



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MEXICO**

---



**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN COMPUESTO POR  
EMISORAS DEL RAMO AUTOMOTRIZ QUE COTIZAN EN LA BMV”**

**TESINA  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ACTUARÍA**

**PRESENTA:  
REBECA MORÁN BERNAL**

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

**REVISORES:  
DRA. EN E. ALMA ROSA MUÑOZ JUMILLA  
DRA. EN C. ED. MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ CHAGOYA**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO**

**JUNIO 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios, por acompañarme y guiarme a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza y brindarme la oportunidad de vivir esta gran experiencia.

Le doy gracias a mis padres Susy y Millo, por ser mi apoyo en todo momento, por sus regaños, por sus desvelos, sobre todo sus enseñanzas y ser mi ejemplo de vida.

A mis hermanas, cuñados y sobrinos que son parte importante en mi vida y siempre cuento con su apoyo incondicional.

Culminó un proyecto más de mi vida, agradeciendo ampliamente a la Universidad Autónoma del Estado de México por la gran formación profesional que me brindo durante toda la carrera.

En especial a mis maestros, que dejaron huella imprescindible en mis conocimientos profesionales y a mis amigos, quienes fueron parte de mi formación humana, tardes de estudio, desvelos, festivos y sobre todo las alegrías que pasamos juntos.

***REBECA MORAN BERNAL***

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

<b>Capítulo I. RIESGO FINANCIERO</b>	<b>6</b>
1.1 Antecedentes de la administración de riesgos	7
1.2 Tipos de riesgo Financiero	10
1.2.1 Riesgo de mercado	12
1.2.2 Riesgo de crédito	14
1.2.3 Riesgo liquidez	14
1.2.4 Riesgo operacional	15
1.2.5 Riesgo legal	16
1.3 Rendimiento financiero	18
1.3.1 Relación entre riesgo y rendimiento	19
<b>Capítulo II. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN Y VALOR EN RIESGO</b>	<b>21</b>
2.1 Portafolio de Inversión	21
2.1.1 Tipo portafolio de inversión	23
2.1.2 Diversificación de portafolios	25
2.1.3 Optimización de Portafolios	26
2.2 Teoría de Markowitz	27
2.3 Modelo Capital Asset Pricing Model	29
2.4 Valor en riesgo (VaR)	31
2.4.1 Distribuciones Paramétricas	34
2.4.1.1 Método Delta Normal	34
2.4.2 Distribuciones no Paramétricas	36

2.4.2.1 Simulación Histórica	36
2.4.2.2 Pruebas de Estrés	38
2.4.2.3 Simulación de Monte Carlo	39
<b>Capítulo III. LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO</b>	<b>41</b>
3.1 Antecedentes históricos	41
3.2 Información de las Emisoras del portafolio	45
3.3 Importancia de la Industria automotriz en la economía	49
<b>Capítulo IV. Aplicación práctica del modelo Markowitz y cálculo del VaR (delta-normal) en un portafolio óptimo y aleatorio.</b>	<b>53</b>
4.1 Selección de la Muestra	53
4.2 Portafolio Óptimo	58
4.2.1 Composición del portafolio aplicando el modelo Markowitz	59
4.2.2 Rendimiento esperado y riesgo	60
4.2.3 Cálculo del VaR método Delta normal	63
4.3 Portafolio Aleatorio	65
4.3.1 Composición del portafolio aplicando el método aleatorio	65
4.3.2 Rendimiento esperado y riesgo	66
4.3.3 Cálculo del VaR método delta-normal	70
4.4 Comparación y análisis de Resultados	71
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>83</b>

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la economía se basa en la noción de que los seres humanos son agentes racionales que intentan maximizar la riqueza y minimizar el riesgo, para ello la sociedad demanda la formación de profesionistas especializados en la evaluación cuidadosa del riesgo y el retorno de todas las inversiones. Estos profesionistas arman portafolios de inversión dependiendo de las estrategias, necesidades y riesgos que el inversionista esté dispuesto a correr, ofreciendo un equilibrio entre riesgo y rendimiento. Como lo menciona Collatti (2002) la construcción de un portafolio de inversión, tiene como finalidad incrementar el valor real de una inversión minimizando el riesgo de acuerdo con las necesidades y expectativas del inversionista.

En el mundo de las inversiones se destaca la importancia de las necesidades de los inversionistas para crear estrategias financieras adecuadas, buscando las herramientas que ayudan a mejorar el resultado de las inversiones. Una de ellas es la construcción de portafolios de inversión, que para su creación se toman en cuenta los intereses de invertir y a qué plazos, ofreciendo operaciones en múltiples activos como divisas, índices, bienes y servicios, valores y/o materias primas entre otros, además de negociar con las tendencias de los precios a corto, medio e incluso a largo plazo.

Dentro del portafolio se incluye todo lo relacionado con la actividad de comercio del interés del inversionista, tomando en cuenta los activos en los que está operando y las operaciones que ejecuta, tanto las que se encuentran activas como las que ya finalizaron, de este modo se tiene una visión de los rendimientos en las inversiones y se puede analizar si éstas son rentables o no. Para construir un portafolio de inversión rentable y seleccionar los activos que se toman en cuenta es importante disponer de medidas que limiten el riesgo, ya sea con herramientas o estrategias de inversión y de esta manera obtener al máximo un rendimiento en las operaciones, es por ello la importancia de su creación, los orígenes de los instrumentos derivados se remontan a la Edad Media, donde se utilizaban para poder satisfacer la demanda de agricultores y

comerciantes a través de contratos a futuro, entonces la creación de los instrumentos se basa en una diversificación de activos, pero, ¿Qué instrumento de inversión es el más adecuado para la toma de decisión a la hora de invertir? a partir de esta pregunta nace esta investigación y se crea un objetivo general el cual fue construir un portafolio de inversión que minimizará el riesgo de la inversión y maximizará el rendimiento, utilizando la teoría de Markowitz y el cálculo del VaR mediante el método delta-normal.

Para obtener una referencia teórica, en el Capítulo I, se define lo que es riesgo, los antecedentes de la administración de riesgo y los tipos de riesgo, complementado con lo que es rendimiento financiero, la relación entre riesgo y rendimiento

En el Capítulo II, se detalla la parte teórica más importante; se menciona lo que es un portafolio de inversión, mencionando tipos, diversificación y optimización de un portafolio de inversión y detallando la Teoría de Markowitz y el Modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM) y otro tema principal el valor en riesgo, enfocando los temas como las distribuciones paramétricas y no paramétricas con sus métodos cada una.

En el Capítulo III, se mencionan los antecedentes históricos, la situación actual, la importancia de la Industria automotriz en la economía de México e información de las emisoras participantes, para justificar la elección del giro del portafolio.

Para concluir, en el Capítulo IV, se realiza el ejercicio práctico con la estructuración del portafolio óptimo y el portafolio aleatorio, únicamente tomando emisoras del sector automotriz que cotizan en la BMV y comparando resultados.

## Capítulo I. RIESGO FINANCIERO

El uso y la medición del riesgo surgió con gran auge después de la inestabilidad y crisis financieras que se presentaron en las décadas del ochenta y noventa con la caída de la Bolsa de Nueva York en 1987, la crisis de la deuda externa en la mayoría de países latinoamericanos, la explosión de las burbujas financieras e inmobiliarias en Japón, sin olvidar en México durante 1994 la devaluación del peso, la crisis financiera en el sudeste asiático en 1997, y las de Rusia y Argentina en 1997 y en 1998. Estos acontecimientos, manifestaron la necesidad de la medición y el manejo de riesgo en un mundo cada vez más comunicado.

Hoy en día la gestión del riesgo se han convertido en algo indispensable en los departamentos de finanzas y tesorerías a nivel mundial en las organizaciones (Alonso y Berggrun, 2008).

Los riesgos que enfrentan las organizaciones pueden ser de distinta naturaleza, la palabra riesgo proviene del latín “risicare” que significa “atreverse”. El concepto de riesgo se relaciona con la posibilidad de que ocurra un evento que se convierta en pérdidas para los inversionistas, deudores o entidades financieras en los mercados financieros.

En el 2005 el Banco de México definió riesgo como el “producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo”. Entonces se puede afirmar que el riesgo es un proceso inevitable en la toma de decisiones cuando se habla de inversiones, por lo tanto el riesgo ofrece una combinación entre las pérdidas y las oportunidades.

En finanzas, el concepto de riesgo se relaciona con “las pérdidas potenciales que se pueden sufrir en un portafolio de inversión, debido a la volatilidad de los flujos

financieros no esperados” (UNAM, 2014). La medición del riesgo se relaciona con la probabilidad de una pérdida en el futuro.

*“La incertidumbre existe siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro. El riesgo es la incertidumbre que “importa” porque incide en el bienestar de la gente..... Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo”.* (Bodie, 1998).

De acuerdo con Villarreal (2008), el riesgo se define como la diferencia que existe entre el rendimiento esperado y el realizado, diferencia que se puede medir a través de diferentes métodos dependiendo del tipo de riesgo que se presente.

Por esta razón, hoy en día existen administradores de riesgos financieros encargados del asesoramiento y manejo de la exposición ante el riesgo de corporativos, empresas o inversionistas a través del uso de instrumentos financieros. Para brindar un panorama más amplio sobre la administración de riesgos se cita el siguiente tema.

### **1.1 Antecedentes de la administración de riesgos**

A partir de 1971 con el cambio del patrón oro al dólar (Bretton Woods), el comportamiento del mercado de divisas sufrió varios movimientos uno de ellos fue la estabilidad financiera y tipos de interés estables con un predominio de los sistemas de tipos de cambio fijos. Después de ello a mediados de 70s se caracterizó por la existencia de incertidumbre plasmada en una elevada volatilidad de los tipos de interés y de los tipos de cambio, la inestabilidad de los mercados se hizo más fuerte por el fenómeno inflacionario que han tenido que afrontar las economías”. (Baca, 1997).

Se puede apreciar que “los mercados financieros se han venido enfrentando a una creciente incertidumbre de precios. El mundo se ha tornado, desde el punto de vista



financiero, un lugar más riesgoso”. (Pascale, 1999). Como consecuencia de eso se empieza a hablar de riesgo financiero, surgiendo entonces técnicas o instrumentos con la finalidad de gestionar los tipos de riesgos y esto da lugar al uso de instrumentos financieros como son los portafolios de inversión entre otros. Estos instrumentos son herramientas financieras de gran relevancia en el mundo, ya que reducen la exposición al riesgo de las empresas, evitando impactos económicos y financieros negativos.

El origen de la administración de riesgos se sitúa en los 80 pero su verdadero desarrollo data en los 90s. Durante la década de los años 90 fue requerimiento contar con una adecuada administración de riesgos financieros dentro de las empresas. Un caso muy significativo es el de la empresa Lehman Brothers, que se declaró en quiebra en septiembre de 2008. México no fue la excepción, durante esos años hubo grandes casos de pérdidas significativas o catastróficas en empresas como Comercial Mexicana, Gruma, GISA, Grupo Posadas y Grupo Financiero Banorte (García, S., 2016 )

Fue en 2012 que las empresas cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), con excepción del sector bancario y asegurador, tuvieron que presentar sus estados financieros auditados bajo las IFRS (Normas Internacionales de Información Financiera). Estos reportes incluyen un apartado que aclara las políticas y límites que tienen establecidos las empresas emisoras para la administración de sus riesgos financieros, así como los valores razonables de los instrumentos financieros derivados que tiene contratada la institución con fines de negociación y aquellos instrumentos financieros derivados, que junto con el riesgo cubierto (partida cubierta), compensarán las pérdidas potenciales de los riesgos asumidos y la eficiencia de los instrumentos financieros derivados para compensar dichas pérdidas potenciales.

La administración de riesgos financieros es una rama especializada de las finanzas, que se dedica al manejo o cobertura de los riesgos financieros, la esencia de la administración de riesgos consiste en medir las probabilidades en contextos de incertidumbre. En el cuadro 1.1, se describen los objetivos y funciones de la

administración de riesgos financieros, tomado de Fragoso (2002).

**Cuadro 1.1. Objetivos y funciones de la administración de riesgos financieros**

OBJETIVOS	FUNCIONES
Identificar los diferentes tipos de riesgo que pueden afectar la operación y/o resultados esperados de una entidad o inversión.	Determinar el nivel de tolerancia o aversión al riesgo
Medir y controlar el riesgo "no-sistemático", mediante la instrumentación de técnicas y herramientas, políticas e implementación de procesos.	Determinación del capital para cubrir un riesgo.
	Monitoreo y control de riesgos.
	Garantizar rendimientos sobre capital a los accionistas.
	Identificar alternativas para reasignar el capital y mejorar rendimientos.

Fuente: Fragoso (2002).

En resumen una administración de riesgos es un proceso que mide y controla los riesgos del giro del negocio, aplicando las acciones necesarias en este caso instrumentos financieros que permitan contrarrestar en forma oportuna. Además de prevenir las pérdidas no esperadas y optimizar el desempeño financiero, tomando en cuenta el rendimiento.

Una vez explicada la administración de riesgos, de manera muy general de acuerdo con Bodie y Merton (1998), es importante conocer el proceso de cómo se administra el riesgo paso a paso:

**1. Identificación del riesgo:** determinar cuáles son las exposiciones más importantes al riesgo en la unidad de análisis (familia, empresa o entidad).

**2. Evaluación del riesgo:** cuantificación de los costos asociados a riesgos que ya han sido identificados.

**3. Selección de métodos de la administración del riesgo:** depende de la postura que se quiera tomar: evitar el riesgo; prevención y control de pérdidas retención del riesgo y finalmente, la transferencia del riesgo (que consiste en trasladar el riesgo a otros, ya sea vendiendo el activo riesgoso o comprando una póliza de seguros).

**4. Implementación:** poner en práctica la decisión tomada.

**5. Repaso:** las decisiones se deben de evaluar y revisar periódicamente.

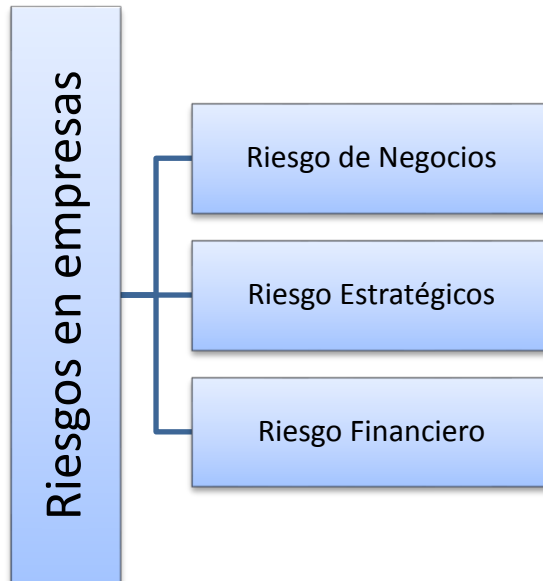
Se concluye entonces de acuerdo con García (2008) que la administración de riesgo es el proceso en el que se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo. Siendo un elemento esencial para la solvencia de cualquier negocio ya que asegura el cumplimiento de las políticas definidas por los comités de riesgo, refuerza la capacidad de análisis, define metodología de valoración, mide los riesgos y, establece procedimientos y controles homogéneos.

## **1.2 Tipos de riesgo Financiero**

Existen diversos tipos de riesgos cuando se realiza una inversión, el riesgo es un nivel de incertidumbre que implica el no obtener los rendimientos estimados o incluso perder parte de la inversión realizada.

Las empresas están expuestas a 3 tipos de riesgos:

**Cuadro 1.2. Clasificación de los riesgos en las empresas.**



Elaboración propia

**Riesgo de Negocios:** posibilidad que se deriva de las pérdidas de la posición del mercado, la posición de negocio frente a los mercados en los que se operan. Se puede decir que un riesgo de negocio es una circunstancia o factor que puede tener un impacto negativo sobre el funcionamiento o la rentabilidad de una empresa determinada, creando ventajas competitivas.

