



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**OPTIMIZACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN CON
INSTRUMENTOS DE RENTA VARIABLE DEL MERCADO DE CAPITALES
DE MÉXICO: CASO APLICADO 2010-2016**

TESIS

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

**PRESENTA:
JUAN ANTONIO ZAVALA RAMÍREZ**

ASESOR: DR JAVIER GALÁN FIGUEROA

**AV. ALCANFORES Y SAN JUAN TOTOLTEPEC S/N
STA CRUZ ACATLAN, 53150
NAUCALPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO**

MAYO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**OPTIMIZACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN CON
INSTRUMENTOS DE RENTA VARIABLE DEL MERCADO DE CAPITAL
DE MÉXICO: CASO APLICADO 2010-2016**

TESIS

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

**PRESENTA:
JUAN ANTONIO ZAVALA RAMÍREZ**

ASESOR: DR JAVIER GALÁN FIGUEROA

**AV. ALCANFORES Y SAN JUAN TOTOLTEPEC S/N
STA CRUZ ACATLAN, 53150
NAUCALPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO**

MAYO 2018

Índice

Introducción	1
Capítulo I: Fundamentos de Optimización Financiera	9
I. La Intermediación Financiera	9
II. Mercados Financieros	15
II.I. Mercado de Dinero	17
II.II. Mercado de Capitales	20
II.II.I. Sección Renta Variable	21
II.II.II. Sección Renta Fija	30
II.II.III. Índices Bursátiles	31
III. Teoría Moderna del Portafolio	33
III.I. Modelo de Markowitz	35
III.II. Modelo CAPM.....	39
III.III. Modelo APT	45
Capítulo II: Medidas de Selección de una Cartera	50
I. Enfoque Teórico del Riesgo	50
II. Análisis Fundamental	55
II.I. Razones de Liquidez	59
II.II Razones de Apalancamiento Financiero.....	61
II.III. Razones de Eficiencia	63
II.IV. Razones de Rentabilidad.....	65
II.V. Razones de Inversión	67
III. Análisis Técnico	70
III.I Teoría de Dow	70
III.II. Análisis Gráfico	71
III.II.I. Formaciones de Cambio de Tendencia	73
III.II.II. Formaciones de Continuación de Tendencia.....	77

III.II.III. Velas Japonesas	80
III.III. Indicadores Estadísticos	83
IV. Econometría Financiera	89
Capítulo III: Análisis Descriptivo de la Cartera	95
I. Selección de Acciones	95
II. Análisis de Estadística Descriptiva	103
III. Análisis Gráfico de las Series	106
IV. Razones Financieras	114
V. Análisis Técnico del Portafolio	123
VI. Modelo ARCH-GARCH del IPC	141
Capítulo IV: Construcción del Portafolio de Inversión	160
I. Enfoque de Media-Varianza	160
II. Conjunto de Oportunidades de Inversión	169
III. Línea del Mercado de Capitales y Portafolio Óptimo	174
IV. Valor en Riesgo del Portafolio	182
Conclusiones	188
Bibliografía	193

Introducción

El presente trabajo de investigación lleva por título *“Optimización de un Portafolio de Inversión con Instrumentos de Renta Variable del Mercado de Capitales de México: Caso Aplicado 2010-2016”*. El desarrollo del presente trabajo surge a raíz de que la mayor parte de la población mexicana no cuenta con una educación financiera que les permita hacer una mejor planeación de sus proyectos económicos, y, en ocasiones cuando las personas llegan a contar con un excedente de recursos monetarios no saben qué hacer con ellos debido a la carencia de conocimiento de cómo operan los mercados financieros y la importancia que éstos tienen para el desarrollo de la economía en general.

De acuerdo con los reportes de inclusión financiera de los años 2015 y 2016, los cuales son publicados por la Comisión Nacional Bancaria de Valores, la mayor parte de la población mexicana recurre a alternativas de ahorro informales como tandas, cajas o guardar el dinero debajo del colchón. En tanto, existen otros sectores de la población que ha optado por invertir en la banca comercial debido al temor de invertir en la Bolsa Mexicana de Valores, ya que piensan que participar en los mercados financieros es como si se tratase de participar en un juego en el que puedes perder todo, cuando la realidad es distinta.

Bajo las circunstancias actuales de la economía mexicana, si una persona acude a un banco comercial e invierte su dinero en una institución de este tipo, la tasa de interés pasiva que ofrece devolver el banco al final de cierto periodo es baja si se compara con los rendimientos que ofrecerían otro tipo de instrumentos financieros, e incluso en algunos casos las tasas ofrecidas por los bancos se ubican por debajo de la tasa de inflación, lo que significaría que en realidad no se estaría obteniendo un rendimiento.

Sin embargo, existen otras alternativas de inversión en los mercados financieros para distintos perfiles de inversionistas que permiten la obtención de mayores rendimientos al adquirir una variedad de instrumentos financieros tanto de renta fija como de renta variable, con los cuales se participa de manera directa e indirecta en la asignación de recursos para el desempeño económico de los gobiernos y de las empresas que cotizan en Bolsa, aunque cabe señalar que al invertir en la Bolsa se debe asumir la posibilidad del riesgo de pérdida, sobre todo en los instrumentos de renta variable.

Generalmente los instrumentos de renta fija negociables principalmente en el segmento correspondiente al mercado de dinero se caracterizan por presentar los niveles más bajos de riesgo, ya que desde que se adquiere este tipo de instrumentos se sabe cuál será el rendimiento que dará dicho instrumento al fin de determinado plazo, algunos ejemplos de este tipo de instrumentos son los bonos de deuda emitidos por el gobierno.

Por su parte, los instrumentos de renta variable negociables en el mercado de capitales, se caracterizan por ser más rentables y su rendimiento está en función del comportamiento de la economía en general, la solidez financiera de la empresa que emite dichos instrumentos y las expectativas y el grado de confianza otorgado por los inversionistas, por lo que al invertir en este tipo de instrumentos el riesgo de pérdida es mayor, y, por ende, existe una relación directa entre rendimiento y riesgo, lo que implica que en ocasiones no se aprovechen oportunidades de inversión adecuadas debido a la aversión al riesgo que puede tener un inversionista y a la carencia de fundamentos teóricos y técnicos que permitan diversificar el riesgo mediante un portafolio de inversión.

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos, circulan en internet diversas herramientas con las que es posible acceder a los mercados financieros e invertir en ellos a partir de la elaboración de portafolios de inversión propios gracias a esfuerzos de instituciones financieras como *Actinver*, *Cetes Directo*, *Kuspit*, *Punto Trader*, *Scotiatrade*, entre otras, que han tratado de hacer posible acercar más a la población a una mejor educación financiera sin excluir a pequeños inversionistas.

Se tiene la idea de que invertir en los mercados financieros es una actividad exclusiva para expertos en finanzas o para operadores de Casas de Bolsa, sin embargo, basta con tener las herramientas estadísticas-matemáticas y saber cómo aplicar dichas herramientas a la información existente en el mercado para invertir en diversos instrumentos en el momento que sea adecuado. Es por ello que lo que se pretende con esta investigación es proporcionar una metodología basada en la Teoría Moderna del Portafolio, que sirva como referencia para la construcción de un portafolio de inversión con instrumentos de renta variable para aquellas personas interesadas en el tema y que cuenten con las bases estadísticas y matemáticas necesarias.

Dado lo anterior, las preguntas por responder en el presente trabajo son las siguientes:

- ¿Cómo se componen los mercados financieros en nuestro país y con qué clase de instrumentos llevan a cabo operaciones?
- ¿Cuáles son las herramientas de análisis financiero disponibles con las que se puede tener acceso a información en los mercados?
- ¿Cómo se minimiza el riesgo de un portafolio de inversión tomando como referencia los modelos de optimización financiera?

Por su parte, el objetivo general es analizar los principales fundamentos teóricos y técnicos que permitan la construcción y optimización de un portafolio de inversión diversificado con instrumentos de renta variable del mercado de capitales de México, específicamente con acciones de la Bolsa Mexicana de Valores, asumiendo un perfil de inversionista agresivo.

Para poder alcanzar el objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos particulares:

1. Explicar cuál es la función de la intermediación financiera, ya que es un mecanismo que juega un papel muy importante en el desarrollo de cualquier economía al promover lo que es el ahorro hacia fuentes de inversión a través del sistema financiero.
2. Conocer cómo están clasificados los mercados financieros, poniendo mayor énfasis en el mercado de capitales y en los instrumentos financieros con los que opera, ya que el área de enfoque principal se centra en este tipo de mercados.
3. Revisar en la literatura financiera correspondiente a la Teoría Moderna del Portafolio los modelos que permiten la construcción de portafolios de inversión, de manera particular el modelo de Markowitz, el modelo de valoración de activos financieros o por su nombre en inglés *Capital Asset Pricing Model* (en adelante "CAPM") y el modelo de valoración por arbitraje o por su nombre en inglés *Arbitrage Pricing Theory* (en adelante "APT").

4. Describir los distintos perfiles de inversionista que existen en el mercado de acuerdo con su aversión al riesgo.
5. Explicar en qué consisten las herramientas otorgadas por el análisis fundamental y el análisis técnico, y aplicar dichas herramientas a las acciones seleccionadas para saber cómo utilizarlas.
6. Estimar un modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresiva (en adelante “ARCH”) para obtener la ecuación de la media y la ecuación de la varianza del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, un modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada (en adelante “GARCH”) para determinar el nivel de volatilidad del mercado en el que operan las acciones seleccionadas y un modelo GARCH exponencial (en adelante “EGARCH”) para conocer el efecto de las buenas y malas noticias sobre el rendimiento de dicho índice.
7. Aplicar el modelo de Markowitz y el modelo CAPM a un conjunto de acciones para obtener un portafolio de inversión óptimo el cual minimice el riesgo sin exponer las expectativas de rendimiento.
8. Estimar el Valor en Riesgo del portafolio de inversión óptimo y de cada una de las acciones, a través de la metodología *Value at Risk* (en adelante “VaR”) para observar los efectos de la diversificación.

Teniendo en cuenta el objetivo general y los objetivos particulares, la optimización del portafolio de inversión se sustentará en la Teoría Moderna del Portafolio, la cual fue planteada en primera instancia por Markowitz. Esta teoría señala que es conveniente invertir en un conjunto de acciones ya que el riesgo de pérdida es mayor si sólo se invirtiera en alguna acción en específico, y, además, establece los parámetros a considerar para construir un portafolio con diversas acciones a partir de herramientas estadísticas y matemáticas, con las cuales las expectativas de rendimiento de una acción se miden a partir de la media, mientras que su riesgo se mide a través de la varianza.

De igual manera, se hará hincapié en el modelo CAPM, el cual es una extensión del modelo presentado por Markowitz, y que fue desarrollado principalmente por Sharpe quien agregó otros elementos que permiten incorporar a un portafolio de inversión compuesto por acciones otro tipo de instrumentos, específicamente instrumentos libres de riesgo, con los cuales es posible establecer la Línea del Mercado de Capitales y la frontera eficiente para así determinar el portafolio óptimo que produce varianza mínima considerando el mayor rendimiento posible.

Es sabido que existe una relación positiva entre rendimiento y riesgo, ya que, un instrumento financiero de renta variable a medida que otorga mayor expectativa de rendimiento incurre en un mayor nivel de riesgo, sin embargo, la Teoría Moderna del Portafolio señala que dicho riesgo puede ser minimizado a través de la diversificación, por lo que la hipótesis planteada es la siguiente: la diversificación en acciones de la Bolsa Mexicana de Valores permite minimizar el riesgo de un portafolio de inversión sin exponer su rendimiento a largo plazo.

Para validar dicha hipótesis se toman cinco acciones de la Bolsa Mexicana de Valores, específicamente para un periodo del 4 de enero de 2010 al 29 de abril de 2016, con las cuales se evalúan sus rendimientos y sus riesgos tanto de manera individual como de manera conjunta mediante la optimización un portafolio de inversión. Las acciones utilizadas fueron de Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem, las cuales fueron seleccionadas a partir de recomendaciones de sitios especializados.

Los capítulos I y II, los cuales llevan por título “Fundamentos de Optimización Financiera” y “Medidas de Selección de una Cartera”, explican el marco teórico y analítico a desarrollar, mientras que los capítulos III y IV titulados “Análisis Descriptivo de la Cartera” y “Construcción del Portafolio de Inversión” aplican la metodología establecida en los primeros dos capítulos.

En el Capítulo I se explica cuál es la función que desempeñan los intermediarios financieros y su importancia, ya que representan un mecanismo mediante el cual se canalizan recursos desde los agentes superavitarios hacia los agentes deficitarios. De igual manera, se explica cómo se encuentran clasificados los mercados financieros, los cuales están compuestos de

manera particular por el mercado de dinero y por el mercado de capitales, y se mencionan los instrumentos financieros negociables en este tipo de mercados.

Posteriormente, en el Capítulo I se define qué es un portafolio de inversión y se hace una revisión de los principales modelos utilizados en la selección de portafolios óptimos, específicamente el modelo desarrollado por Markowitz conocido como el enfoque de media-varianza y el modelo CAPM desarrollado por Sharpe. Así mismo, en dicho capítulo se revisa el modelo APT desarrollado por Ross.

En el Capítulo II se explica qué es el riesgo y se describen los perfiles de inversionistas que existen en el mercado. Posteriormente, se hace una revisión de las principales medidas que existen en el análisis financiero, las cuales son muy utilizadas por inversionistas y por instituciones financieras para estudiar el comportamiento de las emisoras y de sus instrumentos financieros, y así decidir si se debe invertir o no en ellos. Dichas medidas son: el análisis fundamental y el análisis técnico.

El análisis fundamental se centra en estudiar los estados financieros de las compañías que cotizan en Bolsa mediante el uso de razones financieras con las cuáles se determinan sus indicadores de rentabilidad, liquidez, apalancamiento, entre otros, mientras que el análisis técnico busca predecir el comportamiento a corto y largo plazo de los instrumentos financieros por medio del uso de gráficas y herramientas estadísticas que permiten la identificación de patrones para obtener señales de compra o venta y así saber cuándo invertir o no en los mercados financieros.

Adicionalmente, en el Capítulo II se ha considerado de manera importante la revisión de la literatura correspondiente a la econometría financiera, la cual tiene su base en el análisis de series de tiempo, específicamente en los modelos ARCH y GARCH los cuales estudian la volatilidad que suelen presentar las series de tiempo de carácter financiero.

En el Capítulo III se lleva a cabo un análisis descriptivo de las cinco acciones que constituyen el portafolio de inversión a desarrollar en el presente trabajo, las cuales fueron seleccionadas de la Bolsa Mexicana de Valores y de acuerdo con recomendaciones de sitios especializados. Específicamente se seleccionó a Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem. De dichas emisoras

se recabaron los precios de cierre ajustados teniendo un periodo de estudio del 4 de enero de 2010 al 29 de abril de 2016.

Para ello, en primer lugar, se realizó un análisis de estadística descriptiva de las acciones de cada emisora en el cual se observó principalmente cuál fue el rendimiento promedio por día que presentó cada acción y cuál fue su desviación estándar, es decir, su riesgo. De igual forma, se realizó un análisis gráfico para cada una de las acciones, con el cual se diagnostica de manera visual cuál ha sido la tendencia de los precios de cada serie y que tan volátiles han sido sus rendimientos durante el periodo de estudio analizado.

Una vez que se realizó lo anterior, se procedió a aplicar algunas de las razones financieras empleadas en el análisis fundamental para tener un panorama del desempeño económico de cada una de las emisoras, y se realizó el análisis técnico a las acciones seleccionadas, mediante el uso de las Bandas de Bollinger, el indicador de convergencia/divergencia de promedios móviles o por su nombre en inglés *Movil Average Convergence Divergence* (en adelante “MACD”), el índice de fuerza relativa o por su nombre en inglés *Relative Strength Index* (en adelante “RSI”) y las gráficas de Velas Japonesas con el fin de determinar señales de compra y de venta.

Así mismo, en el Capítulo III se estimó un modelo econométrico ARCH, GARCH y EGARCH para determinar el nivel de volatilidad del mercado en el que operan las acciones seleccionadas. En este caso se tomó como referencia el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores. Del modelo GARCH se concluyó que el IPC ha presentado una volatilidad moderada, mientras que del modelo EGARCH se observó que una mala noticia tiene mayor efecto que una buena noticia sobre el IPC.

En el Capítulo IV se llevó a cabo la construcción y optimización del portafolio de inversión con las acciones seleccionadas asumiendo un perfil de inversionista agresivo, ya que no se consideraron instrumentos de renta fija para la construcción del mismo. Para ello, se tomó como referencia el enfoque de media-varianza de Markowitz y se planteó un problema de optimización mediante el uso de multiplicadores de Lagrange con los cuales se obtuvieron las ponderaciones del portafolio que produce el riesgo más bajo posible y las ponderaciones para un conjunto de oportunidades de inversión con diferentes expectativas de rendimiento con varianza mínima.

Posteriormente, para obtener las ponderaciones del portafolio óptimo se maximizó la pendiente de la Línea del Mercado de Capitales, la cual es una extensión del modelo de Markowitz y que fue planteada por Sharpe en el modelo CAPM, por lo que fue necesario incorporar al portafolio un instrumento con tasa libre de riesgo, que en este caso fueron Cetes a 28 días, tasa con la cual se puede prestar o pedir prestado y así modificar expectativas de inversión.

Por último, se hizo una estimación de la metodología VaR, la cual es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar una acción o un portafolio de inversión en un horizonte determinado de tiempo considerando para ello un determinado nivel de probabilidad estadística. Con el fin de demostrar la importancia que tiene la diversificación, se estimó un VaR tanto para el portafolio óptimo como para las acciones de manera individual. Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas del presente trabajo.

