas a través de su nivel de bursatilidad, y
- ii. La estructura de cálculo contempla la dinámica del valor de capitalización del mercado, representado por el valor de capitalización de las emisoras que constituyen la muestra del IPC (Dieck, 2004:333).

El principal objetivo del IPC, que tiene su base en octubre de 1978, es constituirse como un indicador altamente representativo y confiable del Mercado Accionario Mexicano.

### 1.6.3. METODOLOGÍA

El IPC es un índice ponderado por valor de capitalización. Su base es: 0.78 = 30 de octubre de 1978 (<http://www.bmv.com.mx/>, 2013).

Y la fórmula para obtenerlo es:

$$I_t = I_{t-1} * \left( \frac{\sum P_{it} * (Q_{it} * FAF_i)}{\sum P_{it-1} * (Q_{it-1} * FaF_i) * f_{it-1}} \right)$$

Dónde:

$I_t$  = índice en el día  $t$

$P_{it}$  = precio de la serie accionaria  $i$  el día  $t$

$Q_{it}$  = acciones inscritas en la Bolsa de la serie accionaria  $i$  el día  $t$

$F_{it}$  = factor de ajuste por ex – derechos de la serie accionaria  $i$  el día  $t$

$i = 1,2,3,\dots,n$

### 1.6.4. MUESTRA

La muestra del IPC está conformada por 35 series accionarias, las cuales pueden variar en función de los criterios de selección o de los movimientos corporativos (<http://www.bmv.com.mx/>, 2013).

### **1.6.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Los dos criterios más importantes que se toman en cuenta para elegir la muestra que conforma al IPC son:

- Bursatilidad: asegura que las empresas sean las de mayor negociación en la BMV.
- Valor de Capitalización: busca que las empresas consideradas, sean significativas en su ponderación y distribución en la muestra.

Como primera selección se consideran las 35 series accionarias de mayor bursatilidad, estas series se deberán haber mantenido dentro de éste grupo los últimos seis meses. Para este criterio se utiliza el índice de bursatilidad que la BMV genera y publica en forma mensual.

Si existieran dos o más series que presenten el mismo nivel de índice de bursatilidad en el último lugar disponible de la muestra, la selección se hará tomando en cuenta la frecuencia en que incurren en este nivel dichas series y se considerará su valor de capitalización.

En caso de no contar con las 35 series accionarias en la primera selección, se lleva cabo una segunda selección considerando el valor de capitalización y la frecuencia en que las series incurren en los mejores lugares del nivel de bursatilidad.

En caso de que dos o más series accionarias cumplan con las mismas características mencionadas en esta sección y ya se tengan los 35 miembros de la muestra ocupados, se considerará la evolución histórica de la cotización de cada serie accionaria, así como la opinión del Comité Técnico de Metodologías de la BMV. Si existen dos o más series de una emisora, y el acumulado de éstas suma

14% del total del valor del IPC, sólo permanecerán la serie o series más representativas.

Una vez al año se revisa la entrada y salida de series de la muestra del IPC, siempre y cuando no se presente alguna situación especial, ya que de ser así se harían las modificaciones necesarias de acuerdo al evento que lo propicie. Esta medida permite que los administradores de valores puedan prever la reconstitución de sus carteras con toda anticipación (<http://www.bmv.com.mx/>, 2013).

## **CAPÍTULO II. TEORÍA DE PORTAFOLIOS**

La teoría de portafolios de inversión es maximizar el retorno dado un perfil de riesgo o minimizar el riesgo con respecto a un retorno requerido. Por lo que el objetivo de este capítulo es conocer las metodologías tales como CAPM, Teoría de Markowitz y el VaR (Valor en Riesgo) para un buen desarrollo del portafolio de inversión.

### **2.1. ADMINISTRACIÓN DE RIESGO**

La administración de riesgos es el proceso de identificación, valoración y control de los riesgos asociados con todas las actividades que podrían ocasionar pérdidas para una entidad. Sin embargo, no existe un método convencional para administrar riesgos, y los objetivos de la administración de riesgos varían considerablemente entre las entidades. Ello puede incluir no solo reducir, limitar o evitar los riesgos, sino, también aceptar, seleccionar y eventualmente asumir riesgos (Mantilla, 2010:6).

La administración de riesgos de mercado y de crédito con productos derivados (futuros, opciones, warrants, swaps, notas estructuradas, etc.) ha mostrado un crecimiento importante impulsado por el acelerado desarrollo de las tecnologías de información, lo cual, a su vez, ha facilitado su operación y su diversificación.

El tamaño considerable que han alcanzado los mercados de productos derivados se debe, en gran medida, a la flexibilidad que estos instrumentos proporcionan a sus usuarios para entrar o salir rápidamente del mercado debido a su liquidez, ya que siempre es posible encontrar compradores y vendedores. Además, cuando las transacciones se efectúan con derivados listados, el riesgo contraparte es mínimo debido a la asociación del mercado con una cámara de compensación y liquidación que garantiza el cumplimiento de las obligaciones adquiridas a través de unas cuentas de márgenes o aportaciones iniciales. Así, los productos derivados listados permiten llevar a cabo una administración adecuada del riesgo con costos bajos de transacción.

Las finanzas, como una rama de la economía, es la ciencia que estudia cómo en una sociedad los individuos intercambian activos y riesgos bajo condiciones de escasez. De esta forma, el estudio del riesgo posee la categoría de ciencia social empírica y positiva, la cual: 1) es racional y objetiva; 2) parte de los hechos y siempre regresa a ellos; 3) produce nuevos hechos; 4) es analítico; 5) es especializada y define sus propios conceptos y términos; 6) es comunicable; 7) trata de explicar los hechos a través de leyes generales y las leyes a través de principios; y 8) es verificable y por lo tanto falible, es decir, es provisional (Venegas, 2008: 1).

## **2.2. TÉCNICAS DE ANÁLISIS BURSÁTIL**

### **2.2.1. ANÁLISIS FUNDAMENTAL**

Este análisis estudia toda la información disponible del mercado sobre el emisor (empresa o gobierno) y su entorno empresarial, financiero y económico con la finalidad de obtener su verdadero valor y así formular una recomendación de inversión. Este método recopila y analiza la información histórica pretendiendo anticipar el comportamiento futuro de un determinado título valor que se cotizan en la Bolsa.

La hipótesis fundamental en que se basa este método es que el mercado no es eficiente a corto plazo, aunque sí a largo plazo, por lo que una empresa termina cotizando en bolsa al precio que le corresponde. El análisis fundamental trata en todo momento de descubrir subvaloraciones o sobrevaloraciones, con base en determinadas informaciones aún no asimiladas por el mercado y que solo se puedan apreciar su tendencia al largo plazo. Este método parte del supuesto de que los movimientos de los precios de las acciones tienen causas, ya sea económicas o de otro tipo, y que ellas pueden identificarse y ponderarse antes de producir su efecto en el mercado. La principal limitación de este análisis es la duración, ya que se basa en balances y cuentas de resultados públicos por cada una de las sociedades que cotizan en la Bolsa y estos datos según la legislación

vigente, se publican por trimestre y con uno o dos meses de atraso, además existe la posibilidad de que las empresas alteren o maquillen los resultados de una sociedad en un periodo determinado, razón por la cual no existirán parámetros de comparación con otras empresas del mismo sector que cotizan en la Bolsa (Martínez, Restrepo, Velázquez, 2004:36).

### **2.2.2. ANÁLISIS TÉCNICO**

Pretende pronosticar las variaciones futuras de un instrumento bursátil basándose exclusivamente en la evolución de las cotizaciones a lo largo de un periodo de tiempo. Este estudio se realiza mediante el manejo de indicadores y gráficos que reflejan el precio de una acción y su volumen a través del tiempo, con el fin de determinar las tendencias futuras de los precios, mediante el análisis de los siguientes factores claves: precio, tiempo y volumen de acciones negociadas. A partir de la información histórica de las variables precio y volumen de acciones transadas pueden aplicarse diferentes técnicas matemáticas y heurísticas para simular el comportamiento futuro de los títulos en el mercado y complementar el análisis fundamental y técnico básico

El análisis técnico considera que el conjunto de causas que afectan el mercado bursátil tienen como consecuencia un movimiento o producen un efecto que queda reflejado en los gráficos de precios y volúmenes. Aunque muchos fenómenos considerados aleatorios, como el clima, o un eventual suceso político, tienen efecto en el mercado, en los movimientos aparentemente caóticos de los precios hay un orden que puede definirse. Los gráficos reflejan todos los factores que operan en el mercado; entonces, a partir del registro gráfico de los precios y volúmenes operados de cada acción y de los principales índices del mercado de valores puede inferirse el sentimiento del mercado, que es el vector resultante de los factores fundamentales que operan en cada momento (Cruz, Hernán y Morales, 2006: 95).

## **2.3. RIESGO**

### **2.3.1. DEFINICIÓN**

La palabra riesgo proviene del latín *risicar*, que significa atreverse o transitar por un sendero peligroso. Y en finanzas, el concepto de riesgo se relaciona con las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión (De Lara, 2005:13).

La Teoría Financiera define al Riesgo como la dispersión de resultados inesperados debido a los movimientos en las variables financieras, así que, tanto la desviación positiva como la negativa se deben considerar como fuentes de riesgo (Jorion, 2004:85).

## **2.3.2. TIPOS**

### **2.3.2.1. RIESGO SISTEMATICO**

El riesgo sistemático, conocido como “beta”, depende de la correlación entre las fluctuaciones de precio de cada activo en particular y los precios del conjunto de mercado, y surge de la exposición a factores comunes (tales como la política económica o el ciclo económico) (Ocampo & Uthoff: 2004: 131).

Se entiende como el coeficiente de volatilidad “beta” de un activo financiero e indica cuánto varía el rendimiento de dicho activo en función de las variaciones producidas en el rendimiento del mercado en el que aquél se negocia (Cruz & Vargas, 2010:6).

### **2.3.2.2. RIESGO NO SISTEMATICO**

Los riesgos no sistemáticos dependen, por el contrario, de las características específicas de cada título y pueden reducirse mediante la diversificación (Ocampo & Uthoff: 2004: 131).

El Riesgo No Sistemático o Diversificable es aquel que se puede eliminar mediante la diversificación, es decir, a medida que aumenta el número de títulos

dentro del portafolio, la desviación estándar de los rendimientos disminuye, pero a una tasa decreciente, ya que las reducciones de riesgo adicionales serán relativamente más pequeñas después de que se incluyan más de 10 o 15 valores (Cobo Quintero, 1999:6).

### **2.3.2.3. RIESGO FINANCIERO**

En general, el riesgo financiero se define como: “la posibilidad de quebranto o pérdida derivada de la realización de operaciones financieras que pueden afectar a la capitalización bursátil o valor de mercado de la empresa” (Gómez & López, 2002: 21).

El Riesgo Financiero es aquel que está relacionado con posibles pérdidas en los mercados financieros, que pueden ser provocados por movimientos en las variables financieras como las tasas de interés o los tipos de cambio (Jorion, 2004:24).

#### **2.3.2.3.1. RIESGO DE MERCADO**

Se entiende como riesgo de mercado la pérdida que puede sufrir un inversionista debido a la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en movimientos de los llamados factores de riesgo (tasas de interés, tipos de cambio, etc.). Se puede definir más formalmente como la posibilidad de que el valor presente neto de un portafolio se mueva adversamente ante cambios de las variables macroeconómicas que determinan el precio de los instrumentos que componen una cartera de valores (De Lara, 2005: 16).

#### **2.3.2.3.2. RIESGO DE CRÉDITO**

Se puede definir como la pérdida potencial producto del incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago (De Lara, 2005: 16).

Su efecto se mide por el costo de la reposición de flujos de efectivo en caso de incumplimiento de la otra parte y, también puede conducir pérdidas cuando los deudores obtienen una mala calificación por parte de las agencias crediticias, ya que se genera una caída en el valor de mercado de sus obligaciones (Jorion, 2004: 36).

#### **2.3.2.3.3. RIESGO DE LIQUIDEZ**

Se refiere a las pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus activos a un costo posiblemente inaceptable. Los bancos son muy sensibles a las variaciones en las tasas de interés; y el manejo de activos y pasivos (Asset-Liability Management) se convierte en una de las ramas de la administración de riesgos que cubre este aspecto. El riesgo de liquidez se refiere también a la imposibilidad de transformar en efectivo un activo o portafolio (imposibilidad de vender un activo en el mercado. Este riesgo se presenta en situaciones de crisis, cuando en el mercado solo existen vendedores (De Lara, 2005:16).

#### **2.3.2.3.4. RIESGO OPERACIONAL**

El riesgo operativo, también llamado riesgo operacional, se puede definir como el riesgo de que se presenten pérdidas por fallas en los sistemas administrativos y procedimientos internos, así como por errores humanos, intencionales o no. Ejemplos de eventos de riesgo operativo son: fallas de “hardware”, “software” y telecomunicaciones; errores de captura, ejecución y mantenimiento de transacciones (Venegas, 2008: 861).