**Riesgo Estratégico:** es el resultado de la operación específica en un momento específico, como el impacto en los ingresos y el capital que podría surgir de las decisiones adversas de negocios, la aplicación indebida de las decisiones, o la falta de capacidad de respuesta a los cambios. Para contrarrestar los riesgos estratégicos se necesita tomar medidas para solicitar retroalimentación constantemente para que los cambios sean detectados a tiempo.

**Riesgo Financiero:** grado de incertidumbre producida en el rendimiento de una inversión, debida a los cambios en el sector en el que se opera, a la imposibilidad de la devolución del capital por una de las partes y a la inestabilidad de los mercados financieros.

Es importante conocer los tipos de riesgos a los que se enfrenta todo inversionista, así como su definición, en este caso sólo se profundizará en los riesgos financieros los cuales se clasifican en: riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo operacional y riesgo legal, como se muestra en el cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3. Tipos de riesgos financieros.**



Elaboración propia

### 1.2.1 Riesgo de mercado

El riesgo de mercado, también llamado riesgo sistemático, se define de acuerdo con el Banco de México (2005) como “la pérdida potencial en el valor de los activos financieros debido a movimientos adversos en los factores que determinan su precio, también conocidos como factores de riesgo”, por ejemplo:

- Tasas de Interés
- Tipos de cambio
- Inflación
- Tasa de crecimiento
- El PIB
- Una guerra

En otras palabras este riesgo se presenta debido a las condiciones político económicas, sociales del país y las condiciones exteriores, que provocan las variaciones de la rentabilidad de un activo, estando fuera del control de los inversionistas, ya que suelen ser cambiantes y ocasiona que haya movimientos en los valores de las tasas de interés, en las identidades y por supuesto en la situación de liquidez, así que se debe aprender a manejarlo.

Entonces si se presenta un aumento no previsto o sorpresivo de la inflación, afectará los salarios y los costos de la materia prima que compran las empresas, como resultado a esto se afecta al valor del activo, así como al precio en el que venden sus productos y el consumo de estos.

Los métodos para obtener la medida de riesgo, conocida como el Valor en Riesgo (VaR) de mercado son los siguientes:

- VaR Paramétrico
- Simulación Histórica
- Simulación Monte Carlo

Estos métodos se definen posteriormente en el Capítulo II.

### **1.2.2 Riesgo de crédito**

Se refieren a la posibilidad de que existe incumplimiento de contrato, es decir, que el emisor no liquide su deuda (Ochoa, S. 2008). Esto puede suceder porque nada asegura la solvencia de la compañía, es decir, existe siempre la posibilidad de quiebra.

Otro autor López, I. (2017) lo define como el “quebranto que originaría el posible impago o pérdida de solvencia de un deudor, existiendo una probabilidad de que llegado el vencimiento del derecho de cobro no sea atendido, lo que conllevará una pérdida para el acreedor”.

Parafraseando a los autores anteriores el riesgo de crédito es la posibilidad de pérdida económica derivada del incumplimiento de las obligaciones asumidas por las contrapartes de un contrato. Por ejemplo, el acreedor del monto puede no pagar el capital y los intereses a tiempo, incumpliendo el contrato y generando una pérdida para el inversor, los clientes sujetos a un crédito, ocasiona una alta morosidad.

Los factores de acuerdo al Banco de México (2005) que se toman en cuenta para la medición del riesgo de crédito son: las probabilidades de incumplimiento y/o de migración en la calidad crediticia del deudor, las correlaciones entre incumplimientos, la concentración de la cartera, la exposición a cada deudor y la tasa de recuperación en caso de incumplimiento de los deudores.

### **1.2.3 Riesgo liquidez**

El riesgo de liquidez se refiere a la “posibilidad de que la empresa no pueda cumplir cabalmente con sus compromisos como consecuencia de la falta de recursos líquidos” (UNAM, 2014). En otras palabras es la pérdida de la capacidad financiera de una institución para hacer frente a sus compromisos y no tener los recursos necesarios con el fin de llevar a cabo sus estrategias de negocio a un costo aceptable.

Entonces se puede definir el riesgo de liquidez como la pérdida ocasionada por la capacidad de disponer de recursos para enfrentar obligaciones, ya sea por no poder vender activos, por reducción de pasivos comerciales o por tener cerrada sus fuentes de financiamiento.

La principal herramienta de medición del riesgo de liquidez es el GAP (Gestión de Activos y Pasivos) o brecha de liquidez. Esta metodología se proyecta en tres escenarios: los vencimientos contractuales, vencimientos esperados y análisis dinámico, podemos calcular cuáles serán las necesidades de liquidez a futuro (Baez, J. 2012).

#### **1.2.4 Riesgo operacional**

Pacheco (2009) cita que “riesgo operacional es el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos en los procesos, personal y sistemas internos o bien por causas de eventos externos”.

Se entiende por riesgo operacional u operativo a la posibilidad de pérdidas potenciales financieras por deficiencias o fallas en los procesos internos, en los sistemas de información, en la tecnología, en los controles internos, en las personas o por ocurrencias de eventos externos adversos, como fraudes.

Por ejemplo en las empresas donde operan con tecnología obsoleta, empleando sistemas inadecuados o realizan operaciones de manera equivocada, es decir, cometen errores administrativos y estos factores aumentan la incertidumbre de la inversión.

Los métodos para medir el riesgo operacional son:



- Método del indicador básico (BIA) y los ingresos brutos: Capital basado en un porcentaje fijo ( $\alpha$ ) por un indicador
- Método estándar (TSA): Capital basado en un porcentaje fijo ( $\alpha$ ) por un indicador por línea de negocio.
- Método estándar alternativo (ASA): estimación del cargo de capital por riesgo operacional en las líneas de negocio.
- Método de medición avanzado (AMA): Diversidad de enfoques de medición. Tener un sistema de gestión interno sólido e integrado en los procesos de medición de riesgos.

### **1.2.5 Riesgo legal**

El Financial Stability Institute (FIS) mencionado por Pacheco (2009), propone que “el riesgo legal es el riesgo por contratos impracticables (total o parcialmente), juicios, sentencias adversas o por procedimientos legales que interrumpen o afecten adversamente a las operaciones o condiciones del banco”. Esto en otras palabras es la posible pérdida debido al incumplimiento de las normas legales o jurídicas y administrativas aplicables y/o a la aplicación de sanciones con relación a las operaciones.

Se puede presentar a consecuencia de los cambios legales o de las normas de un país y que no se apliquen, poniendo en desventaja a una institución frente a otras. Cambios abruptos de legislación puede ocasionar la confusión, pérdida de la confianza y un posible pánico, por ejemplo reformas a las leyes y no aplicarlas.

El riesgo legal se puede clasificar en función de las causas que lo originan en:

- Riesgo de documentación
- Riesgo legal o de legislación
- Riesgo de capacidad

En resumen los riesgos antes mencionados se pueden trabajar mediante una administración de riesgo de acuerdo a los tiempos de modernización y globalización, sin dejar de lado la regulación establecida por la autoridad competente, respaldada por el inversionista y cumplida por el personal responsable, tomando en cuenta la innovación tecnológica permanente.

A continuación en el Cuadro 1.4, tomado de Fragoso (2002) se sintetizan los tipos de riesgo financiero antes descritos:

**Cuadro 1.4. Tipos de Riesgo Financieros.**

<b>TIPO DE RIESGO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
RIESGO DE MERCADO	Se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) por factores externos, como tasa de interés, tipo de cambio, entre otros.
RIESGO CRÈDITO	Se presenta cuando las contrapartes están poco dispuestas o imposibilitadas para cumplir sus obligaciones contractuales.
RIESGO DE LIQUIDEZ	Se refiere a la incapacidad de conseguir obligaciones de flujos de efectivo necesarios, lo cual puede forzar a una liquidación anticipada, incapacidad para vender un activo rápidamente.
RIESGO OPERACIONAL	Se refiere a las pérdidas potenciales resultantes de sistemas inadecuados, fallas administrativas, controles defectuosos, fraude, o error humano.
RIESGO LEGAL	Se presenta cuando una contraparte no tiene la autoridad legal o regulatoria para realizar una transacción.

Fuente: <http://www.gerencie.com/administracion-de-los-riesgos-financieros.html>

### 1.3 Rendimiento financiero

Se comenzará definiendo financiar, que significa aportar dinero necesario para la creación de algo, por ejemplo una nueva empresa, un proyecto, entonces los accionistas o instituciones bancarias deciden otorgar el financiamiento. Para ello existen dos variables básicas en finanzas que es importante conocer y aprender a calcular apropiadamente para tomar decisiones: el rendimiento y el riesgo, en la medida en que una inversión es más riesgosa, se exige un mayor rendimiento.

Lo atractivo de una inversión es el rendimiento obtenido y dependen del plazo en que éste se mantenga y el tipo de instrumento en el que se invierte. La situación de los mercados ante eventos económicos, políticos y sociales influye en el desempeño de los instrumentos de inversión, por lo que existe un nivel de incertidumbre sobre los rendimientos esperados.

Para Downes y Elliot (2002) el rendimiento se define como “ganancias en títulos o inversiones del capital por lo general manifestadas como un porcentaje de tasa anual”.

Ross, Westerfield y Jordán (2001) definen el rendimiento como “la utilidad general sobre una inversión de capital o sobre alguna inversión de valores”, esto se refiere al porcentaje de ganancia que se obtiene con respecto a la inversión, sin embargo existen factores que provocan variaciones que reducen o aumentan el nivel de rendimiento, por lo que es importante evaluar las diferentes distribuciones del capital.

Existen distintos tipos de rendimiento que el inversionista puede obtener, según las características del instrumento en que haya invertido, algunos de ellos son:

**Dividendos:** ganancias que percibe la empresa por su operación, parte de las cuales distribuye entre sus accionistas de acuerdo al porcentaje de acciones que tenga.  
Ganancias de capital: variación positiva del precio del producto entre el momento de la

compra y el momento de la venta.

**Por tasa de interés:** pago que se hace al inversionista, en forma de un porcentaje adicional al capital invertido. La tasa de interés se fija en función de las condiciones de mercado y la solvencia financiera o riesgo de la emisión.

**Por precio "a Descuento":** se da cuando el inversionista compra el producto a un precio inferior que su valor nominal. Por lo que al finalizar el plazo, la empresa le devuelve el 100% del valor.

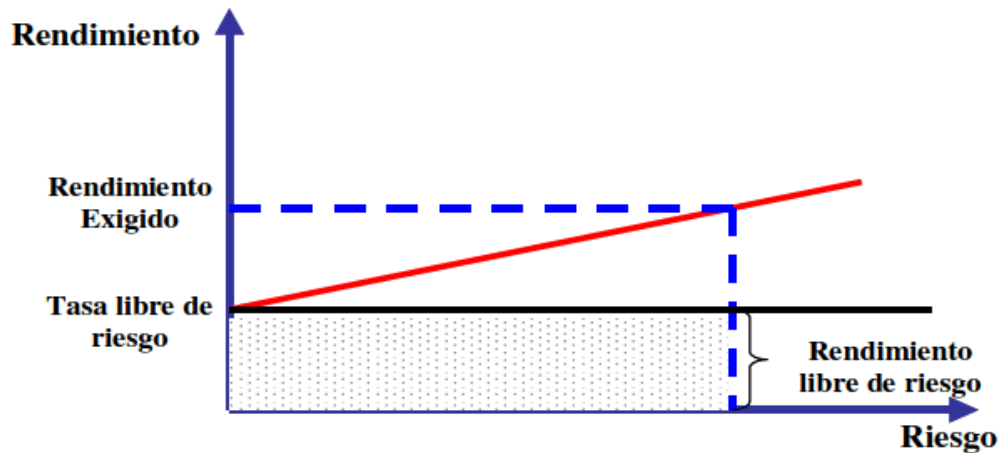
### **1.3.1 Relación entre riesgo y rendimiento**

Hay una relación directa entre riesgo y rendimiento aun cuando están en una relación opuesta, es decir, un activo financiero que ofrezca mayor rendimiento, usualmente tiene un mayor riesgo (Fig. 1.1). Para obtener un rendimiento potencial de las inversiones en el largo plazo, se debe aceptar una mayor volatilidad, se puede decir que es la cuantificación del riesgo del instrumento.

Es muy importante diferenciar entre estos dos conceptos relacionados, por una parte el rendimiento como ya se mencionó es el porcentaje de ganancia que se obtiene con respecto a la inversión y por otra parte, el riesgo es la diferencia que existe entre el rendimiento esperado y el realizado, entendiendo que el rendimiento esperado es el beneficio anticipado por la inversión realizada durante algún periodo de tiempo y el rendimiento realizado es el beneficio real obtenido por la inversión durante algún periodo de tiempo.

Entonces se puede decir que si hay mucha diferencia entre el rendimiento esperado y el rendimiento real, entonces hay mucho riesgo. Si la diferencia es pequeña, se dice que el riesgo es bajo.

**Figura 1.1 Riesgo Rendimiento.**



Fuente: <https://de.slideshare.net/jjchukeyepes/sesion-2-gestin-del-riesgo>

La relación que existe entre riesgo y rendimiento es la seguridad de un instrumento financiero. Desafortunadamente éstos guardan una relación directamente proporcional, es decir, a mayor rendimiento mayor riesgo. Si se desea obtener mayores rendimientos se debe estar dispuesto a aceptar el riesgo inherente por dichos rendimientos, es decir, a aceptar las pérdidas probables de no obtener los rendimientos esperados, perder parte de la inversión e incluso perderlo todo.

En conclusión, cuando se habla de riesgo, se está hablando de probabilidad, la cual se puede calcular por ser un aspecto cuantitativo. Por lo tanto, la incertidumbre no tiene cobertura, mientras que el riesgo sí, aclarando que cada bien o servicio tiene características particulares de riesgo y rendimiento. Es necesario comprender y cuantificar dichas peculiaridades para predecir su conducta futura, considerando estas dos variables. Tomando en cuenta la conducta histórica de los rendimientos de un activo es factible predecir el rendimiento esperado. Para lo anterior se crean portafolios de inversión que en el siguiente capítulo se analizan.

## **Capítulo II. PORTAFOLIO DE INVERSIÓN Y VALOR EN RIESGO**

Los portafolios de inversión se integran con los diferentes instrumentos que el inversionista haya seleccionado. Para hacer su elección, debe tomar en cuenta aspectos básicos como el nivel de riesgo que está dispuesto a correr y los objetivos que busca alcanzar con su inversión. Por supuesto, antes de decidir cómo se integrará el portafolio, será necesario conocer muy bien los instrumentos disponibles en el mercado de valores para elegir las opciones más convenientes, de acuerdo a sus expectativas.

### **2.1 Portafolio de Inversión**

De acuerdo con Martínez, Restrepo y Velásquez (2004) la teoría básica de la selección de portafolios fue desarrollada inicialmente por Harry Markowitz a inicios de los años 50's, más adelante fue ampliada por otros economistas, que se introdujeron en el campo de las finanzas, y adaptaron aspectos importantes para incrementar su desarrollo técnico.

La teoría de portafolios o carteras de inversión, es parte de los métodos desarrollados por Markowitz y sus seguidores para el manejo de las inversiones en valores o en la administración de las carteras de valores o activos. Su marco de análisis se fundamenta en conceptos estadísticos y económicos, que son aplicados en el análisis de la información sobre activos, con el fin de transformarlos en conclusiones que permitan construir portafolios eficientes, de acuerdo a las preferencias de los inversionistas.

Estas teorías parten del supuesto de que la mayoría de los inversionistas son adversos al riesgo, es decir, les interesa reducir el riesgo tanto como maximizar la rentabilidad esperada.

Portafolio o cartera de inversión es una “selección de documentos o valores que se cotizan en el mercado bursátil y en los que una persona o empresa deciden colocar o

invertir su dinero” (Gallardo, C., 2002).

La creación de un portafolio significa realizar la más adecuada selección de los instrumentos de inversión y determinar el porcentaje que se destinará a cada uno de los instrumentos que el inversionista seleccione. Para la elección, se toma en cuenta el nivel de riesgo y los objetivos que se buscan alcanzar con la inversión, antes de decidir cómo se integrará el portafolio, es necesario conocer los instrumentos disponibles en el mercado de valores, de acuerdo a las expectativas.