Capítulo I: Fundamentos de Optimización Financiera

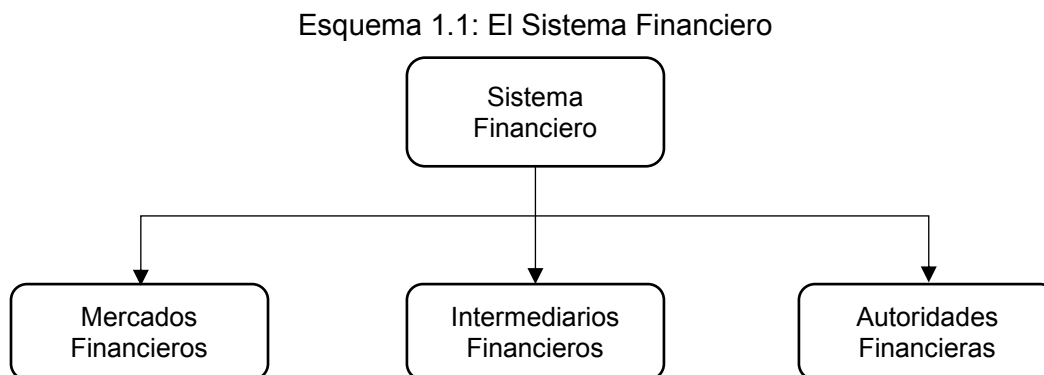
El presente capítulo, tiene como objetivos particulares explicar cuál es la función que desempeñan los intermediarios financieros, así como conocer cómo están clasificados los mercados financieros, haciendo hincapié en el mercado de dinero y de capitales, y en los instrumentos financieros que se negocian en estos mercados específicamente.

De igual forma, el presente capítulo tiene como objetivo revisar la Teoría Moderna del Portafolio, la cual establece los parámetros a considerar para construir un portafolio de inversión a partir de herramientas estadísticas y matemáticas, y que fue planteada por Harry Markowitz mediante el enfoque de media-varianza. Así mismo se hace una revisión del modelo CAPM desarrollado por Sharpe y del modelo APT desarrollado por Ross.

I. La Intermediación Financiera

El sistema financiero tiene como objetivo principal, el canalizar financiamiento dentro de la economía de un país. En el entorno capitalista, existen tres funciones que todo sistema financiero desempeña. La primera función es propiciar la acumulación de capital para generar riqueza. La segunda es contribuir en la asignación de la inversión para que se destine a usos más productivos. Finalmente, el sistema financiero debe de facilitar las transacciones para dar liquidez al sistema económico (Villegas y Ortega, 2009).

El sistema financiero se constituye de tres tipos de instituciones principalmente, las cuales se presentan en el siguiente esquema:

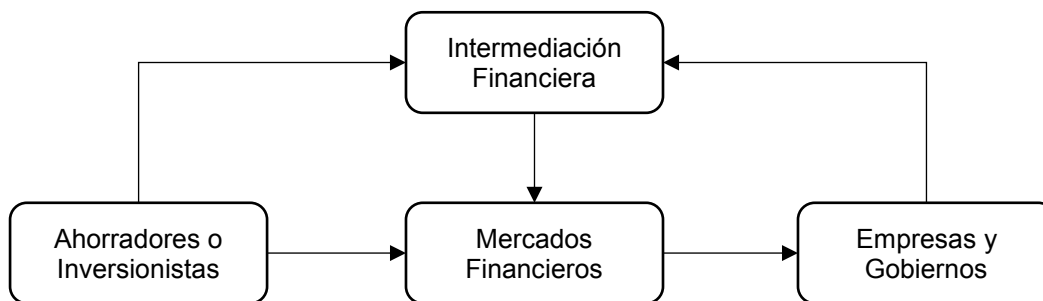


Fuente: Elaboración propia con información de Villegas y Ortega (2009)

Una de las instituciones más importantes en el sistema financiero corresponde a los intermediarios financieros, los cuales son instituciones cuya principal función es transferir a través de una variedad de instrumentos financieros, los recursos monetarios de aquellos agentes económicos que son superavitarios, tales como familias, empresas o gobiernos, hacia aquellos agentes económicos deficitarios que necesitan financiar sus proyectos económicos, por ejemplo, las empresas corporativas que cotizan en Bolsa o los gobiernos que requieren financiar sus proyectos.

De acuerdo con la definición anterior, el objetivo de los intermediarios financieros es servir como un puente dentro de los mercados financieros, entre quienes tienen dinero, es decir, los ahorradores que fungen como inversionistas, y quienes lo necesitan en el corto plazo como las empresas emisoras de acciones o gobiernos (Banxico, 2012). El siguiente esquema muestra cuál es el papel de la intermediación financiera.

Esquema 1.2: Intermediación Financiera



Fuente: Elaboración propia con información de Mishkin (2008)

Bajo este contexto, en el esquema que se acaba de mostrar existen tres tipos de organizaciones económicas principales que participan dentro de los mercados financieros:

- Ahorradores o inversionistas
- Las empresas y gobiernos
- Los intermediarios financieros

Los ahorradores por lo regular son personas físicas, familias u otras organizaciones empresariales que constituyen al público inversionista y que se encuentran interesados en colocar sus excedentes líquidos en la inversión de diversos instrumentos emitidos por empresas, con el objetivo de obtener determinados niveles de rentabilidad y hacer que incremente su capital.

Las empresas corporativas se caracterizan por poseer activos, principalmente activos físicos, los cuales emplean para poder llevar a cabo sus procesos productivos, pero además este tipo de empresas se caracterizan por emitir distintas clases de instrumentos financieros que cotizan en Bolsa con el fin de captar recursos económicos para que puedan financiar sus procesos productivos a corto y largo plazo. También los gobiernos se caracterizan por requerir financiamiento para sus proyectos económicos y de igual forma emiten diversos instrumentos financieros para allegarse de recursos.

Los intermediarios financieros son instituciones económicas que pueden no sólo poseer activos financieros de otras empresas, sino que también pueden emitir distintas clases de instrumentos financieros propios, por lo que este tipo de instituciones invierten de manera indirecta tanto en activos físicos, como en activos financieros (Marín y Rubio, 2001).

Con la explicación anterior y de acuerdo con lo que se puede observar en el esquema 1.2, las empresas y gobiernos emiten distintos tipos de instrumentos financieros, principalmente acciones y bonos, los cuales colocan en aquellas instituciones que funcionan como intermediarios financieros, las cuales se encargarán de negociar estos instrumentos con aquellos agentes económicos que son ahorradores y desean invertir sus fondos.

Las principales actividades que llevan a cabo los intermediarios financieros son las siguientes:

- Transformación de recursos para facilitar la adquisición de bienes, servicios y productos financieros para los usuarios.
- Reducción de costos de transacción.
- Diversificación de riesgos.
- Transformación de plazos.
- Combatir la información asimétrica.

En cuanto a la transformación y circulación de recursos, los intermediarios financieros se encargan de prestar y de utilizar los recursos que captan del público, con el fin de colocarlos en otros agentes, ya sean personas, empresas o gobiernos, en forma de créditos, inversiones y otros productos. Esto facilita la adquisición de distintos bienes y servicios financieros, lo cual permite que aumenten las posibilidades de consumo, inversión y ahorro por parte de los usuarios. Es por ello que, dentro del sistema financiero, los recursos siempre se mantienen en circulación y cambian de manos de manera constante (Banxico, 2012).

Además, los intermediarios financieros aprovechan las economías de escala para disminuir los costos de transacción que enfrentan los usuarios de servicios financieros, por lo que sí existe eficiencia en la reducción de costos de transacción, esto se traduce en el fomento de un crecimiento económico en conjunto, debido a la transparencia, formalidad, seguridad y confianza que ofrecen este tipo de instituciones (Banxico, 2012).

Otras de las funciones que llevan a cabo los intermediarios financieros son la diversificación del riesgo que conllevan los instrumentos financieros con los que se negocian y además pueden transforman plazos, ya que estas instituciones pueden captar recursos a corto plazo y otorgar estos mismos a otros agentes a largo plazo.

A su vez, los intermediarios financieros ayudan a disminuir los problemas de información asimétrica que se presentan dentro del sistema financiero, en los cuales siempre un agente posee más información que el otro agente, manteniendo escondida dicha información. Al disminuir este problema, el sistema financiero adquiere mayor estabilidad y otorga mayor confianza a sus participantes.

De todo lo anterior mencionado, la importancia de la intermediación financiera radica en que ésta lleva a cabo tres tipos de funciones fundamentales dentro de la economía financiera (Marín y Rubio, 2001):

1. La intermediación financiera lleva a cabo la asignación de los recursos de los individuos, ya que debido a la posibilidad de emitir y comprar instrumentos directa e indirectamente a través de las instituciones que funcionan como intermediarios financieros, el público inversionista puede alterar y adecuar su consumo de bienes

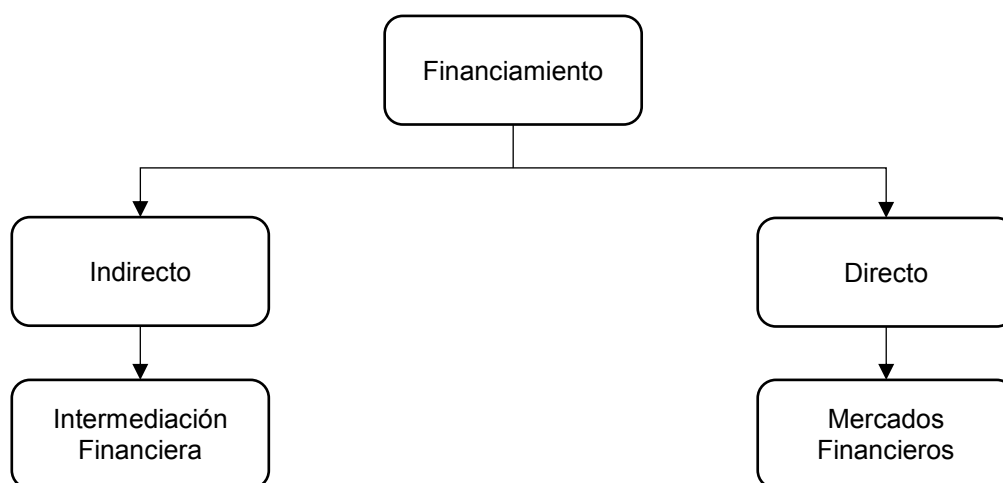
y servicios de acuerdo con sus preferencias, así como redistribuir los riesgos que conllevan las fluctuaciones del valor de los activos físicos o reales.

Es por ello, que tanto los mercados como los intermediarios financieros permiten transferir a sus usuarios sus recursos a lo largo del tiempo de manera que sus preferencias de consumo se vean satisfechas, y ofreciéndoles además la suficiente liquidez para que les resulte posible dirigir sus recursos hacia las inversiones que se caracterizan por ser más rentables con rapidez y facilidad.

2. La segunda función que puede llevar a cabo la intermediación financiera tiene que ver con la asignación de recursos hacia las empresas. Como las empresas emiten instrumentos financieros, éstas son capaces de obtener los recursos que necesitan de distintas fuentes. De esta manera, tanto los intermediarios como los mercados financieros permiten obtener una gran cantidad de recursos de una gran diversidad de inversionistas, de manera que se facilite la posibilidad de emprender proyectos económicos de gran tamaño.
3. Finalmente, los intermediarios financieros competitivos desarrollados y los mercados de capitales también sirven como importantes fuentes de información, ya que este tipo de instituciones ofrecen información a través de los precios, los cuales reflejan información de la futura situación de las empresas, ya que éstas juegan un papel muy importante en el desempeño del sistema financiero y de la economía.

Es importante señalar que las operaciones de financiamiento que se llevan a cabo en los intermediarios financieros son de tipo indirecto ya que no existe una negociación directa entre inversionistas y emisores, sin embargo, no es la única alternativa de financiamiento ya que también existe el financiamiento directo.

Esquema 1.3: Formas de Financiamiento



Fuente: Elaboración propia con información de Mishkin (2008)

Como se observa en el esquema 1.3, el financiamiento directo se lleva a cabo en los mercados financieros, donde de manera directa se realizan las transacciones entre los inversionistas y los emisores, sin embargo, ésta no es la única alternativa de hacer posible la canalización de recursos o fondos.

El financiamiento indirecto como ya se mencionó, se desarrolla dentro de los intermediarios financieros, los cuales son el vehículo principal para la movilización de los recursos monetarios de los inversionistas a los emisores, de hecho, los intermediarios financieros en la actualidad son la fuente de financiamiento más importante que los mercados financieros a nivel global (Mishkin, 2008).

En el sistema financiero, las casas de bolsa son unas de las principales instituciones de intermediación financiera, ya que llevan a cabo la función de negociar distintas operaciones que son ordenadas por las empresas emisoras y por los inversionistas utilizando para ello una variedad de instrumentos financieros ya sean de renta fija o de renta variable. Cuando una empresa emite diversos instrumentos para captar recursos, debe acudir a una casa de bolsa para que ésta realice los trámites requeridos por las autoridades financieras y a su vez coloque los instrumentos mediante ofertas públicas o privadas para los inversionistas.

Además, las casas de bolsa funcionan como asesoras para que un inversionista pueda construir su propio portafolio de inversión o para que éste sea partícipe de los portafolios con los que ya operan las casas de bolsa, sin embargo, para poder invertir en una casa de bolsa quizá uno de los requisitos mínimos que se deben de cumplir es el referente a los montos mínimos solicitados que en algunos casos son muy elevados, aunque hoy en día, en México existen algunas casas de bolsa que han realizado esfuerzos por contemplar a pequeños y medianos inversionistas para una mejor inclusión financiera.

II. Mercados Financieros

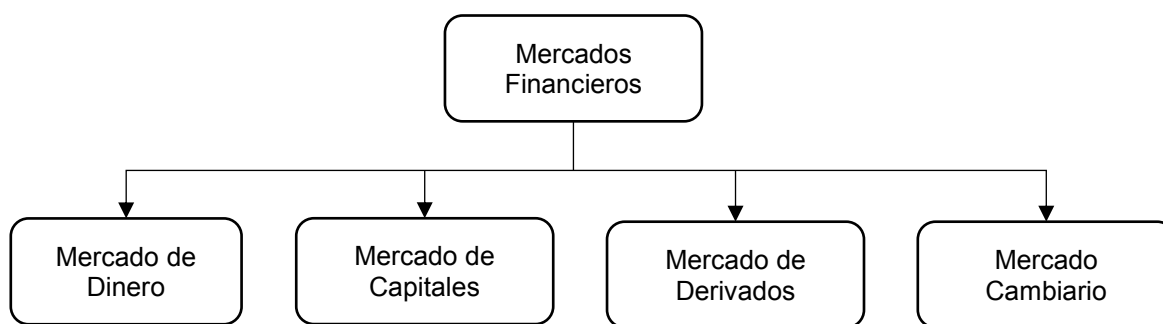
Como se presentó en el esquema 1.1, todo sistema financiero está constituido por tres tipos de instituciones: los mercados financieros, los intermediarios financieros y las autoridades financieras. Los mercados financieros tienen la función principal de llevar a cabo el proceso de financiamiento directo, los intermediarios financieros, son instituciones que se encargan de mediar entre los ahorradores y los inversionistas, es decir, llevan a cabo el proceso de financiamiento indirecto y las autoridades financieras tienen como tarea supervisar que, tanto los mercados como los intermediarios financieros operen de manera correcta conforme a la legislación establecida.

De acuerdo con la definición de Banxico (s.f.), los mercados financieros son los foros y conjuntos de reglas que permiten a los participantes realizar operaciones tanto de inversión, como de financiamiento y de cobertura, a través de los diferentes intermediarios financieros mediante la negociación de una variedad de diversos instrumentos financieros.

En los mercados financieros como en cualquier otro tipo de mercado, negocian distintos agentes económicos, como lo son oferentes y demandantes de recursos monetarios para el financiamiento de proyectos económicos, y es en este tipo de mercados donde se lleva a cabo el financiamiento directo.

Los mercados financieros de igual manera se encuentran constituidos por diversos mercados que se clasifican según el tipo de instrumentos que se negocian en ellos. Dentro del sistema financiero mexicano, según Banxico (s.f.) existen cuatro tipos de mercados financieros, los cuáles se muestran en el siguiente esquema.

Esquema 1.4: Clasificación de los Mercados Financieros



Fuente: Elaboración propia con información de Banxico (s.f.)

Existen además otros criterios para clasificar los mercados financieros, los cuales se pueden agrupar de acuerdo con las siguientes características:

- Por la madurez del instrumento
- Por el tipo de instrumento
- Por su plazo de vencimiento.

En el primer criterio que es por la madurez del instrumento, se considera el tipo de emisión, de esta manera, los mercados se pueden clasificar en mercados primarios y mercados secundarios. Los mercados primarios operan con instrumentos de primera emisión. Los mercados secundarios se caracterizan por operar con instrumentos ya previamente emitidos, es decir, estos instrumentos se renegocian.

Otro criterio de clasificación es por el tipo de instrumento que se va a negociar en el mercado. Así, tenemos que existe principalmente el mercado de dinero, el cual opera con instrumentos de renta fija, y el mercado de capitales el cual opera tanto con instrumentos de renta variable, como con instrumentos de renta fija. De igual forma dentro de esta clasificación también se considera al mercado de derivados y al mercado cambiario o de divisas.

Adicionalmente a los criterios anteriores, los mercados se pueden clasificar según el tiempo de vencimiento del instrumento, por lo que se clasifican en mercados de corto y largo plazo. Por lo regular, los instrumentos negociables en el mercado de dinero tienen fecha de vencimiento dentro del corto plazo, mientras que en el mercado de capitales sus

instrumentos se clasifican como de largo plazo. A continuación, se explicarán específicamente a estos dos mercados.

II.1. Mercado de Dinero

El mercado de dinero se define como aquellos foros, espacios físicos o virtuales, y el conjunto de reglas que permiten a los inversionistas, emisores e intermediarios realizar operaciones de emisión, colocación, distribución e intermediación de los valores instrumentos de deuda inscritos en el Registro Nacional de Valores (Banxico, s.f.).