#### **2.3.2.3.5. RIESGO LEGAL**

Se refiere a la pérdida que se sufre en caso de que exista incumplimiento de una contraparte y no se pueda exigir, por la vía jurídica, cumplir con los compromisos

de pago. Se refiere a operaciones que tengan algún error de interpretación jurídica o alguna omisión en la documentación (De Lara, 2005: 17).

## 2.4. RENDIMIENTO

### 2.4.1. DEFINICIÓN

El Rendimiento del accionista es la relación que se establece entre lo que se ha invertido en una determinada acción y el rendimiento económico o resultado que proporciona. El rendimiento que un accionista puede obtener de una acción se mide calculando los dividendos percibidos, las plusvalías o revalorizaciones en su cotización (Mochon, Aparicio, 1998:330).

Rendimiento neto de un activo. La expresión matemática que lo representa para el periodo de retención de la inversión desde el tiempo t-1 hasta el tiempo t, viene dada por:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

En la que  $P_t$  es el precio del activo en el tiempo t y no se pagan dividendos. La diferencia en el numerador indica las utilidades o pérdidas según el signo obtenido y el denominador corresponde a la precio inicial en el punto de partida del periodo de retención de la inversión. De acuerdo con esto las utilidades (o pérdidas) de la inversión vendrían dados por:

$$\text{Utilidad (Pérdida)} = \text{Inversión inicial} * \text{Rendimiento neto}$$

Rendimiento bruto de un activo. A partir de la ecuación de Rendimiento neto de un activo se puede establecer el rendimiento bruto:

$$R_t + 1 = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Si se desea calcular el rendimiento bruto obtenido en un lapso de k periodos, entonces éste se obtiene a partir del producto de los rendimientos brutos de cada periodo k (desde el tiempo t-k hasta el tiempo t):

$$1 + R_t(k) = \frac{P_t}{P_{t-k}} = \left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \left(\frac{P_{t-1}}{P_{t-2}}\right) \dots \left(\frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}}\right) = (+R_t) \dots (+R_{t-k+1})$$

Log returns (logaritmo del rendimiento o log rendimiento) esta expresión corresponde a un interés compuesto continuo, denotado por  $r_t$  y definido como:

$$r_t = \ln(+R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = P_t - P_{t-1}$$

En la que  $P_t$  se define como  $\ln(P_t)$  y se llama logaritmo del precio o simplemente log precio.

Ruppert (2004), demuestra que  $r_t$  es aproximadamente igual al rendimiento y señala que una de las ventajas del uso de log returns es su simplicidad para rendimientos multiperiodos, dado que log rendimiento para k periodos es simplemente la suma de los log rendimientos de cada uno de los k periodos simples, en lugar de un producto de rendimientos:

$$\begin{aligned} r_t &= \ln(1 + R_t) \\ r_t &= \ln(R_t) \dots \ln(R_{t-k+1}) \\ r_t &= \ln(R_t) + \dots + \ln(R_{t-k+1}) \\ r_t &= r_t + r_{t-1} + r_{t-k+1} \end{aligned}$$

Rendimiento de un portafolio, Tsay (2005) señala que el rendimiento de un portafolio, P, constituido por N activos es simplemente un promedio ponderado de los rendimientos netos de los activos involucrados, en el que la ponderación corresponde al porcentaje el valor del portafolio invertido en el activo i, por lo que la ecuación que sigue representa el rendimiento neto de un portafolio, P, en el tiempo t:

$$R_{p,t} \approx \sum_{i=1}^N w_i r_{i,t}$$

El rendimiento compuesto continuo (log rendimiento) no exhibe la anterior propiedad. Sin embargo, señala que si los  $R_{it}$  son todos pequeños en magnitud, entonces puede realizarse la siguiente aproximación:

$$r_{p,t} \approx \sum_{i=1}^N w_i r_{i,t}$$

La cual es frecuentemente usada en los estudios referidos a rendimiento de portafolios (Henaó, 2007:30-31).

#### **2.4.2. RELACIÓN RIESGO-RENDIMIENTO**

Las personas en la toma de decisiones financieras evitan los riesgos adicionales, a menos que reciban una compensación o premio por asumir dicho riesgo, esta recompensa adicional se expresa como una mayor tasa de retorno esperada.

La relación riesgo-rendimiento describe la aversión al riesgo; el deseo de no asumir riesgo si este no es recompensado. Por lo tanto, se puede afirmar que a mayor riesgo se espera un mayor rendimiento en el activo o en la inversión.

Cuando alguien invierte todo su dinero en un activo, el rendimiento esperado por el inversionista corresponde exactamente al rendimiento generado por ese activo y el riesgo asumido por él, al riesgo de este activo. Por ejemplo, si alguien invierte todo su dinero en una sola empresa, su rendimiento y riesgo es exactamente al de la empresa en la cual realiza la inversión (Navarro, 2003: 52).

#### **2.4.3. COVARIANZA**

Es una medida de relación lineal entre dos variables aleatorias describiendo el movimiento conjunto entre éstas. Dichas variables pueden ser los rendimientos de un portafolio (De Lara, 2005:34).

La covarianza se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$COV(R_i, R_j) = \sum_{i=1}^n P_i (R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)$$

También se puede aplicar la siguiente expresión:

$$COV(R_i, R_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - \mu_i)(R_j - \mu_j)$$

Donde :

$P_i$  probabilidad de ocurrencia.

$R_{i,j}$  Rendimiento de i, j.

$\mu_{i,j}$  Media de i,j.

#### 2.4.4. CORRELACIÓN

Debido a la dificultad para interpretar la magnitud de la covarianza, suele utilizarse la correlación para medir el grado de movimiento entre dos variables o la relación lineal entre ambas. La correlación se encuentra entre -1 y +1 y se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Corr(R_i, R_j) = \rho_{ij} = \frac{COV(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

donde:

$\rho_{ij}$  es la correlación entre los activos i y j.

$COV(R_i, R_j)$  es la covarianza entre los activos i y j.

$\sigma_i$  es la volatilidad del activo i.

$\sigma_j$  es la volatilidad del activo j.

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula en función de los rendimientos observados de la siguiente manera:

$$\text{Corr}(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}}$$

El signo positivo en el coeficiente de correlación significa que las dos variables se mueven en la misma dirección, mientras más cercano a la unidad, mayor será el grado de dependencia mutua. El signo negativo indica que las dos variables se mueven en sentidos opuestos. Asimismo, mientras más cercano a cero sea el coeficiente de correlación, mayor será el grado de independencia de las variables (De Lara, 2005:35).

## **2.5. PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**

### **2.5.1. DEFINICIÓN**

Es una combinación de activos financieros poseídos por una misma persona, natural o jurídica. Un portafolio de inversión es diversificado cuando en el conjunto de activos se combinan especies con rentabilidades, emisores, modalidades de pago de intereses y riesgos diferentes (Escobar & Cuartas, 2006: 370).

### **2.5.2. DIVERSIFICACIÓN DE PORTAFOLIOS**

La diversificación es una estrategia que elige el inversionista para reducir o minimizar el riesgo de un portafolio de inversión, incorporando a él un mayor número de activos. Esto se hace con el objetivo de evitar depender de un limitado conjunto de activos que puedan tener una correlación positiva y, con ello, sus riesgos se sumen. La diversificación apropiada permite limitar la volatilidad del portafolio y, por consiguiente, el riesgo del mismo (Garza, 2009: 42).

Hearth y Zaima (2004) hacen las siguientes consideraciones sobre el efecto que la diversificación tiene en un portafolio de inversión:

1. La diversificación puede mejorar el trade-off riesgo/rendimiento si la correlación entre los activos individuales en el portafolio, es menor a 1.
2. Los beneficios de la diversificación se incrementan conforme el coeficiente de correlación se hace menor.

### **2.5.3. OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS**

Las técnicas de optimización de portafolios son herramientas cuantitativas que permiten combinar activos eficientemente para lograr un conjunto de objetivos con respecto al riesgo y al retorno del portafolio. Los administradores de portafolio pueden utilizar las técnicas de optimización de portafolios para determinar la composición de un portafolio. De acuerdo con la teoría de Markowitz, la optimización de portafolios consiste en minimizar el riesgo esperado y aumentar al máximo el retorno esperado (Trujillo, 2009:13).

### **2.6. TEORÍA DE MARKOWITZ**

El modelo de Markowitz parte de las siguientes hipótesis: a) El rendimiento de cualquier portafolio, es considerado una variable aleatoria, para la cual el inversionista estima una distribución de probabilidad para el periodo de estudio. El valor esperado de la variable aleatoria es utilizado para cuantificar la rentabilidad de la inversión; b) la varianza o la desviación estándar son utilizadas para medir la dispersión, como medida del riesgo de la variable aleatoria rentabilidad; ésta medición debe realizarse en forma individual, a cada activo y a todo el portafolio; y c) la conducta racional del inversionista lo lleva a preferir la composición de un portafolio que represente la mayor rentabilidad, para determinado nivel de riesgo (Franco, Avendaño y Barbutín, 2011:73-74).

Una de las formas de encontrar este conjunto de portafolios eficientes es a través del siguiente modelo, que solo considera la minimización de la varianza del portafolio y que corresponde al siguiente esquema de programación no lineal.

$$\text{Min } \sigma^2_c$$

$$\text{s/a } \sum_{i=1}^N R_i x_i = R$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

Donde:

$\sigma^2$  es la varianza.

$R_i$  es la participación relativa de cada acción

$x_i$  es el rendimiento esperado de cada activo

$R$  rendimiento esperado

En este problema de optimización se pueden distinguir los siguientes elementos.

- Función objetivo

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}$$

Donde:

$x_{ij}$  rendimiento esperado de activo i,j

$\sigma_{ij}$  covarianza entre distintos activos

- Restricciones

Las restricciones están dadas por:  $R$ , que es el valor esperado de los retornos del portafolio y que se fijan en un valor  $R$ .

$\sum_{i=1}^N x_i = 1$ , esto corresponde a que la suma de cada activo, que compondrá al portafolio o cartera de inversión debe de sumar uno.

Una vez que el problema es resuelto con alguna técnica de programación matemática, se logra obtener la proporción de cada activo dentro de la cartera de inversión, y que satisfacen las restricciones planteadas en el modelo (Gutiérrez y Salgado, 2012:85).

## 2.7. CAPITAL ASSET PRICING MODEL

El modelo de valuación de activos de capital o modelo de equilibrio de activos financieros, mejor conocido como CAPM, por su denominación en inglés (Capital

Asset Pricing Model), fue desarrollado por Sharpe (1964) y Litner (1965). Ambos basaron sus estudios en las investigaciones realizadas por Markowitz y Tobin (1960), quienes afirmaron que todos los inversionistas seleccionan sus carteras a través del criterio media-varianza.

El objetivo del modelo es cuantificar e interpretar la relación que existe entre el riesgo y el rendimiento porque a través de esta relación lineal se puede establecer el equilibrio de los mercados financieros (Sansores, 2008: 95).

El CAPM indica que en equilibrio, el precio de los activos financieros se ajustará de manera tal que el inversionista, si aplica la Teoría del Portafolio para obtener los beneficios de la diversificación, será capaz de ubicarse en cualquier punto a lo largo de la Línea de Mercado de Capitales (Bravo. 2004: 4).

Los inversionistas podrán obtener un mayor retorno esperado sólo si se expone a un riesgo adicional. El mercado le impone dos precios: el precio del tiempo y el precio del riesgo. El primero es el interés que se obtiene por inmovilizar los fondos, el segundo es el mayor rendimiento que se obtiene por exponer los fondos al riesgo (Sharpe, 1964: 425).

En el CAPM, en su versión más clásica, Sharpe-Litner (1964) postula que la rentabilidad esperada de un activo debe ser una función lineal positiva del beta o de su riesgo sistemático. Se fundamenta en la teoría de carteras y toma como base los fundamentos señalados por Markowitz (1952), lo cual indica que una de las hipótesis de partida corresponde al equilibrio del mercado, al estar fundado en mercados de competencia perfecta. Es lo anterior lo que precisamente se considera una de sus principales críticas a ser poco realista. La ecuación que muestra la relación lineal entre el riesgo y el rendimiento es la siguiente:

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

Dónde:

$E(R_i)$  Rentabilidad esperada del título  $i$ .

$R_f$  Rentabilidad del título libre de riesgo.

$\beta_i$  Beta del título  $i$ . este factor es una medida de riesgo sistemático que representa la contribución de un activo al riesgo de una cartera diversificada. Este mide al grado de relación de la rentabilidad de un título con la rentabilidad del mercado.

$E(R_m)$  Rentabilidad esperada de la cartera de mercado (teóricamente conformada por todos los activos que aportan valor a la economía).

$(E(R_m) - R_f)$  Prima del retorno esperado del mercado sobre la tasa libre de riesgo, o premio por unidad de riesgo. Si esta diferencia se multiplica por el beta, es decir, ella estaría indicando la rentabilidad adicional sobre la tasa libre de riesgo (Ramírez y Serna, 2012:54).