Entonces cuando se habla de un portafolio de inversión se refiere al paquete de acciones, bonos, monedas, fondos, bienes raíces u otros activos financieros, compuesto por una combinación de instrumentos de renta fija y renta variable, que permitan minimizar la exposición al riesgo.

La renta fija “asegura una entrada fija de incentivos al momento de la inversión, el cual puede variar según las tasas de interés que se tengan como referencia” esta renta proporcionan al inversionista un retorno fijo sobre el capital invertido, es una inversión relativamente segura; sin embargo, la rentabilidad inversión suele ser baja.

Algunos ejemplos de renta fija:

- Instrumentos Estatales (Corto y Largo Plazo)
- Instrumentos de Instituciones Financieras
- Bono de Empresas
- Inversión Extranjera

La renta variable corresponde a “todos aquellos instrumentos cuya rentabilidad se basa en las utilidades, que determinarán tanto el alza de precios como de las acciones y los dividendos que entreguen, varían con el tiempo”, estos instrumentos tienen mayor

riesgo, no aseguran un retorno inicial, pero los rendimientos que se pueden obtener son muy altos.

Ejemplos de renta variable pueden ser:

- Acciones Locales
- Acciones Extranjeras
- Cuotas de Fondos de Inversión

Los portafolios deben tener tanto instrumentos de renta fija como instrumentos de renta variable para lograr equilibrar el riesgo.

### **2.1.1 Tipo portafolio de inversión**

La selección de un portafolio de inversión depende de las características y criterios de cada inversionista, lo principal es tener claro que desean que el rendimiento sea lo más alto posible y lo segundo es que el inversionista espera que el rendimiento sea confiable, seguro y no sujeto a incertidumbre. Por ello existen diferentes tipos de portafolios, Varón (2008) los divide en dos:

**Portafolios de inversión individual:** los sujetos económicos entregan recursos a un agente institucional para ser colocados por éste en inversiones mediante las cuales aquellos puedan alcanzar determinados objetivos económicos como beneficiario de la gestión.

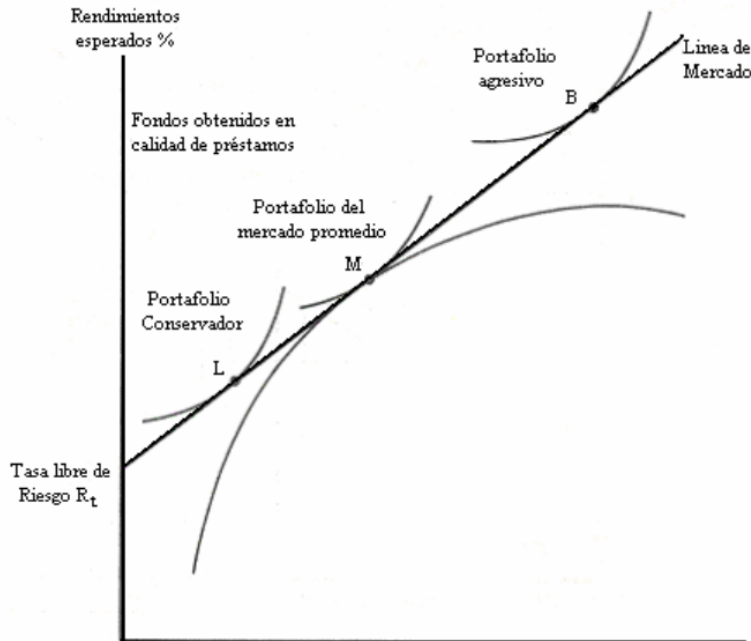
Las inversiones así realizadas corresponden al portafolio individual del usuario, y son por ende manejadas en forma independiente con respecto a las de otros portafolios individuales o colectivos.



**Portafolios de inversión colectiva:** los operadores reúnen los recursos individuales de múltiples sujetos económicos para luego invertirlos colectivamente. La rentabilidad de los inversionistas depende del comportamiento de las inversiones, siendo de su cargo el riesgo de las pérdidas que pueda generar la operación del fondo. El estado no garantiza los dineros recibidos por los administradores de este tipo de portafolios.

Según Bernstein W. (2008), los inversionistas se dividen en cuatro grandes grupos: agresivos, de crecimiento, moderados y conservadores, en función de su aversión al riesgo, es por ello que existen otros tipos de portafolios:

**Figura 2.1 Tipos de portafolios de inversión.**



Fuente: Gysel, H. y Sámano, M. (2004).

**Conservador:** Su objetivo es preservar el capital y tener máxima seguridad.

**Moderado:** Mezcla entre renta y crecimiento, basado en la diversificación de activos financieros para mitigar el riesgo.

Crecimiento: Busca apreciación del capital invertido, con mayor ponderación hacia las acciones y fondos.

Crecimiento Agresivo: 100% Renta Variable, selecciona acciones de pequeña y mediana capitalización, asume gran volatilidad.

Especulativo: basado en rumores y datos, gran riesgo buscando grandes retornos.

### **2.1.2 Diversificación de portafolios**

Diversificar una cartera es “una técnica de inversión que consiste en componer la cartera con distintos tipos de activos” (Pedrosa, 2015), por ejemplo cuentas bancarias, acciones, bonos, opciones, warrants, certificados de oro, materias primas, contratos de futuros, las instalaciones de producción, o cualquier otro elemento que se espera que conserve su valor, con el objetivo de reducir los riesgos naturales de la inversión. Es decir, la diversificación de una cartera es construir un portafolio que cuente con activos de diversa naturaleza, origen y sector, de esta manera, se mantiene la rentabilidad con una menor exposición al riesgo.

Una de las mejores formas de diversificar una cartera es contar con activos con diferentes grados de liquidez, riesgo, complejidad y duración temporal, de esta manera, se asegura que en caso de que una de las opciones caiga en riesgo, se puedan compensar con las inversiones realizadas en otros sectores. Los inversionistas amplían la gama de sectores y de activos donde depositen su dinero y se busca repartir el riesgo al combinar diferentes instrumentos, a esto se le conoce como diversificar la cartera de inversiones

Los portafolios están expuestos a dos tipos de riesgos fundamentales según Pedrosa (2015) los cuales son:

**Riesgos sistémicos:** es aquel que afecta todos los activos por igual e independientemente de su categoría, ya que son factores externos y por lo tanto aunque se diversifique la cartera no se conseguirá eliminar.

**Riesgo no sistémico:** aquel riesgo propio de cada activo, es posible disminuirlo con una adecuada diversificación de carteras.

Algunos de los modelos financieros utilizados para la diversificación o en el proceso de valoración, selección de valores y/o gestión de carteras son:

- Maximización del rendimiento, dado un nivel determinado de riesgo,
- La teoría moderna de gestión de portafolios o Modelo de Markowitz,
- Capital Asset Pricing Model (CAPM)
- Teoría del Arbitraje de Precios.

### **2.1.3 Optimización de Portafolios**

La optimización tiene como objetivo el elegir la mejor alternativa de entre un conjunto finito o infinito de posibles soluciones. De acuerdo con Antón (2015) “consiste en la formulación de un estándar individual de medida que resume el rendimiento o valor de una decisión y la mejora de este rendimiento a partir de la selección de una alternativa del conjunto que se dispone”.

Cuando se habla de optimización se busca obtener un mejor rendimiento mientras se avanza hacia un punto óptimo, maximizando o minimizando una determinada función, al mismo tiempo se satisfacen determinadas restricciones inherentes al problema que se plantea.

En conclusión el objetivo de la optimización es encontrar de forma global, la mejor solución de un modelo. Antón (2015) aporta tres métodos de optimización clásica: deterministas, enumerativos y estocásticos.

## 2.2 Teoría de Markowitz

En 1952 Harry Markowitz fue el creador de la teoría moderna del portafolio o teoría moderna de selección de cartera que estudia cómo maximizar el retorno y minimizar el riesgo, mediante una adecuada elección de los componentes de una cartera de valores, donde propone que el inversor debe abordar la cartera como un todo, estudiando las características de riesgo y retorno global, en lugar de escoger valores individuales en virtud del retorno esperado de cada valor en particular.

La teoría de Markowitz se basa principalmente en la diversificación que es la base para la construcción de portafolios óptimos, buscando siempre el mejor riesgo - rendimiento. El riesgo del portafolio se calcula con la estimación de la varianza de los rendimientos esperados en conjunto con la proporción de los activos que conforman la cartera.

La fórmula matemática primordial del modelo de Markowitz consiste en determinar las ponderaciones  $w_i$  el cual está dado bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j \sigma_{ij}$$

Sujeto a:

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

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Dónde:

$\sigma^2(R_p)$  = Es la varianza de la cartera p

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero i

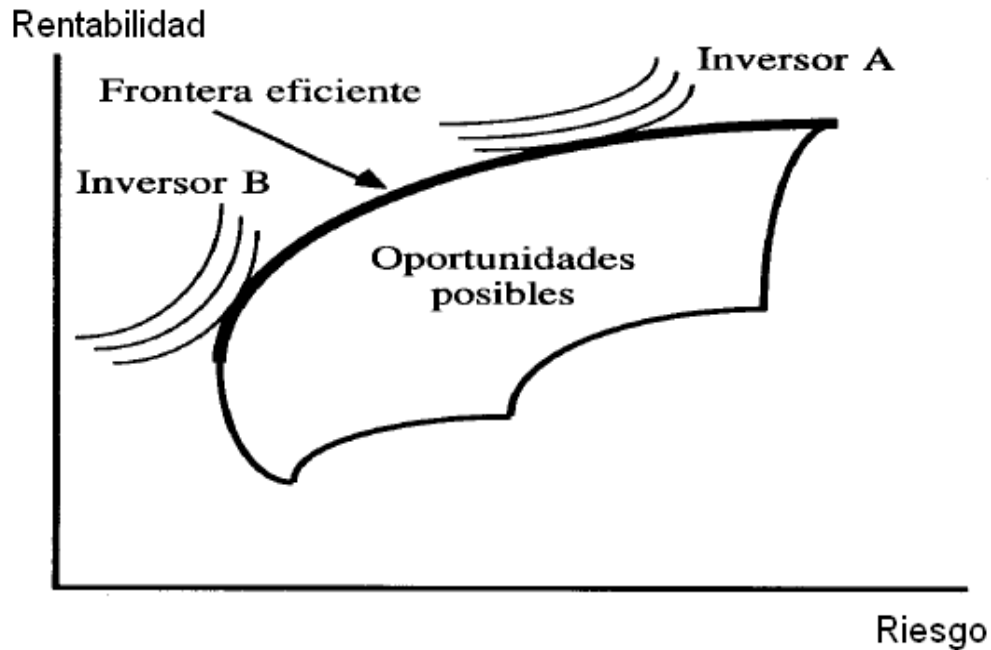
$w_j$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero j

$\sigma_{ij}$  = Es la covarianza entre los rendimientos de los valores i y j

$E(R_p)$  = Es la rentabilidad esperada de la cartera p

Por lo tanto el modelo de Markowitz busca minimizar la varianza del portafolio que es el riesgo y maximizar el rendimiento, permite determinar lo que se denomina la frontera eficiente (Fig. 2.2), la cual se define como el conjunto de portafolios conformados por todas las combinaciones de riesgo - rendimiento que se pueden obtener entre los diversos activos que hacen parte del mismo y que ofrecen el rendimiento esperado más alto para cualquier nivel de riesgo dado.

**Figura 2.2 Modelo Markowitz**



Fuente: <http://www.encyclopediainanciera.com/gestioncarteras/modelomarkowitz.htm>

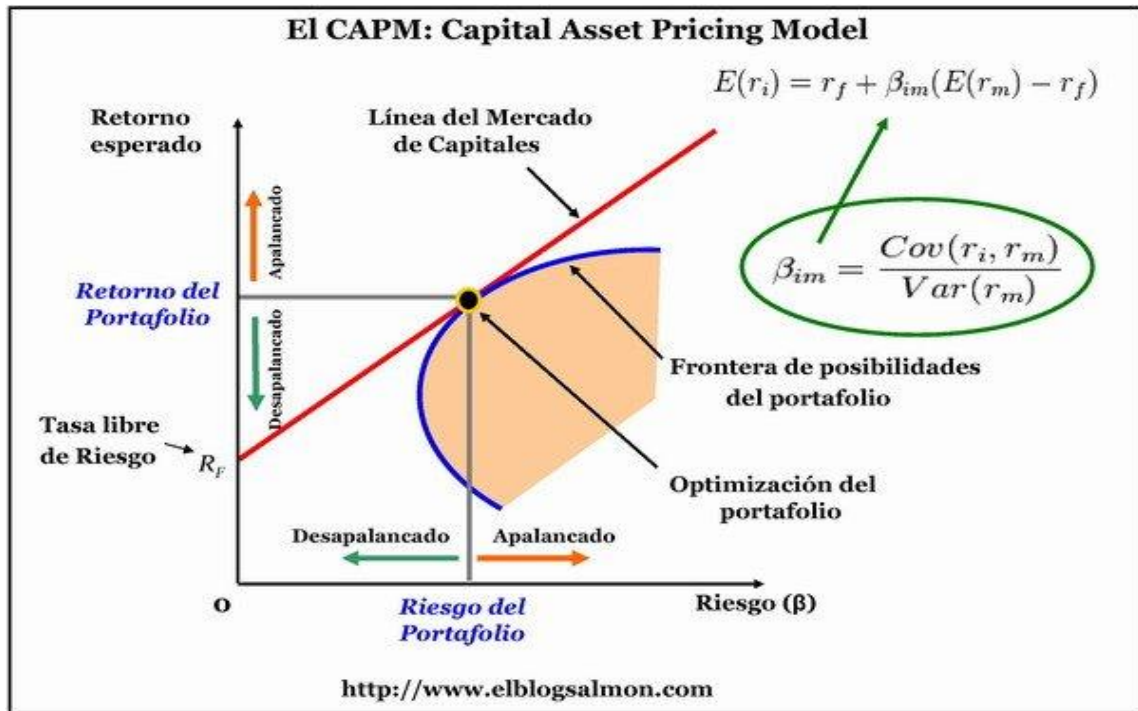
### **2.3 Modelo Capital Asset Pricing Model**

El modelo fue introducido por Jack L. Treynor, William Sharpe, John Litner y Jan Mossin, basado en trabajos anteriores de Harry Markowitz sobre la diversificación y la Teoría Moderna de Carteras o Portafolios. Sharpe recibió el Premio Nobel de Economía (en conjunto con Markowitz y Merton Miller) por su contribución al campo de la economía financiera.

Es un modelo frecuentemente utilizado en la economía financiera, para determinar la tasa de rentabilidad teóricamente requerida para un cierto activo, si éste es agregado a un portafolio adecuadamente diversificado y a través de estos datos obtener la rentabilidad y el riesgo de la cartera total. El modelo toma en cuenta la sensibilidad del activo al riesgo no-diversificable (conocido también como riesgo del mercado o riesgo sistémico, representado por el símbolo de beta ( $\beta$ ) (Fig. 2.3), así como la rentabilidad

esperada del mercado y la rentabilidad esperada de un activo teóricamente libre de riesgo.

**Figura 2.3 Modelo gráfico de CAPM**



La ecuación que plantea el C.A.P.M. se denomina línea del mercado de capitales (LMC), e indica la relación existente entre el retorno esperado de un portafolio y el nivel de riesgo, la fórmula para calcular el rendimiento esperado de un activo dado su riesgo es la siguiente:

$$E(R_i) = r_f + B_i[E(r_m - r_f)]$$

Dónde:

$E(r_i)$  = Es la rentabilidad esperada del activo  $i$

$r_f$  = Es la rentabilidad del activo libre de riesgo

$B_i$  = Es el coeficiente beta del activo  $i$

$E(r_m)$  = Es la rentabilidad esperada del índice de mercado

El CAPM es un modelo que describe la relación entre el riesgo sistemático y el rendimiento esperado de los activos, en particular las acciones.