La compra y venta de este tipo de instrumentos se puede llevar a cabo mediante mercados primarios, es decir cuando el título negociado es emitido por primera vez o mediante mercados secundarios lo que implica la comercialización de un título adquirido previamente y, mediante ofertas públicas y privadas.

Los títulos de deuda se conocen también como instrumentos de renta fija ya que prometen al tenedor un flujo fijo de pagos que se determina de acuerdo con una fórmula específica conocida con anticipación. Al agente deudor que emite el instrumento se le conoce como emisor, mientras que a la persona o institución que lo adquiere se le conoce como inversionista (García, 2006).

Un instrumento de deuda se compone de dos partes: el principal y los intereses (García, 2006). El principal es el valor de carátula del instrumento, en donde se menciona cuál es el importe que pagará el emisor al inversionista cuando se dé la fecha de vencimiento del instrumento. La parte que corresponde a los intereses viene representando el costo del dinero que pagará el emisor; este costo va a representar el rendimiento que el inversionista obtendrá de haber comprado dicho instrumento. El monto de los intereses se calcula teniendo como base el valor nominal del instrumento.

Generalmente los instrumentos negociados en el mercado de dinero tienen un plazo definido, y el rendimiento que va a otorgar dicho instrumento queda establecido desde el momento en que va a llevarse a cabo la negociación. Este tipo de mercado es muy importante, ya que es una de las principales fuentes de financiamiento para el sector público como lo son los gobiernos, y también para los bancos comerciales y las empresas privadas.

Los instrumentos del mercado de dinero según Banxico (s.f.), se pueden clasificar por los siguientes criterios:

- Por su cotización
- Por su tipo de emisor
- Por su colocación
- Por el plazo de vencimiento
- Por el tipo de tasa
- Por el grado de riesgo

Por el tipo de cotización, los instrumentos del mercado de dinero se pueden clasificar por la manera en que se hacen públicos los precios de los títulos y existen dos formas de cotización: a descuento y a precio.

Los títulos de deuda que emiten a descuento se caracterizan por no pagar intereses periódicamente, es decir, que no pagan cupones. El rendimiento que obtienen los inversionistas de estos instrumentos proviene de comprarlos “a descuento”, esto es, a un precio menor a la cantidad que se debe pagar al momento del vencimiento, el cual corresponde al valor nominal.

Los títulos de deuda que cotizan a precio sí pagan cupones, y el precio del instrumento es el resultado de sumar, el valor al día que se emite, todos los pagos de intereses que pagará el título en el futuro, conocido como el valor presente de los pagos de interés, más el valor presente del valor nominal del instrumento conocido como principal. La diferencia entre el precio y el valor nominal del título se conoce como rendimiento.

Por el tipo de emisión, los instrumentos del mercado de dinero se clasifican por gubernamentales y no gubernamentales. Los títulos de emisión gubernamental pueden ser colocados a nivel federal, estatal y municipal. Por su parte los títulos no gubernamentales pueden ser emitidos por instituciones bancarias y por empresas privadas.

Por su colocación, existen dos maneras de ofrecer este tipo de instrumentos al público inversionista y es mediante ofertas públicas y privadas. Cuando se trata de una oferta pública, ésta se realiza a través de algún medio de comunicación como periódicos o

boletines de la Bolsa Mexicana de Valores y la asignación se da mediante subastas. Cuando es una oferta privada, esta oferta va dirigida a una persona o a un grupo de inversionistas determinado. La diferencia con la oferta pública radica en que no se da a conocer esta información a todos los participantes del mercado.

Aunque ocasionalmente al mercado de dinero se le conoce como mercado de corto plazo, cabe mencionar que dentro de este mercado hay títulos que emiten no sólo a corto plazo, sino también a mediano o incluso a largo plazo.

Por el tipo de tasa que paga los intereses previamente pactados el título negociable, ésta se clasifica en tasa de fija, variable o indexada. Los títulos a tasa fija pagan una tasa de interés que se mantiene sin cambio durante el plazo del instrumento. Cuando los títulos pagan una tasa variable, la tasa de interés cambia periódicamente y, cuando pagan una tasa indexada, ésta cambia de acuerdo con la referencia a la que se haya indizado, por ejemplo, a la inflación o al tipo de cambio.

Por el grado de riesgo del emisor, el título puede tener o no grado de riesgo y este va a depender de la capacidad de pago del emisor. Para conocer la capacidad de pago, existen agencias calificadoras, las cuales asignan una calificación a los emisores de instrumentos de deuda de acuerdo con su capacidad de pago.

En el cuadro que se muestra a continuación, se señalan cuáles son los principales títulos de deuda negociados en el mercado de dinero mexicano:

Cuadro 1.1: Títulos de deuda negociables en el mercado de dinero

Emisor	Instrumento
Gobierno Federal	<ul style="list-style-type: none"> - Certificados de la Tesorería (Cetes) - Bonos de Desarrollo (Bondes) - Bonos M de Desarrollo del Gobierno Federal con tasa de interés fija - Bonos denominados en Udis (Udibonos)
Gobiernos estatales y municipales	<ul style="list-style-type: none"> - Certificados Bursátiles (Cebures)

Emisor	Instrumento
IPAB	- Bonos IPAB con pagos a 28, 91 y 182 días
Banco de México	- Bonos de Regulación Monetaria (BRM)
Banca Comercial	- Pagaré con Rendimiento Liquidable al Vencimiento (PRLV) - Aceptaciones Bancarias (ABS) - Certificados de Depósito (Cedes) - Obligaciones Subordinadas - Certificados Bursátiles (Cebures)
Empresas Paraestatales	- Certificados Bursátiles (Cebures)
Empresas Privadas	- Papel Comercial - Pagaré Comercial - Obligaciones Privadas - Certificados Bursátiles

Fuente: Elaboración propia con información de Banxico (s.f.)

II.II. Mercado de Capitales

El mercado de capitales está constituido por los foros y los espacios físicos o virtuales, así como el conjunto de reglas que permiten a los inversionistas, emisores e intermediarios realizar operaciones de emisión, colocación, distribución e intermediación de títulos accionarios inscritos en el Registro Nacional de Valores (Banxico, s.f.).

La importancia del mercado de capitales dentro del contexto capitalista actual es muy grande, ya que este tipo de mercados llevan a cabo un papel fundamental en la actividad económica de un país debido a que las empresas corporativas logran financiar sus

proyectos económicos a través de la emisión de acciones y otro tipo de instrumentos financieros que son colocados en los mismos mercados financieros (Mishkin, 2008).

Debido a lo anterior, el mercado de capitales es un mercado diseñado para la formación de capital, es decir, la creación de activos fijos y para el desarrollo de proyectos tanto a corto y a largo plazo, por lo que en este tipo de mercado se negocia una variedad de instrumentos tanto de renta variable como instrumentos de renta fija.

En el siguiente cuadro se señalan los instrumentos negociables del mercado de capitales en México, según su tipo de renta:

Cuadro 1.2: Instrumentos del mercado de capitales, según su tipo de renta

Sección Renta Variable	Sección Renta Fija
1. Acciones 2. Certificados de Participación Ordinaria 3. Títulos Referenciados a Acciones 4. Exchange Traded Funds 5. Warrants 6. Fideicomisos de Infraestructura y Bienes Raíces 7. Certificados de Capital de Desarrollo 8. Notas estructuradas	1. Obligaciones 2. Certificados de Participación Ordinaria 3. Certificados de Participación Inmobiliaria 4. Certificados Bursátiles

Fuente: Elaboración propia con información de la Bolsa Mexicana de Valores

II.II.I. Sección Renta Variable

Enseguida se ofrece una descripción de los instrumentos correspondientes al mercado de capitales, particularmente dentro de la sección de renta variable y que son negociables en la Bolsa Mexicana de Valores.

Acciones

Las acciones son esencialmente instrumentos emitidos a perpetuidad (García, 2006) que representan una parte de la propiedad de la empresa emisora que las coloca a través de ofertas públicas y privadas en los mercados primarios y secundarios, y otorgan el derecho a sus poseedores de participar de las utilidades que genera la empresa.

Las acciones ofrecen al inversionista rendimientos provenientes de dos fuentes principales: de los dividendos y de las ganancias de capital. En lo que se refiere a dividendos, la tenencia de las acciones permite que el capital del inversionista crezca a través de la participación que le corresponda en las utilidades generadas por la empresa y en función del número de títulos que el inversionista tenga en sus manos. Por su parte, las ganancias de capital se refieren a las ganancias obtenidas por el diferencial entre el precio de compra y el precio de venta de la acción que se esté negociando.

Una clasificación de las acciones de manera general es en dos categorías principalmente: acciones comunes y acciones preferentes. Las acciones comunes se caracterizan por tener siempre derecho a voto en las reuniones acerca del desempeño que lleva o que debe de llevar la empresa, pero este tipo de acciones no cuentan con preferencia de pago de dividendos. Cuando un inversionista adquiere títulos accionarios de este tipo se convierte en copropietario de la empresa emisora.

Las acciones preferentes, se caracterizan porque los propietarios de este tipo de acciones no tienen derecho a voto ni a la toma de decisiones acerca del rumbo que debe de tomar la empresa emisora, pero cuentan con la preferencia de percibir inmediatamente el pago de dividendos que son generados por las utilidades que crea la empresa.

De acuerdo con sus características de operación, las acciones también se pueden clasificar de la siguiente manera (Díaz y Aguilera, 2013):

- Acciones AAA
- Acciones que generan ingresos
- Acciones de crecimiento
- Acciones especulativas
- Acciones con comportamiento cíclico

- Acciones defensivas
- Acciones de mediana capitalización

Las acciones AAA también son conocidas como *blue chips*, y son emitidas por compañías que tienen una gran fortaleza financiera y que han demostrado a través de la historia una estabilidad sobresaliente en sus rendimientos y en su pago de dividendos.

Las acciones que generan ingresos se caracterizan por realizar el correspondiente pago de dividendos a los propietarios de las acciones de manera consistente año con año, y con un monto superior al del promedio del mercado.

Las acciones de crecimiento son emitidas por empresas que se ubican en mercados con alto potencial de crecimiento. Estas empresas tienen grandes requerimientos de capital para financiar su crecimiento, razón por la cual no pagan dividendos y no generan flujo de efectivo para el inversionista. Sin embargo, dado que crecen en forma acelerada, generan ganancias de capital derivadas del incremento en el precio del título.

Las acciones especulativas son aquellas que generan en el corto plazo tanto altas utilidades como altos niveles de pérdidas. Esta clase de acciones son emitidas por empresas que se encuentran en mercados de gran volatilidad, en los cuales los precios de sus productos o los volúmenes de ventas fluctúan en proporciones elevadas.

Las acciones con comportamiento cíclico son emitidas regularmente por empresas cuyas ventas siguen de manera estrecha los patrones de crecimiento de la economía en su conjunto, lo que significa que cuando la economía del país crece, estas empresas también crecen y cuando la economía se desacelera también lo hacen las empresas.

Las acciones defensivas se caracterizan porque presentan una gran estabilidad en su comportamiento bursátil, e incluso pueden tener resultados positivos cuando la economía se desacelera.

Las acciones de mediana capitalización son emitidas por empresas medianas, las cuales por lo regular tienen mayores posibilidades de crecimiento. No obstante, estas empresas

están expuestas a mayores contingencias, por lo que el riesgo que se corre al invertir en ellas es siempre mayor.

Así mismo, en México dentro de los mercados financieros las acciones se pueden clasificar por el tipo de serie que representan. A continuación, se presenta una lista de cómo se encuentra constituida la clasificación de series accionarias dentro de la Bolsa Mexicana de Valores, siendo un total de 32 tipos de acciones negociables en el mercado:

- A: Serie ordinaria reservada para accionistas mexicanos, y que sólo pueden ser adquiridas por extranjeros a través de inversionistas neutros.
- A1: Ordinaria en la que participan en forma directa accionistas mexicanos y representa la parte fija del capital, también llamada clase 1.
- A2: Ordinaria en la que participan en forma directa accionistas mexicanos y representa la parte variable del capital, también llamada clase 2.
- A4: Es una serie A con un derecho pendiente de aplicar, en este caso relacionado con el cupón 4.
- AA: Series accionarias no negociables de Telmex que se encuentran en fideicomiso.
- B: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros.
- B1: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros; representa la parte fija del capital, también llamada clase 1.
- B2: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros; representa la parte variable del capital, también llamada clase 2.
- BCP: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros y representada por un certificado provisional.
- BCR: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, aunque es considerada de circulación restringida.
- BCPO: Ordinaria conocida como Libre Suscripción, no negociable, ya que está incluida en un Certificado de Participación Ordinario.
- B4: Es una serie B con un derecho pendiente de aplicar, en este caso con el cupón 4.
- B-1: Emisión especial para funcionarios de la compañía, por lo que no son negociables.

- C-1: Voto limitado de libre suscripción y representa la parte fija del capital.
- CP: Certificado Provisional.
- CPO: Certificado de Participación Ordinario de libre suscripción; estas acciones otorgan derechos de voto restringido.
- D: Dividendo superior o preferente.
- DCPO: Serie D incluida en un Certificado de Participación Ordinario, que otorga derechos de voto restringido, no negociable.
- F: Series de emisoras filiales que están en poder de empresas controladoras extranjeras.
- L: Voto limitado. Pueden ser adquiridas por inversionistas nacionales o extranjeros.
- L4: Es una serie L con un derecho pendiente de aplicar, en este caso relacionado con el cupón.
- LCPO: Serie L incluida en un Certificado de Participación Ordinario, que otorga derechos de voto restringido, no negociables.
- T: Emisión especial para funcionarios de la compañía, por lo que no son negociables.
- UB: Títulos vinculados que representan acciones serie B.
- UBC: Títulos vinculados que representan acciones serie B y C.
- UBL: Títulos vinculados que representan acciones serie B y L.
- ULD: Títulos vinculados que representan acciones serie L y D.
- 1: Ordinaria en la que participan en forma directa accionistas mexicanos y representa la parte fija del capital, también llamada clase 1.
- 2: Ordinaria en la que participan en forma directa accionistas mexicanos y representa la parte variable del capital, también llamada clase 2.
- 1CP: Ordinaria, representa la parte fija del capital, también llamada clase 1, contiene un certificado provisional.
- 2CP: Ordinaria, representa la parte variable del capital, también llamada clase 2, contiene un certificado provisional.
- (*): Serie única, es decir, el capital de las empresas está dividido en una sola serie de acciones.

Certificados de Participación Ordinarias no amortizables

Los Certificados de Participación Ordinarios (en adelante “CPO’s”) son emisiones por parte de empresas mexicanas que a través de la Bolsa Mexicana de Valores permite que inversionistas externos tengan derecho provisional sobre los rendimientos y otros beneficios de títulos o bienes integrados en un fideicomiso irrevocable. Los CPO’s son emitidos en pesos, y si un inversionista extranjero desea invertir en acciones colocadas en el mercado mexicano puede recurrir a la compra de estos títulos-

Los CPO’s pueden ser de dos tipos:

- Inmobiliarios: el bien que se pone en el fideicomiso es un inmueble, casas, terrenos, construcciones, etcétera.
- Ordinarios: en el fideicomiso se ponen valores, como acciones o pagarés, derechos o bienes.

El titular de un CPO tiene derecho a percibir los beneficios derivados de los bienes afectos al fideicomiso irrevocable. En el caso de las acciones, se tratan de CPO’s no amortizables y el titular de un instrumento de éstos tendrá derecho a percibir los dividendos pagados por las acciones que estén amparadas por este certificado, así como al incremento o decremento del precio del título, derivado de los incrementos o a los decrementos en el precio de dichas acciones.

Títulos Referenciados a Acciones

Los Títulos Referenciados a Acciones (en adelante “TRAC’s”) son certificados de participación que representan el patrimonio de fideicomisos de inversión, y que mantienen en posición canastas de acciones de empresas cotizadas en bolsa y efectivo. Su objetivo primordial es replicar el comportamiento de las acciones o portafolio al que está indexado.

Estos certificados son colocados en las Bolsas de Valores y permiten al inversionista comprar o vender un índice o portafolio de acciones a través de una sola acción, proporcionando al público inversionista profundidad, liquidez y mayores opciones de inversión. Entre los beneficios que presentan los TRAC’s se encuentran: transparencia y liquidez, diversificación e indexación.

Con la diversificación se otorga una mayor gama de oportunidades de inversión, incluso acceso a otros mercados vía la bolsa local, y además permiten la diversificación de inversiones ya sea por industria, sector o país, de forma eficiente y transparente.

En cuanto a la indexación, los TRAC's permiten:

- Inversión pasiva, es decir, indexar inversiones.
- Combinar las ventajas de indexar la inversión a un bien subyacente con las de la operación accionaria.
- Permiten replicar un índice sin tener que adquirir todos los activos.
- Facilita el control de inversiones personales o de portafolio.
- Costos operativos menores, ya que las comisiones son bajas por administración y operación, y además no se pagan comisiones por la compra y venta de valores ya que la cartera no cambia en el tiempo.

Exchange Traded Funds

Los Fondos Operados en Bolsa o *Exchange Traded Funds* (en adelante "ETF's") son fideicomisos de inversión que cotizan en bolsa siguiendo el mismo mecanismo que las acciones. Es decir, se pueden comprar y vender en cualquier momento de la sesión. A diferencia de los fondos de inversión, que se compran y se venden a un solo precio cada día, el precio de los ETF's cambia constantemente a lo largo de la sesión, ya que los ETF's reproducen el comportamiento de los valores en los que invierten en tiempo real, y es posible ver cómo evoluciona su valor a lo largo de la sesión de manera transparente.

El atributo principal de los ETF's consiste en que combinan algunos beneficios de la inversión directa en instrumentos de renta variable listados en bolsas de valores y susceptibles de ser adquiridos, con los beneficios similares a los de una sociedad de inversión indexada.

Los ETF's pueden invertir en distintas combinaciones de valores gubernamentales, privados y bancarios, y acciones. También pueden invertir en *commodities*, por ejemplo, en metales preciosos como el oro, o en materias primas como el petróleo. Los ETF's al estar conformados por una variedad de títulos, se convierten en una herramienta de diversificación, y por tanto de control del riesgo.