Sustentando su trabajo en los desarrollos teóricos de teoría de cartera, Sharpe (1964), desarrolla el modelo CAPM, el cual presenta los siguientes supuestos:

- Se busca maximizar el beneficio de la utilidad esperada a través del tiempo, teniendo en cuenta que presenta una aversión al riesgo.
- Se tiene en el mercado un activo libre de riesgo, con la consecuente tasa libre de riesgo, a la cual los inversionistas solicitan montos ilimitados para invertir.
- Los activos transados o negociados en el mercado están libres de fricciones de mercado y no existen costos de transacción.
- Los rendimientos de los activos presentan una distribución normal conjunta.
- El valor de los errores estocásticos son cero (Perilla, 2008:11).

## **2.8. MODELO DE BLACK-LITTERMAN**

El modelo de Black-Litterman (MBL) parte de una situación de equilibrio de mercado, es decir de una serie de rentabilidades esperadas que igualen la oferta y la demanda de activos financieros, si todos los inversionistas tuvieran las mismas expectativas. En el MBL, si las expectativas del inversionista no difieren con

respecto a las del mercado, no es necesario especificar un rendimiento para cada activo, ya que éstos entran al modelo con su respectivo retorno de equilibrio. El paso a seguir es la obtención de la rentabilidad esperada que se alcanza por optimización inversa; es decir, en lugar de preguntarse qué ponderación es necesaria para tener determinada rentabilidad, se plantea qué rentabilidad esperada supone la ponderación que indica la capitalización. Después de calcular la rentabilidad esperada, el modelo procede con uno de sus más importantes aportes, la incorporación de las expectativas que el inversionista tiene del mercado. Una expectativa es una suposición acerca del futuro, y puede o no ser realista. Para el caso de un portafolio de inversión, se refiere a las perspectivas o expectativas sobre la evolución futura de un título o de un sector; además, para cada una se especifica un nivel de confianza, que es la probabilidad a priori de que se cumpla esa expectativa, según el inversor.

Las expectativas pueden ser de tres tipos: Absoluta: Por ejemplo, el sector tecnológico tendrá una rentabilidad del 3%, inferior a la implícita del mercado del 3.73% (confianza en la visión del 50%).

Relativa simple: El sector energético superará al de telecomunicaciones en un 6% (confianza en la visión del 60%). Relativa múltiple: Conjuntamente, el sector comercial y el financiero superarán al industrial y de servicios en un 0.5% (confianza del 40%). Así que si la rentabilidad del sector comercial y financiero ponderado es del 4% frente al 3.2% de los segundos, se tendría que el exceso es de un 0.8%. La visión lo reduce al 0.5%, por lo cual es una visión negativa sobre el primer par de sectores.

El modelo Black-Litterman como versión mejorada del modelo Markowitz considera los siguientes aspectos: Hay  $n$  activos, con capitalizaciones  $M_i, i=1,2,\dots,n$ . La capitalización de mercado es igual al número de títulos o unidades del activo disponibles en el mercado por su respectivo precio. Las ponderaciones de mercado de los  $n$  activos están dadas por el vector  $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$ , en donde la ponderación del activo  $i$  es:

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (1)$$

El coeficiente de aversión al riesgo ( $\lambda$ ), que es una constante que se determina como:

$$\lambda = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M^2} \quad (2)$$

donde  $R_M$  es el retorno del mercado;  $R_f$  es la tasa libre de riesgo y  $\sigma_M^2$  es la varianza del retorno del mercado. El exceso de retornos implícitos de equilibrio ( $\Pi$ ) está dado por:

$$\Pi = \lambda \Sigma W \quad (3)$$

Los retornos especificados por (3) se llaman retornos implícitos de equilibrio, debido a que si los precios de los activos se ajustan hasta que los retornos esperados sean iguales a lo que consideran los inversionistas, suponiendo que todos tienen la misma expectativa de mercado, esos ajustes hacen que la demanda iguale la oferta.

El vector de excesos de retornos  $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)$ . Los retornos en exceso son iguales al retorno de cada activo menos la respectiva tasa libre de riesgo. Se supone que el vector de excesos de retornos tiene una distribución normal con retorno esperado  $\mu$  y matriz de covarianza  $\Sigma$ . Es decir:

$$R \sim N(\mu, \Sigma) \quad (4)$$

Se supone que  $\mu$  tiene una distribución de probabilidad que es proporcional al producto de dos distribuciones normales. La primera distribución representa el equilibrio

$$\mu \sim N(\Pi, \tau \Sigma) \quad (5)$$

donde  $\tau$  es una constante que refleja el grado de incertidumbre con respecto a la precisión con la que es calculado  $\Pi$ . Si el grado de incertidumbre es alto  $\tau$  será cercano a cero, en caso contrario,  $\tau$  será cercana a uno.  $\tau$  se determina con un

valor entre cero y uno, generalmente entre 0.01 y 0.05 (Idzorek, 2004), ya que la incertidumbre sobre la media debe ser menor a la incertidumbre de la variable.

La segunda distribución representa las expectativas del inversionista sobre los retornos del mercado. Se tiene un conjunto de  $k$  expectativas representadas con relaciones lineales. La expectativa se plantea como que el retorno esperado de un portafolio  $p_k$  tiene una distribución normal con promedio  $q_k$  y una desviación estándar dada por  $\omega_k$ . Las  $k$  expectativas con los correspondientes retornos esperados se expresan como

$$P^T = [p_1, p_2, \dots, p_k] \quad (6)$$

$$Q^T = [q_1, q_2, \dots, q_k] \quad (7)$$

$P$  es la matriz que selecciona los activos que hacen parte de una expectativa y  $Q$  es el vector de expectativas. Contiene el retorno esperado para cada portafolio  $p_k$ .

Mediante las expectativas planteadas en (6) y (7), se utiliza un esquema de ponderación por capitalización de mercado para determinar cada uno de los elementos de  $P$  diferentes de cero, en vez de utilizar un esquema de igual ponderación (Idzorek, 2004). Así, la ponderación individual de cada activo es proporcional a la capitalización de mercado del activo dividida por la capitalización del mercado total de los activos con cualquiera que sea su desempeño (positivo o negativo). La manera de expresar las expectativas es la siguiente:

$$P^* \mu = Q + \varepsilon \quad (8)$$

donde  $P$  es la matriz conocida  $K \times n$ ;  $Q$  es el vector de expectativas conocido  $K \times 1$ ;  $\varepsilon$  es el vector aleatorio  $K \times 1$  con media cero y matriz diagonal de covarianzas  $\Omega$ , normalmente distribuido. Entonces:

$$P^* \mu \sim N(Q, \Omega) \quad (9)$$

donde  $\Omega$  es la matriz diagonal  $K \times K$  con elementos  $\omega_{ii}$  en la diagonal y ceros en el resto de posiciones, ya que se considera que las expectativas no están

relacionadas. Mientras mayor sea  $\omega_{ij}$  significa que existe un grado de confianza menor en los retornos esperados  $Q$  (Franco, Avendaño y Barbutín, 2011: 77-80).

## 2.9. MODELO DE MARKOWITZ CON MULTIPLICADOREZ DE LAGRANGE

En los problemas de optimización, el método de los multiplicadores de Lagrange, llamados así en honor a Joseph Louis LaGrange, es un procedimiento para encontrar los máximos y mínimos de funciones de varias variables sujetas a restricciones. Este método reduce el problema restringido con  $n$  variables a uno sin restricciones de  $n + k$  variables, donde  $k$  es igual al número de restricciones, y cuyas ecuaciones pueden ser resueltas más fácilmente. Estas nuevas variables escalares desconocidas, una para cada restricción, son llamadas multiplicadores de Lagrange (Cruz, Medina y Salazar, 2013: 115-116).

El método dice que buscar los extremos condicionados de una función con  $k$  restricciones, es equivalente a buscar los extremos sin restricciones de una nueva función construida como una combinación lineal de la función y las restricciones, donde los coeficientes de las restricciones son los multiplicadores. La demostración usa derivadas parciales y la regla de la cadena para funciones de varias variables. Se trata de extraer una función implícita de las restricciones, y encontrar las condiciones para que las derivadas parciales con respecto a las variables independientes de la función sean iguales a cero.

Sea  $f(x)$  una función definida en un conjunto abierto  $n$ -dimensiones  $\{x \in R^n$ . Se definen  $s$  restricciones  $g_k(x)=0$ ,  $k=1, \dots, s$ , y se observa ( si las restricciones son satisfechas) que:

$$h(x, \lambda) = f - \sum_{k=1}^s \lambda_k g_k \quad (10)$$

se procede a buscar un extremo para  $h$

$$\frac{\delta h}{\delta x_i} = 0 \quad (11)$$

Lo que es equivalente a

$$\frac{\delta f}{\delta x_i} = \sum_k^s \lambda_k \frac{\delta g_k}{\delta x_i} \quad (12)$$

Los multiplicadores desconocidos  $\lambda_k$  se determinan a partir de las ecuaciones con las restricciones y conjuntamente se obtiene un extremo para  $h$  que al mismo tiempo satisface las restricciones ( $g_k=0$ ), lo que implica que  $f$  ha sido optimizada (Cruz, Medina y Salazar, 2013: 115-116).

$$\min \frac{1}{2} \sigma_p^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^n W_i W_k \sigma_{ik} \quad (13)$$

Sujeto a:

$$\gamma_p = \sum_{i=0}^n W_i \gamma_i$$

$\sum_{i=0}^n W_i = 1$ , donde  $\gamma_p$  es una tasa de rendimiento arbitraria.

Como se ha indicado, el problema de optimización de Markowitz se puede resolver, entre otras, por la técnica de multiplicadores de Lagrange. Es necesario transformarlo en una nueva función resultante de la combinación lineal, entre la función objetivo y las restricciones originales del problema.

La función Lagrangiana (L) es:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n W_i W_k \sigma_{ik} + \lambda_1 [r_p \sum_{i=1}^n W_i r_i] + \lambda_2 [1 - \sum_{i=1}^n W_i] \quad (14)$$

Donde  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  corresponden a los multiplicadores de Lagrange, que miden el grado de sensibilidad del valor óptimo del problema por cambios en las restricciones. Tomando como base esta función se realizan las derivadas de primer orden como se muestra a continuación:

$$\frac{\delta L}{\delta W_1} = W_1 \sigma_{11} + W_2 \sigma_{12} + \dots + W_n \sigma_{1n} - \lambda r_1 - \lambda_2 = 0 \quad (15)$$

$$\frac{\delta L}{\delta W_2} = W_1 \sigma_{21} + W_2 \sigma_{22} + \dots + W_n \sigma_{2n} - \lambda r_2 - \lambda_2 = 0$$

$$\frac{\delta L}{\delta W_n} = W_n \sigma_{n1} + W_2 \sigma_{n2} + \dots + W_n \sigma_{nn} - \lambda r_n - \lambda_2 = 0$$

$$\frac{\delta L}{\delta \lambda_1} = W_1 r_1 + W_2 r_2 + \dots + W_n r_n - r_p = 0$$

$$\frac{\delta L}{\delta \lambda_2} = W_1 + W_2 + \dots + W_n - 1 = 0$$

El sistema anterior se expresa mediante una matriz de n+2 filas con n+2 columnas, lo que corresponde a la matriz de varianza covarianza, la cual contiene en su diagonal principal las varianzas entre las mismas acciones y en la parte inferior y superior de la misma, las covarianzas por pares. (Cruz, Medina y Salazar, 2013: 115-116)

## **2.10. VALOR EN RIESGO**

### **2.10.1. DEFINICIÓN**

VaR son las siglas de Valor en el Riesgo (Value at Risk) y fue desarrollada por la división RiskMetric de JP Morgan en 1994. El VaR es una manera de medir el riesgo de mercado de un activo o una cartera de activos financieros (García, 2006: 1).

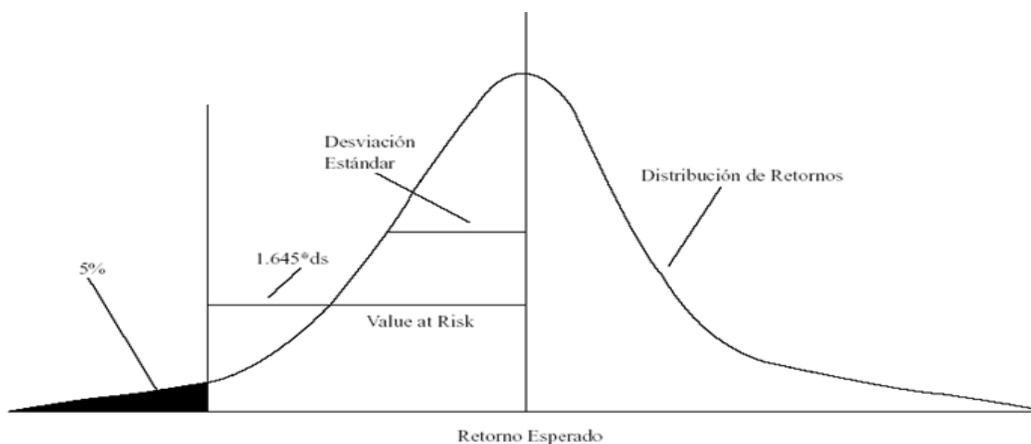
El VaR permite saber cuánto se requiere arriesgar, es decir, la máxima pérdida que podría tener un activo en un periodo según el nivel de confianza (Garcés y Gómez, 2007: 32).