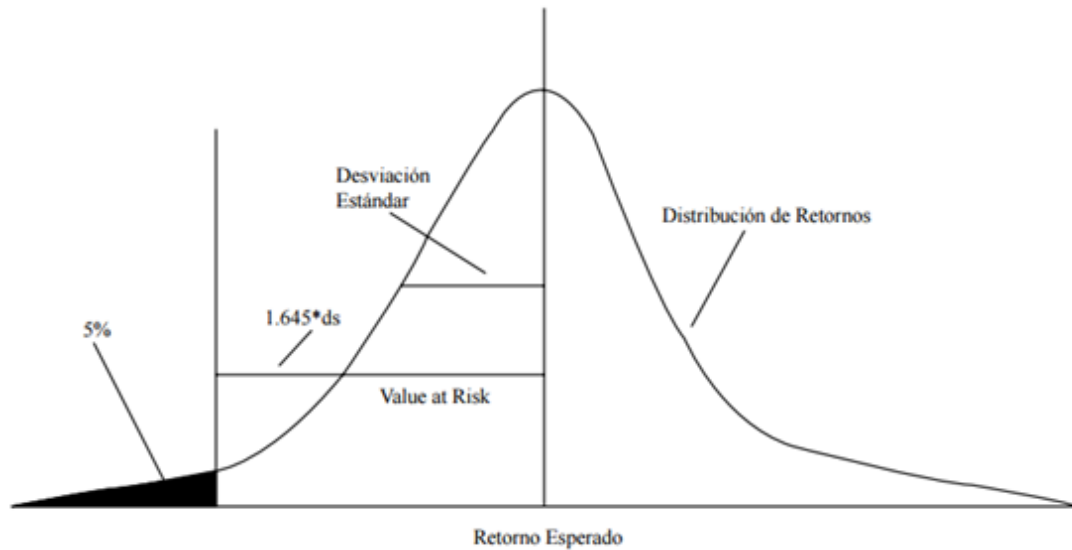
## **2.4 Valor en riesgo (VaR)**

Es un concepto que se propuso en la segunda mitad de la década de los noventa y hoy se aplican en una cantidad importante de instituciones en el ámbito internacional. El valor en riesgo conocido como VaR, es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza. El concepto de VaR o valoración del riesgo, “proviene de la necesidad de cuantificar con determinado nivel de significancia o incertidumbre el monto o porcentaje de pérdida que un portafolio enfrentará en un período predefinido de tiempo” (mencionado en Johnson, C., 2001).

La medida de VaR tiene tres componentes: un período de tiempo, un nivel de confianza y una pérdida (o porcentaje de pérdida). Representa el peor escenario posible para un activo o portafolio, dadas condiciones normales de mercado, un horizonte de tiempo determinado y un nivel de confianza determinado (Alonso y Berggrun, 2008). Es decir, calcula la pérdida máxima esperada sobre una inversión, durante un período de tiempo determinado y con un grado de confianza especificado, como se muestra en la figura 5.



**Figura 2.4 Representación gráfica del VaR**



Fuente: <http://www.econ.uchile.cl/uploads/publicacion/d21e154f-3899-428d-9a68-255c3a876963.pdf>

**Nivel de Confianza:** El VaR puede variar en los niveles de confianza, por lo general va de 95% al 99%, a mayor nivel de confianza mayor nivel de riesgo. El estándar de la industria financiera es un nivel de confianza del 95% y 99%.

**Horizonte de tiempo:** este factor se toma en cuenta considerando a que se dedica la empresa, el objetivo del inversionista y las situaciones en las que se encuentra el instrumento.

Podemos representarlo con la siguiente formula:

$$Var = F * \sqrt{\sigma^2 * \Delta t}$$

Dónde:

$F$  = Es el factor que determina el nivel de confianza.

$\sigma^2$  = Es la varianza de los rendimientos del activo.

$\Delta t$  = Horizonte de tiempo

Por su parte De Jesús (2008), menciona que para estimar el valor en riesgo de un portafolio de instrumentos financieros se deben seguir los siguientes pasos:

1. En primer lugar, se tiene que identificar cuáles son los factores de riesgo cuyo comportamiento puede afectar de manera significativa en el valor del portafolio de inversión.
2. El segundo paso es determinar una distribución de los cambios en el valor del portafolio; es decir, la sensibilidad de los rendimientos del portafolio derivada de los cambios en los factores de riesgo valuados a precio de mercado (mark to market), así como la cuantificación del impacto de la variación en el valor del portafolio de cada uno de los instrumentos financieros que lo componen.
3. El último paso consiste en estimar el VaR del portafolio dado un intervalo de confianza a fin de determinar la variación máxima esperada de los factores de riesgo, la cual dependerá de la metodología que se seleccione y de las series financieras históricas que se utilicen para estimar el VaR.

Existen dos métodos estadísticos para el cálculo del VaR: distribuciones paramétricas y no paramétricas. A continuación veremos las metodologías para el cálculo del valor en riesgo.

### 2.4.1 Distribuciones Paramétricas

Las distribuciones paramétricas tienen como característica “el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad, que generalmente es la normal y en el supuesto de linealidad en el valor de los activos” (Banco de México, 2005).

Se obtiene el VaR con distribuciones paramétricas para estimar un nivel de confianza, bajo el supuesto de que los rendimientos siguen una distribución normal, utilizando datos de rentabilidad estimados y asumiendo una distribución normal de la rentabilidad.

Una distribución paramétrica es una forma matemática abstracta que representa de manera concisa las variaciones en un conjunto de datos. La naturaleza específica de una distribución paramétrica está determinada por valores particulares de los parámetros de la distribución.

#### 2.4.1.1 Método Delta Normal

La institución Morgan J. P. (1995, en De Jesús, 2008) introdujo el método delta-normal para el cálculo del riesgo de mercado a través de su popular metodología RiskMetrics; esta aproximación también es conocida como el método de varianza-covarianza.

El autor Johnson (2001) menciona que el método delta-normal consiste en asumir que los retornos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida, donde el valor esperado para un portafolio de  $n$  activos es:

$$\text{Valor Esperado} = E[R_p] = w' * E [R]$$

Y la varianza del portafolio para  $n$  activos es:

$$\text{Varianza} = \sigma_p^2 = w' * E[\Sigma] * w$$

Dónde:

$w$  = vector columna de ponderadores no negativos que suman uno

$\Sigma$  = matriz de varianza y covarianza para los retornos de  $n$  activos

Asimismo Johnson afirma que cuando se aplica alguna metodología de optimización de portafolios, se tiene la ponderación de los instrumentos, y así se procede a calcular el VaR para el portafolio especificado considerando un nivel de confianza  $\alpha$ .

$$VaR_{Portafolio} = \alpha * \sqrt{w' * E[\Sigma] * w * \Delta t}$$

En general, esta metodología estima el riesgo para portafolios compuestos por posiciones lineales, debido a que pueden ser expresados como una función lineal de un conjunto de factores de riesgo, cuyos valores de las posiciones son afectados únicamente por los movimientos ya sea en los precios de los índices bursátiles, tasas de interés, bienes físicos y tipos de cambios (De Jesús, 2008).

Con referencia a De Jesús (2008) las ventajas del método Delta Normal para estimar el riesgo son las siguientes:

- a) La principal ventaja del método es su fácil implementación, ya que permite calcular el VaR para portafolios grandes. Esto se debe a que existe una relación lineal entre los cambios de los factores de riesgo y los cambios de los activos financieros; es decir, el cambio en el valor del portafolio se puede obtener a través de una transformación lineal en los cambios de los factores de riesgo también conocidos como factores de mercado.

- b) En términos computacionales, la estimación del VaR para portafolios institucionales enormes se reduce debido a que la dimensión del problema se centra en un conjunto de factores de riesgo identificados en las posiciones, facilitando con ello la relación entre los cambios en los activos financieros del portafolio y los cambios en los factores de mercado. También es importante señalar que la implementación de la aproximación requiere de un costo menor comparado con otras metodologías, puesto que los cálculos se pueden llevar a cabo en una hoja de cálculo.

#### **2.4.2 Distribuciones no Paramétricas**

Son métodos de distribución libre no se requiere conocer la distribución de los rendimientos, se utilizan estadísticos cuya distribución se determina con independencia cuál sea la distribución. Es decir no se basan en ninguna suposición en cuanto a la distribución de probabilidad a partir de la que fueron obtenidos los datos.

Esta distribución no emplea ningún supuesto sobre la distribución de los rendimientos, ni supone ningún tipo de comportamiento de los parámetros. Una de las aproximaciones no paramétricas más empleadas es la Simulación Histórica (SH).

##### **2.4.2.1 Simulación Histórica**

Este método implica, tomar cada una de las pérdidas como un posible escenario, de tal manera que el VaR corresponderá al percentil  $\alpha$  de la distribución empírica de los datos.

Se estudian las pérdidas y ganancias que habría experimentado la cartera actual si se hubieran producido, aleatoriamente. Una vez obtenidas las pérdidas y ganancias

hipotéticas para cada día del periodo de observación, se puede generar una distribución de rentabilidades esperadas y tomar los percentiles de dicha distribución como medida directa del VaR.

Es decir, la simulación histórica asume que la distribución de los rendimientos futuros es bien descrita por la distribución histórica de los rendimientos. Dado que no se supone ninguna distribución específica (como la normal) y que emplea las realizaciones de los rendimientos, este método tiene en cuenta posibles distribuciones no-normales y colas pesadas; sin embargo, no tiene en cuenta la posibilidad de una volatilidad condicional. Finalmente, es importante anotar, que si bien esta aproximación aparentemente no implica supuesto alguno sobre la distribución de los rendimientos, de hecho si está suponiendo que la distribución es constante y por tanto la volatilidad.

De acuerdo con De Jesús (2008) las principales ventajas del método de simulación histórica son:

- a) La aproximación no asume ningún supuesto acerca de la distribución de probabilidad de los rendimientos, principalmente debido a que la distribución empírica generada por los cambios en los factores de riesgo es estacionaria; es decir, el método implícitamente asume que los rendimientos se distribuyen independientemente e idénticamente.
- b) El método de simulación histórica no asume correlaciones estables, ya que representan una función de la magnitud de los factores de riesgo.
- c) El método permite incorporar la naturaleza no lineal exhibida en las opciones financieras, revaluando el portafolio en diferentes niveles para cada uno de los factores de riesgo, puesto que depende de los precios actuales.
- d) El modelo de simulación no padece el problema del sesgo de la cola; es decir, la aproximación es robusta para capturar las colas pesadas ocasionado por el

exceso de curtosis; un hecho estilizado observado en la distribución de rendimientos de los factores de riesgo. En otras palabras, la distribución empírica para todos los factores de riesgo del portafolio refleja exactamente la frecuencia histórica de pérdidas grandes sobre el periodo de análisis.

- e) El método de simulación histórica permite construir intervalos de confianza a diferencia de los métodos paramétricos, los cuales coadyuvan a validar la calidad y exactitud del modelo VaR implementado en la estimación del riesgo de mercado.
- f) Finalmente, el método no está propenso al riesgo de modelo, puesto que no depende de supuestos específicos de modelos de valuación o de la estructura estocástica del mercado.

#### **2.4.2.2 Pruebas de Estrés**

Las pruebas de estrés son una medida de la exposición al riesgo de un grupo de instituciones financieras a un escenario macroeconómico o micro financiero particular, ya sea histórico o hipotético. En este sentido, constituyen un instrumento de evaluación del perfil de riesgo financiero, que se utiliza para cuantificar el impacto potencial en el sistema de un evento específico o de cambios simultáneos en variables macroeconómicas y financieras.

Las pruebas de estrés es una prueba que mide la resistencia de empresas en escenarios económicos extremos, por ejemplo, un banco puede realizar una prueba de estrés en su cartera de préstamos para medir los niveles de morosidad si las tasas de desempleo nacionales suben del 7 por ciento al 12 por ciento.

Estas pruebas son realmente necesarias después de largos períodos donde las condiciones económicas y financieras han sido favorables, debido a que la buena

marcha de la economía durante tanto tiempo puede conducir a la complacencia y a la infravaloración del riesgo.

También se emplea como una herramienta clave en la gestión de riesgos durante los períodos de expansión, cuando la innovación conduce a nuevos productos con alta demanda, de los cuales no se tiene ninguna experiencia histórica.

### **2.4.2.3 Simulación de Monte Carlo**

El método se llama así en referencia al Casino de Monte Carlo (Mónaco) por ser “la capital del juego de azar”, al ser la ruleta un generador simple de números aleatorios. El nombre y el desarrollo sistemático de los métodos de Montecarlo datan aproximadamente de 1944 y se mejoraron enormemente con el desarrollo de la computadora.

El método de Monte Carlo de acuerdo con Cadenas J. (2005) menciona que es “una técnica numérica para calcular probabilidades y otras cantidades relacionadas, utilizando secuencias de números aleatorios”. Es decir, permite resolver problemas matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias, un suceso aleatorio es un conjunto de resultados que se producen con cierta probabilidad.

También considerada como una “técnica de muestreo artificial, empleada para operar numéricamente sistemas complejos que tengan componentes aleatorios” (Périssé, M. y Pepe, M., 2006). Para llevar a cabo esta metodología, se realizan diversas simulaciones donde se generan valores aleatorios para el conjunto de variables de entrada y parámetros del modelo que están sujetos a incertidumbre. Tales valores aleatorios generados siguen distribuciones de probabilidades específicas que deben ser identificadas o estimadas previamente. El conjunto de resultados, producidos por todas las simulaciones, podrán ser analizados estadísticamente y proveer resultados en



términos de probabilidad.

De acuerdo a Périssé, M. y Pepe, M., (2006) se puede aplicar el Modelo de Monte Carlo en Excel de la siguiente forma:

1. Estimar la escala de valores que podría alcanzar cada factor, y la probabilidad de ocurrencia asociada a cada valor.
2. Elegir, aleatoriamente, uno de los valores de cada factor, y dependiendo de la combinación seleccionada, computar la tasa de rendimiento resultante.
3. Repetir el mismo proceso una y otra vez, la cantidad de veces que sea necesaria, que permita definir y evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada posible tasa de rendimiento.
4. Se calcula la tasa media esperada.
5. También se determina la variabilidad de los valores respecto del promedio.

Esta metodología provee como resultado, aproximaciones para las distribuciones de probabilidades de los parámetros que están siendo estudiados.

Concluyendo, para construir un portafolio de inversión es indispensable tomar en cuenta la relación entre rendimiento y riesgo (como se mencionó en el capítulo I), además se busca la obtención de rendimientos ajustados por riesgo, ya que de nada vale esperar obtener un determinado rendimiento sino se tienen presente los riesgos asociados. “El que verdaderamente gana no es el que obtiene el mayor rendimiento en un determinado período sino el que permanece en el tiempo con una adecuada rentabilidad/riesgo” (UNAM, 2014)

## Capítulo III. LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

### 3.1 Antecedentes históricos

El nacimiento de la industria automotriz en México inicia en 1925, con las instalaciones de ensamble de la empresa Ford, posteriormente en 1935 llega General Motors el mayor fabricante a nivel mundial, en 1938 inicia Automex que después se convirtió en Chrysler. Estas empresas centraron su actividad en el montaje de vehículos del mercado nacional.

Las razones que promovieron a las empresas extranjeras norteamericanas, europeas y asiáticas eran por reducción de costos de producción, bajos salarios en la mano de obra, dando como resultado mínimas inversiones y falta de infraestructura. En 1950 México da un giro en su estructura económica situación que fortaleció en gran medida al sector automotriz.

En 1962 se emite el primer decreto automotriz, el cual orientaba al sector hacia la satisfacción del mercado doméstico y en el que incluyen aspectos como:

- Se limitaron las importaciones de vehículos
- Se limitó la importación de ensambles principales (motores y transmisiones)
- Fijó en un 60% el contenido nacional mínimo para los vehículos fabricados en territorio nacional.
- Limitó a un 40% de capital extranjero las inversiones en las plantas fabricantes de autopartes.
- estableció un control de precios con el fin de contener las utilidades e incentivar a un incremento de la productividad

En 1964 Volkswagen inicia sus operaciones de ensamble en el Estado de México y tres años después trasladó su centro de producción al estado de Puebla.