Warrants

Los warrants dentro de la sección de renta variable son títulos opcionales. Estos títulos opcionales son títulos de crédito que otorgan a sus tenedores a cambio del pago de una prima de emisión el derecho de comprar o vender un activo subyacente a un precio de ejercicio previamente determinado durante un período o en una fecha preestablecida.

Los activos subyacentes negociables pueden ser acciones o títulos de crédito que representen acciones, grupos o canastas integradas por acciones representativas del capital social o títulos de crédito que representen acciones de dos o más emisoras, o bien, acciones, títulos equivalentes o títulos referenciados a activos listados en el sistema internacional de cotizaciones, así como índices de precios accionarios nacionales e internacionales.

Por su parte, el tipo de ejercicio puede ser de dos tipos: americano o europeo. El ejercicio americano puede ser ejercido durante cualquier periodo de tiempo previo al vencimiento, mientras que el ejercicio europeo solo puede ser ejercido en la fecha de vencimiento del título.

Fideicomisos de Infraestructura y Bienes Raíces

Los Fideicomisos de Infraestructura y Bienes Raíces (en adelante “FIBRAS”) son instrumentos que están destinados al financiamiento para la adquisición o construcción de bienes inmuebles que tiene como fin su arrendamiento o la adquisición del derecho a recibir los ingresos provenientes del arrendamiento de dichos bienes.

El objetivo de las FIBRAS es impulsar el desarrollo inmobiliario, ser una fuente de liquidez para desarrolladores, permitir invertir en bienes inmuebles a todo tipo de inversionistas, contribuir a la diversificación de portafolios de inversión e impulsar el financiamiento para diversos segmentos comerciales, industriales, oficinas, entre otros.

Las principales características de las FIBRAS son:

- Instrumentos híbridos, ya que pueden otorgar rendimientos predecibles producto del arrendamiento y rendimientos variables producto de la plusvalía de los inmuebles.

- No cuentan con plazo ni con calificación.
- Son operados en la sección de Capitales bajo la normatividad de la Bolsa Mexicana de Valores.

Para el inversionista ofrecen pagos periódicos, y por ley las FIBRAS distribuyen el 95% de las utilidades de las rentas entre los inversionistas tenedores de estos instrumentos.

Además, las FIBRAS son un sistema mixto de inversión mediante el cual se perciben beneficios por tres tipos de fuentes:

- Dividendos: A través de las utilidades obtenidas de las rentas menos los gastos de operación (Renta fija).
- Rendimientos: Mediante el desempeño en la Bolsa Mexicana de Valores pueden generar utilidades o generar pérdidas (Renta variable).
- Plusvalía: En la mayoría de los casos, éste se incrementa al integrar los inmuebles a una FIBRA.

Certificados de Capital de Desarrollo

Los Certificados de Capital de Desarrollo (en adelante “CKDes”) son instrumentos listados como instrumentos de capital que buscan impulsar proyectos de infraestructura, empresariales y de capital privado. Los CKDes son valores emitidos por fideicomisos, que apoyan a la canalización de recursos de inversión a sectores y actividades en crecimiento y aportan flexibilidad y nuevas alternativas de diversificación de portafolios a inversionistas institucionalizados.

Las principales características de los CKDes son las siguientes:

- Son títulos o valores fiduciarios destinados para el financiamiento de uno o más proyectos, o para la adquisición de una o varias empresas.
- Impulsan proyectos de infraestructura, inmobiliarios, de minería, y empresariales en general, así como proyectos de desarrollo de tecnología.
- Su rendimiento está vinculado a los bienes o activos subyacentes fideicomitidos.

- Los rendimientos otorgados no son producto del pago del principal ni de intereses predeterminados sino del usufructo y beneficios de cada proyecto.
- Los flujos a generados son variables e inciertos y dependen de los resultados de cada proyecto en particular.
- Se tiene un plazo determinado de vencimiento.
- Se transfiere la propiedad y la titularidad de los bienes y derechos que conforman los activos relacionados al fideicomiso.
- Se pueden fondear en su totalidad o por llamadas de capital.

Notas Estructuradas con Componentes de Capital

Son instrumentos financieros emitidos por un intermediario financiero como una alternativa de inversión donde se puede llegar a obtener rendimientos superiores a los del mercado de renta fija, teniendo por lo general una garantía del capital o un porcentaje de éste invertido al momento del vencimiento. A través de este tipo de instrumentos, se tienen estructuras óptimas que se adecuan a las expectativas y a los riesgos que se esté dispuesto a tomar.

La flexibilidad de estas estructuras es tal que se adaptan a las necesidades del inversionista, logrando al mismo tiempo rendimientos importantes y la protección del capital invertido. En general se trata de instrumentos en los que, los rendimientos sobre la inversión inicial se determinan en función de las variaciones de ciertos subyacentes, como las tasas de interés, *commodities*, los índices de precios, acciones o las divisas.

II.II.II. Sección Renta Fija

Algunos de los instrumentos negociables en la sección de renta fija del mercado de capitales en México son los siguientes.

Obligaciones

Las emiten empresas que participan en el mercado de valores. El valor nominal es definido por el emisor: 100 pesos, 100 udis o un múltiplo de estos valores. El plazo de vencimiento debe ser mayor de 3 años. Este tipo de instrumentos pagan intereses variables en forma mensual o trimestral y dan una sobretasa de interés con referencia a los cetes o a la TIIE. Los pagos para amortizar el capital se realizan en forma semestral o anual.

CPO's Amortizables

Los CPO's amortizables son títulos denominados en pesos o en udis, los cuales son colocados en el mercado bursátil por instituciones crediticias, con cargo a un fideicomiso cuyo patrimonio se integra por bienes muebles. El valor nominal será de 100 pesos o 100 udis, según el tipo de emisión y su plazo es de tres años en adelante, con amortizaciones periódicas o bien en su totalidad al vencimiento. La tasa de interés es flexible, la cual puede ser revisada de manera mensual, trimestral, semestral o anual, o puede ser fija desde el principio. El pago de los intereses es mensual, trimestral, semestral o anual.

Certificados de Participación Inmobiliaria

Los Certificados de Participación Inmobiliaria (en adelante "CPIs") son títulos colocados en el mercado bursátil por instituciones crediticias con cargo a un fideicomiso cuyo patrimonio se integra por bienes inmuebles. Su valor nominal es de 100 pesos y el plazo debe ser mayor a 3 años, el principal se amortiza al vencimiento o con pagos intermedios. El rendimiento ofrecido es una sobretasa que toma como referencia a los cetes o a la TIIE.

Certificados Bursátiles

Son instrumentos de mediano y largo plazo emitidos por empresas que cotizan en bolsa. Su valor nominal es de 100 pesos o 100 udis según el tipo de emisión y su plazo no es menor a un año. La tasa de interés es flexible, misma que se revisa cada mes, trimestre, semestre o año, o se fija desde un principio. El pago de intereses de los Certificados Bursátiles puede ser mensual, trimestral, semestral o anual.

II.II.III. Índices Bursátiles

Dentro del mercado de capitales es muy común encontrar distintos índices bursátiles, ya que estos reflejan la evolución global de los precios de las acciones que cotizan en la Bolsa, aunque también se han desarrollado índices sectoriales, por ejemplo, del sector tecnológico o de la construcción.

La elaboración de los índices bursátiles puede basarse en (Díaz y Aguilera, 2013):

- Precios o rendimientos
- Largo o corto
- Ponderados o no ponderados

En cuanto a precios o rendimientos, al momento de elaborarse un índice de precios únicamente se toma en cuenta el precio de las acciones, mientras que un índice de rendimientos tiene en cuenta tanto la evolución del precio como los rendimientos obtenidos por la entrega de dividendos o de acciones.

Por su parte un índice es corto cuando es creado con una fecha de finalización, mientras se dice que es largo cuando se crea sin una futura fecha de finalización.

Los índices bursátiles ponderados tienen en cuenta la capitalización bursátil en el momento que se realiza su cálculo. Por su parte un índice no ponderado no tiene en cuenta ningún tipo de ponderaciones y únicamente sumará el precio de las acciones y lo dividirá entre el número de éstas que componen el índice.

En el caso de México, el índice de Precios y Cotizaciones (en adelante “IPC”) de la Bolsa Mexicana de Valores es el principal indicador del comportamiento del mercado del mercado de capitales, el cual expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones en los precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de emisoras que cotizan en la Bolsa y que representan un alto nivel alto de capitalización bursátil, es decir, aquellas acciones que pueden ser compradas y vendidas con facilidad.

III. Teoría Moderna del Portafolio

Al invertir en el mercado de capitales, los inversionistas logran diversos objetivos según el tipo de acción o de instrumento que posean (Díaz y Aguilera, 2013). Los objetivos que principalmente buscan los inversionistas es la preservación del capital, obtener ingresos derivados del pago de intereses y del principal, obtener ingresos derivados de los dividendos y hacer crecer su capital.

En comparación con otros instrumentos de inversión, las inversiones realizadas en el mercado de capitales demuestran ser las más rentables en el mediano y largo plazo. Sin embargo, el riesgo principal que enfrentan los inversionistas en el mercado de capitales es que el crecimiento de su capital no sea el que se espera, que no exista crecimiento alguno, o en el peor de los casos que se incurra en pérdidas (Díaz y Aguilera, 2013), por lo que en estos casos es recomendable la utilización de un portafolio de inversión que ayude a maximizar rendimientos y a minimizar riesgos.

A su vez, debe asumirse que el proceso de inversión en instrumentos financieros, principalmente acciones, es un proceso sumamente complejo, ya que el rendimiento de la inversión en una acción se encuentra altamente correlacionado con el riesgo, es decir, se asume una relación en la que, a mayor rendimiento, mayor riesgo (Cruz et al., 2005).

Un portafolio de inversión se refiere entonces, a la conformación de distintos instrumentos financieros que cotizan en los mercados financieros, con el fin de que los inversionistas logren minimizar el riesgo de su inversión. El concepto de portafolio de inversión es muy circunstancial y particular, ya que va a depender de las circunstancias prevalecientes en la economía, así como de las necesidades, objetivos, posibilidades y actitud hacia el riesgo de cada inversionista (Marmolejo, 1985).

El proceso de selección de un portafolio comienza al observarse cuales son las expectativas que se tienen acerca del comportamiento de los distintos instrumentos financieros, en donde los inversionistas deben de asumir distintos factores, observando cuál es su capacidad de ahorro, además de plantear cuales son los distintos objetivos que se persiguen al invertir, de determinar cuál es el plazo que se desea mantener invertido el dinero y de establecer de qué manera se va a diversificar el portafolio, para que se logre disminuir el riesgo de la inversión.

Además, se debe de asumir que existen fundamentalmente tres tipos de riesgos al momento de seleccionar determinada cartera que constituya al portafolio, los cuales son: riesgo de pérdida, riesgo de desaprovechar oportunidades de inversión y el riesgo de liquidez (Márquez, 1981). En seguida se menciona en qué consisten.

El primer problema en el que se puede incurrir tiene que ver con el riesgo de pérdida, es decir, de no recuperar la inversión y que, por lo contrario, en lugar de obtener ganancias se generen pérdidas de capital.

El segundo problema, corresponde al riesgo que tiene que ver con desaprovechar determinadas oportunidades de inversión que sí sean rentables, al asignar fondos a ciertos instrumentos que otorguen menor rentabilidad que otros.

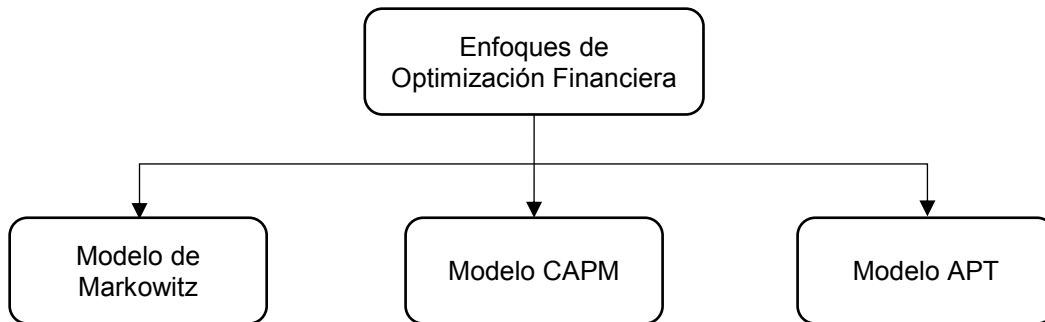
Finalmente está factor de riesgo de liquidez, que tiene que ver con comprometer recursos en instrumentos difíciles de convertir en dinero líquido, provocando que se presenten pérdidas en el momento en que se hace necesario efectuar un pago imprevisto.

Un portafolio de inversión se define entonces como un conjunto de instrumentos financieros, mediante el cual un inversionista define diversas estrategias de inversión respecto a un amplio rango de riesgos posibles a partir de la diversificación de los mismos. Es por ello que la conformación de un portafolio de inversión no sólo debe de ser una estrategia para disminuir el riesgo, sino que se debe de buscar la optimización del mismo para obtener mejores expectativas de rendimiento (Cruz et al., 2005).

La importancia de la diversificación permite obtener portafolios de inversión eficientes, y para ello, éstos se deben determinar calculando las ponderaciones óptimas de los diferentes instrumentos que lo van a componer (Brun y Moreno, 2008).

En el siguiente esquema se muestran los diferentes métodos que conforman la teoría moderna del portafolio, la cual tiene como principal objetivo el seleccionar una cartera óptima que permita obtener el mayor rendimiento al menor nivel de riesgo posible. La metodología más conocida dentro de la Teoría Moderna del Portafolio es la desarrollada por Markowitz, aunque no es la única metodología que existe, ya que también se encuentran el modelo CAPM desarrollado por Sharpe y el modelo APT.

Esquema 1.5: Principales enfoques de optimización financiera



Fuente: Elaboración Propia

III.I. Modelo de Markowitz

Harry M. Markowitz fue galardonado con el premio Nobel de Economía en 1990 por sus investigaciones acerca de la selección de portafolios óptimos. El primer artículo publicado por Markowitz en 1952 el cual lleva por título “*Selección de Portafolios*” establece el inicio de la Teoría Moderna del Portafolio.

Markowitz observó el comportamiento de los inversionistas e identificó que el factor clave al momento de invertir eran sus expectativas de rendimiento. Es decir, logro darse cuenta de que lo que más deseaban los inversionistas era maximizar el rendimiento de sus inversiones y que no se preocupaban de ningún otro factor (Brun y Moreno, 2008).

Al observar lo anterior, Markowitz llegó a la conclusión de que el rendimiento no podía ser estudiado de manera independiente del factor riesgo. Si un inversionista desea obtener un rendimiento determinado elegirá un instrumento que le ofrezca el riesgo menor posible. En cambio, si un inversionista está dispuesto a asumir un riesgo más alto, va a preferir invertir en aquellos instrumentos que le brinden un mayor rendimiento.

Debido a que Markowitz utiliza el binomio de rendimiento-riesgo, donde el rendimiento es medida por la media y la volatilidad y el riesgo es medido por la varianza y la desviación estándar respectivamente, a su modelo se le conoce también como el enfoque de media-varianza. Los pasos que debe de realizar un inversionista para determinar su portafolio eficiente de acuerdo con el enfoque de media-varianza son dos (Markowitz, 1952).

En el primer paso deberá de determinar la frontera eficiente de todos los instrumentos de acuerdo con las expectativas de rendimiento que se tengan sobre los instrumentos elegidos y en el segundo paso se deberá de determinar el portafolio óptimo en función de sus preferencias y de acuerdo con el rendimiento futuro esperado (Markowitz, 1952).

Para realizar lo anterior, primero deben de calcularse las varianzas de los instrumentos que componen al portafolio y después, se deben de considerar estrategias alternativas, donde se otorguen distintas ponderaciones a los instrumentos incluidos en el portafolio.

De acuerdo con Markowitz, para la obtención de un portafolio eficiente existen dos supuestos:

1. Todos los recursos disponibles deben de estar invertidos en el portafolio.
2. Las ponderaciones de los instrumentos deben ser positivas y deben sumar a uno.

Posteriormente, se deben de calcular todas las estrategias de inversión posibles. En el siguiente cuadro se presenta cuál es el número de varianzas y covarianzas que se deben de calcular en función del número de instrumentos que existan en un portafolio.

Cuadro 1.3: Varianzas y covarianzas a calcular

No. de Activos	No. De Rentabilidades	No. De Varianzas	No. De Covarianzas	No. de Parámetros por determinar
2	2	2	1	5
3	3	3	3	9
4	4	4	6	14
5	5	5	10	20
...
N	N	n	$n(n-1)/2$	$n^2+3n/2$

Fuente: Cuadro tomado de Brun y Moreno (2008)

Una vez que se hayan determinado todos los parámetros anteriores, se pasará a calcular las expectativas de rendimiento y riesgo de los distintos portafolios posibles en función de las ponderaciones asignadas a los diferentes instrumentos, para posteriormente obtener la frontera eficiente del portafolio, en la cual se ubican todos aquellos portafolios considerados como eficientes.