Su medición tiene fundamentos estadísticos y el estándar de la industria es calcular el VaR con un nivel de significación de 5%. Esto significa que solamente el 5% de las veces, o 1 de 20 veces (es decir, una vez al mes con datos diarios, o una vez cada cinco meses con datos semanales), el retorno del portafolio caerá más de lo que señala el VaR.

Si se considera una serie de retornos históricos de un portafolio que posee un número n de activos, es factible visualizar la distribución de densidad de aquellos retornos mediante el análisis del histograma. Es común encontrar fluctuaciones de retornos alrededor de un valor medio que no necesariamente es cero (este concepto en estadística se denomina proceso con reversión a la media) y cuya

distribución se aproxima a una normal. Leves asimetrías son, a veces, percibidas en los retornos, pero desde un punto de vista práctico, es suficiente asumir simetría en la distribución. Una vez generada la distribución, debe calcularse aquel punto del dominio de la función de densidad que deja un 5% del área en su rango inferior. Este punto en el dominio de la distribución se denomina value at risk y se presenta en la figura 1.

**Figura 1. Value at Risk.**



Fuente: Johnson 2005:13

En la medida que deseamos un 5% como área de pérdida, se debe multiplicar la desviación estándar de la serie de retornos por 1.645. Es decir, si el retorno esperado para un portafolio es de 4% y la desviación estándar es de 2%, entonces el VaR (con un nivel de significancia de 5%) indicará que este portafolio podría sufrir una pérdida superior a  $1.645 \cdot 2 = 3.29\%$  en sus retornos esperados, pasando de 4% a 0.71% o menos, solamente el 5% de las veces (1 de 20 veces) (Johnson, 2005:45).

## **2.10.2. VaR DE UN PORTAFOLIO**

El VaR de un portafolio puede reconstruirse a partir de una combinación de los riesgos de los valores subyacentes. Defínase el rendimiento del portafolio del periodo t a la t+1 como:

$$R_{p,t+1} = \sum_{i=1}^N w_{i,t} R_{i,t+1}$$

Donde  $w_{i,t}$  son las ponderaciones respectivas de los activos previamente establecidas al inicio del periodo de acuerdo con los montos invertidos y deben sumar la unidad. De manera matricial tenemos:

$$R_p = \underline{w}' R$$

Donde  $\underline{w}$  es el vector de ponderaciones mientras que R es la matriz que contiene los rendimientos individuales de los activos. Haciendo extensión de las fórmulas para la estimación de la media y la varianza, tenemos que el rendimiento esperado se calcula de la siguiente manera:

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^N \omega_i \mu_j$$

También se puede calcular matricialmente como se muestra a continuación:

$$E(R_p) = \mu_p = \underline{\omega}' \underline{\mu}$$

Y la varianza se puede calcular así:

$$V(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

Donde  $\sigma_{ij}$  es la covarianza entre el activo i y el activo j. de igual forma que el valor esperado,  $V(R_p)$  también se puede calcular de manera matricial:

$$\sigma_p^2 = \underline{w}' \underline{\Sigma} \underline{w}$$

Donde  $\underline{\Sigma}$  es la matriz de varianzas-covarianzas de los activos y  $\underline{\mu}$  el vector de medias de los activos (Rivera, 2010:18-19).

### 2.10.3. MÉTODOS DEL CÁLCULO DEL VAR

Básicamente el VaR se puede calcular mediante dos metodologías:

### **2.10.3.1. METODOLOGÍA PARA DISTRIBUCIONES PARAMÉTRICAS**

En esta metodología, la cuantificación del VaR se simplifica cuando se considera una distribución normal. En este caso, el VaR puede derivarse directamente de la desviación estándar del portafolio, utilizando un factor multiplicativo que depende del nivel de confianza. Esta metodología implica la estimación de un parámetro; se deben conocer los parámetros para la distribución, se suponen rendimientos normalmente distribuidos, previsiones específicas de volatilidades y correlaciones, así como ciertos efectos de diversificación (Jorion, 2004:110-111).

#### **2.10.3.1.1. MÉTODO DELTA-NORMAL**

El Método Delta-Normal es el método más simple del cálculo de VaR. Este método consiste en asumir que los retornos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida de tal forma que si el retorno esperado para un portafolio de n activos se define como (Johnson, 2001: 233-234):

$$E[R_p] = \omega' \cdot E[r]$$

Y la varianza del portafolio se representa por:

$$\sigma_p^2 \equiv \omega' \cdot E[\Sigma] \cdot \omega$$

Donde:

$\omega$  = vector columna de ponderadores no negativos que suman uno

$\Sigma$  = matriz de varianzas y covarianzas para los retornos de n activos

El algoritmo para calcular el VaR, partiría definiendo la matriz de varianzas y covarianzas con la base histórica de retornos (se puede incluir alguna valoración

de desviaciones estándar por medio de las volatilidades implícitas de opciones). Una vez que se tiene la ponderación de los instrumentos, se procede a calcular el VaR para el portafolio especificado, considerando un nivel de significación establecido de, por ejemplo, un 5%, lo que implica un ajuste de la volatilidad de 1.645. El VaR del portafolio en porcentaje será

$$\text{VaR}_p \equiv 1.645 \cdot \sqrt{\omega' \cdot E[\Sigma] \cdot \omega \cdot \Delta t}$$

El cálculo del VaR va en relación con la frecuencia de la base de datos, lo que hace necesario el ajuste por el parámetro  $\Delta t$ . Si la frecuencia de la base de datos de retornos es diaria y se desea calcular el VaR para cinco días en adelante (una semana), entonces se debe multiplicar por 5 (Johnson, 2005:48).

#### 2.10.3.1.2. MÉTODO VARIANZA-COVARIANZA

El método de la Matriz de Varianza-Covarianza supone que los rendimientos del activo se distribuyen normalmente. Lo que implica que si se obtiene su rendimiento medio esperado y la desviación típica, se podrá representar dicha distribución.

Primero se analizarán sus datos y sus características, es decir si son leptocúrticas, platicúrticas o mesocúrticas. El cálculo según este método está basado en la obtención de los siguientes parámetros:

$$\text{VaR} = \phi * \sigma_p * \sqrt{T}$$

Donde  $\phi$  es el fractil con base al nivel de confianza determinado, T es el horizonte de tiempo y  $\sigma_p$  es la desviación estándar del portafolio, que se conduce como:

$$\sigma_p = \sqrt{W' \Omega W}$$

Siendo  $\Omega$  la matriz varianza-covarianzas de los rendimientos de los factores de riesgo y  $W$  el vector columna de ponderaciones; por lo tanto al remplazar en la ecuación anterior se obtiene:

$$VaR = \phi * \sqrt{W^T \Omega W} * \sqrt{T}$$

Remplazando la ecuación anterior por la expresión ampliada de sus matrices se presenta:

$$VaR = \phi * \sqrt{[w_1 w_2 \dots w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_n^2 & & \sigma_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}} * \sqrt{T}$$

Donde  $\sigma_{ij} = \rho_{ij} * \sigma_i * \sigma_j$  son las covarianzas de los retornos de los instrumentos y  $\sigma_i^2$  son las varianzas de los instrumentos (Cruz, 2012:45-46).

### 2.10.3.1.3. MODELO GARCH (1,1)

El modelo GARCH (Engle, 1982, y Bollerslev, 1986) tiene como propósito estimar la varianza no condicional de los rendimientos de los activos financieros. Estos modelos son procesos autorregresivos generalizados con heteroscedasticidad condicional, es decir que suponen que la varianza cambia a través del tiempo:

$$r_t = \mu_t + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 a_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-1}^2$$

Con:  $\varepsilon_t \approx IID[0,1]$  y  $\beta_1 + \beta_2 < 1$

La primera ecuación se usa para estimar los rendimientos, de la cual la media de los rendimientos puede estimarse como un ARMA  $(p,q)$ , la segunda muestra cómo

se comportan las perturbaciones, y la tercera ecuación sirve para modelar la varianza. La varianza se explica sólo por un valor rezagado de la varianza y un valor rezagado de los residuales. La distribución de los rendimientos es normal y el pronóstico de largo plazo incluye al valor de la varianza no condicional (Ramírez y Ramírez, 2007:184).

#### 2.10.3.1.4. MEAN GARCH

El modelo Mean GARCH (MGARCH) es similar a los procesos GARCH al estimar la varianza de los datos, sin embargo introduce un premio al riesgo en la estimación de los rendimientos. Para estimar los rendimientos puede tomarse la media como un ARMA (p,q):

$$r_t = \mu_t + c\sigma_t^2 + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 a_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-1}^2$$

Con  $\varepsilon_t \approx IID[0,1]$  (Ramírez y Ramírez, 2007:184-185).

#### 2.10.3.1.5. IGARCH

Es un caso particular del GARCH donde el pronóstico no converge al nivel de equilibrio de largo plazo, la distribución es normal, y bajo ciertas condiciones, el modelo es parecido al EWMA.

$$r_t = \mu_t + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 a_{t-1}^2 + (1 - \beta_1) \sigma_{t-1}^2$$

Con  $\varepsilon_t \approx IID[0,1]$

La varianza condicional es una función decreciente en forma geométrica. Los modelos IGARCH se calculan de forma similar que los GARCH (Ramírez y Ramírez, 2007:185).

### 2.10.3.1.6. EGARCH

La volatilidad se estima mediante un modelo logarítmico de tal forma que no se requiere que el valor de los coeficientes sea positivo. El modelo supone que la distribución de los errores es normal. Este modelo es similar a los AGARCH en donde se incorpora la asimetría en la volatilidad en condiciones a la baja o a la alza en los mercados.

$$r_t = \mu_t + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\ln(\sigma_t^2) = \beta_0 + \beta_3 \left| \frac{a_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \beta_4 \left| \frac{a_{t-k}}{\sigma_{t-k}} \right| + \beta_5 \ln(\sigma_{t-1}^2)$$

Con  $\varepsilon_t \approx IID[0,1]$  (Ramírez y Ramírez, 2007:185).

### 2.10.3.1.7. EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE

Si las ponderaciones decrecen exponencialmente conforme nos movemos hacia observaciones más lejanas en el pasado –en específico  $\alpha_i = \lambda \alpha_{i-1}$ , con  $\lambda$  una constante entre cero y uno, se tiene el modelo conocido como (EWMA):

$$\sigma_t^2 = \lambda \alpha_{t-1}^2 + (1 - \lambda) \sigma_{t-1}^2$$

Esta fórmula puede interpretarse en el sentido de que el valor estimado para la varianza en la fecha t, se puede calcular usando la información de la varianza en la fecha t-1 y el rendimiento obtenido en la fecha t.

Este modelo permite darle seguimiento a los cambios en la volatilidad del factor de mercado. El parámetro  $\lambda$  da la sensibilidad de respuesta del estimado de la volatilidad diaria a la nueva información disponible, es decir determina el grado de

reacción de la volatilidad a los eventos de mercado; mientras que el coeficiente de la varianza del tiempo anterior  $(1-\lambda)$  determina la persistencia en volatilidad. Un alto valor  $\lambda$  (cercano a uno) produce estimados que responden rápidamente a la nueva información de los cambios relativos del factor, en cambio cuando  $\lambda$  es cercana a cero produce estimados de volatilidad que responden lentamente a la nueva información (Ramírez y Ramírez, 2007:186-187).

### **2.10.3.2. METODOLOGÍA PARA DISTRIBUCIONES GENERALES O NO PARAMÉTRICAS**

En esta metodología, se observa cómo cambia el valor del portafolio teniendo los datos históricos sobre los rendimientos, obteniendo una cifra representativa del VaR, expresada en unidades monetarias, que señala la mayor pérdida de la cartera para un período dado y a un nivel de confianza elegido (Martínez-Barbeito, 2003:2).

#### **2.10.3.2.1. MÉTODO DE SIMULACIÓN HISTÓRICA**

La simulación histórica es un ejercicio que examina los posibles valores de una cartera de activos financieros y sus correspondientes pérdidas y ganancias respecto a su valor actual, suponiendo que se pueden repetir escenarios que ya se han observado en algún momento anterior. Consiste en valorar los activos de un portafolio de instrumentos, en los escenarios de factores de riesgo históricamente observados en un cierto periodo de tiempo (Cruz, 2012:37).

El Método de Simulación Histórica consiste en aplicar el vector de moderadores de inversión vigentes a una serie representativa de retornos históricos, a fin de generar una secuencia de valores de portafolio que pueden ser representados estadísticamente por un histograma, y de este modo, con dicha secuencia de valoración histórica se define una distribución de probabilidades para calcular el VaR.

La secuencia de retornos se obtiene de multiplicar los ponderadores actuales, representados por vector columna  $\omega$  con los retornos históricos de cada momento:

$$R_{\tau} = \omega' \cdot R_{i\tau}$$

Luego cada uno de estos retornos se utiliza para determinar el valor del portafolio durante el siguiente período, de manera que si consideramos 90 días hacia atrás, entonces tendremos 90 valoraciones de portafolio. Sacando la desviación estándar de las distintas valoraciones del portafolio ( $\sigma_H$ ) podemos hacer el cálculo del VaR mediante la fórmula estándar  $VaR_H = -\alpha \cdot \sigma_H \cdot \sqrt{\Delta t} \cdot W$ , para un nivel de significación del 5% ( $\alpha = 1.645$ ). La metodología de la simulación histórica es equivalente analíticamente al método delta-normal, a menos que la matriz de varianzas y covarianzas sea alimentada de información proveniente de opciones, donde en cuyo caso se reemplazaría la volatilidad histórica por la volatilidad implícita en las opciones (Johnson, 2000:15).