En 1961 Nissan Mexicana se constituye e inicia sus operaciones en la planta de la ciudad de industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) en el estado de Morelos. Ford en 1964 instala dos nuevas plantas en el Estado de México y General Motors inaugura el complejo de motores y fundición en Toluca en 1965. A su vez Chrysler en 1964 abre una planta de motores en Toluca y en 1968 inicia su planta de ensamble. Para la década de los setenta eran siete los fabricantes de vehículos en el país con plantas ubicadas alrededor de la ciudad de México.

En 1972 se emite el segundo decreto automotriz, con nuevas políticas regulatorias, con el objetivo de mejorar el funcionamiento de los mercados en la que destacaron:

- Se redujo el porcentaje de contenido nacional mínimo para vehículos destinados al mercado de exportación.
- Se obligaba a los fabricantes de la industria terminal a exportar un equivalente del 30% del valor de sus importaciones.

Para 1975 las exportaciones de la industria automotriz estaban por debajo del 16% de lo que el sector importaba, por lo que la balanza comercial entró en crisis.

En 1977 se publica un nuevo decreto el cual tenía como objetivo transformar México como país exportador altamente competitivo abriendo el sector para las inversiones foráneas en el que se estableció:

- Estricto control sobre la balanza comercial de los fabricantes de la industria terminal.
- al menos el 50% del intercambio comercial de las compañías armadoras debía provenir de la exportación de autopartes localmente producidas.
- no se permitía que los capitales foráneos tuvieran la mayor participación de las inversiones.

En 1981 General Motors instaló su complejo de Ramos Arizpe en Coahuila, debido a que las compañías norteamericanas comenzaron a incrementar sus inversiones en la zona norte de México, creando nuevos centros de producción.

En 1983 Ford abrió su planta de motores en Chihuahua y otra de ensamble en 1986 en Hermosillo, Sonora, al igual que Mazda en el mismo año.

Ante la situación macroeconómica desfavorable en 1983, se establece una nueva regulación nombrada el nombre “Decreto para la racionalización de la industria automotriz”, en el que se fortalecen las exportaciones de vehículos que en las autopartes, reduciendo los vehículos destinados a los mercados internacionales.

En 1987 se activan en gran medida las exportaciones de vehículos y para 1989 las exportaciones de las autopartes representaron tanto solo el 57% del total.

A partir de la segunda mitad de los ochenta las compañías transnacionales tuvieron una evolución que significó como factor determinante para la situación actual.

En 1989 el presidente Salinas emitió un nuevo decreto en el que especificaba que para poder competir dentro del esquema de globalización de la industria, era necesario modernizar el sector, así como una aceleración en el ritmo de las inversiones, buscando elevar los niveles de eficiencia, productividad y tecnología a niveles internacionales. Este decreto para la modernización y promoción de la industria automotriz, autorizaba la importación de vehículos nuevos por primera vez, fue entonces a partir de 1991 el 15% de la producción fueran importados alcanzando un nivel del 20% en 1993.

En 1994 se firma el TLCAN, cuando el sector comienza a tener un proceso de transformación, los acuerdo sobre el giro automotriz fueron relevantes siendo este el sector más grande en cuanto al intercambio económico. Entre los aspectos más importantes fueron:

- las tarifas arancelarias a las importaciones fueron reducidas a la mitad.
- la tarifa de importación de automóviles y camiones ligeros se redujo de 20 a un 10% acordando eliminarse por completo a partir del 2004.
- el margen de contenido nacional para vehículos fabricados en México se definió del 36% en 1993 hasta 0% para el 2004.

La desregulación gradual del sector automotriz a partir de 1994 hasta hacerse total a partir del 2004 creó oportunidades de negocios para compañías extranjeras, elevando la calidad y reducir los costos de producción de los fabricantes ya instalados en el país con el fin de incrementar sus negocios.

Durante la administración del presidente Vicente Fox; 2004, se publicó el Decreto para el apoyo de la competitividad de la industria automotriz terminal y el impulso al desarrollo del mercado interno de automóviles, se reconoce el fortalecimiento del mercado interno.

México cayó en picada después de 2007, año en el que registró la cifra de un millón 99 mil 866 automóviles, para así iniciar una caída abismal durante los siguientes años, generada principalmente por una de las peores crisis financieras. Aun así al cierre de 2008 se lograron vender un millón 25 mil 520 vehículos, última cifra superior al millón, en 2009 se registró la peor caída, mientras que en 2010 hubo una pequeña recuperación. Sin embargo, al acabar 2011 se reportaron, cifras que de acuerdo a la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) no se pudo superar durante los primeros 10 meses de 2012.

Durante este sexenio presidencial, en el 2015 el Presidente de la República, Enrique Peña Nieto, afirmó “México es ya una potencia mundial en el sector automotriz” al consolidarse como el séptimo productor y el cuarto exportador de automóviles, apuntó que “estamos construyendo las mejores condiciones para elevar la competitividad de

México, con reformas estructurales que nos pongan a la vanguardia, y con infraestructura de calidad mundial”.

La Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (2017) en su boletín de prensa el pasado mes del presente año, publicó “Febrero 2017 registra las ventas más altas para cualquier febrero con 117,976, 6.5% por encima de las registradas en 2016”, adicional algo que llama la atención es que “en EE.UU. se comercializaron 2, 463, 496 vehículos ligeros a febrero 2017, 1.4% menor a lo registrado en el mismo periodo de 2016”.

### **3.2 Información de las Emisoras del portafolio**

#### **BMW Group**

La historia de BMW en México dio inicio con la instalación de la Planta de Lerma, que dio inicio al ensamblaje de los Serie 3, 5 y 7 en 1995. Así, en mayo de 1995, la primera agencia BMW ubicada en Polanco abrió sus puertas en la Ciudad de México. Con las tres marcas, BMW, MINI y Rolls-Royce Motor Cars, el Grupo BMW tiene su vista firme en el sector Premium del mercado automotriz internacional. Para alcanzar sus objetivos, la empresa sabe cómo desplegar sus fortalezas con una eficiencia sin paralelo en la industria automotriz. Desde la investigación y desarrollo, hasta la mercadotecnia y las ventas, BMW Group está comprometido con los más altos estándares de calidad en todos sus productos y servicios. El éxito de la empresa al día de hoy es prueba fehaciente de la efectividad de las estrategias.

#### **Daimler México**

Nace en 2007 y se constituye como una sociedad controladora de las acciones de las empresas del Grupo Daimler en México, al tener una participación como accionista mayoritario.

Daimler México S.A. de C.V. pertenece a Daimler AG una de las empresas automotrices más exitosas del mundo. Con sus divisiones Mercedes-Benz Cars, Daimler Trucks, Mercedes-Benz Vans, Daimler Buses y Daimler Financial Services, el Grupo Daimler es uno de los más grandes productores de autos de lujo y el mayor productor de vehículos comerciales en el mundo con un alcance global. Daimler Financial Services ofrece a sus clientes una gama completa de servicios financieros automotrices, incluyendo financiamiento, arrendamiento, seguro y gestión de flotilla.

### **Ford Motor Company**

Ford cuenta con tres plantas ensambladoras en México, una ubicada en Cuautitlán, Edo. De México, otra en Hermosillo, Sonora y la última en Chihuahua, Chihuahua.

Es líder mundial en productos y servicios automotrices, y financieros. Su Misión es mejorar continuamente sus productos y servicios a fin de satisfacer las necesidades de sus clientes, lo que les permite prosperar como negocio y proporcionar utilidades razonables a sus accionistas quienes son propietarios del negocio.

### **General Motors**

El 23 de septiembre de 1935 General Motors de México, S.A. de C.V. es constituida oficialmente e inicia operaciones con 36 empleados en sus oficinas. General Motors cuenta con cuatro plantas ensambladoras en México, la primera está ubicada en Toluca, Edo. De México, otra en Ramos Arizpe, Coahuila, una tercera en Silao, Guanajuato y la última en San Luis Potosí, San Luis Potosí. Así mismo cuenta con un Centro de Ingeniería y Servicio Posventa en Toluca y una Pista de Pruebas en Cupuán del Río, Michoacán. En el 2015 General Motors celebró 80 años con México.

Es una empresa que produce y comercializa componentes y vehículos a través de cuatro marcas: Chevrolet, Buick, GMC y Cadillac.

### **Honda de México**

En 1985, después de un cuidadoso análisis, nace Honda de México, S.A. de C.V. para, un año después, iniciar la construcción de la primera planta de Honda en el país, ubicada en El Salto, Jalisco. Actualmente, más de un cuarto de siglo después, la planta de El Salto agrupa a más de 2,000 asociados, dedicados a la producción de más de 70,000 vehículos anualmente. Incluyendo la producción de diferentes modelos de motocicletas y refacciones para el mercado nacional y de exportación.

La gran capacidad del personal mexicano para desarrollar los productos Honda, así como la enorme aceptación de éstos en el país y en los mercados más exigentes del mundo, fueron factores clave en el crecimiento de las operaciones de Honda en el país.

### **Toyota Motor Sales de México**

Inició operaciones en nuestro país en abril de 2002, con el compromiso de ofrecer la máxima satisfacción a sus clientes. Fueron seis distribuidores los que comenzaron la venta de Camry, el primer modelo de la marca que llegó a México, seguido de Corolla, Matrix y 4Runner, logrando colocar 3,836 unidades. Hoy en día, Toyota está muy cerca de sus clientes en todo el país, cuenta con una red de 66 Distribuidores que comercializan 15 modelos diferentes con ventas superiores a las 60,000 unidades anuales.

Toyota fue la primer automotriz en tener un programa de automóviles seminuevos certificados como nuevos, el cual llegó a la unidad 20,000 vendida desde su nacimiento en 2007.



## **Tesla**

Fue fundada en 2003 por un grupo de ingenieros de Silicon Valley que deseaban probar que los autos eléctricos podían ser mejores que los autos de gasolina. Gracias a un torque instantáneo, una increíble potencia y cero emisiones, los productos Tesla serían automóviles sin concesiones. Cada nueva generación sería cada vez más asequible, con lo que la compañía podría trabajar para lograr su misión: acelerar la transición del mundo hacia la energía sostenible.

## **Hyundai Motor**

Fabrica, vende y exporta vehículos de pasajeros, camiones y vehículos comerciales. La empresa comercializa también diversas partes de automoción y opera centros de reparaciones

En el 2014 la automotriz con mayor crecimiento por marca, anuncia el establecimiento de Hyundai Motor México (HMM), una subsidiaria de su total propiedad que atenderá activamente la creciente demanda de autos en México. Se posiciona como una de las marcas favoritas del mercado automotriz mexicano y como la marca con mayor número de unidades vendidas en su primer mes de operaciones

## **Volkswagen de México**

En marzo de 1954 llegan a México los primeros modelos Volkswagen, con motivo de la exposición "Alemania y su industria" que se celebró en las instalaciones de Ciudad Universitaria, en la Ciudad de México. En el 2001, Volkswagen de México celebró la producción del vehículo 5 millones y la marca SEAT se suma a la presencia del Grupo Volkswagen en el mercado mexicano.

En marzo de 2015, Volkswagen de México anunció la fabricación de una nueva versión del modelo Tiguan en su planta de Puebla, el cual se lanzará a los mercados en 2017. Para la integración de este modelo se invertirán 1 mil millones de dólares en México, aplicados a la ampliación y modernización de las instalaciones productivas en la planta de Puebla, así como a herramientas que producirán las autopartes.

### **Fiat Chrysler Automóviles**

FCA México inició operaciones en 1938 y actualmente cuenta con una Red de 310 Distribuidores de las siguientes marcas: Chrysler, Dodge, Jeep y Ram 170, Fiat 70, Alfa Romeo 9 y Mitsubishi 60. Da empleo directo a más de 13,000 personas en tres zonas del país. Ciudad de México 1,814 Estado de México 3,956 y Coahuila 8,116. El número de vehículos exportados por FCA México a diciembre de 2016 fue de 443,285 unidades. Mientras que la venta de vehículos a diciembre de 2016 fue de 103,907 unidades.

### **3.3 Importancia de la Industria automotriz en la economía**

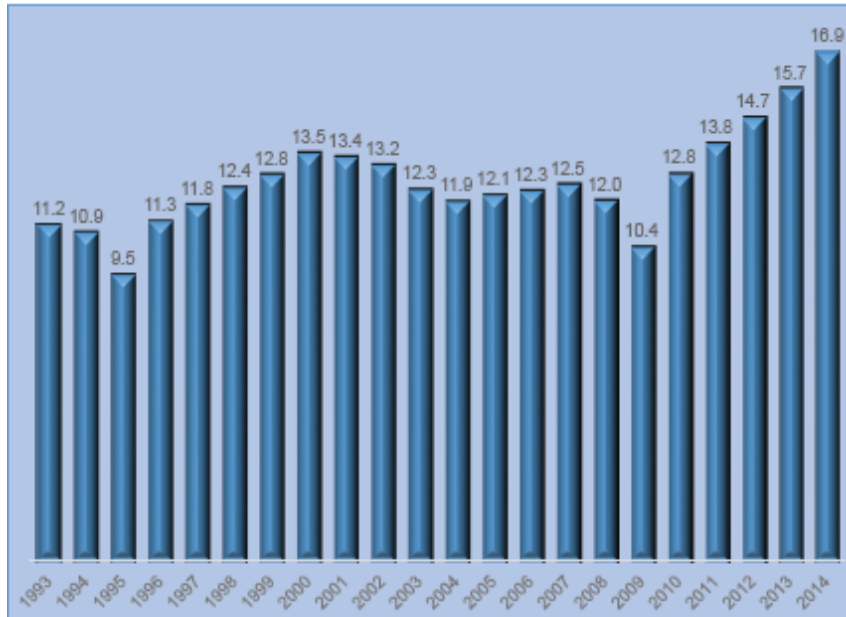
De acuerdo a la reseña anterior la industria automotriz está compuesta por industria terminal y de autopartes, relevantes dentro de la economía nacional actual, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y AMIA, en el 2014 mencionan algunos indicadores para el desarrollo económico del país que son representativos:

- Genera el 14.4% del empleo manufacturero.
- 16.9% de la producción de manufactura.
- Aporta aproximadamente el 3.0% del PIB nacional.
- Se ubicó como la segunda actividad más importante dentro del sector

manufacturero.

- Se tienen 18 plantas ensambladoras y 8 marcas.

**Figura 3.1 Porcentajes respecto al PIB manufacturero**



Fuente: INEGI 2016

Estos fueron algunos de los beneficios que tuvo este sector a partir de la firma del TLCAN, teniendo nuevas compañías ensambladoras distribuidas de manera estratégica geográfica. (Fig.3.2).

En 1993 existían 10 plantas de fabricación de vehículos ligeros y motores, representadas por cinco marcas; 22 años después se tienen 18 plantas y 8 marcas. Adicionalmente, se han anunciado nuevas inversiones para la producción de vehículos, motores y transmisiones que iniciarán operaciones entre 2016 - 2019.

En un contexto general, la Industria automotriz está registrando una dinámica de crecimiento superior a la de la economía en su conjunto desde 2010.

**Figura 3.2. Distribución Geográfica de Compañías automotrices en México.**



Fuente: Vicencio, A. 2007

De acuerdo al INEGI Y AMIA (2016) la producción de la industria automotriz aumenta de acuerdo a la demanda internacional. Como se mencionó anteriormente cuando entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, esta industria representaba el 1.9% del PIB del país y en 2014, este porcentaje fue de 3.0 por ciento como se observa en la siguiente imagen (Fig. 3.3).