Para determinar las ponderaciones que maximizan o minimizan el rendimiento esperado del portafolio a un riesgo máximo o mínimo de acuerdo con la aversión al riesgo que tenga el inversionista, la expectativa de rendimiento se define como (Franco et al., 2011):

$$E (R_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E (R_i) \quad (1.1)$$

En el cual el riesgo asumido viene dado por:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} \quad (1.2)$$

Dónde:

n = el número de instrumentos que constituyen el portafolio

$E (R_i)$ = el rendimiento esperado del instrumento i

$E (R_p)$ = el rendimiento esperado del portafolio

w_i = la ponderación asignada al instrumento i

$\sigma^2(R_p)$ = la varianza del portafolio

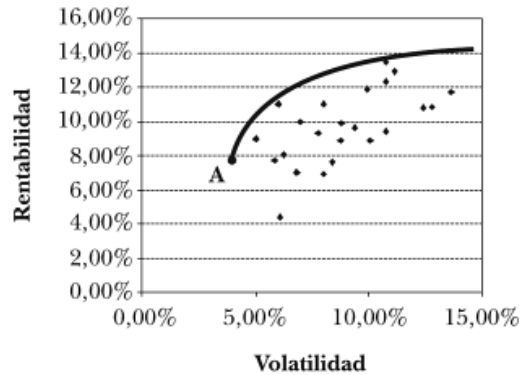
σ_{ik} = la covarianza de los rendimientos de los instrumentos i y k

Una vez que se ha maximizado la expectativa de rendimiento o que se ha minimizado la varianza se encuentran las ponderaciones de los instrumentos que conforman al portafolio de inversión, las cuales optimizan el portafolio de acuerdo con las siguientes restricciones:

- La ponderación de cada instrumento debe ser positiva.
- La suma de cada una de las ponderaciones debe ser igual a uno.

Cabe señalar que con las expresiones 1.1 y 1.2 se puede obtener una variedad de portafolios con distintas expectativas de rendimiento y distintos niveles de riesgo, lo cuales al ser graficados van a constituir la frontera eficiente del portafolio.

Gráfica 1.1: Frontera eficiente de un portafolio de inversión



Fuente: Gráfica tomada de Brun y Moreno (2008)

Como se puede ver en la gráfica anterior, el rendimiento del portafolio se grafica en el eje de las ordenadas mientras que su volatilidad o riesgo en el eje de las abscisas. De igual manera, observando la gráfica 1.1, el punto A representa el portafolio con el menor riesgo posible, aunque también debe notarse que ese portafolio otorga el menor rendimiento, mientras que al final de la frontera eficiente se va a encontrar el portafolio con el mayor rendimiento posible, pero con el mayor nivel de riesgo asociado.

Se debe notar además que, bajo el enfoque de media-varianza de Markowitz, el inversionista determinará cuál será la composición de su portafolio en función de su aversión al riesgo, considerando para ello que el inversionista siempre ubicará su portafolio sobre la frontera eficiente ya que sobre esta se ubicarán todos los portafolios eficientes acorde a distintos perfiles de inversionistas, mientras que los portafolios que se ubican por debajo son considerados como ineficientes ya que asumen un mayor riesgo sin otorgar rendimientos mayores.

III.II. Modelo CAPM

El modelo CAPM fue desarrollado a partir de la metodología establecida por Markowitz con la publicación en 1964 del artículo de William Sharpe “*Precios de los activos de capital: una teoría del equilibrio del mercado bajo condiciones de riesgo*”. En dicho artículo, Sharpe (1964) menciona que uno de los problemas principales para los inversionistas era el hecho de intentar predecir el comportamiento del mercado de capitales sin asumir condiciones de riesgo.

Lo que pretende determinar el modelo CAPM es la relación que existe entre el rendimiento de un portafolio y el riesgo que este conlleva (Brun y Moreno, 2008). En la actualidad los mercados de capitales se caracterizan por reflejar que las decisiones de los inversionistas se basan en maximizar rendimientos y minimizar riesgos. El objetivo del modelo CAPM es determinar los niveles de rendimiento que debe ofrecer un instrumento o un portafolio en función de su nivel de riesgo, suponiendo condiciones de equilibrio. De esta manera, el modelo CAPM define la expectativa de rendimiento de un portafolio o instrumento como:

$$E (R_i) = r_f + \beta_i (E (r_m) - r_f) \quad (1.3)$$

Dónde:

$E (R_i)$ = Rendimiento esperado del portafolio

r_f = Rendimiento del instrumento libre de riesgo

β_i = Coeficiente beta del portafolio

$E (r_m)$ = Rendimiento del mercado

Es importante destacar que en el modelo CAPM, el riesgo específico, el cual corresponde al riesgo del instrumento o del portafolio, no se tiene en cuenta puesto que éste puede reducirse mediante la diversificación, no así el riesgo sistemático, es decir, el riesgo de mercado, ya que éste es el mínimo riesgo en el que puede incurrir un portafolio. Además, cabe mencionar que en este modelo es muy importante el coeficiente de beta, el cual se utiliza como una medida de riesgo. Por lo tanto, existe una relación de carácter positivo entre la beta, el riesgo y el rendimiento esperado, es decir, se plantea que, a mayor rendimiento, mayor riesgo.

El modelo CAPM descansa en una serie de supuestos acerca del comportamiento de los mercados y sobre el comportamiento de los inversionistas, los cuales se mencionan a continuación (Brun y Moreno, 2008).

Supuestos sobre los mercados:

- 1.- Solo existen dos tipos de instrumentos: los instrumentos con riesgo y los instrumentos libres de riesgo.
- 2.- Los instrumentos libres de riesgo tiene un rendimiento conocido con anticipación.
- 3.- La oferta de instrumentos ya está dada.
- 4.- Existe competencia en los mercados. Es decir, supone que nadie en el mercado tiene el suficiente poder de monopolio como para determinar el precio de los instrumentos.
- 5.- Los mercados son perfectos. Es decir, los costos de transacción son nulos, la tasa de interés es la misma, los impuestos son nulos, o en dado caso son iguales para todos los inversionistas, y no existen restricciones a la venta al descubierto.

Supuestos para los inversionistas:

- 1.- Todos los inversionistas tienen el mismo horizonte de tiempo de inversión. Dicho horizonte viene determinado por dos instantes, uno inicial y uno final. En un momento inicial se negocian los instrumentos, realizándose la selección del portafolio, y en un momento final se reciben los rendimientos generados.
- 2.- Los inversionistas pueden endeudarse o invertir a la tasa de interés libre de riesgo.
- 3.- Los inversionistas invierten todos sus recursos en los instrumentos disponibles del mercado. Como los recursos de un inversionista son menores comparados con los recursos totales que existen en la economía, esto hace que ningún inversionista tenga el dinero suficiente para poder incidir en el precio, y como consecuencia, el precio de cada instrumento es el precio de equilibrio, por lo que los inversionistas son precio-aceptantes.

4.- Las preferencias de los inversionistas se ajustan de acuerdo con enfoque de media-varianza, por lo que los inversionistas utilizarán el modelo de selección de portafolios de Markowitz.

5.- El objetivo de los inversionistas es elegir los portafolios que maximizan la utilidad esperada de su rendimiento final.

6.- Los inversionistas tienen expectativas homogéneas. Es decir, para realizar sus inversiones utilizan el mismo método de análisis y tienen las mismas expectativas sobre las variables macroeconómicas y sobre las distribuciones estadísticas de los rendimientos de los diferentes instrumentos financieros.

Bajo los supuestos anteriores, el portafolio óptimo del que partirán todos los inversionistas será el mismo, ya que, si las expectativas de los inversionistas son homogéneas, la optimización de estas expectativas será igual, contando para ello con la misma disposición de instrumentos que ofrece el mercado.

Es por ello que se dice que los inversionistas llegarán a un portafolio óptimo que hará que la Línea del Mercado de Capitales o por su nombre en inglés *Capital Market Line* (en adelante “CML”) si el riesgo es medido por la varianza, o Línea del Mercado de Valores o por su nombre en inglés *Security Market Line* (en adelante “SML”) si el riesgo es medido por la beta del portafolio, sea tangente a la frontera eficiente.

Enseguida se explicarán los pasos que permiten llegar a la fórmula del CAPM, a partir del modelo desarrollado por Sharpe tomando como medida de riesgo el coeficiente beta, en el cual, el rendimiento de un instrumento se expresa como (Brun y Moreno, 2008):

$$r_i = \alpha_i + \beta_i (r_m) + \varepsilon_k \quad (1.4)$$

Por lo que el nivel de rendimiento de un instrumento es igual a:

$$E(r_i) = \alpha_i + \beta_i (E(r_m)) \quad (1.5)$$

Donde α_i va a ser el rendimiento mínimo que otorga un instrumento.

Por lo tanto, para aquellos instrumentos con beta positivo el rendimiento esperado de dicho instrumento debe ser superior al coeficiente α_i . Además, puesto que este instrumento tiene una beta superior al instrumento libre de riesgo, su rentabilidad esperada debe ser superior al rendimiento del instrumento libre de riesgo.

Se pueden analizar dos casos en la expresión que indica el rendimiento de un instrumento. Primero se analiza bajo un instrumento libre de riesgo, y luego bajo un portafolio de inversión. En el primer caso, el coeficiente beta de este instrumento es igual a cero. Por tanto, se tiene que:

$$r_f = E(r_i) = \alpha_i + \beta_i (E(r_m)) = \alpha_i \quad (1.6)$$

Por lo que, en este caso, el coeficiente es igual al rendimiento del instrumento libre de riesgo:

$$\alpha_i = r_f \quad (1.7)$$

En el segundo caso, se analiza un portafolio o cartera de mercado, donde el coeficiente beta va a ser igual a uno. Por lo que se tiene que:

$$E(r_m) = \alpha_i + \beta_i (E(r_m)) = \alpha_i (E(r_m)) \quad (1.8)$$

En este caso, el coeficiente es igual a cero. Por consiguiente, este coeficiente no coincide con el rendimiento del instrumento libre de riesgo. Es decir, el coeficiente α_i puede tomar valores diferentes en función de la beta que tenga el instrumento, por lo que se cumple la relación:

$$\alpha_i = r_f (1 - \beta_i) \quad (1.9)$$

Sustituyendo la expresión anterior en el rendimiento esperado del instrumento, se logra obtener que la expectativa de rendimiento de un instrumento viene dada por:

$$E(r_i) = \alpha_i + \beta_i (E(r_m)) = r_f (1 - \beta_i) + \beta_i (E(r_m)) = r_f + \beta_i (E(r_m) - r_f) \quad (1.10)$$

De manera análoga, se comprueba que la expectativa de rendimiento de un portafolio se puede expresar como:

$$E(r_p) = r_f + \beta_p(E(r_m) - r_f) \quad (1.11)$$

Si los mercados se encuentran en equilibrio, todos los instrumentos deben de cumplir la relación anterior, y, por lo tanto, los portafolios ubicados en la CML o SML cumplen también esa relación, ya que estos portafolios invierten proporcionalmente en acciones colocadas en el mercado y en el instrumento libre de riesgo.

Dado lo anterior, el rendimiento y la beta del portafolio son los siguientes:

$$E(r_p) = \alpha_p E(r_m) + (1 - \alpha_p) r_f = r_f + \alpha_p (E(r_m) - r_f) \quad (1.12)$$

$$\beta_p = \alpha_p \beta_p + (1 - \alpha_p) \beta_f = \alpha_p \quad (1.13)$$

Ahora sustituyendo el valor de beta en la expresión correspondiente a la del rendimiento esperado, se obtiene que cualquier instrumento de la CML o SML debe de cumplir la siguiente relación:

$$E(r_p) = r_f + \beta_p(E(r_m) - r_f) = E(r_i) = r_f + \beta_i(E(r_m) - r_f) \quad (1.14)$$

Dónde:

$$\beta_i = \frac{cov(r_i - r_m)}{var(r_m)} \quad (1.15)$$

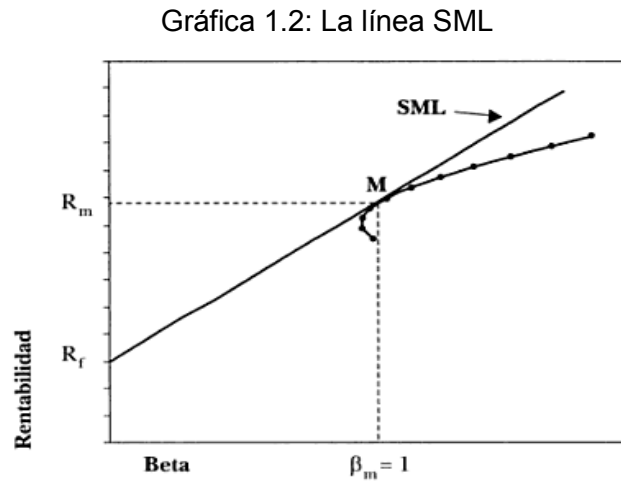
La expresión anterior establece una relación lineal entre la expectativa de rendimiento de un portafolio y su riesgo, medido por su coeficiente beta. La representación gráfica de esta relación viene dada por la SML, que es la recta que relaciona la expectativa de rendimiento de un portafolio o de un instrumento, con su coeficiente beta.

Cabe señalar que la SML está formada por combinaciones del instrumento libre de riesgo y los demás instrumentos que constituyen el portafolio de inversión. De igual forma es importante observar que la SML parte desde el rendimiento que otorga el instrumento libre

de riesgo y es tangente con la frontera eficiente. En dicho punto tangente es donde se ubica el portafolio óptimo, el cual cuenta con el máximo rendimiento al menor riesgo posible.

La línea SML, la cual tiene al coeficiente beta como medida de riesgo, viene dada por la ecuación que representa al modelo CAPM, es decir:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i (E(r_m) - r_f) \quad (1.16)$$



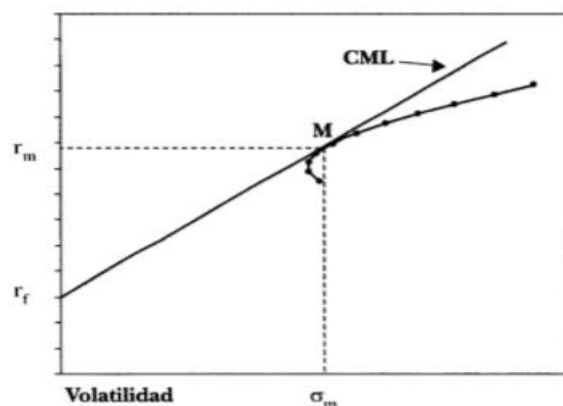
Fuente: Gráfica tomada de Brun y Moreno (2008)

De la gráfica 1.2 se puede concluir que todos los portafolios eficientes van a estar situados sobre la línea SML. En función de su aversión al riesgo, los inversionistas elegirán un valor de beta u otro, pero el portafolio eficiente que elijan los inversionistas siempre se va a ubicar sobre la línea SML.

Por su parte, la línea CML que adopta a la desviación estándar en lugar de beta como medida de riesgo también puede expresar al modelo CAPM como:

$$E(R_i) = r_f + \left[\frac{E(r_m) - r_f}{\sigma_m} \right] i \quad (1.17)$$

Gráfica 1.3: La línea CML



Fuente: Gráfica tomada de Brun y Moreno (2008)

Para el caso de la CML, la interpretación es la misma que la interpretación de la SML, ya que sobre la CML de igual manera habrá portafolios cuya composición será de instrumentos negociables en el mercado que conllevan un nivel de riesgo asociado, y del instrumento libre de riesgo. Finalmente, de la CML se puede concluir que los portafolios eficientes sólo se ubicarán sobre esta línea y sobre la frontera eficiente, mientras que el portafolio óptimo se ubicará sobre el punto tangente de ambas líneas. Todos aquellos portafolios ubicados por debajo de la CML o por encima de ella serán considerados como ineficientes (Brun y Moreno, 2008).

III.III. Modelo APT

El modelo APT fue desarrollado por Stephen Ross y supone una economía en la que los rendimientos de los instrumentos se generan por un proceso factorial de K factores de riesgo sistemático, es decir, del riesgo propiciado por el mercado, además de que no existen oportunidades de arbitraje y en el mercado hay un gran número de instrumentos que al diversificarse tienden a minimizar e incluso eliminar el riesgo específico del portafolio (Marín y Rubio, 2001).

En este caso, de acuerdo con el modelo APT el rendimiento de un portafolio no solo puede venir explicado por el nivel de riesgo del mismo portafolio o de los instrumentos que lo componen, sino que también puede verse explicado por variables macroeconómicas como el PIB, la inflación, el tipo de cambio, las tasas de interés, entre otros factores múltiples que omite el modelo CAPM (Ross et al., 2012).

El modelo APT supone un modelo factorial de generación de rendimientos sin riesgo específico, para ello utiliza un portafolio que replica a los K factores y que está denominado como (Marín y Rubio, 2001):

$$R_j = a_j + \beta_{j1} R_{cF1} + \beta_{j2} R_{cF2} + \dots + \beta_{jk} R_{cFk} \quad (1.18)$$

Tal como se refleja en la ecuación anterior, se supone que no existe componente específico alguno, por lo que $\varepsilon_j = 0$ para todo instrumento j .

Ahora, se debe de considerar un portafolio con ponderaciones $(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk})$ en el instrumento libre de riesgo y β_{j1} en el portafolio factorial 1, β_{j2} en el portafolio factorial 2, y β_{jk} en el portafolio factorial K . Es decir, se forma un portafolio donde las propias betas son las ponderaciones asociadas a cada portafolio factorial y la ponderación restante hasta sumar uno el instrumento libre de riesgo.

Se tiene entonces, que el rendimiento de este portafolio será:

$$R_c = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right) r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk} \quad (1.19)$$

Donde la expresión $\sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk}$ representa el componente factorial del portafolio y coincide con el componente factorial del instrumento j . Por lo que se va a demostrar que:

$$a_j = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right) \quad (1.20)$$

En caso contrario, existiría la posibilidad de arbitraje, por lo que ahora la expresión sería:

$$a_j < \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right) \quad (1.21)$$

Si ocurre lo anterior, se puede formar un portafolio que invierta una unidad en el portafolio c y venda una unidad en el instrumento j . Por lo que este nuevo portafolio tendrá un costo igual a cero y una tasa de rendimiento dada por:

$$\left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right)r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk} - a_j - \sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk} = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right)r - a_j > 0 \quad (1.22)$$

Dada la ecuación anterior, se ha obtenido una tasa de crecimiento positiva, además de que se ha creado una estrategia de arbitraje. Pero si se realizara la operación contraria, es decir:

$$a_j > \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right) \quad (1.23)$$

Se estaría obteniendo una oportunidad de arbitraje, por lo que se concluye de manera definitiva que, para evitar cualquier condición de arbitraje, se debe de concluir que:

$$a_j = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right) \quad (1.24)$$

Y obtendríamos que:

$$R_j = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right)r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk} \quad (1.25)$$

De la expresión anterior resulta el APT para el que es imprescindible suponer que $\varepsilon_j = 0$ para todo instrumento j :

$$E(R_j) = \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{jk}\right)r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} R_{cFk} \quad (1.26)$$

Y que obteniendo como factor común a β_{jk} , se puede reescribir como:

$$E(R_j) = r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} [E(R_{CFk}) - r]; j = 1, \dots, N \quad (1.27)$$

Donde R_{CFk} es la tasa de rendimiento del portafolio factorial que replica el factor de riesgo sistemático k y que se define como un portafolio con beta igual a 1 respecto al factor k y cero respecto al resto de los factores.