#### **2.10.3.2.2. MÉTODO DE PRUEBAS DE ESTRÉS**

El Método de Pruebas de Estrés o Stress-Testing incrementa la ponderación de los eventos extremos negativos en la secuencia de la valoración del portafolio. Mediante la recreación de escenarios adversos históricos o la generación de eventos negativos, este método cuantifica los cambios probables en los valores del portafolio.

Este método examina el efecto de grandes movimientos simulados en variables financieras clave sobre el portafolio. Se basa en escenarios de interés específico para determinar posibles cambios en el valor del portafolio (Jorion, 2004:220-223).

#### **2.10.3.2.3. MÉTODO MONTE CARLO ESTRUCTURADO**

El Método Monte Carlo Estructurado cubre un extenso rango de posibles valores en las variables financieras y consideran completamente las correlaciones.

Este método consta de dos pasos:

- a. El administrador del riesgo especifica un proceso estocástico para variables financieras, y especifica también los parámetros del proceso. El riesgo y las correlaciones pueden derivarse de datos históricos o implícitos.
- b. Se simulan senderos de precios ficticios para todas las variables de interés. En cada horizonte considerado (desde un día a meses), el portafolio es valuado a mercado utilizando una valuación completa, compilando así una distribución de rendimientos y así obtener el VaR (Jorion, 2004:223-225).

Una de las principales cuestiones a resolver al momento de definir un modelo de simulación es la distribución de probabilidad y los parámetros de las variables aleatorias del mismo. Para hacerlo se utiliza la herramienta “batch fit” de Crystal Ball, que prueba el ajuste de los datos a diversas distribuciones de probabilidad continuas conocidas, obteniendo como resultado el estimador ji-cuadrado de dicha prueba de ajuste. Se realizan dos modelos de simulación, uno de ellos se lleva adelante con las distribuciones de probabilidad mejor ajustadas para cada una de las variables aleatorias del modelo, y el otro se realiza suponiendo que los procesos aleatorios siguen una distribución normal con la media y el desvío de la serie de datos histórica. Para obtener el retorno diario de las acciones en cada uno de los escenarios se suma el valor simulado de cada variable, ponderado por el coeficiente obtenido en el modelo de regresión elegido. Luego se corre la simulación utilizando la herramienta Crystal Ball generando 30 corridas de 100 escenarios cada una, con un 95% de confianza. Por último se promedian los 30 valores en riesgo obtenidos de la simulación para obtener el VAR a un día con una confianza del 95% (Coccia, Milanesi, Pesce, 2013:40).

## **CAPÍTULO III: APLICACIÓN PRÁCTICA DEL VAR EN UN PORTAFOLIO ÓPTIMO Y ALEATORIO**

En este capítulo se dará a conocer los resultados finales de la aplicación de los métodos paramétricos: Delta-normal y varianza-covarianza, donde se demostrara el valor en riesgo y el rendimiento de los portafolios.

### **3.1. ELECCIÓN DE LA MUESTRA**

La elección para evaluar las posibles opciones de inversión en este portafolio fue un análisis comparativo previo entre los rendimientos y los riesgos que generan las empresas que cotizan para el principal índice de la BMV. Se consideraron diez de las treinta y cinco emisoras; cabe aclarar que estas cotizan para diferentes sectores del IPC, en busca de su diversificación, se identificaron estas como una muestra de las empresas más sobresalientes en un período de 12 meses, aquellas de mayor bursatilidad y que se mueven más rápido que el mercado al cual pertenecen.

La elección para el portafolio óptimo estará dada por la teoría de Markowitz la cual menciona que la optimización de portafolios consiste en minimizar el riesgo esperado y aumentar al máximo el rendimiento esperado. Mientras que en el portafolio aleatorio se tomara en cuenta las empresas con mejor renombre, puesto que son las de mayor popularidad, y esto hace que la gente que no tiene amplio conocimiento de la Bolsa Mexicana de Valores tome ese tipo de decisiones.

Al realizar la selección, algunas empresas recortaron sus precios históricos o algunas en su caso Pe&oles que no pudieron mostrar su precios, lo cual se tuvo que tomar el rango de 331 días para poder manejar de manera óptima la información del rendimiento y el VaR.

Como se había mencionado anteriormente los métodos utilizados para medir el VaR y medir el rendimiento son los paramétricos lo que implica la estimación de un parámetro; se deben conocer los parámetros para la distribución, se suponen rendimientos normalmente distribuidos, previsiones específicas de volatilidades y

correlaciones, así como ciertos efectos de diversificación. (Jorion, 2004:110-111), estos métodos son: la metodología varianza-covarianza la cual nos mostrara un VaR y rendimiento total de un portafolio de inversión, mientras que el método delta-normal mostrara un VaR y un rendimiento de cada acción.

### 3.2. ESTRUCTURA DEL PORTAFOLIO

Para la estructuración del portafolio fue necesario obtener los precios históricos de cada acción que se encuentra dentro del IPC las cuales son 35 acciones, con esta información se obtuvo el rendimiento por día y se realizó su promedio diario, además de que se obtuvo el VaR y la pérdida mayor a un año con un nivel de confianza del 95%. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 1. Acciones que cotizan dentro del IPC, con rendimiento promedio diario, VaR 95% y Perdida mayor a un año.**

CLAVE DE EMISORA	RAZÓN SOCIAL	VaR 95%	R. promedio diario	Perdida Mayor a un año
1	ALFA, S.A.B. DE C.V.	-3.65%	-0.0596%	-66.49%
2	ALSEA, S.A.B. DE C.V.	-3.63%	-0.1862%	-66.05%
3	INOVA, S.A.B. DE C.V.	-3.54%	-0.1596%	-64.40%
4	BIMBO, S.A.B. DE C.V.	-3.43%	-0.0219%	-62.48%
5	GFNBUR, S.A.B. DE C.V.	-3.41%	0.0269%	-62.03%
6	KIMBER, S.A.B. DE C.V.	-3.37%	-0.0456%	-61.24%
7	ICA, S.A.B. DE C.V.	-3.35%	0.1151%	-60.89%
8	GRUMA, S.A.B. DE C.V.	-3.35%	-0.3117%	-60.88%
9	ICH, S.A.B. DE C.V.	-3.33%	0.0972%	-60.63%
10	OHLMEX, S.A.B. DE C.V.	-3.28%	-0.0523%	-59.73%
11	LAB, S.A.B. DE C.V.	-3.19%	-0.0559%	-58.02%
12	GFNORTE, S.A.B. DE C.V.	-3.16%	-0.0137%	-57.51%
13	SANMEX, S.A.B. DE C.V.	-3.16%	0.0796%	-57.48%
14	BOLSA, S.A.B. DE C.V.	-3.14%	0.0652%	-57.20%
15	CEMEX, S.A.B. DE C.V.	-3.02%	-0.0538%	-55.03%
16	GMEIXICO, S.A.B. DE C.V.	-3.01%	0.0283%	-54.68%
17	GFREGIO, S.A.B. DE C.V.	-3.00%	-0.0820%	-54.64%
18	COMERCI, S.A.B. DE C.V.	-3.00%	-0.0538%	-54.59%
19	CHDRAUI, S.A.B. DE C.V.	-2.92%	0.0217%	-53.17%
20	GAP, S.A.B. DE C.V.	-2.89%	-0.0072%	-51.46%
21	ELEKTRA, S.A.B. DE C.V.	-2.89%	0.1016%	-52.54%
22	PINFRA, S.A.B. DE C.V.	-2.79%	-0.2232%	-50.82%
23	MEXCHEM, S.A.B. DE C.V.	-2.78%	0.1266%	-50.63%
24	LIVERPOL, S.A.B. DE C.V.	-2.75%	-0.0134%	-50.12%
25	ALPEK, S.A.B. DE C.V.	-2.69%	0.1154%	-48.95%
26	ASUR, S.A.B. DE C.V.	-2.59%	-0.0278%	-47.03%
27	KOF, S.A.B. DE C.V.	-2.42%	0.1021%	-43.97%
28	TLEVISIA, S.A.B. DE C.V.	-2.41%	-0.0734%	-43.84%
29	AMX, S.A.B. DE C.V.	-2.40%	0.0248%	-43.74%
30	FEMSA, S.A.B. DE C.V.	-2.29%	0.0190%	-41.74%
31	AC, S.A.B. DE C.V.	-2.06%	0.0687%	-37.45%
32	WALMEX, S.A.B. DE C.V.	-1.99%	0.0887%	-36.23%
33	GSA NBOR, S.A.B. DE C.V.	-1.28%	0.0378%	-23.22%
34	GENTERA, S.A.B. DE C.V.	0%	-0.0950%	0%
35	PE&OLES, S.A.B. DE C.V.	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo Finanzas.

### 3.2.1. PORTAFOLIO ÓPTIMO

Para la elaboración del portafolio de inversión óptimo se siguieron los siguientes pasos:

- Se utilizaron los precios de las acciones monitoreadas por un período de 16 meses de enero de 2013 a Abril 2014, además de que se utilizaron formulas estadísticas para calcular el rendimiento y riesgo para obtener los resultados de los cálculos individuales de las acciones.
- De las 35 acciones que cotizan dentro del IPC, solo se escogieron diez acciones las cuales tuvieran mejor rendimiento y el menor riesgo.
- En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos con un VaR 95%, y la pérdida mayor a un año, además del rendimiento promedio diario, esto para tener en cuenta el riesgo de las acciones.

**Tabla 2. Acciones óptimas con mejor rendimiento y menor riesgo dentro del IPC.**

	CLAVE DE EMISORA	RAZÓN SOCIAL	VaR 95%	R. promedio diario	Perdida Mayor a un año
1	CHDRAUI	GRUPO COMERCIAL CHEDRAUI, S.A.B. DE C.V.	-2.92%	0.0217%	-53.17%
2	ELEKTRA	GRUPO ELEKTRA, S.A.B. DE C.V.	-2.89%	0.1016%	-52.54%
3	MEXCHEM	MEXICHEM, S.A.B. DE C.V.	-2.78%	0.1266%	-50.63%
4	ALPEK	ALPEK, S.A.B. DE C.V.	-2.69%	0.1154%	-48.95%
5	KOF	COCA-COLA FEMSA, S.A.B. DE C.V.	-2.42%	0.1021%	-43.97%
6	AMX	AMERICA MOVIL, S.A.B. DE C.V.	-2.40%	0.0248%	-43.74%
7	FEMSA	FOMENTO ECONÓMICO MEXICANO, S.A.B. DE C.V.	-2.29%	0.0190%	-41.74%
8	AC	ARCA CONTINENTAL, S.A.B. DE C.V.	-2.06%	0.0687%	-37.45%
9	WALMEX	WAL - MART DE MEXICO, S.A.B. DE C.V.	-1.99%	0.0887%	-36.23%
10	GSANBOR	GRUPO SANBORNS, S.A.B. DE C.V.	-1.28%	0.0378%	-23.22%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

Al establecer las diez acciones con las que se va a trabajar el portafolio de inversión óptimo, podemos darles una ponderación con la cual nos pueda dar un

mejor rendimiento, nuestra inversión con la cual vamos a trabajar son \$10,000,000.00 de pesos.

### 3.2.2. PORTAFOLIO ALEATORIO

Para la elaboración del portafolio de inversión aleatorio se siguieron los siguientes pasos:

- El procedimiento realizado fue el mismo que para el portafolio óptimo.
- De las 35 acciones que cotizan dentro del IPC, se escogieron diez acciones las cuales tuvieran un mejor renombre o sean más conocidas.
- En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos con un VaR 95% , y la pérdida mayor a un año, esto para tener en cuenta el riesgo de las acciones.

**Tabla 3. Acciones aleatorias con mejor renombre dentro del IPC.**

	CLAVE DE EMISORA	RAZÓN SOCIAL	VaR 95%	R. promedio diario	Perdida Mayor a un año
1	BIMBO	GRUPO BIMBO, S.A.B. DE C.V.	-3.43%	-0.0219%	-62.48%
2	GFNORTE	GRUPO FINANCIERO BANORTE, S.A.B DE C.V.	-3.16%	-0.0137%	-57.51%
3	SANMEX	GRUPO FINANCIERO SANTANDER MEXICO, S.A.B. DE C.V.	-3.16%	0.0796%	-57.48%
4	CEMEX	CEMEX, S.A.B. DE C.V.	-3.02%	-0.0538%	-55.03%
5	COMERCI	CONTROLADORA COMERCIAL MEXICANA, S.A.B. DE C.V.	-3.00%	-0.0538%	-54.59%
6	ELEKTRA	GRUPO ELEKTRA, S.A.B. DE C.V.	-2.89%	0.1016%	-52.54%
7	LIVEPOL	EL PUERTO DE LIVERPOOL, S.A.B. DE C.V.	-2.75%	-0.0134%	-50.12%
8	KOF	COCA-COLA FEMSA, S.A.B. DE C.V.	-2.42%	0.1021%	-43.97%
9	TLEVISA	GRUPO TELEVISA, S.A.B.	-2.41%	-0.0734%	-43.84%
10	FEMSA	FOMENTO ECONÓMICO MEXICANO, S.A.B. DE C.V.	-2.29%	0.0190%	-41.74%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

Al establecer las diez acciones con las que se va a trabajar el portafolio de inversión aleatorio, podemos darles una ponderación con la cual nos pueda dar un

mejor rendimiento, nuestra inversión con la cual vamos a trabajar son \$10,000,000.00 de pesos.