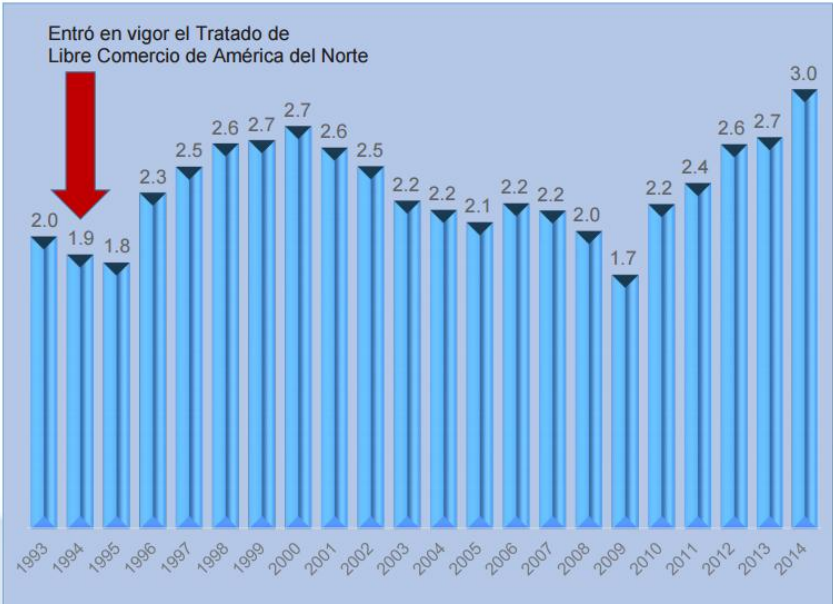
**Figura 3.3 Las industrias más importantes del sector manufacturero**

Denominación	1993	2000	2005	2014
	Porcentajes			
	100.0	100.0	100.0	100.0
Industria alimentaria	24.1	20.2	22.7	23.6
<b>Industria automotriz</b>	<b>11.2</b>	<b>13.5</b>	<b>12.1</b>	<b>16.9</b>
Industria química	9.4	11.1	12.6	11.6
Industrias metálicas básicas	3.3	4.5	6.4	5.8
Industria de las bebidas y del tabaco	4.5	4.7	5.5	5.1

Fuente: INEGI 2016

La Industria automotriz en comparación a otros giros se ubica entre las actividades más importantes después de la industria alimentaria del sector manufacturero, lo anterior muestra que es muy relevante por lo que aporta a la producción, al empleo y a la generación de divisas, incrementando la economía del país. (Fig. 3.4).

**Figura 3.4 Porcentajes respecto al PIB de México**



Fuente: INEGI 2016

De acuerdo con AMIA (2017) el sector automotriz mantiene perspectivas optimistas hacia el 2020, sin que se adviertan efectos negativos para el sector.

El director general de la AMIA, Fausto Cuevas Mesa, expuso que para el 2020 México podría estar produciendo 5 millones 200 mil unidades, lo cual lo colocaría entre los cinco primeros lugares a nivel mundial (Duran, 2016)

En el siguiente capítulo se pone en práctica la teoría, para crear dos portafolios con emisoras del giro automotriz.

## **Capítulo IV. Aplicación práctica del modelo Markowitz y cálculo del VaR (delta-normal) en un portafolio óptimo y aleatorio.**

En este capítulo se pone en práctica la teoría de Markowitz, donde se comprobó que con emisoras del mercado de valores en específico del sector automotriz, se puede construir un portafolio óptimo con los cálculos necesarios para llegar a la mejor estructuración de combinaciones de activos, con la mejor relación riesgo-rendimiento, así mismo se realizó el cálculo del VaR mediante la distribución paramétrica delta-normal, donde se obtuvo la máxima pérdida estadísticamente posible del portafolio óptimo y aleatorio. Terminado con la comparativa de los resultados de los 2 portafolios.

### **4.1 Selección de la Muestra**

La Bolsa Mexicana de Valores está conformada por 139 empresas emisoras las cuales están agrupadas en 10 sectores:

- I. Energía
- II. Industrial
- III. Materiales
- IV. Productos de consumo frecuentes
- V. Salud
- VI. Servicios de telecomunicaciones
- VII. Servicios financieros
- VIII. Servicios públicos
- IX. Servicios y bienes de consumo no básicos
- X. Tecnología de la información

Si bien es cierto, un portafolio de inversión debe estar compuesto por acciones que tengan poca relación entre sí para diversificar el riesgo; sin embargo, las emisoras que se tomaron en cuenta para el caso práctico pertenecen al sector de Servicios y bienes

de consumo no básico del subsector automóviles y componentes del ramo automóviles, por lo cual la diversificación toma un horizonte más estrecho ya que los factores que afectan los precios de las acciones de este sector son similares.

Para la determinación de las acciones que conforman los portafolios, se seleccionaron emisoras de la Bolsa Mexicana de Valores que pertenecen solamente al sector automotriz, el cual se obtuvo haciendo un filtro en la página de la BMV seleccionando el ramo “automóviles” obteniendo las siguientes emisoras:

**Tabla 4.1. Muestra seleccionada**

CLAVE	RAZÓN SOCIAL
BMW	Bayerische Motoren Werke Ag
DAI	Daimler Ag
DAIMLER	Daimler México, S.A. De C.V.
RACE	Ferrari N.V.
FCA	Fiat Chrysler Automobiles N.V.
FORD	Ford Motor Co.
GM	General Motors Company
HONDA	Honda Motor Co. Ltd.
HYUNDAI	Hyundai Motor Company
PIA	Piaggio & C. S.P.A.
TTM	Tata Motors Limited
TESLA	Tesla, Inc.
TOYOTA	Toyota Motor Corp.
VW	Volkswagen Aktiengesellschaft

FUENTE: <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>

Se delimito la muestra a 10 emisoras debido a que Daimler Ag, Ferrari N.V., Piaggio & C. S.P.A. y Tata Motors Limited no contaban con información histórica requerida de acuerdo al periodo de estudio del ejercicio práctico.

Las 10 emisoras que conformaron los portafolios son:

**Tabla 4.2. Muestra delimitada**

CLAVE	RAZÓN SOCIAL
BMW	Bayerische Motoren Werke Ag
DAIMLER	Daimler México, S.A. De C.V.
FCA	Fiat Chrysler Automobiles N.V.
FORD	Ford Motor Co.
GM	General Motors Company
HONDA	Honda Motor Co. Ltd.
HYUNDAI	Hyundai Motor Company
TESLA	Tesla, Inc.
TOYOTA	Toyota Motor Corp.
VW	Volkswagen Aktiengesellschaft

FUENTE: <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>

El periodo de estudio para la obtención de los precios diarios de las acciones comprende del 09/12/14 al 19/01/17, es decir se tiene una muestra de 553 precios por acción<sup>1</sup>.

Estos precios son reales y son la base para la obtención de los parámetros que se lograron.

---

<sup>1</sup>. Los precios diarios de las emisoras se descargaron de Yahoo Finanzas. FUENTE: <https://es-us.finanzas.yahoo.com>



Teniendo los precios diarios de las 10 acciones que conforman el portafolio de inversión, se calcularon los rendimientos para un solo periodo mediante la fórmula:

$$\text{Rendimiento Diario} = R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Dónde:

$R_i$  = Es el rendimiento del activo  $i$

$P_t$  = Es el precio del mercado del activo en el periodo  $t$

$P_{t-1}$  = Es el precio del periodo inmediatamente anterior

Para así después determinar los rendimientos promedio de cada acción mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento Promedio} = E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^T r_t}{T}$$

Dónde:

$R_i$  = Es el rendimiento del activo  $i$

$T$  = Es el número de periodos que se analizan

Estos rendimientos promedio por acción servirán para obtener el riesgo- rendimiento y valor en riesgo de los dos portafolios.

**Tabla 4.3. Rendimientos promedios por emisora**

Emisora	Rendimiento Promedio
FCA	0.1727
TESLA	0.1285
GM	0.1149
HONDA	0.0818
TOYOTA	0.0723
DAIMLER	0.0682
BMW	0.0626
FORD	0.0557
HYUNDAI	-0.0028
VW	-0.1638

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

La emisora que presentó mayor rendimiento promedio fue FCA con 17.27% el cual va de la mano con el crecimiento de la armadora, ya que en el 2016 rompió record de ventas, lo que significó un incremento del 20% en relación al 2015. La emisora que presento un decremento significativo con 16.38% fue VW, la cual se encuentra en crisis debido a un escándalo por alterar motores a escala global para burlar el control de emisores, llevando a caídas de producción y de exportación del 41% y 50% respectivamente en los primeros meses del 2016 respecto al 2015.

Una vez teniendo los rendimientos promedios de las 10 acciones, el siguiente paso es la creación de los 2 portafolios, cada uno con su método para poder comparar la eficiencia de éstos.

## 4.2 Portafolio Óptimo

Construir un portafolio significa realizar la selección adecuada de los instrumentos de inversión que lo integraran y determinar las proporciones de la inversión que se destinaran a cada uno de los instrumentos.

La creación de este portafolio tomará como base la teoría de Markowitz, el cual indica en qué acciones se debe de invertir y cuando se debe invertir ( $w_i$ ) obteniendo la mejor composición del portafolio, el cual representará la mayor rentabilidad para un determinado nivel de riesgo.

La fórmula matemática primordial del modelo de Markowitz consiste en determinar las ponderaciones  $w_i$  que minimicen la varianza del portafolio.

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j \sigma_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

$\sigma^2 (R_p)$  = Es la varianza del portafolio de inversion óptimo

$\sigma_{ij}$  = Es la covarianza entre los rendimientos de los valores  $i$  y  $j$

#### 4.2.1 Composición del portafolio aplicando el modelo Markowitz

Aplicando la fórmula del modelo de Markowitz, se obtuvieron las proporciones ( $w_i$ ) por acción, que indica lo que se debe invertir en cada una de las emisoras (Tab.3.4).

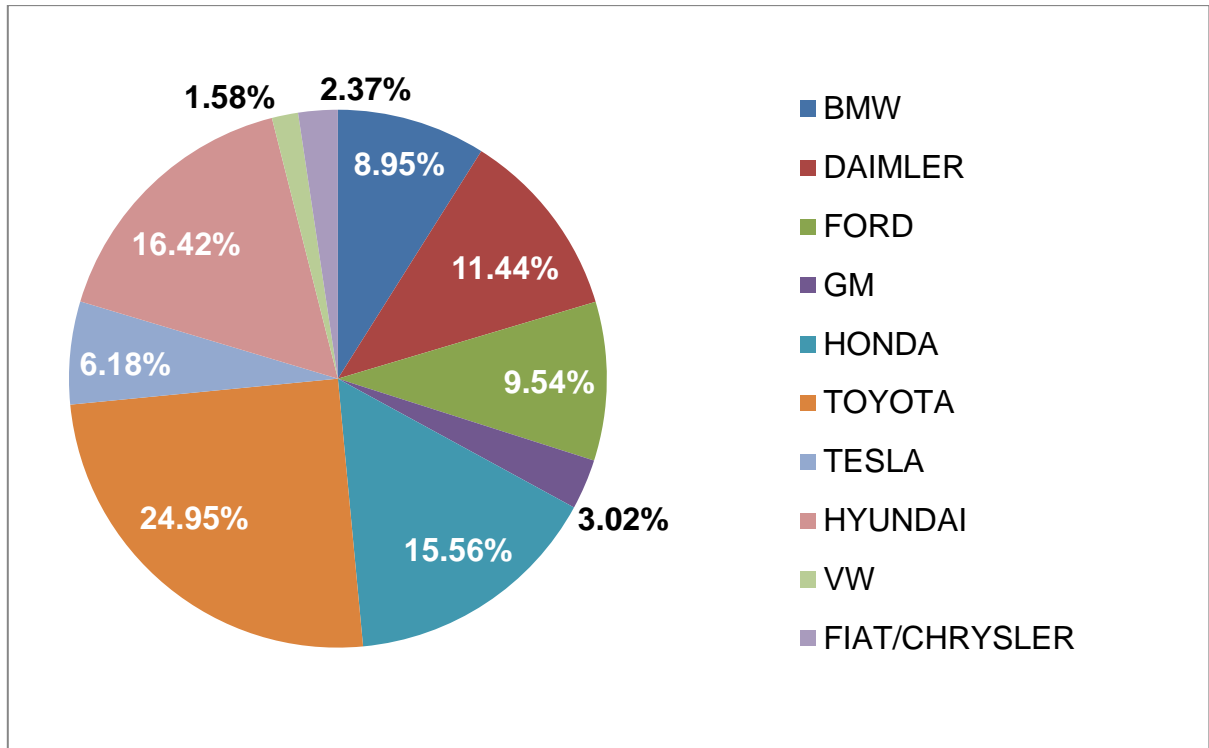
**Tabla 4.4. Proporciones del portafolio óptimo**

Emisora	$w_i$
TOYOTA	0.2495
HYUNDAI	0.1642
HONDA	0.1556
DAIMLER	0.1144
FORD	0.0954
BMW	0.0895
TESLA	0.0618
GM	0.0302
FCA	0.0237
VW	0.0158

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

La gráfica 4.1 muestra de forma más clara las proporciones de inversión destinadas a cada emisora a través del modelo Markowitz, Se observa que la emisora que tiene una mayor participación de inversión es TOYOTA, de forma contraria, la emisora con menor participación es VW siendo esta la que presenta rendimientos promedios negativos.

**Gráfica 4.1 Porcentaje de inversión por emisora del portafolio óptimo**



Elaboración propia con gráficos por medio de Excel

#### 4.2.2 Rendimiento esperado y riesgo

Se obtuvo el rendimiento esperado del portafolio, el cual está en función de la proporción que se obtuvo con el método de Markowitz que es lo que se debe invertir en cada acción y el rendimiento promedio de cada una de las emisoras que fue el promedio de los precios históricos.

$$\text{Rendimiento del Portafolio} = E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i)$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

$E(R_i)$  = Es el rendimiento promedio de cada activo financiero  $i$

Aplicando la fórmula se obtienen los siguientes rendimientos promedios por acción:

**Tabla 4.5. Rendimientos ponderados del portafolio óptimo**

	$w_i$	Rendimiento Promedio	Rendimiento Portafolio
TOYOTA	0.2495	0.0723	0.0181
HYUNDAI	0.1642	-0.0028	-0.0005
HONDA	0.1556	0.0818	0.0127
DAIMLER	0.1144	0.0682	0.0078
FORD	0.0954	0.0557	0.0053
BMW	0.0895	0.0626	0.0056
TESLA	0.0618	0.1285	0.0079
GM	0.0302	0.1149	0.0035
FCA	0.0237	0.1727	0.0041
VW	0.0158	-0.1638	-0.0026
	1.0000		0.0620

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Dado que el rendimiento esperado del portafolio es la suma de los rendimientos por acción, tenemos como resultado:

$$\text{Rendimiento del Portafolio Óptimo} = .0620$$

Para obtener el Riesgo del portafolio es necesario tener la matriz de varianzas y covarianzas, la cual se encuentra en el anexo 1. Tomando en cuenta la matriz, se aplica la siguiente fórmula para obtener el riesgo del portafolio que es la varianza:

$$\text{Varianza del Portafolio} = \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j \sigma_{ij}$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

$w_j$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $j$

$\sigma_{ij}$  = Es la covarianza entre los rendimientos de los valores  $i$  y  $j$

Dada la fórmula, se tienen los siguientes riesgos ponderados por acción.

**Tabla 4.6. Riesgos ponderados del portafolio óptimo**

	Varianzas
TOYOTA	0.1245
HYUNDAI	0.0819
HONDA	0.0776
DAIMLER	0.0570
FORD	0.0476
BMW	0.0446
TESLA	0.0308
GM	0.0151
FCA	0.0118
VW	0.0079
	0.4988

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Sin embargo el riesgo del portafolio es la suma de todas las varianzas, teniendo como resultado:

$$\text{Riesgo del Portafolio Óptimo} = .4988$$

#### 4.2.3 Cálculo del VaR método Delta normal

Como se indicó en capítulo II, el VaR cuantifica la máxima pérdida esperada durante un intervalo de tiempo y en función de un nivel de confianza, ahora se pondrá en práctica lo visto, utilizando el método paramétrico Delta – Normal suponiendo que los rendimientos de las acciones siguen una curva de densidad y probabilidad normal. Ya que se tiene las proporciones de inversión, la matriz de varianzas- covarianzas y el nivel de confianza establecido, se calcula el VaR mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Var} = F * \sqrt{\sigma^2 * \Delta t}$$

Dónde:

$F$  = Es el factor que determina el nivel de confianza.

$\sigma^2$  = Es la varianza de los rendimientos del activo.