Ahora, se tiene que $\lambda_k = [E(R_{CFk}) - r]$ es la prima de riesgo asociada al factor k , de forma que el modelo APT se expresa como:

$$E(R_j) = r + \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \lambda_k; j = 1, \dots, N \quad (1.28)$$

De acuerdo a la expresión 1.28, se puede decir que la estructura del modelo APT es bastante similar a la del modelo CAPM, ya que ambos presentan una relación lineal y positiva entre rendimiento esperado y riesgo, entendido este último como los diferentes parámetros beta, respecto a los factores de riesgo sistemático $k=1, \dots, K$, que afectan los rendimientos de todos los instrumentos de riesgo incierto.

Se puede derivar una expresión más general del modelo APT sin imponer la existencia de un instrumento libre de riesgo. En este caso, en lugar de r , se tendría el rendimiento de un portafolio que sería sensible a todos los factores existentes igual a cero, por lo que se obtendría lo siguiente:

$$E(R_j) = \lambda_0 + \beta_{j1}\lambda_1 + \beta_{j2}\lambda_2 + \dots + \beta_{jk}\lambda_k; j = 1, \dots, N \quad (1.29)$$

Donde las β 's son las sensibilidades del portafolio a los factores macroeconómicos que repercuten sobre su desempeño y las λ 's son las primas de riesgo asociadas a dichos factores con relación al portafolio que hace el papel de instrumento libre de riesgo λ_0 .

Conclusión al Capítulo I

En el presente capítulo se abordó el concepto de intermediación financiera, el cual es un mecanismo por el que se transfieren recursos desde los agentes superavitarios hacia los agentes deficitarios. Igualmente, se logró apreciar que los mercados financieros se encuentran clasificados por los mercados de dinero, capitales, derivados y cambiario. Particularmente, se observó que en el mercado de dinero opera con instrumentos de renta fija, los cuales son emitidos principalmente por gobiernos, mientras que en el mercado de capitales se negocian instrumentos tanto de renta fija, como de renta variable, los cuales son emitidos principalmente por empresas corporativas.

Adicionalmente, en este capítulo se hizo una revisión de la Teoría Moderna del Portafolio, Para ello, se revisó tanto el enfoque de media-varianza de Markowitz, donde las expectativas de rendimiento se miden a partir de la media, mientras que el riesgo se mide a través de la varianza, como el modelo CAPM, el cual plantea que la expectativa de rendimiento de un portafolio está en función de su nivel de riesgo bajo condiciones de equilibrio en el mercado. De igual forma, se revisó el modelo APT, el cual asume que el rendimiento de un portafolio se ve afectado por factores externos, sin embargo, en el presente trabajo sólo se aplicará el modelo de Markowitz y el modelo CAPM, puesto que ambos modelos establecen los parámetros para la obtención de portafolios eficientes a partir de la diversificación del riesgo.

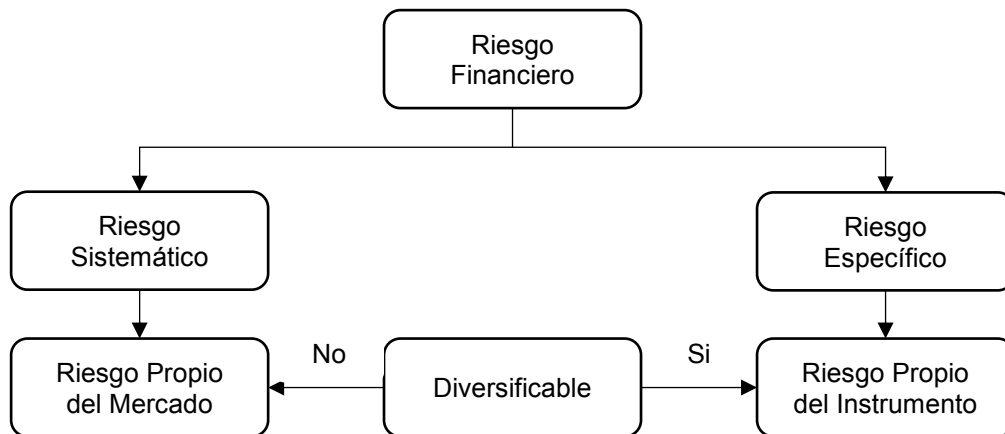
Capítulo II: Medidas de Selección de una Cartera

Los objetivos particulares de este capítulo son describir los distintos perfiles de inversionistas que existen en el mercado de acuerdo con su aversión al riesgo, así como explicar en qué consisten las principales herramientas que existen para medir el riesgo en los mercados financieros, particularmente el análisis fundamental y el análisis técnico. De igual forma, se hace una revisión teórica de los modelos ARCH y GARCH, los cuales son utilizados para el análisis de volatilidad en series de tiempo financieras.

I. Enfoque Teórico del Riesgo

El riesgo dentro de los mercados financieros es un concepto que está muy relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento negativo que se traduzca en pérdidas para los participantes de los mercados financieros, como los inversionistas, los deudores o las distintas instituciones financieras. El riesgo es pues, producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los instrumentos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio (Banxico, 2005). Existen dos tipos de riesgos principalmente:

Esquema 2.1: Tipos de Riesgo



Fuente: Elaboración propia con información de Brun y Moreno (2008)

Como se puede observar en el esquema 2.1, los dos principales tipos de riesgo son el riesgo sistemático y el riesgo específico. En cuanto al riesgo sistemático, hay que señalar que este es el riesgo propio del mercado y que por lo tanto no puede ser diversificado ya que no depende de la empresa que emite un instrumento. Por su parte, el riesgo específico

es el riesgo propio del instrumento financiero y por lo tanto éste si puede ser reducido mediante la diversificación (Brun y Moreno, 2008).

Una de las principales formas de disminuir el riesgo es mediante la construcción de un portafolio de inversión. Un portafolio de inversión es un instrumento que permite la conformación de distintos instrumentos financieros que cotizan en los mercados financieros, con el fin de que los inversionistas logren minimizar el riesgo de su inversión (Marmolejo, 1985).

Cada inversionista tiene cierto tipo de restricciones, por lo que la elección de los instrumentos que constituirán el portafolio de inversión va a depender principalmente de los siguientes aspectos:

- Objetivo del inversionista
- Monto disponible
- Rendimiento deseado
- Plazo de inversión
- Aversión al riesgo

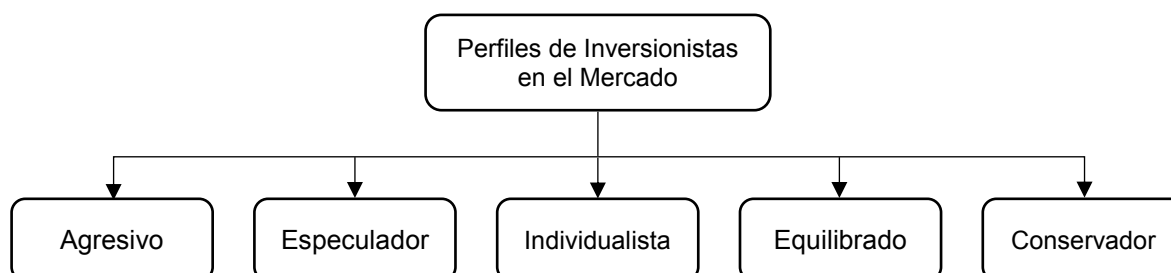
Como se puede observar en los aspectos anteriores, cada inversionista cuenta con necesidades y objetivos distintos, lo que implica que es muy complejo expresar cada uno de sus objetivos en un portafolio de inversión, por lo que siempre en estos casos se forma un portafolio personalizado, el cual se caracteriza por cumplir con los siguientes objetivos de inversión (Brun y Moreno, 2008):

- Obtener el binomio rendimiento-riesgo que desea el inversionista
- Determinar el horizonte de tiempo de la inversión
- Saber el nivel de liquidez que se desea tener

De los aspectos anteriores, se puede decir que, al momento de determinar el perfil de riesgo de un inversionista, se debe de conocer cuáles son sus necesidades a corto, mediano o largo plazo, así como determinar su actitud frente al riesgo, por lo que la utilidad o el rendimiento esperado, resume la conducta de su elección en condiciones de incertidumbre (Varian, 1999).

En el siguiente esquema se muestran los diferentes perfiles de inversionistas que existen en el mercado en función de su aversión al riesgo.

Esquema 2.2: Perfiles de Inversionistas en el mercado



Fuente: Elaboración propia con información de Brun y Moreno (2008)

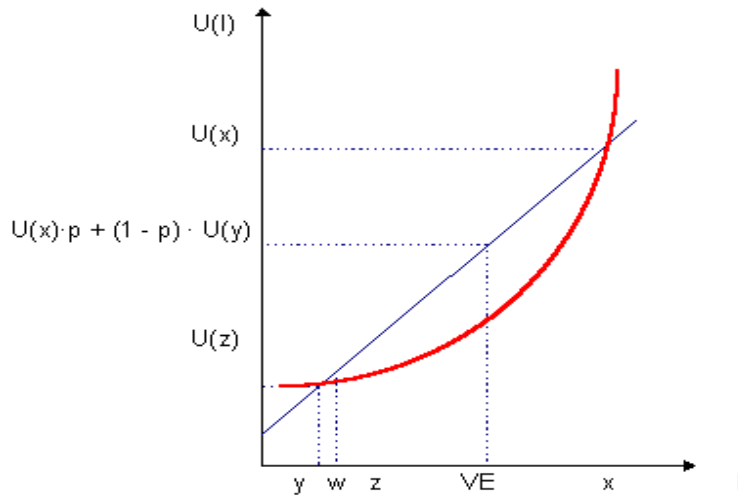
De acuerdo con el esquema 2.2, un inversionista de perfil agresivo se caracteriza porque no le importa correr riesgos, ya que desea obtener grandes ganancias sin tener temor a las pérdidas en que podría incurrir, por lo que su aversión al riesgo es baja y sus preferencias de inversión están orientadas más a instrumentos de renta variable, ya que estos suelen ser de los instrumentos más rentables a largo plazo.

Un inversionista especulador se caracteriza por buscar obtener ganancias de capital a partir de ventas en corto de los instrumentos que constituyen su portafolio, cuando estos han generado un rendimiento positivo. Por su parte, un inversionista individualista se caracteriza porque solo invierte en un tipo de instrumento en específico, mientras que un inversionista equilibrado invierte de manera equitativa entre instrumentos de renta variable e instrumentos de renta fija con el objetivo de mantener segura parte de su inversión.

Finalmente, un inversionista de perfil conservador se caracteriza por tener una alta aversión al riesgo y por lo tanto sus preferencias de inversión se enfocan principalmente en instrumentos de renta fija los cuales por lo general presentan rendimientos más bajos si se comparan con los instrumentos de renta variable, pero también se caracterizan por presentar niveles de riesgo más bajos, lo cual le ofrece una mayor seguridad a este tipo de inversionistas.

En el caso de un perfil de inversionista agresivo que le gusta asumir riesgos, la utilidad esperada de la inversión es mayor que la utilidad de su valor esperado (Varian, 1999), como se muestra en la siguiente gráfica.

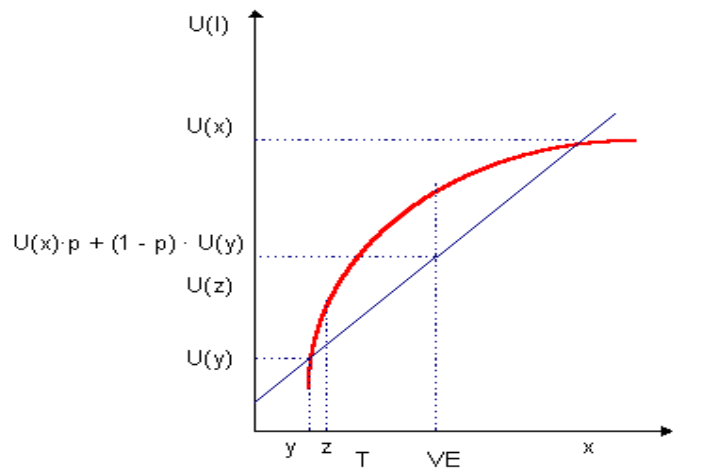
Gráfica 2.1: Comportamiento de un inversionista agresivo



Fuente: Gráfica tomada de Varian (1999)

Mientras que, para el caso de los inversionistas conservadores, que se caracterizan porque prefieren tener el valor esperado de su inversión a invertir en activos cuyo rendimiento es variable, la utilidad del valor esperado de la inversión es mayor que la utilidad esperada de la inversión (Varian, 1999). La siguiente gráfica muestra el comportamiento de un inversionista conservador.

Gráfica 2.2: Comportamiento de un inversionista conservador



Fuente: Gráfica tomada de Varian (1999)

La curva de la función de utilidad mide la actitud del inversionista hacia el riesgo, como se observa en la gráfica 2.1, el inversionista agresivo tiene una función de utilidad convexa, es decir, la pendiente de ésta es cada vez más inclinada a medida que aumenta el ingreso, mientras que en la gráfica 2.2 el inversionista conservador que es adverso al riesgo tiene una función de utilidad cóncava, es decir, la pendiente de ésta es cada vez más horizontal a medida que aumenta el ingreso. En el caso intermedio, se podría decir que el inversionista es de riesgo moderado, ya que en este caso al inversionista no le preocupa el riesgo de su inversión, sino sólo su valor esperado (Varian, 1999).

Una manera de medir el riesgo de un instrumento financiero o de un portafolio de inversión es a través del análisis bursátil, el cual se conforma principalmente por herramientas como el análisis fundamental y el análisis técnico, los cuales se presentan a continuación, aunque también hay herramientas econométricas que permiten estudiar el comportamiento de las series financieras y así saber el grado de volatilidad que estas presentan.

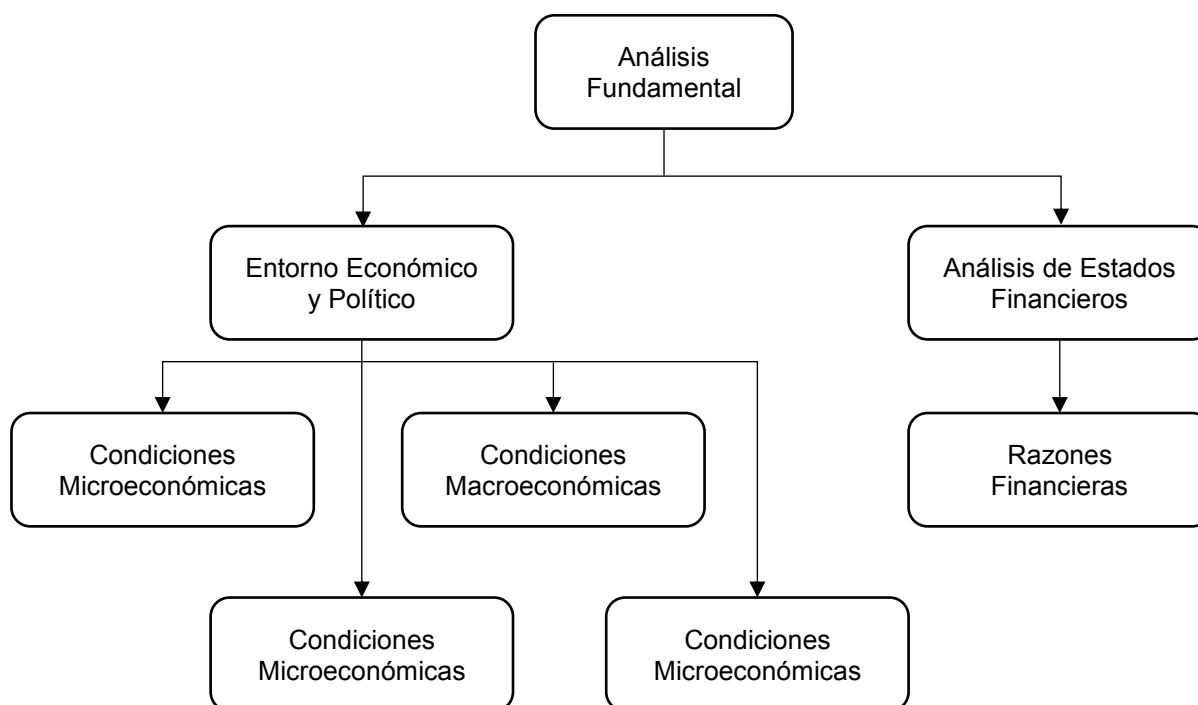
II. Análisis Fundamental

El análisis fundamental se dedica a estudiar toda la información disponible en el mercado sobre una empresa que cotice en Bolsa, con el objetivo de obtener su verdadero valor y de esta manera recomendar si invertir o no en esta empresa (Brun et al., 2008). Para realizar lo anterior, el analista recopila y analiza la información financiera de la empresa mediante el uso de distintas razones financieras, con el fin de evaluar la liquidez, la solvencia, la eficiencia y los rendimientos que ésta tiene (Crespo, 1999).

Aunque el análisis fundamental busca principalmente analizar los fundamentos financieros de la empresa mediante las distintas razones financieras que existen, por lo regular en este tipo de análisis también se estudia el entorno económico bajo el cual se encuentra la acción de la empresa en cuestión, con el objetivo de saber si existe o no estabilidad en el mercado y saber si está infravalorada o sobrevalorada la acción (Díaz y Aguilera, 2013).