### 3.3. OBTENCIÓN DEL RENDIMIENTO Y DEL VaR

#### 3.3.1. PORTAFOLIO ÓPTIMO

El rendimiento y el VaR se obtuvieron de la siguiente manera:

- I. Se obtuvieron los precios de cierre de las 10 acciones, para poder encontrar el rendimiento promedio de cada una de ellas (observar tabla 2), de esta manera también pudimos realizar el cálculo de la varianza de cada acción, así como su desviación estándar.

**Tabla 4. Varianza y desviación estándar del portafolio óptimo.**

VARIANZA	DESVEST
-0.029227498	0.017579754
-0.028878724	0.020100088
-0.027831445	0.017378256
-0.026917682	0.017434217
-0.024170837	0.015752638
-0.02404115	0.016117627
-0.022941081	0.014200284
-0.020586601	0.013304435
-0.019915629	0.013663298
-0.012763815	0.008332925

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

- II. Se realizaron las matrices de correlación y de varianza-covarianza, utilizando los rendimientos de las 10 acciones en las cuales se está trabajando, observar siguientes tablas.

**Tabla 5. Matriz de correlación.**

	CHDRAUI	ELEKTRA	MEXCHEM	ALPEK	KOF	AMX	FEMSA	AC	WALMEX	GSANBOR
CHDRAUI	1	0.09890891	0.20423382	0.12875626	0.23791078	0.23136438	0.08595164	0.29314126	0.34561057	0.05352278
ELEKTRA	0.09890891	1	0.13066954	0.12542349	0.1499952	0.15138052	0.00397632	0.29692357	0.22115905	0.07190485
MEXCHEM	0.20423382	0.13066954	1	0.27561633	0.31862675	0.12967899	0.08705832	0.28633128	0.29563452	0.10823997
ALPEK	0.12875626	0.12542349	0.27561633	1	0.20455853	0.1938131	0.06217452	0.09559623	0.16543102	0.17657937
KOF	0.23791078	0.1499952	0.31862675	0.20455853	1	0.18158812	0.22397539	0.35855363	0.27002831	0.06919139
AMX	0.23136438	0.15138052	0.12967899	0.1938131	0.18158812	1	0.01476504	0.17195401	0.26659349	0.05186325
FEMSA	0.08595164	0.00397632	0.08705832	0.06217452	0.22397539	0.01476504	1	0.1122067	0.06550439	0.06209484
AC	0.29314126	0.29692357	0.28633128	0.09559623	0.35855363	0.17195401	0.1122067	1	0.35833833	0.11458691
WALMEX	0.34561057	0.22115905	0.29563452	0.16543102	0.27002831	0.26659349	0.06550439	0.35833833	1	0.10517401
GSANBOR	0.05352278	0.07190485	0.10823997	0.17657937	0.06919139	0.05186325	0.06209484	0.11458691	0.10517401	1

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

**Tabla 6. Matriz varianza-covarianza.**

	CHDRAUI	ELEKTRA	MEXCHEM	ALPEK	KOF	AMX	FEMSA	AC	WALMEX	GSANBOR
CHDRAUI	0.00030811	3.4844E-05	6.2205E-05	3.9343E-05	6.5684E-05	6.5357E-05	2.1392E-05	6.8355E-05	8.2763E-05	7.8168E-06
ELEKTRA	3.4844E-05	0.00040279	4.5505E-05	4.3819E-05	4.7349E-05	4.8893E-05	1.1315E-06	7.9163E-05	6.0554E-05	1.2007E-05
MEXCHEM	6.2205E-05	4.5505E-05	0.00030109	8.3252E-05	8.6961E-05	3.6213E-05	2.1419E-05	6.6001E-05	6.9984E-05	1.5627E-05
ALPEK	3.9343E-05	4.3819E-05	8.3252E-05	0.00030303	5.6009E-05	5.4296E-05	1.5346E-05	2.2107E-05	3.9288E-05	2.5575E-05
KOF	6.5684E-05	4.7349E-05	8.6961E-05	5.6009E-05	0.00024739	4.5965E-05	4.995E-05	7.4918E-05	5.7943E-05	9.0549E-06
AMX	6.5357E-05	4.8893E-05	3.6213E-05	5.4296E-05	4.5965E-05	0.00025899	3.3691E-06	3.6761E-05	5.8531E-05	6.9445E-06
FEMSA	2.1392E-05	1.1315E-06	2.1419E-05	1.5346E-05	4.995E-05	3.3691E-06	0.00020104	2.1135E-05	1.2671E-05	7.3254E-06
AC	6.8355E-05	7.9163E-05	6.6001E-05	2.2107E-05	7.4918E-05	3.6761E-05	2.1135E-05	0.00017647	6.4942E-05	1.2665E-05
WALMEX	8.2763E-05	6.0554E-05	6.9984E-05	3.9288E-05	5.7943E-05	5.8531E-05	1.2671E-05	6.4942E-05	0.00018612	1.1938E-05
GSANBOR	7.8168E-06	1.2007E-05	1.5627E-05	2.5575E-05	9.0549E-06	6.9445E-06	7.3254E-06	1.2665E-05	1.1938E-05	6.9227E-05

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

- III. Después, se dio una ponderación de 10% a cada acción para poder obtener el 100%, puesto que quisimos diversificar la inversión ficticia de \$10,000,00.00 de pesos (observación: anteriormente se había mencionado que se seguiría la teoría de Markowitz, pero al realizar el ejercicio nos encontramos con que las ponderaciones para cada acción son diferentes y además algunas nos muestran una ponderación de 0%, lo que en este método es correcto puesto que se trata de reducir el riesgo y aumentar el rendimiento pero al utilizar las ponderaciones de propuestas por el método de Markowitz no podríamos comparar el VaR para ambos portafolios, así que para caso de este ejercicio utilizaremos una ponderación de 10% como se mencionó anteriormente)

**Tabla 7. Ponderaciones para cada acción.**

<b>CHDRAUI</b>	10%
<b>ELEKTRA</b>	10%
<b>MEXCHEM</b>	10%
<b>ALPEK</b>	10%
<b>KOF</b>	10%
<b>AMX</b>	10%
<b>FEMSA</b>	10%
<b>AC</b>	10%
<b>WALMEX</b>	10%
<b>GSANBOR</b>	10%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

- IV. De esta manera obtendremos el rendimiento del portafolio y el VaR diario, mensual y anual, utilizando el método varianza-covarianza.

**Tabla 8. Rendimiento y VaR.**

	<b>DIARIO</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
<b>VaR PORCENTUAL</b>	-1.01%	-4.52%	-15.67%	0.0706%
<b>VaR DINERO</b>	-\$ 101,128.80	-\$ 452,261.75	-\$ 1,566,680.67	

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

La tabla anterior nos indica que el portafolio de inversión óptimo obtuvo un rendimiento del 0.0706%, esto significa que por cada \$10,000,000.<sup>00</sup> obtendremos una ganancia de \$7,060.<sup>00</sup> y en la parte inferior encontramos el valor en riesgo (VaR), observamos que nuestra perdida diaria seria del 1.01%, la perdida mensual del 4.52% y la pérdida anual del 15.67% lo que en términos monetarios nos india una pérdida de \$101,128.<sup>80</sup>, \$452,261.<sup>75</sup>, \$1,566,680.<sup>67</sup> pesos por cada \$10,000,000.<sup>00</sup>

V. Después utilizaremos el método delta-normal.

**Tabla 9 Método Delta-normal.**

	PERDIDA DIARIA				
	wi	wi(\$)	volatilida diaria	VaR 95%	% Contribución
CHDRAUI	10%	\$ 1,000,000.00	0.017579754	\$ 28,916.12	11.43%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.020100088	\$ 33,061.70	13.06%
MEXCHEM	10%	\$ 1,000,000.00	0.017378256	\$ 28,584.69	11.29%
ALPEK	10%	\$ 1,000,000.00	0.017434217	\$ 28,676.73	11.33%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.015752638	\$ 25,910.78	10.24%
AMX	10%	\$ 1,000,000.00	0.016117627	\$ 26,511.14	10.48%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.014200284	\$ 23,357.39	9.23%
AC	10%	\$ 1,000,000.00	0.013304435	\$ 21,883.85	8.65%
WALMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.013663298	\$ 22,474.12	8.88%
GSANBOR	10%	\$ 1,000,000.00	0.008332925	\$ 13,706.44	5.42%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 253,082.97	100.00%

	PERDIDA MENSUAL				
	wi	wi(\$)	volatilida diaria	VaR 95%	% Contribución
CHDRAUI	10%	\$ 1,000,000.00	0.07861905	\$ 129,316.83	11.43%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.089890325	\$ 147,856.43	13.06%
MEXCHEM	10%	\$ 1,000,000.00	0.077717922	\$ 127,834.61	11.29%
ALPEK	10%	\$ 1,000,000.00	0.077968188	\$ 128,246.26	11.33%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.070447938	\$ 115,876.55	10.24%
AMX	10%	\$ 1,000,000.00	0.07208022	\$ 118,561.41	10.48%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.063505601	\$ 104,457.42	9.23%
AC	10%	\$ 1,000,000.00	0.059499243	\$ 97,867.55	8.65%
WALMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.061104124	\$ 100,507.34	8.88%
GSANBOR	10%	\$ 1,000,000.00	0.037265972	\$ 61,297.07	5.42%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 1,131,821.45	100.00%

	PERDIDA ANUAL				
	wi	wi(\$)	volatilida diaria	VaR 95%	% Contribución
CHDRAUI	10%	\$ 1,000,000.00	0.272344378	\$ 447,966.64	11.43%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.31138922	\$ 512,189.69	13.06%
MEXCHEM	10%	\$ 1,000,000.00	0.269222781	\$ 442,832.07	11.29%
ALPEK	10%	\$ 1,000,000.00	0.270089727	\$ 444,258.07	11.33%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.244038816	\$ 401,408.13	10.24%
AMX	10%	\$ 1,000,000.00	0.249693206	\$ 410,708.78	10.48%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.219989855	\$ 361,851.11	9.23%
AC	10%	\$ 1,000,000.00	0.206111423	\$ 339,023.12	8.65%
WALMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.211670896	\$ 348,167.64	8.88%
GSANBOR	10%	\$ 1,000,000.00	0.129093115	\$ 212,339.28	5.42%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 3,920,744.52	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

Al realizar el método de Delta-Normal obtuvimos los rendimientos diarios, mensuales y anuales de cada una de las acciones que se encuentran dentro del portafolio de inversión óptimo y observamos además de todo, el valor en riesgo (VaR) que de igual manera se encuentra dado por día, mes y año. Dentro del método nos damos cuenta que el nivel de confianza esta dado al 95%, esto para satisfacer de mejor manera los resultados que se obtienen. Por lo que por cada \$10,000,000.<sup>00</sup> nuestra perdida diaria será de \$253,082.<sup>87</sup>, perdida mensual de \$1,131,821.<sup>45</sup> y la pérdida anual será de \$3,920,744.<sup>52</sup>.

### 3.3.2. PORTAFOLIO ALEATORIO

El rendimiento y el VaR se obtuvieron de la siguiente manera:

- I. Se obtuvieron los precios de cierre de las 10 acciones, para poder encontrar el rendimiento promedio de cada una de ellas (observar tabla 3), las acciones seleccionadas fueron elegidas aleatoriamente dentro de la BMV y el exterior, de esta manera también pudimos realizar el cálculo de la varianza de cada acción así como su desviación estándar.

**Tabla 10. Varianza y desviación estándar del portafolio aleatorio.**

VARIANZA	DESVEST
-0.03434301	0.01905646
-0.03161104	0.01843979
-0.03159239	0.02140907
-0.0302484	0.01665659
-0.03000663	0.01624608
-0.02887872	0.02010009
-0.02754723	0.01656277
-0.02417084	0.01575264
-0.02409753	0.01476036
-0.02294108	0.01420028

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

- II. Se realizaron las matrices de correlación y de varianza-covarianza, utilizando los rendimientos de las 10 acciones en las cuales se ésta trabajando, observar siguientes tablas.