$\Delta t$  = Horizonte de tiempo

Para el cálculo se necesitan niveles de confianza, que por lo general el inversionista considera un 95% y 99% de confianza (1-  $\alpha$ ). Para este ejercicio práctico, se tomarán 9 niveles de confianza que van del 99% hasta el 90% de confiabilidad, basándose en la tabla de distribución normal estándar (Tab. 4.7).



**Tabla 4.7. Valores de la distribución normal estándar**

$\alpha$	Nivel de Confianza ( $1 - \alpha$ )	Dist. Normal Estándar Z
1%	99%	2.326
2%	98%	2.054
3%	97%	1.881
4%	96%	1.751
5%	95%	1.645
6%	94%	1.555
7%	93%	1.476
8%	92%	1.405
9%	91%	1.341
10%	90%	1.282

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Aplicando la fórmula para el cálculo del VaR, se llega a los siguientes resultados de acuerdo al nivel de confianza.

**Tabla 4.8. VaR del portafolio óptimo en los diferentes niveles de confianza**

$\alpha$	Nivel de Confianza	VaR
1%	99%	0.1077
2%	98%	0.1012
3%	97%	0.0969
4%	96%	0.0934
5%	95%	0.0906
6%	94%	0.0881
7%	93%	0.0858
8%	92%	0.0837
9%	91%	0.0818
10%	90%	0.0800

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

### 4.3 Portafolio Aleatorio

La creación del segundo portafolio se basó en seleccionar las proporciones mediante aleatoriedad, considerando las siguientes restricciones:

$$0 < w_i < 1$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

#### 4.3.1 Composición del portafolio aplicando el método aleatorio

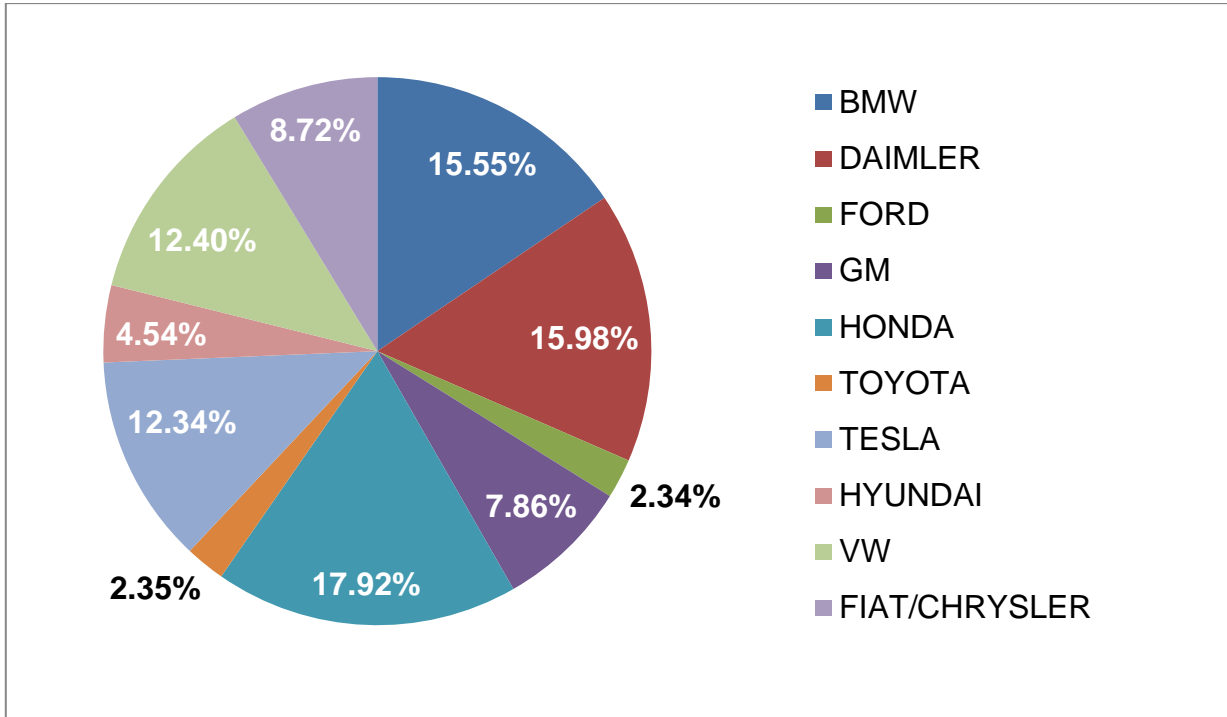
Basándose en las restricciones anteriores, se tienen las siguientes proporciones aleatorias para el portafolio.

**Tabla 4.9. Proporciones del portafolio aleatorio**

Emisora	$w_i$
HONDA	0.1792
DAIMLER	0.1598
BMW	0.1555
VW	0.1240
TESLA	0.1234
FCA	0.0872
GM	0.0786
HYUNDAI	0.0454
TOYOTA	0.0235
FORD	0.0234

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

**Gráfica 4.2. Porcentaje de inversión por emisora del portafolio aleatorio**



Elaboración propia con gráficos por medio de Excel

Debido a que la participación de cada emisora en la inversión del portafolio se realizó de manera aleatoria, se puede observar que no existe mucha relación entre el rendimiento y el porcentaje de participación ya que TOYOTA que es la emisora con mayor rendimiento promedio es la que representa menor participación de inversión y VW representa un porcentaje significativo.

#### **4.3.2 Rendimiento esperado y riesgo**

Al igual que en el portafolio óptimo, ahora se obtiene el rendimiento esperado del portafolio, considerando la proporción que se debe invertir en cada acción por su rendimiento promedio.

$$\text{Rendimiento del Portafolio} = E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i * E(R_i)$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

$E(R_i)$  = Es el rendimiento promedio de cada activo financiero  $i$

Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes rendimientos promedios por acción del portafolio aleatorio:

**Tabla 4.10. Rendimientos ponderados del portafolio aleatorio**

	$w_i$	Rendimiento Promedio	Rendimiento del Portafolio
HONDA	0.1792	0.0818	0.0147
DAIMLER	0.1598	0.0682	0.0109
BMW	0.1555	0.0626	0.0097
VW	0.1240	-0.1638	-0.0203
TESLA	0.1234	0.1285	0.0159
FCA	0.0872	0.1727	0.0151
GM	0.0786	0.1149	0.0090
HYUNDAI	0.0454	-0.0028	-0.0001
TOYOTA	0.0235	0.0723	0.0017
FORD	0.0234	0.0557	0.0013
	1.0000		0.0578

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Dado que el rendimiento esperado del portafolio es la suma de los rendimientos por acción, tenemos como resultado:

$$\text{Rendimiento del Portafolio Aleatorio} = .0578$$

Para obtener el Riesgo del portafolio es necesario tener la matriz de varianzas y covarianzas, misma que se ocupó para el primer portafolio, la cual se encuentra en el anexo 1. Tomando en cuenta la matriz, aplicamos la siguiente fórmula para obtener el riesgo del portafolio aleatorio:

$$\text{Varianza del Portafolio} = \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j \sigma_{ij}$$

Dónde:

$w_i$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $i$

$w_j$  = Es la proporción del capital invertido al activo financiero  $j$

$\sigma_{ij}$  = Es la covarianza entre los rendimientos de los valores  $i$  y  $j$

De acuerdo a la fórmula, se tienen los siguientes riesgos ponderados por acción.

**Tabla 4.11. Riesgos ponderados del portafolio aleatorio**

	Varianzas
HONDA	0.1176
DAIMLER	0.1101
BMW	0.1271
VW	0.3555
TESLA	0.1023
FCA	0.0972
GM	0.0451
HYUNDAI	0.0062
TOYOTA	0.0038
FORD	0.0102
	0.9752

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Sin embargo, el riesgo del portafolio es la suma de todas las varianzas, teniendo como resultado:

$$\text{Riesgo del Portafolio Aleatorio} = .9752$$

### 4.3.3 Cálculo del VaR método delta-normal

Ya que se obtuvieron las proporciones de inversión, la matriz de varianzas- covarianzas y nivel de confianza establecido, se calcula el VaR del portafolio aleatorio mediante la fórmula:

$$Var = F * \sqrt{\sigma^2 * \Delta t}$$

Dónde:

*F = Es el factor que determina el nivel de confianza.*

*$\sigma^2$  = Es la varianza de los rendimientos del activo.*

*$\Delta t$  = Horizonte de tiempo*

Para los niveles de confianza los cuales son necesarios para el cálculo del VaR, se consideran los mismos de la tabla 7 de la distribución normal estándar especificada en el cálculo del portafolio óptimo.

Aplicando la fórmula para el cálculo del VaR, se llega a los siguientes resultados de acuerdo al nivel de confianza.

**Tabla 4.12. VaR del portafolio aleatorio en los diferentes niveles de confianza**

	Nivel de Confianza	VaR
1%	99%	0.1506
2%	98%	0.1415
3%	97%	0.1354
4%	96%	0.1307
5%	95%	0.1267
6%	94%	0.1231
7%	93%	0.1200
8%	92%	0.1171
9%	91%	0.1143
10%	90%	0.1118

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

#### **4.4 Comparación y análisis de Resultados**

Cuando se habla de comparación de portafolios de inversión con modelos diferentes, se debe de tomar en cuenta el Riesgo y rendimiento, como lo menciona Varón (2008) existen diferentes tipos de portafolios, debido a las necesidades de los inversionistas.

Para esta práctica se tiene dos portafolios en los que se indica que proporción se debe invertir ( $w_i$ ), y comparando los resultados se corrobora que utilizando el método de Markowitz, se logra la mejor combinación de riesgo-rendimiento, a diferencia del método aleatorio.



A continuación se explica a detalle el riesgo- rendimiento de ambos portafolios trabajados con métodos diferentes

- Riesgo y Rendimiento Portafolios

El nivel de riesgo y rendimiento que presenta cada portafolio está sujeto a la proporción que se debe invertir en cada acción, al observar los resultados, el portafolio que presenta menor riesgo es el calculado con el método de Markowitz, (óptimo) el cual arroja la ponderación óptima para obtener la mínima varianza que es el riesgo de 0.4988.y con el aleatorio el riesgo es mayor con 0.9752 (tab.13).

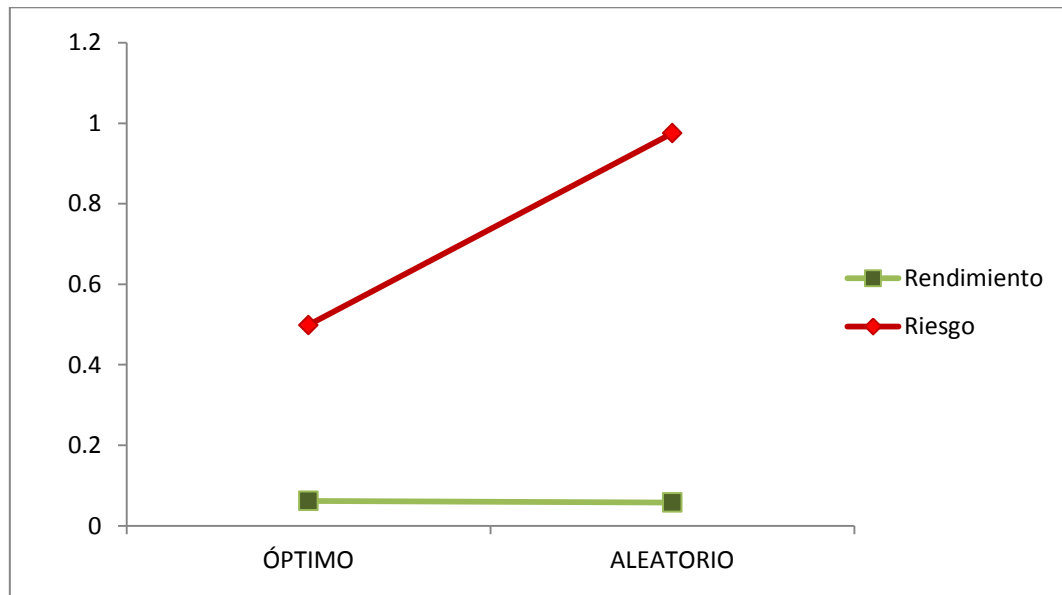
Respecto al Rendimiento de cada portafolio, se observa que el rendimiento máximo nuevamente se presenta en los resultados obtenidos con el método de Markowitz con 0.0620 y el aleatorio con 0.0578 (tab.13).

**Tabla 4.13. Riesgo y Rendimiento de los 2 portafolios**

	ÓPTIMO	ALEATORIO
Riesgo	0.4988	0.9752
Rendimiento	0.0620	0.0578

Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

**Gráfica 4.3. Comparativa de portafolios por nivel de confianza**



Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

- Valor en Riesgo

Para el caso del VaR y ser más claros en los resultados en los portafolios, supongamos que tenemos un monto de inversión de \$1, 000,000 para cada acción, este monto lo multiplicamos por el VaR de cada nivel de confianza para obtener así la máxima pérdida estadísticamente posible y determinar qué portafolio le conviene al inversionista.

Tenemos los siguientes montos de pérdidas máximas dado su nivel de confianza:

**Tabla 4.14. Máxima Pérdida de los 2 portafolios**

Inversión

1,000,000

$\alpha$	Nivel de Confianza	VaR		Máxima pérdida	
		Óptimo	Aleatorio	Óptimo	Aleatorio
1%	99%	0.10772	0.15062	107,720.66	150,623.10
2%	98%	0.10121	0.14152	101,212.78	141,523.29
3%	97%	0.09686	0.13543	96,857.27	135,433.10
4%	96%	0.09345	0.13066	93,447.10	130,664.73
5%	95%	0.09058	0.12665	90,578.54	126,653.70
6%	94%	0.08806	0.12314	88,063.36	123,136.79
7%	93%	0.08580	0.11997	85,797.40	119,968.35
8%	92%	0.08372	0.11706	83,716.47	117,058.64
9%	91%	0.08178	0.11435	81,777.98	114,348.10
10%	90%	0.07995	0.11179	79,952.07	111,794.98
				909,123.63	1,271,204.76

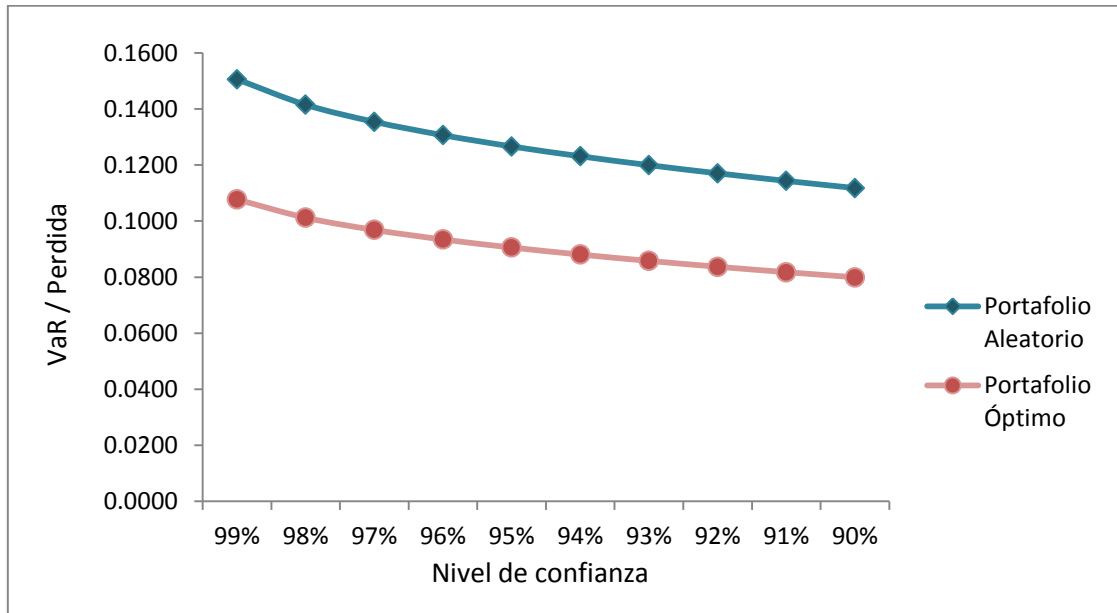
Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

Se observa que el portafolio que tomó como base el método de Markowitz muestra una menor pérdida, también se observa que a mayor nivel de confianza (99%) es mayor el riesgo de pérdida como se observa en la gráfica 4.4.