En el siguiente esquema se señalan los principales aspectos que deben ser considerados al momento de realizar el análisis fundamental.

Esquema 2.3: El Análisis Fundamental



Fuente: Elaboración propia con información de Díaz y Aguilera (2013)

Como se puede observar en el esquema anterior, el análisis fundamental visto desde el entorno tanto económico como político bajo el cual se encuentra el clima bursátil, se estudian de manera principal las condiciones microeconómicas, las condiciones macroeconómicas, el ambiente político y los principales aspectos psicológicos del mercado.

Respecto a las condiciones microeconómicas, éstas hacen referencia al entorno bajo el cual se desarrolla la empresa, es decir, la calidad de sus productos o servicios, el nivel de competencia de sus ejecutivos, su participación dentro del mercado y el estado de la actividad económica a la que pertenece, es decir, su participación en el sector (Díaz y Aguilera, 2013).

En cuanto a los aspectos macroeconómicos, cabe mencionar que se éstos se dividen en nacionales y en internacionales. Dentro de los aspectos nacionales se debe de considerar a los principales indicadores utilizados en nuestro país como el PIB, la inflación, la tasa de interés y el tipo de cambio. En los aspectos internacionales se considera el desempeño de los indicadores de las principales bolsas del mundo y en general el comportamiento de aquellos países que tengan una gran relevancia en la economía global.

Entre los principales factores políticos que se deben de tomar en cuenta al analizar los mercados financieros, son, a nivel nacional, los periodos gubernamentales sexenales, la legislación en turno, así como también los niveles de seguridad interna. En cuanto al ámbito internacional, de igual manera se debe de tener en cuenta a aquellos acontecimientos políticos y sociales que ocurran en el mundo y que tengan una repercusión sobre las principales bolsas de valores en el mundo.

Finalmente se debe de revisar los aspectos psicológicos del mercado, ya que estos son muy importantes por el hecho de que hacen referencia las reacciones que pueden tener los inversionistas ante diversas circunstancias que puedan ocurrir en los mercados financieros.

Por ejemplo, cuando se dan grandes caídas en los precios de las acciones existe un ambiente de pánico para los inversionistas, por lo que el comportamiento del mercado tiende a la baja, pero cuando se observan aumentos importantes en los precios de las acciones se estimula el ánimo de los inversionistas por lo que invierten más y esto contribuye a que el mercado esté a la alza (Díaz y Aguilera, 2013).

Como se observa en el esquema, también el análisis fundamental se centra importantemente en el análisis de estados financieros, el cual se realiza principalmente con la aplicación de diversas razones financieras. Algunos de los estados financieros más importantes son el Balance General y el Estado de Resultados, en los cuales es importante identificar que el tipo de análisis ejercido en estos estados financieros es sobre datos históricos, es decir, sobre información pasada, ya que se parte del supuesto que la tendencia que ha presentado la empresa en cuestión continuará en los periodos siguientes (Brun et al., 2008).

El Balance General es un resumen sobre la situación financiera de la empresa a una fecha determinada, donde se muestra todos los bienes propiedad de la empresa, es decir, sus correspondientes activos, así como todos sus pasivos y el patrimonio de la empresa que constituye su capital social y su elaboración puede ser mensual, semestral o anual de acuerdo con las necesidades de cada empresa.

Por su parte el Estado de Resultados es un documento de carácter contable que muestra la información relacionada con las operaciones de una empresa durante determinado periodo, y con ello se determina si la empresa registró utilidades o pérdidas, lo que va a representar el resultado del ejercicio contable en cuestión.

El objetivo de revisar toda la información anterior es calcular la valoración de las acciones que son negociadas en los mercados financieros, así como tratar de determinar sus futuras rentabilidades dado el comportamiento de la empresa en el pasado. Es por ello, que el objetivo del análisis fundamental es anticipar de la evolución de los precios de las acciones que representan el capital de la empresa en cuestión (Crespo, 1999).

Para poder llevar a cabo el estudio de las emisoras desde el punto de vista de los estados financieros y la consiguiente aplicación de las razones financieras, se debe de tener en cuenta que una acción presenta cuatro tipos de valores:

- Valor nominal
- Valor contable
- Valor bursátil
- Valor de capitalización

El valor nominal de una acción es aquel valor arbitrario que se determina cuando se constituye una empresa para fijar el número de acciones en que se va a dividir el capital social de acuerdo al número de accionistas.

El valor contable, que es también conocido como valor en libros, se refiere al valor que tiene la acción en los libros contables de la empresa. Dicho valor se obtiene de dividir la cantidad total del capital social de la empresa entre el número de acciones que se encuentran en circulación. El problema que tiene este valor es que éste sólo se encuentra en el balance de la empresa, y en este balance los valores que aparecen no son siempre del todo reales (Crespo, 1999).

El valor bursátil se refiere al valor de mercado a determinado momento que tiene una acción que cotiza en Bolsa y que se encuentra determinado por la oferta y demanda que se realiza en los mercados financieros donde se negocia. Quizá este valor es el más representativo de una acción, ya que refleja durante todo el tiempo el precio al que el mercado está dispuesto a negociar por dicha acción (Crespo, 1999).

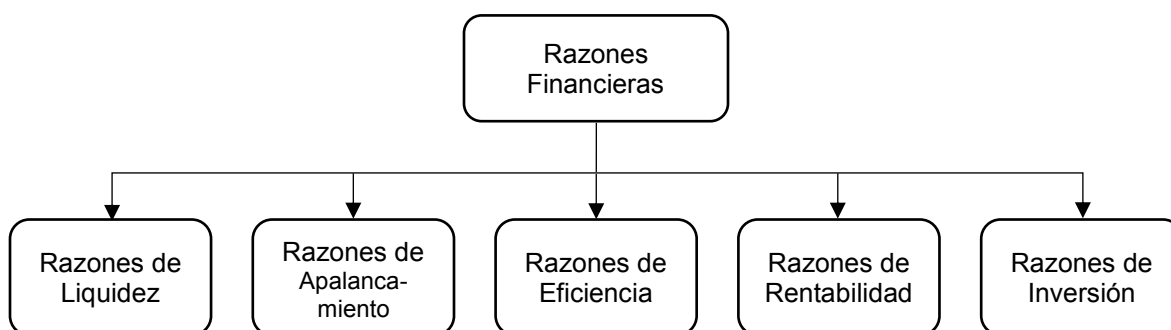
Finalmente, a parte de los valores anteriores de una acción, de igual manera se encuentra el valor de capitalización de una acción el cual se obtiene de multiplicar el precio de mercado de la misma por el número de acciones en circulación.

Como se puede apreciar, los cuatro valores que presenta una acción son diferentes y rara vez llegan a coincidir, por lo que es difícil tomar una decisión sobre en qué tipo de acción se debe de invertir, es por ello que el análisis fundamental pretende predecir el futuro comportamiento de la acción en el mercado, lo que implica calcular y obtener el valor intrínseco de la acción, es decir, el valor al que tenderá la cotización (Brun et al., 2008).

Al valor intrínseco de la acción, también se le conoce como el precio objetivo de la acción, y para obtenerlo quizá las herramientas más utilizadas son las razones financieras, las cuales tienen como objetivo analizar la liquidez, el endeudamiento, la eficiencia y la rentabilidad que tiene una empresa a partir de su Balance General y su Estado de Resultados (Brun et al., 2008).

Las razones financieras representan el cociente entre distintos valores que mantienen una relación, y constituyen un método para conocer hechos relevantes acerca de las operaciones y la situación financiera de la empresa. Para que este método sea eficaz, las razones financieras deben ser evaluadas de manera conjunta y deben de ser comparadas unas con otras, así como de igual manera, se deben de tomar en cuenta cada una de las tendencias que éstas han mostrado en el tiempo (Ortega, 2008). Existe una diversa cantidad de razones financieras, pero las principales son las que se muestran en el siguiente esquema.

Esquema 2.4: Clasificación de las Razones Financieras



Fuente: Elaboración propia con información de Crespo (1999)

II.1. Razones de Liquidez

Las razones de liquidez tienen por objetivo analizar la situación de liquidez de la empresa, es decir, miden la capacidad de la empresa para cubrir sus obligaciones de corto plazo (Ortega, 2008). Las razones de liquidez más utilizadas son las siguientes:

- Razón de liquidez
- Prueba Ácida
- Razón de efectivo
- Razón de capital de trabajo a activos

Las razones de liquidez hacen referencia a la relación existente entre el activo circulante y el pasivo circulante de una compañía, donde el activo circulante tiene un plazo de realización menor a un año y el pasivo circulante tiene plazo de exigibilidad menor a un año.

Con esta razón financiera, se valora el grado de liquidez de la empresa y se aprecia su nivel de solvencia a corto plazo. La siguiente fórmula expresa esta razón:

$$\text{Razón de Liquidez} = \frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}} \quad (2.1)$$

La razón de liquidez debe ser mayor a 1. En caso de que el valor sea menor, éste va a indicar que la empresa no es capaz de hacer frente a sus obligaciones financieras, y en caso de que sea muy superior a 1, se puede interpretar a este valor como la existencia de activos circulantes ociosos que tienen como consecuencia la pérdida de rentabilidad (Crespo, 1999).

La razón de tesorería, también conocida con el nombre de la prueba ácida, es muy similar a la razón de liquidez, ya que establece la relación entre el activo circulante, pero sin tomar en cuenta los inventarios, y el pasivo circulante. Dentro de los activos circulantes, los inventarios suelen ser los activos con menor grado de liquidez, por lo que para medir de manera más concreta la capacidad de que una empresa pueda liquidar sus obligaciones es necesario excluir los inventarios (Ehrhardt y Brigham, 2007). La prueba ácida se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Prueba Ácida} = \frac{\text{Activo Circulante} - \text{Inventarios}}{\text{Pasivo Circulante}} \quad (2.2)$$

El cociente obtenido de la prueba ácida debe ser aproximadamente igual a 1, si el valor es inferior, la interpretación es que la empresa puede hacer suspensión de pagos, y si es muy superior a 1 indica que existe un exceso de activos líquidos que está provocando niveles de rentabilidades menores.

La razón de efectivo es la relación entre el activo disponible, es decir, el efectivo, y el pasivo circulante o exigible a corto plazo. Lo que muestra esta razón es la capacidad de la empresa para hacer frente a sus deudas en efectivo. La razón de efectivo se obtiene a través de la siguiente fórmula.

$$\text{Razón de Efectivo} = \frac{\text{Efectivo}}{\text{Pasivo Circulante}} \quad (2.3)$$

Si el valor resultante de este cociente es alto, se puede interpretar que la empresa no hace un uso correcto de sus recursos financieros y que como consecuencia la rentabilidad sea menor. Por el contrario, si el valor de la razón es muy bajo, se dice que la empresa tiene problemas para hacer frente a sus pagos (Crespo, 1999).

Entre otras razones dentro de este rubro está la razón de capital de trabajo a activos totales. Esta razón mide la solvencia crediticia de una empresa, ya que representa el margen de seguridad para los acreedores o bien la capacidad de que la empresa pueda pagar sus obligaciones a corto plazo.

$$\text{Razón de Capital de Trabajo} = \frac{\text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Circulante}}{\text{Activos Totales}} \quad (2.4)$$

II.II Razones de Apalancamiento Financiero

Las razones de apalancamiento financiero se utilizan para analizar la cantidad de deuda que tiene la empresa, comparado con el uso de capital y su capacidad de pagar los intereses y otros gastos fijos, y así poder comprobar hasta qué punto el beneficio que la empresa obtiene es capaz de soportar el peso financiero de su deuda. Dentro de esta clasificación las principales razones son las siguientes:

- Razón de deuda total
- Razón de intereses a devengar sobre la utilidad
- Razón de cobertura de efectivo

La razón de deuda total señala la relación entre los recursos propios que conforman el capital social más las reservas de la empresa, y los recursos ajenos obtenidos a través de deuda, como lo son préstamos, obligaciones, entre otros (Crespo, 1999). Es decir, esta razón calcula la relación entre los activos totales y los pasivos totales. En seguida se muestra cómo se calcula la razón de deuda total:

$$\text{Razón de Deuda Total} = \frac{\text{Pasivos Totales}}{\text{Activos Totales}} \quad (2.5)$$

El valor ideal para esta razón se encuentra en un rango de 0.5 a 0.7. Si el resultado es menor a 0.5, se puede decir que existe un excedente de capital propio, por el contrario, si el valor es superior a 0.7, este número nos va a indicar que la cantidad de deuda es demasiado grande y que la empresa se está descapitalizando, lo que significa que está perdiendo autonomía frente a terceros (Crespo, 1999).

Entre otras razones financieras que pueden complementar a la razón de deuda total se encuentran las siguientes:

$$\text{Razón de Deuda Total a Capital Contable} = \frac{\text{Pasivos Totales}}{\text{Capital Contable}} \quad (2.6)$$

$$\text{Razón de Deuda a Largo Plazo} = \frac{\text{Pasivo a Largo Plazo}}{\text{Deuda a Largo Plazo} + \text{Capital}} \quad (2.7)$$

Por su parte, la razón de intereses a devengar sobre la utilidad mide la capacidad de que una empresa realice el pago de intereses sobre las utilidades operativas que ha obtenido. Esta razón se calcula dividiendo la utilidad operativa, entre el total de intereses a pagar.

$$\text{Intereses a Devengar sobre la Utilidad} = \frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Total de Intereses a Pagar}} \quad (2.8)$$

También dentro de las razones de apalancamiento, se encuentran la razón de cobertura de efectivo, la cual mide la capacidad de la empresa para pagar sus obligaciones en efectivo. Esta razón se calcula dividiendo la utilidad operativa más la depreciación entre el total de intereses a pagar. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Razón de Cobertura de Efectivo} = \frac{\text{Utilidad Operativa} + \text{Depreciación}}{\text{Total de Intereses a Pagar}} \quad (2.9)$$

II.III. Razones de Eficiencia

Las razones de eficiencia y operación que conforman este grupo tienen como objetivo medir el aprovechamiento que hace la empresa de sus activos, así como la administración de su capital. Dentro de estas razones se encuentran las siguientes:

- Razón de precio/ventas
- Razón de margen bruto
- Rotación de cuentas por cobrar
- Rotación de cuentas por pagar
- Rotación de inventarios
- Rotación de activos

La razón de precio/ventas, muestra la relación entre las ventas y el valor bursátil de la acción, e indica el número de veces que las ventas correspondientes a una acción están contenidas en su precio, es decir, relaciona las ventas de la empresa con el valor en bolsa de la sociedad. Fundamentalmente lo que esta razón indica, es si la empresa está infravalorada o sobrevalorada por el mercado (Crespo, 1999) y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Razón de Precio/Ventas} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Valor Bursátil de la Acción}} \quad (2.10)$$

Por su parte, la razón de margen bruto tiene como objetivo calcular la rentabilidad obtenida a nivel bruto por una empresa. Dicha razón se obtiene de dividir las ventas netas entre el costo de las mismas.

$$\text{Razón de Margen Bruto} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Costo de Ventas}} \quad (2.11)$$

Por su parte, la razón de rotación de cuentas por cobrar representa los días promedio que una empresa debe esperar para recibir el pago de ventas hechas a crédito. Esta razón se obtiene de dividir las cuentas por cobrar entre el promedio de ventas diarias (Ehrhardt y Brigham, 2007).

$$\text{Días de Cuentas por Cobrar} = \frac{\text{Cuentas por Cobrar}}{\text{Ventas Netas} / 365} \quad (2.12)$$

De igual manera a la razón de días de cuentas por cobrar, se pueden obtener los días promedio de cuentas por pagar, los cuales muestran el lapso que una empresa tarda en pagar a sus proveedores las compras hechas a crédito. Dicha razón se expresa de la siguiente manera.

$$\text{Días de Cuentas por Pagar} = \frac{\text{Cuentas por Pagar}}{\text{Costo de Ventas} / 365} \quad (2.13)$$

Entre otras razones de eficiencia se encuentran las razones de rotación de inventarios y de rotación de activos totales, las cuales se expresan de la siguiente manera.

$$\text{Rotación de Inventarios} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Inventarios}} \quad (2.14)$$

$$\text{Rotación de Activos Totales} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activos totales}} \quad (2.15)$$

La razón de rotación de inventarios lo que muestra es que tan eficiente es una empresa en la administración de sus inventarios. En caso de que exista una alta rotación en inventarios se interpretaría que existe un buen manejo de los mismos ya que significaría que las ventas de la empresa van de acuerdo a sus políticas establecidas y por tanto se recupera efectivo de manera más rápida.

De igual manera, la razón de rotación de activos nos ayuda para determinar el volumen de negocio generado respecto a la inversión de activos (Ehrhardt y Brigham, 2007). Una rotación baja de activos indicaría insuficiencia de ventas y viceversa.

II.IV. Razones de Rentabilidad

Las razones de rentabilidad muestran la relación existente entre los dividendos anuales pagados a los accionistas y el valor bursátil de la acción, es decir, miden la capacidad de una empresa para generar utilidades, por lo que este tipo de razones se encuentran directamente relacionadas con las políticas de reparto de dividendos (Ortega, 2008).

Las razones de rentabilidad muestran el efecto combinado que la liquidez, la administración del activo y la deuda ejercen sobre los resultados obtenidos de las operaciones sobre todo a nivel neto (Ehrhardt y Brigham, 2007). Dentro de las razones de rentabilidad están las siguientes:

- Razón de margen operativo
- Razón de margen neto
- Razón de rendimiento sobre activos
- Razón de rendimiento sobre capital

El margen operativo muestra básicamente el rendimiento obtenido por una empresa tomando como referencia la utilidad operativa sobre sus ventas. En este caso, la utilidad operativa no considera ingresos ni gastos financieros. Mientras mayor sea el margen obtenido por una empresa en el tiempo o respecto a otras empresas del mismo sector más rentable será esa empresa.

$$\text{Margen Operativo} = \frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas netas}} \quad (2.16)$$

Por su parte, el margen neto mide cuánto gana una empresa a nivel global y se establece a partir de la relación entre la utilidad neta y las ventas netas. Al igual que en el caso anterior conviene comparar esta razón con ejercicios anteriores y con otras empresas del mismo sector, ya que nos ayudará a determinar el desempeño de una empresa a través del tiempo. Esta razón se determina de la siguiente manera:

$$\text{Margen Neto} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas netas}} \quad (2.17)$$

La razón de margen neto es quizá la más importante de todas, ya que ofrece una medida de la utilidad neta generada en relación con la inversión de los accionistas de la empresa en cuestión, por lo que esta razón permite al inversionista medir la evolución de los niveles de rentabilidad, la cual es siempre el mayor objetivo al momento de invertir (Crespo, 1999).