**Tabla 11. Matriz de correlación.**

	BIMBO	GFNORTE	SANMEX	CEMEX	COMERCI	ELEKTRA	LIVEPOL	KOF	TLEVISA	FEMSA
BIMBO	1	0.39609622	0.33627537	0.0484479	0.25078778	0.24214616	0.38690774	0.28849496	0.14443763	0.08934017
GFNORTE	0.39609622	1	0.42967343	-0.00917185	0.24827271	0.1818506	0.32694908	0.25628745	0.04848166	0.09027866
SANMEX	0.33627537	0.42967343	1	0.07490057	0.1979462	0.24321116	0.24554474	0.23131948	0.03497658	0.11908076
CEMEX	0.0484479	-0.00917185	0.07490057	1	0.03197034	0.06231049	0.13284028	0.05081734	0.25766333	0.14689058
COMERCI	0.25078778	0.24827271	0.1979462	0.03197034	1	0.12591539	0.22618213	0.26004397	0.07051848	0.03430876
ELEKTRA	0.24214616	0.1818506	0.24321116	0.06231049	0.12591539	1	0.27356694	0.1499952	0.02095836	0.00397632
LIVEPOL	0.38690774	0.32694908	0.24554474	0.13284028	0.22618213	0.27356694	1	0.34590618	0.08068677	0.12800624
KOF	0.28849496	0.25628745	0.23131948	0.05081734	0.26004397	0.1499952	0.34590618	1	0.10788576	0.22397539
TLEVISA	0.14443763	0.04848166	0.03497658	0.25766333	0.07051848	0.02095836	0.08068677	0.10788576	1	0.23584632
FEMSA	0.08934017	0.09027866	0.11908076	0.14689058	0.03430876	0.00397632	0.12800624	0.22397539	0.23584632	1

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

**Tabla 12. Matriz varianza-covarianza.**

	BIMBO	GFNORTE	SANMEX	CEMEX	COMERCI	ELEKTRA	LIVEPOL	KOF	TLEVISA	FEMSA
BIMBO	0.00036205	0.000138765	0.00013678	1.53315E-05	7.7407E-05	9.247E-05	0.00012175	8.6341E-05	4.0504E-05	2.4103E-05
GFNORTE	0.00013877	0.000338996	0.00016911	-2.80854E-06	7.4151E-05	6.7197E-05	9.9552E-05	7.422E-05	1.3156E-05	2.3568E-05
SANMEX	0.00013678	0.000169112	0.00045696	2.66288E-05	6.864E-05	0.00010434	8.6805E-05	7.7776E-05	1.1019E-05	3.6093E-05
CEMEX	1.5332E-05	-2.80854E-06	2.6629E-05	0.000276601	8.6251E-06	2.0798E-05	3.6537E-05	1.3293E-05	6.3156E-05	3.4638E-05
COMERCI	7.7407E-05	7.41508E-05	6.864E-05	8.62509E-06	0.00026314	4.0993E-05	6.0677E-05	6.6348E-05	1.6859E-05	7.891E-06
ELEKTRA	9.247E-05	6.71971E-05	0.00010434	2.07983E-05	4.0993E-05	0.00040279	9.0798E-05	4.7349E-05	6.1992E-06	1.1315E-06
LIVEPOL	0.00012175	9.95523E-05	8.6805E-05	3.65368E-05	6.0677E-05	9.0798E-05	0.00027349	8.9976E-05	1.9666E-05	3.0015E-05
KOF	8.6341E-05	7.42196E-05	7.7776E-05	1.32933E-05	6.6348E-05	4.7349E-05	8.9976E-05	0.00024739	2.5009E-05	4.995E-05
TLEVISA	4.0504E-05	1.31557E-05	1.1019E-05	6.31564E-05	1.6859E-05	6.1992E-06	1.9666E-05	2.5009E-05	0.00021721	4.9284E-05
FEMSA	2.4103E-05	2.35679E-05	3.6093E-05	3.46385E-05	7.891E-06	1.1315E-06	3.0015E-05	4.995E-05	4.9284E-05	0.00020104

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

- III. Después, se dio una ponderación de 10% a cada acción para poder obtener el 100%, puesto que quisimos diversificar la inversión ficticia de \$10,000,00.00 de pesos.

**Tabla 13. Ponderación para cada acción.**

<b>BIMBO</b>	10%
<b>GFNORTE</b>	10%
<b>SANMEX</b>	10%
<b>CEMEX</b>	10%
<b>COMERCI</b>	10%
<b>ELEKTRA</b>	10%
<b>LIVEPOL</b>	10%
<b>KOF</b>	10%
<b>TLEVISA</b>	10%
<b>FEMSA</b>	10%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

IV. De esta manera obtendremos el rendimiento del portafolio y el VaR diario, mensual y anual, utilizando método varianza-covarianza.

**Tabla 14. Rendimiento y VaR.**

	DIARIO	MENSUAL	ANUAL	RENDIMIENTO
VaR PORCENTUAL	-1.22%	-5.44%	-18.86%	0.0033%
VaR DINERO	-\$ 121,746.48	-\$ 544,466.80	-\$ 1,886,088.31	

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

La tabla anterior nos indica que el portafolio de inversión óptimo obtuvo un rendimiento del 0.0033%, esto significa que por cada \$10,000,000.<sup>00</sup> obtendremos una ganancia de \$330.<sup>00</sup> y en la parte inferior encontramos el valor en riesgo (VaR), observamos que nuestra perdida diaria seria del 1.22%, la perdida mensual del 5.44% y la pérdida anual del 18,86% lo que en términos monetarios nos india una pérdida de \$121,746.<sup>48</sup>, \$544,466.<sup>80</sup>, \$1,886,088.<sup>31</sup> pesos por cada \$10,000,000.<sup>00</sup>

V. Después utilizaremos el método delta-normal.

**Tabla 15. Método Delta-normal.**

	wi	wi(\$)	PERDIDA DIARIA		% Contribución
			volatilida diaria	VaR 95%	
BIMBO	10%	\$ 1,000,000.00	0.019056459	\$ 31,345.09	11.00%
GFNORTE	10%	\$ 1,000,000.00	0.018439794	\$ 30,330.76	10.65%
SANMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.021409074	\$ 35,214.79	12.36%
CEMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.016656585	\$ 27,397.64	9.62%
COMERCI	10%	\$ 1,000,000.00	0.016246078	\$ 26,722.42	9.38%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.020100088	\$ 33,061.70	11.61%
LIVEPOL	10%	\$ 1,000,000.00	0.016562772	\$ 27,243.34	9.56%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.015752638	\$ 25,910.78	9.10%
TLEVISA	10%	\$ 1,000,000.00	0.014760365	\$ 24,278.64	8.52%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.014200284	\$ 23,357.39	8.20%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 284,862.56	100.00%

	PERDIDA MENSUAL				
	wi	wi(\$)	volatilida diaria	VaR 95%	% Contribución
BIMBO	10%	\$ 1,000,000.00	0.085223075	\$ 140,179.48	11.00%
GFNORTE	10%	\$ 1,000,000.00	0.082465266	\$ 135,643.29	10.65%
SANMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.095744289	\$ 157,485.34	12.36%
CEMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.074490513	\$ 122,525.99	9.62%
COMERCI	10%	\$ 1,000,000.00	0.072654672	\$ 119,506.30	9.38%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.089890325	\$ 147,856.43	11.61%
LIVEPOL	10%	\$ 1,000,000.00	0.074070967	\$ 121,835.90	9.56%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.070447938	\$ 115,876.55	9.10%
TLEVISA	10%	\$ 1,000,000.00	0.066010359	\$ 108,577.38	8.52%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.063505601	\$ 104,457.42	8.20%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 1,273,944.08	100.00%

	PERDIDA ANUAL				
	wi	wi(\$)	volatilida diaria	VaR 95%	% Contribución
BIMBO	10%	\$ 1,000,000.00	0.295221393	\$ 485,595.98	11.00%
GFNORTE	10%	\$ 1,000,000.00	0.285668061	\$ 469,882.15	10.65%
SANMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.331667945	\$ 545,545.22	12.36%
CEMEX	10%	\$ 1,000,000.00	0.258042708	\$ 424,442.48	9.62%
COMERCI	10%	\$ 1,000,000.00	0.251683166	\$ 413,981.97	9.38%
ELEKTRA	10%	\$ 1,000,000.00	0.31138922	\$ 512,189.69	11.61%
LIVEPOL	10%	\$ 1,000,000.00	0.256589358	\$ 422,051.94	9.56%
KOF	10%	\$ 1,000,000.00	0.244038816	\$ 401,408.13	9.10%
TLEVISA	10%	\$ 1,000,000.00	0.22866659	\$ 376,123.07	8.52%
FEMSA	10%	\$ 1,000,000.00	0.219989855	\$ 361,851.11	8.20%
	100%	\$ 10,000,000.00	VaR INCREMENTAL	\$ 4,413,071.74	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

Al realizar el método de Delta-Normal obtuvimos los rendimientos diarios, mensuales y anuales de cada una de las acciones que se encuentran dentro del portafolio de inversión óptimo y observamos además de todo, el valor en riesgo (VaR) que de igual manera se encuentra dado por día, mes y año. Dentro del método nos damos cuenta que el nivel de confianza esta dado al 95%, esto para satisfacer de mejor manera los resultados que se obtienen. Por lo que por cada \$10,000,000.<sup>00</sup> nuestra perdida diaria será de \$284,862.<sup>56</sup>, perdida mensual de \$1,273,944.<sup>08</sup> y la pérdida anual será de \$4,413,071.<sup>74</sup>

### 3.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Al analizar los resultados de los portafolios de inversión tanto óptimo como aleatorio se puede concluir que el portafolio óptimo siempre tendrá un mejor resultado para la variación del riesgo, podemos mencionar que las pérdidas que se dan tanto diarias, mensuales y anuales son menores dentro del portafolio óptimo que en el aleatorio con una diferencia de \$31,779.<sup>59</sup> diaria, \$142,122.<sup>11</sup> mensuales y \$492,327.<sup>22</sup> anuales, con el método delta normal.

**Tabla 16. Comparación del VaR para portafolio óptimo y aleatorio mediante el método varianza-covarianza.**

	VaR 95%	
	ÓPTIMO	ALEATORIO
DÍA	\$101,128.80	\$121,746.48
MES	\$452,261.75	\$544,466.80
AÑO	\$1,566,680.67	\$1,886,088.31

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

Ahora comparando el VaR con el método varianza-covarianza tendremos una diferencia menor de riesgo en el portafolio óptimo, por día la diferencia será de \$31,769.<sup>59</sup> por mes será de \$142,122.<sup>63</sup> y por año la diferencia será de \$492,327.<sup>22</sup>

**Tabla 17. Comparación del VaR para portafolio óptimo y aleatorio mediante el método Delta-normal.**

	VaR 95%	
	ÓPTIMO	ALEATORIO
DÍA	\$253,082.97	\$284,862.56
MES	\$1,131,821.45	\$1,273,944.08
AÑO	\$3,920,744.52	\$4,413,071.74

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

### 3.5. COMPARACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN ÓPTIMO Y ALEATORIO EN EL MERCADO.

En este último apartado se mostraran los rendimientos dentro del mercado accionario, tanto para el portafolio óptimo como para el aleatorio, esto es un ejercicio en el cual se tomara como base \$10.000.000,00 de pesos con los cuales simularemos comprar títulos con el precio actual del 7 de abril de 2014 y recibir dividendos cada semana de esta manera el ejercicio no bajara ni aumentara del precio establecido anteriormente con el fin de obtener resultados precisos del rendimiento por cada \$10.000.000,00 de pesos hasta finalizar el día 25 de agosto de 2014.

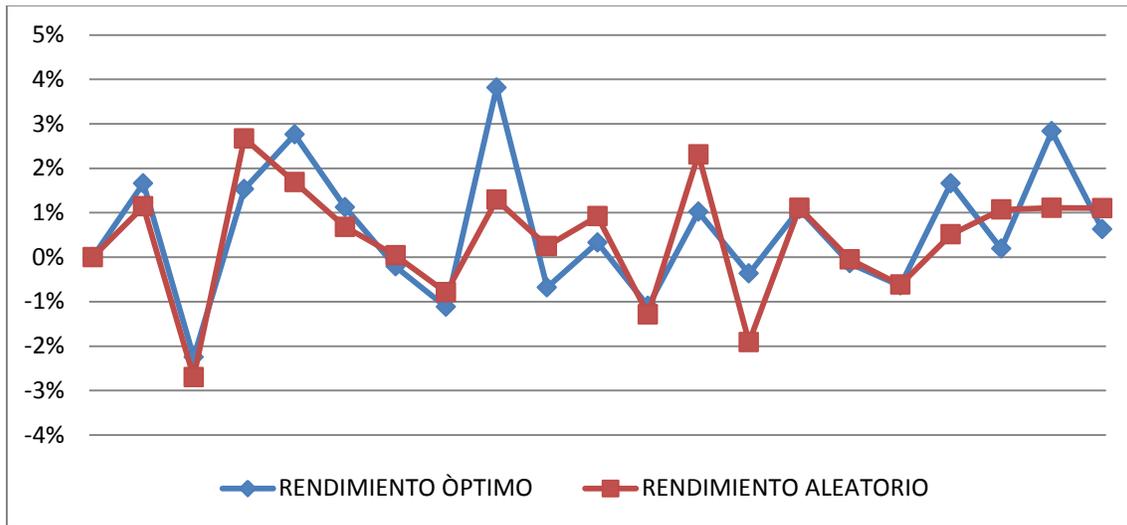
En el siguiente cuadro y gráfica se muestran los resultados obtenidos durante veinte semanas que duro el ejercicio de los portafolios.