Por lo tanto, para este ejercicio práctico donde las acciones son emisoras del ramo automotriz, se logra construir el portafolio óptimo teniendo el mejor riesgo-rendimiento

tomando como base el método de Markowitz logrando también tener menor pérdida posible, si se seleccionará el portafolio aleatorio.

**Gráfica 4.4. Comparativa de portafolios por nivel de confianza**



Elaboración propia con fórmulas por medio de Excel

## CONCLUSIONES

En la actualidad las oportunidades que brinda el mundo financiero han hecho crecer exponencialmente las opciones de inversión, hoy en día es complicado tomar las decisiones correctas sobre qué activos adquirir y en qué proporción, si no se tiene una estrategia a seguir con un objetivo claro.

Basándose en un modelo y/o una técnica nos permite discernir entre los activos que son los ingredientes que permiten diseñar portafolios con base al perfil de prevención al riesgo.

A continuación se detallan las conclusiones respecto al trabajo práctico que conforma la tesina que tuvo como objetivo la creación de dos portafolios de inversión con métodos diferentes; Óptimos y aleatorios. Dentro de los portafolios se analizó un grupo de emisoras del mismo sector, con diversas rentabilidades y ponderaciones en un periodo de tiempo estimadas desde 2014 hasta el 2017, teniendo una muestra de 553 precios por acción.

Esta muestra se seleccionó con emisoras que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores y que pertenecen solamente al sector automotriz, el cual se obtuvo haciendo un filtro en la página de la BMV seleccionando el ramo “automóviles” obteniendo 10 en total, las cuales son: BMW, DAIMLER MÉXICO, FORD MOTOR, GENERAL MOTORS COMPANY, HONDA MOTOR, TOYOTA MOTOR, TESLA, HYUNDAI MOTOR COMPANY, VOLKSWAGEN y FIAT CHRYSLER.

Los rendimientos promedios por acción sirvieron para obtener el riesgo-rendimiento y VaR de ambos portafolio, obteniendo como rendimiento mínimo la emisora VW con -0.1638 y máximo la emisora FCA con 0.1727. Una vez obtenido lo anterior se crearon los dos portafolios cada uno con método diferente para poder comprobar los resultados, uno denominado como Portafolio Óptimo, y el otro portafolio Aleatorio, la diferencia

radica en la proporción de inversión que otorga a cada acción.

Iniciando con los resultados del portafolio óptimo, llevado a cabo con el modelo Markowitz, basándose en precios históricos, se obtuvieron las proporciones que minimizan la varianza del portafolio, donde indica que se debe invertir más capital en la emisora TOYOTA, la cual se obtuvo 0.2495, y la más baja inversión sería VOLKSWAGEN, con una proporción de 0.0158.

Enseguida, se obtuvo el rendimiento esperado del portafolio, el cual está en función de los datos anteriores. Por lo tanto el rendimiento del portafolio óptimo con 10 emisoras tiene un rendimiento de 0.0620 y un riesgo de 0.4988.

Adicional se calculó el VaR a través del método Delta-Normal, en el cual se necesitan niveles de confianza, para este ejercicio práctico, se tomaron 9 niveles de confianza que van del 99% hasta el 90% de confiabilidad, basándose en la tabla de distribución normal estándar, tomando en cuenta que por lo general el inversionista considera un 95% de confianza, para este ejercicio por ejemplo tomando ese porcentaje el VaR es 0.09058, observando que a mayor nivel de confianza mayor será el riesgo de pérdida.

Continuando se explica con la construcción del segundo portafolio, en este caso Aleatorio, la cual se basó en la selección de las proporciones mediante aleatoriedad; esto es al azar. Se obtuvieron las proporciones que minimizan la varianza del portafolio, donde indica que se debe invertir más capital en la emisora HONDA, la cual se obtuvo 0.1792, y la más baja inversión sería FORD, con una proporción de 0.0234.

Enseguida, se obtuvo el rendimiento esperado del portafolio aleatorio, el cual está en función de los datos anteriores. Por lo tanto el rendimiento del portafolio aleatorio con 10 emisoras tiene un rendimiento de 0.0578 y un riesgo de 0.9752. Tomando en cuenta que por lo general el inversionista considera un 95% de confianza, el VaR es de 0.1267, se observa también que a mayor nivel de confianza mayor será el riesgo de pérdida.

En términos generales, este análisis permitió conocer la metodología para su elaboración, conceptualización y su finalidad y se observa que es necesario trabajar con los datos históricos para que la rentabilidad esperada sea lo más representativo posible. La práctica muestra que la creación de dos portafolios de inversión con diferentes métodos de aplicación, arrojan resultados diferentes. Por ejemplo, el método de Markowitz también conocido como media-varianza determinó el riesgo del instrumento 0.4988 y el rendimiento 0.0620, a diferencia del método Aleatorio donde el riesgo del instrumento es 0.9752 y el rendimiento 0.0578, lo que significa que con el método de Markowitz existe menor riesgo y mayor rendimiento, y en el Aleatorio mayor riesgo y menor rendimiento.

Al final del capítulo 4 se presenta la práctica, donde se observan las diferencias de las máximas pérdidas de los dos portafolios, tomando como ejemplo una inversión de \$1,000,000.00, en el portafolio óptimo se tendría una pérdida de \$909,123.63 y en el portafolio aleatorio sería \$1,271,204.76, teniendo una diferencia de \$362,081.13, considerando todos los niveles de confianza, pero teniendo en cuenta que por lo general un inversionista se inclina a un nivel de confianza del 95%, con un portafolio óptimo se tendría una pérdida de \$90,578.54 y si se tomará un portafolio aleatorio tendría una pérdida máxima de \$126,653.70. Afinando después de ejecutar los cálculos correspondientes para cada portafolio, que la máxima pérdida esperada en un portafolio óptimo es notablemente menor a la pérdida que se esperaría asumir con un portafolio aleatorio

Por lo tanto se concluye que bajo el empleo del método de Markowitz se obtiene la mejor relación riesgo-rendimiento, pues es claro que con un portafolio aleatorio el riesgo se maximiza considerablemente, mientras que el rendimiento no presenta una brecha significativa entre un portafolio y otro. Por último, la máxima pérdida esperada o VaR de un portafolio óptimo es menor, para todos los niveles de confianza, en comparación al VaR de un portafolio aleatorio, bajo condiciones normales de Mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (2000). *Nuevo Derecho Bancario: Panorama del Sistema Financiero Mexicano*. México: Porrúa.
- Alonso J. y Arcos M. (2005). *Valor en Riesgo: Evaluación del Desempeño de Diferentes Metodologías para 7 Países Latinoamericanos*. Colombia.
- Alonso, J. y Berggrun, L. (2008). *Introducción al análisis de riesgo financiero*. Colombia: Discenir
- Antón, A. (2015). *Optimización de carteras de inversión mediante técnicas evolutivas y diferentes medidas de riesgo*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad Carlos III de Madrid: España.
- Aragonés, J.R. y Blanco, C. (2000). *Valor en Riesgo: Aplicación a la Gestión Empresarial*. Madrid: Pirámide.
- Baca, A. (1997). "La Administración de Riesgos Financieros". Artículo tomado de la revista Ejecutivos de Finanzas, publicación mensual, Año XXVI, No. 11, Noviembre, México.
- Baez, J. (2012). *Todo lo que precisa saber sobre GAP o brecha de liquidez*. Paraguay: Best Practices.
- Banco de México (2005). *Definiciones básicas de riesgo*. México: Banxico.
- Bernstein W., (2008). *Los cuatro pilares para invertir*. Deusto: Barcelona
- Bodie, Z. y Merton R. (1998). *Finanzas*. México: Prentice Hall
- Borja, F. (1991). *El Nuevo Sistema Financiero Mexicano*. México: Fondo de cultura económica.
- Brealey, R. (2006). *Principios de Finanzas corporativas*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Cadenas, J. (2005). *El método de Monte Carlo: curso de estadística*. TAE.
- Cruz, J., Villareal, J. y Rosillo, J. (2003). *Finanzas Corporativas: Valoración, política de financiamiento y riesgo*. Colombia: Thompson.
- De Alba, J., (2005), *Marco Legal y Normativo del Sistema Financiero Mexicano*. México: Ruz.



- De Jesús R. (2008). *Riesgo y volatilidad en los mercados accionarios emergentes: medición del VaR Y CVaR aplicando la teoría de valor extremo*. Tesis de Doctorado. México: UNAM.
- De Lara A. (2001). *Medición y control de Riesgos Financieros*. Noriega editores.
- Díaz, J. y Hernández F. (1996). *Futuros y opciones financieros*. México: Edita Limusa
- Dieck, F., (2004). *Instituciones Financieras*. México: Mc Graw Hill.
- Downes, J. y Elliot, J. (2002). *Diccionario de términos de finanzas e inversiones*. México: CECSA.
- Fabozzi, F. J., Modigliani F. y Ferri, M. (1996). *Mercados e instituciones financiera*. México: Prentice Hall.
- Fragoso, J. C. (2002). *Análisis y Administración de Riesgos Financieros*. Capítulo 13: Mercado de Derivados. México: Universidad Veracruzana.
- Galindo, G. G. (s. a). *Certificados de Participación: Expectativas y Frustraciones*. México: UNAM.
- Gallardo, C. J. (2002). *En Evaluación económica y financiera*. México D.F.: UNAM.
- Garcés, R. A. y Gómez C. O. (2007). *Cálculo Del Valor En Riesgo (Var) en el despacho hidrotérmico a mediano plazo*. Colombia: Scientia et técnica,
- García, A., (2007). *Sistema Financiero Mexicano y el Mercado de Derivados*. México Unidad Multidisciplinaria: CIEA,
- Gómez, D. y López, J. M. (2002). *Riesgos financieros y operaciones internacionales: Simulator Bussines Game*. Madrid: ESIC.
- Guerrero, E. (2008). *El Modelo de Valuación de Activos de Capital Aplicado a Mercados Financieros Emergentes: El Caso de México 1997-2006*. Contaduría y Administración, núm. 226. México: UNAM.
- Herrera, F. L. (2006). *Riesgo Sistemático en el Mercado Mexicano de Capitales: Un caso de Segmentación Parcia*. Contaduría y Administración, núm. 219. México: UNAM.
- INEGI y AMIA (2016). *Estadísticas a propósito de...la Industria automotriz*. México: INEGI.
- Johnson, C. (2001). *Value at Risk: Teoría y aplicaciones*. Estudios de Economía Vol. 28,

No. 2 Diciembre.

Jorion, P. (1999). *Valor en riesgo*. México: Limusa.

Martínez, C., Restrepo, J. y Velásquez, J. (2004). *Selección de portafolios usando simulación y optimización bajo incertidumbre*. Colombia: Dyna.

Mascareñas, J. (2003). *Riesgos Económico y Financiero*. Madrid: Universidad Complutense.

Moreno, M. (2008). *Análisis y selección de inversiones en mercados financieros*.

Ochoa, S. (2008). *El modelo de Markowitz en la teoría de portafolios de inversión*. México: IPN

Ortega, A. (2002). *Introducción a las finanzas*. México: Mc Graw Hill.

Pacheco, D. (2009). *Riesgo Operacional: conceptos y mediciones*. Chile: SBIF

Pascale, R. (1999). *Decisiones Financieras*. 3ª Edición. Argentina: Ediciones Machi.

Périssé, M. y Pepe, M. (2006). *Una Aplicación del Método de Monte Carlo en el Análisis de Riesgo de Proyectos: Su automatización a través de una planilla de cálculo*. Volumen: 05, Número: 04. Octubre / diciembre 2006. Buenos Aires: Cyta.

Robert, W. K. (1993). *Inversiones*. México: Limusa.

Ross, S., Westerfield R. y Jordán, B. (2001). *Fundamentos de finanzas corporativas*. México: Mc Graw Hill.

UNAM. (2014). *Análisis de Riesgo y Portafolios de Inversión*. México: Facultad de Economía.

Varón J. (1998). *Portafolios de inversión: la norma y el negocio*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Vicencio, A. (2017). *La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas*. México: Universidad Iberoamericana.

Villareal, J. D. (2008). *Administración Financiera II*. Costa Rica: EUMED.

Villegas E. y Ortega R. (1995). *El Nuevo Sistema Financiero Mexicano*. México: PAC S.A. de C.V.

## REFERENCIA ELECTRÓNICA

- AMIA, (2017). *Boletín de prensa: Cifras de febrero y primer bimestre 2017*. Recuperado de <http://www.amia.com.mx/>
- Bolsa de Valores del Salvador (2016). *Tipos de Rendimiento*. Recuperado de <https://www.bolsadevalores.com.sv/tipos-de-rendimiento>
- Bolsa Mexica de Valores (2017). *Información de emisoras*. Recuperado de <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>
- Collatti, M. (2002). *Teoría de Carteras. Programa de formación 2002*. Investigación y Desarrollo. Bolsa de Comercio de Rosario. Recuperado de [https://www.bcr.com.ar/Programa%20de%20Formacin%20%20Adjuntos%20Inscripciones/carteras\\_collatti.pdf](https://www.bcr.com.ar/Programa%20de%20Formacin%20%20Adjuntos%20Inscripciones/carteras_collatti.pdf)
- Duran, L. (2016). *Mantiene industria automotriz expectativas hacia 2020: AMIA*. Recuperado de <http://www.elfinanciero.com.mx/bajo/mantiene-industria-automotriz-expectativas-hacia-2020-amia.html>
- Gysel, H. y Sámano, M. (2004). *Teoría del riesgo - Selección de un portafolios de inversión*. Tesis profesional para obtener el título en Licenciatura. Revisado en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lat/gysel\\_a\\_hj/capitulo\\_2.html#](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/gysel_a_hj/capitulo_2.html#)
- López I. (2017). *Riesgo de crédito*. Recuperado de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/riesgo-de-credito.html>
- Müller, J. (2017). *México será muy pronto la nueva capital automotriz de EU*. Recuperado de <http://www.forbes.com.mx/mexico-sera-muy-pronto-la-nueva-capital-automotriz-de-eu/>
- Pedrosa, S. (2015). *Diversificación de carteras*. Recuperado de <http://economipedia.com/definiciones/diversificacion-de-carteras.html>

## ANEXOS

### Matriz de Covarianzas

	BMW	DAIMLER	FORD	GM	HONDA
BMW	3.46803	0.28831	0.27186	0.59891	0.47511
DAIMLER	0.28831	2.90799	0.44212	0.29124	0.06812
FORD	0.27186	0.44212	3.19598	1.51250	-0.01939
GM	0.59891	0.29124	1.51250	2.90840	0.20094
HONDA	0.47511	0.06812	-0.01939	0.20094	2.57834
TOYOTA	0.10266	0.13477	0.02583	0.31967	0.06707
TESLA	-0.04699	0.31381	0.75864	0.88065	0.26480
HYUNDAI	-0.02356	0.04108	0.07734	0.03375	0.00156
VW	0.44454	0.30252	-0.07261	-0.22778	0.36680
FIAT/CHRYSLER	0.48975	0.60523	0.48292	0.51894	0.16697

	TOYOTA	TESLA	HYUNDAI	VW	FIAT/CHRYSLER
BMW	0.10266	-0.04699	-0.02356	0.44454	0.48975
DAIMLER	0.13477	0.31381	0.04108	0.30252	0.60523
FORD	0.02583	0.75864	0.07734	-0.07261	0.48292
GM	0.31967	0.88065	0.03375	-0.22778	0.51894
HONDA	0.06707	0.26480	0.00156	0.36680	0.16697
TOYOTA	1.71688	0.18259	0.04427	0.08165	0.14395
TESLA	0.18259	5.61666	-0.36471	-0.11749	-0.16209
HYUNDAI	0.04427	-0.36471	2.98809	0.09047	0.29930
VW	0.08165	-0.11749	0.09047	21.41441	0.64704
FIAT/CHRYSLER	0.14395	-0.16209	0.29930	0.64704	8.97638