**Tabla 18. Rendimientos de portafolio óptimo y aleatorio.**

FECHA	RENDIMIENTO ÓPTIMO	RENDIMIENTO ALEATORIO
07/04/2014	0%	0%
14/04/2014	1,66%	1,14%
21/04/2014	-2,25%	-2,70%
28/04/2014	1,53%	2,67%
05/05/2014	2,76%	1,69%
12/05/2014	1,12%	0,68%
19/05/2014	-0,21%	0,04%
26/05/2014	-1,12%	-0,79%
02/06/2014	3,81%	1,29%
09/06/2014	-0,68%	0,25%
16/06/2014	0,33%	0,92%
23/06/2014	-1,10%	-1,29%
30/06/2014	1,02%	2,31%
07/07/2014	-0,37%	-1,91%
14/07/2014	1,08%	1,11%
21/07/2014	-0,14%	-0,05%
28/07/2014	-0,64%	-0,62%
04/08/2014	1,66%	0,51%
11/08/2014	0,19%	1,07%
18/08/2014	2,83%	1,11%
25/08/2014	0,63%	1,10%

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

**Gráfica 1. Rendimientos de los portafolios de inversión.**



Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

La gráfica anterior muestra los diferentes rendimientos de los portafolios de inversión (óptimo y aleatorio) se muestra que el rendimiento es mucho mejor en el portafolio óptimo puesto que al iniciar el ejercicio se planteó que escogeríamos las acciones que obtuvieran mejor rendimiento, esto demuestra una vez más que el inversionista puede confiar en los métodos establecidos para poder aumentar su rendimiento y poder disminuir su riesgo.

## **CONCLUSIONES.**

En el primer capítulo se realizó una investigación documental a fondo de lo que es el Sistema Financiero Mexicano, de los Mercados Financieros, haciendo principal énfasis en el Mercado de Valores, sus generalidades y los instrumentos que en él se cotizan, ya que dichos instrumentos son la base principal para poder elaborar un portafolio de inversión, en nuestro caso, nos enfocamos en acciones que cotizaran en la Bolsa Mexicana de Valores y que durante el periodo de estudio hubieran formado parte del Índice de Precios y Cotizaciones.

Por lo anterior, también se señaló la importancia en la Bolsa Mexicana de Valores y sus funciones, así como del Índice de Precios y Cotizaciones de los criterios de selección de la muestra, y de este modo poder tomar las consideraciones para la elección de la muestra de nuestro trabajo.

En el segundo capítulo se desarrolló una síntesis de la Administración del Riesgo, la cual es la parte central de nuestro trabajo, se incluyó también lo relacionado a los Portafolios de Inversión, la Diversificación y Optimización de los mismos, del mismo modo se enfatizó en el Riesgo, sus componentes y clasificación.

Con mayor amplitud se estudió la Teoría de Portafolios de Markowitz y el Modelo de Valoración de Activos de Capital, tomando en cuenta su metodología para poder obtener portafolios de inversión eficientes. Referente al Valor en Riesgo, incluimos todo lo relacionado a su definición, antecedentes y las metodologías para poder obtenerlo. De este modo pudimos cumplir con todos nuestros objetivos específicos, siendo todo este marco teórico la base para poder cumplir con nuestro objetivo general: Realizar la comparación del Valor en Riesgo (VaR) de un Portafolio Aleatorio Indizado y de un Portafolio Óptimo con acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.

El tercer capítulo, constituyó la parte práctica de nuestro estudio, donde pusimos en práctica lo aprendido en la investigación teórica que conforman las dos primeras partes de este trabajo, obteniendo así la posibilidad de administrar el riesgo y de obtener mejores rendimientos con una exposición menor al riesgo,

analizando los principios del método varianza-covarianza y el método Delta-normal para crear una portafolio de inversión (óptimo y aleatorio) con acciones que cotizaran en la Bolsa Mexicana de Valores para analizar el Valor en Riesgo de un portafolio óptimo contra un portafolio aleatorio indizado.

Como se especificó en el Capítulo III, la muestra se seleccionó con las acciones más bursátiles de la Bolsa Mexicana de Valores, para garantizar que hubieran cotizado durante el periodo de estudio en el Índice de Precios y Cotizaciones y que la serie fuera continua, y por supuesto contando con una amplia visión del Sistema Financiero Mexicano.

Estructuramos dos portafolios: uno aleatorio y uno óptimo, los cuales difieren en las acciones que se seleccionaron para conformarlos y en la asignación de los porcentajes de inversión que se le destinaría cada acción, de esta manera los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 16. Comparación del VaR para portafolio óptimo y aleatorio mediante el método varianza-covarianza.**

	VaR 95%	
	ÓPTIMO	ALEATORIO
DÍA	\$101,128.80	\$121,746.48
MES	\$452,261.75	\$544,466.80
AÑO	\$1,566,680.67	\$1,886,088.31

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

**Tabla 17. Comparación del VaR para portafolio óptimo y aleatorio mediante el método Delta-normal.**

	VaR 95%	
	ÓPTIMO	ALEATORIO
DÍA	\$253,082.97	\$284,862.56
MES	\$1,131,821.45	\$1,273,944.08
AÑO	\$3,920,744.52	\$4,413,071.74

Fuente: Elaboración propia con datos de yahoo finanzas.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Alfonso de Lara Haro, 2005, Medición y control de riesgos financieros; México, Ed. Limusa, 3ª Edición.

Alfonso de Lara Haro, 2005, Productos financieros derivados, instrumentos, valuación y cobertura de riesgos, México, Ed. Limusa, 1ª Edición.

Alonso J. y Arcos M., 2005, Valor en riesgo: Evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 7 países latinoamericanos, pp 23

Andrés Ramírez, Maribel Serna, 2012, Validación empírica del modelo CAPM para Colombia 2003-2010. Pp. 49-79.

Arturo Cruz Trejos, Daniel Medina Varela, Darío Salazar Arias, 2013, Optimización de portafolios de acciones utilizando multiplicadores de Lagrange, pp. 114-119.

Carlos Minutti Martínez, 2010, Métodos de optimización en la construcción de portafolios, pp. 1-77.

Christian A. Johnson, 2005, Métodos alternativos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión, pp. 33-65.

Claudia Lorena Martínez, Jorge Restrepo Munera, Juan Velásquez Henao, 2004, Selección de portafolios usando simulación y optimización bajo incertidumbre, pp. 35-57.

Dieck F., 2004, Instituciones financieras, México, Mc Graw Hill.

Duván Dario Grajales Bedoya, 2009, Gestión de portafolios: una mirada crítica más allá de Markowitz, pp. 155-162.

Edgar S. Guerrero, 2008, El modelo de valuación de activos de capital aplicado a mercados financieros emergentes. El caso de México 1997- 2006, pp. 93-111.

Eduardo Cruz T., Jorge Herrán Restrepo, John Sánchez c., 2005, Portafolios de inversión en acciones optimizado, pp. 175-180

Eduardo Villegas Hernández, Rosa María Ortega Ochoa, 2004, Sistema financiero mexicano, México, Mc Graw Hill.

Edwin Eduardo Perilla Serrano, 2008, Aplica al modelo CAPM en el caso colombiano, validación empírica y su pertenencia para Colombia, pp. 10-37.

Francisco L. Herrera, 2006, Riesgo sistemático en el mercado mexicano de capitales: un caso del segmento parcial, pp. 86-113.

Francisco Venegas Martínez, 2008, Riesgos financieros y económicos, México, Cengage learning, 2ª Edición.

García A., 2007, Sistema financiero mexicano y el mercado de derivados, México, CIEA.

Heriberto Escobar Gallo, Vicente Cuartas Mejía, 2006, Diccionario académico económico financiero, Universidad de Medellín, 3ª Edición.

Jorion Philippe, 1996, Risk: Measuring the risk in value at risk, Financial Analyst Journal.

Jorion Philippe, 1999, Valor en riesgo, México, Ed. Limusa.

Jorion Philippe, 2001, Value at risk: the benchmark for controlling market risk, Chicago, Mc Graw Hill, 2ª Edition.

José Crispín Zavala, Dalia Vianey García, 2009, Selección de una cartera de inversión en la bolsa mexicana de valores por medio de un método de programación lineal. pp. 131-151.

María Auxiliadora Vergara, Cecilia Maya Ochoa, 2009, Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia, pp. 68-88.

Markowitz, 1952, Portfolio selection, the journal finance, pp.77-91.

Mauricio Gutierrez Urzúa, Marcelo Salgado, 2012, Construcción de una cartera de inversión usando modelos GARCH, pp. 55-99.

Patricia Saavedra Barreara, 2008, Optimización de portafolios, pp. 1-29.

Rodrigo Matarrita Venegas, 2008, Selección de Carteras de inversión, pp. 1-105.

Sebastian Coccio, Gastón S. Milanes, Gabriela Pece, 2013, Valor en riesgo, modelos, aplicación y validación, pp. 29-46.

Katherine Betancourt Bejarano, Carlos García Díaz, Viviana Lozano, 2013, Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero, pp. 1-21.

## **ANEXOS.**

### **MUESTRA PARA EL ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES (IPC).**

Las muestras presentes para el IPC cambian cada año y en algunas ocasiones hay un rebalanceo de las mismas, en este apartado se muestra las emisoras efectivas que entraron en vigor el día 2 de septiembre de 2013 y el cambio que se efectuó para en la muestra que entro en vigor el día 1 de septiembre de 2014.

El Índice de Precios y Cotizaciones es el principal indicador de la Bolsa Mexicana de Valores, el cual muestra la evolución del mercado accionario en su conjunto. Se calcula en función de las variaciones de precios de una selección de acciones, llamada muestra, balanceada, ponderada y representativa de todas las acciones cotizadas en la BMV. (Dieck, 2004:333)

El tamaño de la muestra de un índice bursátil está en función de la representatividad que se pretende tenga la misma, en el caso del IPC se trata de incluir en la misma a las acciones más representativas de los siete sectores económicos en los cuales se clasifica a las emisoras inscritas en la Bolsa Mexicana de Valores. Para seleccionar que emisiones deben formar parte del IPC, en una lista jerarquizada de mayor a menor valor de índice de bursatilidad se toma a la más bursátiles, considerando además, para cada una, su valor de capitalización en relación a las otras emisiones dentro de su mismo sector, para lograr con ello que las emisoras seleccionadas sean las más representativas del sector al que pertenecen. (<http://www.bmv.com.mx/>)

**Tabla 19. Comparación de cambio de muestras del IPC 2013-2014.**

No.	Emisora	Acciones en el Índice
1	AC	361,207,079
2	ALFA	3,455,453,221
3	ALPEK	379,873,640
4	ALSEA	308,358,536
5	AMX	26,696,101,433
6	ASUR	186,324,117
7	BIMBO	1,054,345,893
8	BOLSA	345,628,584
9	CEMEX	10,121,064,776
10	CHDRAUI	172,869,902
11	COMERCI	396,132,122
12	ELEKTRA	71,253,504
13	FEMSA	1,937,939,195
14	GAP	256,556,305
15	GENTERA	812,877,858
16	GFINBUR	1,494,589,542
17	GFNORTE	2,238,495,777
18	GFREGIO	88,217,312
19	GMEXICO	3,490,424,721
20	GRUMA	155,219,328
21	GSANBOR	263,733,874
22	ICA	490,158,594
23	ICH	136,622,864
24	IENOVA	206,963,814
25	KIMBER	1,312,620,628
26	KOF	445,929,697
27	LAB	708,004,359
28	LIVEPOL	168,198,384
29	MEXCHEM	847,386,348
30	OHLMEX	621,303,768
31	PE&OLES	89,104,636
32	PINFRA	204,515,228
33	SANMEX	1,638,412,244
34	TLEVISA	2,192,622,691
35	WALMEX	4,739,043,734

No.	Emisora	Acciones en el índice
1	AC	259,649,886
2	ALFA	3,102,779,930
3	ALPEK	341,335,183
4	ALSEA	405,402,705
5	AMX	23,547,229,858
6	ASUR	167,421,400
7	BIMBO	947,381,736
8	BOLSA	310,564,313
9	CEMEX	9,781,776,048
10	COMERCI	355,944,230
11	ELEKTRA	71,091,807
12	FEMSA	1,741,333,855
13	GAP	211,317,775
14	GCARSO	230,694,171
15	GENTERA	730,410,808
16	GFINBUR	1,342,962,347
17	GFNORTE	2,011,398,755
18	GFREGIO	79,267,601
19	GMEXICO	3,449,950,457
20	GRUMA	174,340,268
21	ICA	440,431,649
22	ICH	122,725,683
23	IENOVA	185,967,185
24	KIMBER	1,172,322,589
25	KOF	400,689,805
26	LAB	633,749,899
27	LALA	498,433,362
28	LIVEPOL	151,134,536
29	MEXCHEM	761,418,388
30	OHLMEX	558,272,049
31	PE&OLES	80,064,906
32	PINFRA	183,767,010
33	SANMEX	1,472,194,131
34	TLEVISA	1,970,179,527
35	WALMEX	4,238,915,817

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