Existen además otras maneras de medir la rentabilidad de una empresa a través de la razón de rendimiento sobre activos o por su nombre en inglés *Return on Assets* (en adelante “ROA”) o mediante la razón de rendimiento sobre el capital o por su nombre en inglés *Return on Equity* (en adelante “ROE”).

El ROA es un índice que mide en porcentaje la rentabilidad producida por los activos de una empresa, por lo que se trata de la relación entre la utilidad neta sobre los activos totales. El análisis del ROA permite conocer la evolución y las causas de la productividad de la acción de la empresa, por lo que se debe de comparar con ejercicios anteriores (Crespo, 1999). El ROA se calcula de la siguiente manera:

$$ROA = \frac{\textit{Utilidad neta}}{\textit{Activos totales}} \quad (2.18)$$

Los resultados que surgen de la razón de rendimiento sobre activos suponen que existe una mayor garantía para los inversionistas cuando la empresa sobre la cual se ha aplicado esta razón ha tenido un margen creciente a través del tiempo.

Por su parte, el ROE es otra de las razones financieras más importantes cuando se trata de observar el nivel de rentabilidad de una empresa, ya que esta razón indica cual ha sido la utilidad neta obtenida sobre el capital social utilizado para lograr dicha utilidad. Esta razón se obtiene de la siguiente manera:

$$ROE = \frac{\textit{Utilidad neta}}{\textit{Capital Contable}} \quad (2.19)$$

II.V. Razones de Inversión

Finalmente, se tienen las razones de inversión o de valor de mercado, las cuales relacionan el precio bursátil de las acciones de una emisora con la utilidad neta, flujos de efectivo y valor en libros de la acción en cuestión. Estas razones indican fundamentalmente a los inversionistas las expectativas de crecimiento a futuro de la emisora en cuestión, para saber si invertir o no en dichas compañías (Ehrhardt y Brigham, 2007).

Dentro de la clasificación de las razones de inversión, se utilizan las siguientes:

- Razón precio sobre utilidades
- Razón precio sobre flujo de efectivo
- Razón precio sobre valor en libros
- Razón de precio por dividendo o *Yield*
- Razón de política de dividendos o *Pay-out*
- Razón de valor de la empresa sobre utilidad operativa

La razón precio sobre utilidades o *Price Earnings Ratio* (en adelante “*PER*”) es una de las razones más utilizadas dentro del análisis fundamental, ya que expresa la relación entre el precio de mercado de la acción y la utilidad neta obtenida por cada acción, e indica el precio al que el mercado retribuye cada unidad de utilidad que obtiene la empresa (Brun y Moreno, 2008). El *PER* se calcula de la siguiente manera:

$$PER = \frac{\text{Precio Bursátil de la Acción}}{\text{Utilidad Neta por Acción}} \quad (2.20)$$

Con la razón anterior, al señalarse el número de veces que la ganancia de una acción está en su precio, también se señala el número de años que tardará un inversionista en recuperar su inversión, siempre y cuando las utilidades de la empresa sean constantes. Otra de las principales características del *PER*, es que éste se utiliza además para saber si una compañía está sobrevalorada o infravalorada. Cuanto más bajo sea el *PER* en términos comparativos a otras empresas similares el valor de una compañía será más barato y con menores expectativas de crecimiento, por lo que en este caso la acción será considerada con un riesgo mayor a la del mercado y viceversa (Ehrhardt y Brigham, 2007).

También existen otras razones financieras de casi la misma composición que el *PER*, por ejemplo, también se utiliza la razón precio sobre flujo de efectivo por acción, es decir, mide la relación existente entre el flujo de efectivo de una empresa que está constituido por la utilidad neta más las depreciaciones y amortizaciones del ejercicio, es decir, aquellos gastos contables que no generan salidas de dinero, y su valor bursátil. Esta razón se obtiene de dividir el precio bursátil de la acción entre el flujo de efectivo de la misma.

$$\text{Razón Precio / Flujo de Efectivo} = \frac{\text{Precio Bursátil de la Acción}}{\text{Flujo de Efectivo por Acción}} \quad (2.21)$$

Al abarcar el flujo de efectivo algo más que las utilidades, y al intentar medir el flujo de dinero generado por la empresa, eliminando los efectos de los libros contables no representativos de movimientos de dinero esta razón mejora los datos que se obtuvieron del *PER*. La interpretación también aquí es la misma: cuanto más bajo sea el resultado de la razón de precio sobre flujos de efectivo menores son las expectativas de crecimiento y por tanto será de mayor riesgo la acción en cuestión.

La razón precio sobre valor en libros es la relación existente entre el precio de la acción en el mercado y el valor en libros registrado en el balance general de la empresa. Si el valor de la razón es superior a uno, los inversionistas estarán dispuestos a pagar por una acción más de lo que contablemente vale, lo cual le dará un mayor valor a dicha acción en el mercado y si el valor es menor a uno entonces sucede lo contrario (Crespo, 1999). Esta razón se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Razón Precio / Valor en Libros} = \frac{\text{Precio Bursátil de la Acción}}{\text{Valor en Libros}} \quad (2.22)$$

Dado lo anterior, en el caso de la razón precio sobre valor en libros, se establece como criterio que, para invertir en cualquier acción esta debe de tener en su valor bursátil como mínimo el nivel de su valor en libros.

La razón de precio de la acción por dividendo o *yield*, representa cuál es el rendimiento directo percibida por un inversionista en un año determinado. El *yield* se obtiene del resultado de dividir el dividendo obtenido por acción entre el precio bursátil de la acción.

El pago de dividendos es una de las principales fuentes mediante la cual un inversionista puede obtener rendimientos, por eso, desde la perspectiva del inversionista conviene que los rendimientos por dividendos sean más altos, ya que esto se traduce en mayores utilidades (Crespo, 1999). El *yield* se obtiene de la siguiente manera:

$$Yield = \frac{\textit{Dividendo por Acción}}{\textit{Precio de la Acción}} \quad (2.23)$$

La política de dividendos de una empresa también es importante al momento de decidir invertir en sus acciones. Para analizar esta política está la razón *pay-out*, la cual funge como un indicador de la política de autofinanciación y de reparto de dividendos que tiene la empresa. Su resultado da el porcentaje que la empresa dedica a reparto de dividendos, y se calcula de la siguiente manera:

$$Pay - Out = \frac{\textit{Dividendo por Acción}}{\textit{Beneficio por Acción}} \quad (2.24)$$

Finalmente, se tiene la razón del valor de la empresa sobre la utilidad operativa obtenida, la cual mide fundamentalmente cuál es la capacidad de que dicha empresa pueda generar liquidez. Esta razón se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\textit{Valor de la Empresa}}{\textit{Utilidad Operativa}} \quad (2.25)$$

Donde el valor de la empresa está determinado por el valor de mercado del capital utilizado, es decir, la capitalización bursátil, más la deuda neta. La interpretación de esta razón es que mientras más bajo sea el valor obtenido, más barata será la empresa en cuestión, lo que quiere decir que cuanto más flujo de efectivo pueda generar una empresa con determinado nivel de capital, pues es mejor.

III. Análisis Técnico

El análisis técnico es otra herramienta muy utilizada para poder llevar a cabo el análisis de los instrumentos bursátiles que cotizan en bolsa y con ello tratar de predecir el comportamiento que tendrán los precios de los valores a partir del estudio de sus movimientos en el tiempo mediante el uso de gráficas y diversas herramientas estadísticas. Se considera que la teoría elaborada por Charles Dow constituye el principal antecedente de lo que actualmente se conoce como análisis técnico (Díaz y Aguilera, 2013).

III.I Teoría de Dow

La teoría de Dow considera que la mayoría de los precios de las acciones se mueven en el mismo sentido que el mercado en su conjunto, por lo que es muy importante observar cuál es la tendencia global del mercado (Díaz y Aguilera, 2013). Dado lo anterior, Dow elaboró dos indicadores: el promedio industrial y el promedio de ferrocarriles. Ambos promedios fueron los antecedentes del índice *Dow Jones Industrial Average* (en adelante "DJIA") el cual es utilizado para observar el comportamiento de las principales acciones de la Bolsa de Valores de Nueva York.

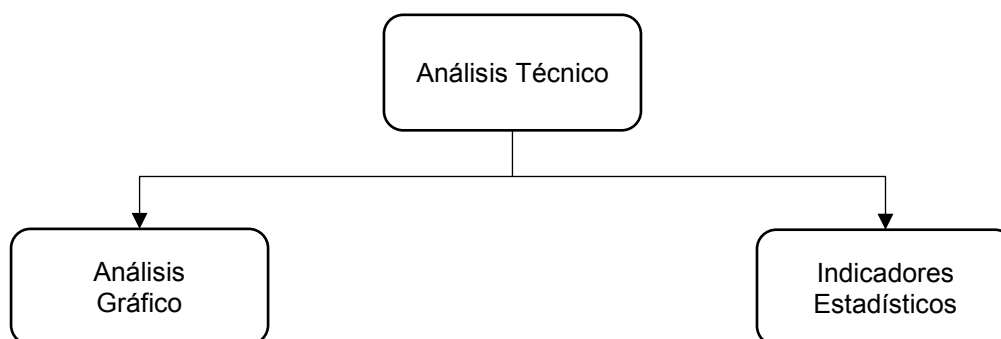
El análisis de los promedios ayuda a observar el comportamiento del mercado, ya que éste puede presentar tres tipos de tendencias que se clasifican en primarias, secundarias y terciarias. Las tendencias de orden primario se caracterizan por tener una duración de un año o más, las tendencias secundarias duran sólo unos cuantos meses, que por lo regular son entre unos y seis meses, y las tendencias terciarias hacen referencia a movimientos que se prolongan hasta tres semanas (Díaz y Aguilera, 2013).

Tomando como base la interpretación de las tendencias, los principales planteamientos de la teoría de Dow son:

1. La tendencia primaria puede ser un mercado a la alza o a la baja a largo plazo.
2. El mercado se diagnostica solo con los movimientos de los promedios, los cuales descuentan los posibles factores que considera el análisis fundamental, debido a que estos reflejan la actividad de los inversionistas que participan en el mercado.
3. Los promedios determinan cambios de tendencia a largo plazo sólo cuando un promedio confirma las señales dadas por otra.

Con los tres planteamientos anteriores, la teoría de Dow se basa en el supuesto de que los precios que tienen las acciones en el mercado bursátil reflejan toda la información disponible con la que cuentan los inversionistas respecto al comportamiento del mercado. De este supuesto fundamental se derivan las principales ideas del análisis técnico, el cual se basa principalmente en el análisis de gráficas y en la revisión de indicadores estadísticos (Brun et al., 2008).

Esquema 2.5: Herramientas del Análisis Técnico



Fuente: Elaboración propia con información de Díaz y Aguilera (2013)

III.II. Análisis Gráfico

El análisis técnico parte del supuesto de que el mercado es la máxima fuente de información posible, y que los precios siempre se mueven por tendencias, por lo que se puede afirmar que el mercado tiene memoria de largo plazo y que la historia se repite gráficamente (Codina, 2011). Es por ello que el análisis técnico se basa en el estudio de las gráficas de los precios de las acciones, que suelen incluir también el volumen negociado y usando información diaria.

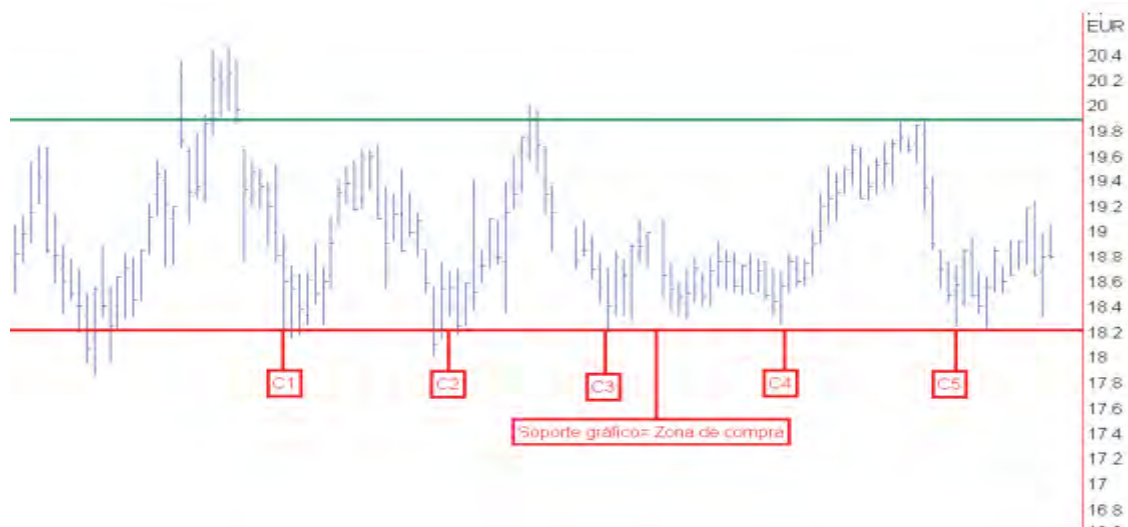
El objetivo del análisis gráfico es identificar las tendencias que pueden presentar los precios de las acciones, es decir, identificar la trayectoria que presentan los precios a largo plazo a partir de los sucesivos picos y valles, además de identificar ciertos niveles de precios como los soportes y las resistencias, así como la observación de determinados patrones que se presentan en las gráficas. La tendencia puede ser de tres tipos: ascendente o tendencia alcista, descendiente o tendencia bajista, y lateral o sin tendencia (Brun et al., 2008).

Los niveles de soporte constituyen un área de la figura por debajo de los precios, donde se supone que el interés por comprar es lo suficientemente fuerte como para superar la presión por vender y provoca un ascenso de los precios. Por su parte la resistencia representa un área por encima de los precios, donde el interés por vender es alto como para superar la presión por comprar y se revierte en un descenso de precios (Díaz y Aguilera, 2013).

Cuando un nivel de soporte o de resistencia es rebasado en una medida muy importante, su papel se revierte y por lo tanto pasa a revertir la tendencia que se venía presentando. Los soportes y resistencias reflejan como todos los aspectos del análisis gráfico, la psicología de los componentes del mercado (Codina, 2011).

En la siguiente gráfica se muestran las líneas que representan tanto el soporte como la resistencia. La línea de soporte se ubica en lo que corresponde a la recta horizontal inferior, mientras que la línea de resistencia está representada por la recta horizontal superior.

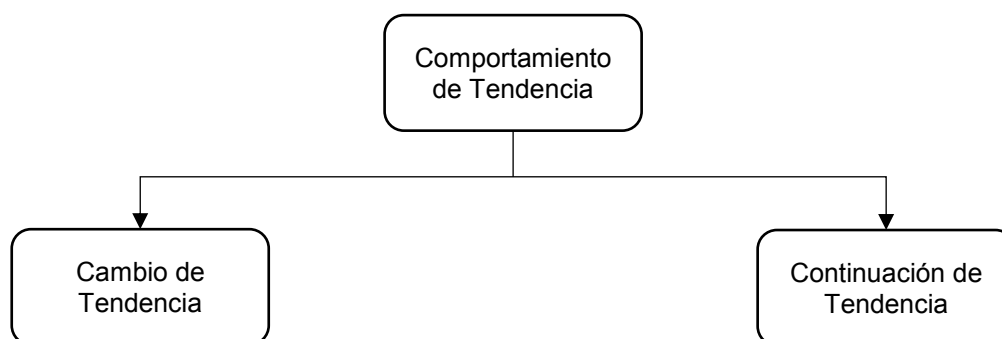
Gráfica 2.3: Líneas de Soporte y Resistencia



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Además de los elementos anteriores, los precios de las acciones describen una serie de figuras o de patrones de comportamiento, por lo que existen otros tipos de formaciones que están divididas en dos categorías principalmente: formaciones de cambio de tendencia y formaciones de continuación de tendencia.

Esquema 2.6: Formaciones del Comportamiento de la Tendencia



Fuente: Elaboración propia con información de Codina (2011)

III.II.I. Formaciones de Cambio de Tendencia

En las formaciones gráficas que identifican un cambio de tendencia hay que considerar los siguientes aspectos (Codina, 2011):

1. Tiene que existir una tendencia anterior.
2. La primera indicación de un cambio de tendencia es la ruptura de una línea de tendencia importante.
3. Cuanto mayor sea la formación de cambio de tendencia, más importante será el efecto del movimiento contrario siguiente.
4. Las formaciones que marcan el cambio de tendencia alcista a bajista suelen ser más cortas de duración y mucho más volátiles que las formaciones que cambian de tendencia bajista a alcista.
5. El volumen cobra más importancia en las formaciones que indican el cambio de tendencia alcista a bajista.

Las principales señales de cambio de tendencia son las siguientes:

- Cabeza y hombros
- Doble o triple pico y doble o triple valle
- Platillos o fondos redondeados
- Diamantes
- Cuñas

La formación de cabeza y hombros es quizá la figura que mayor probabilidad tiene de predecir los cambios de tendencia. La formación Hombro-Cabeza-Hombro (en adelante “H-C-H”) se asocia al final de una tendencia a la alza y el comienzo de otra a la baja, aunque también se presentan formas H-C-H de manera invertida, la cual indica el fin de una tendencia a la baja y el inicio de otra a la alza. En la siguiente gráfica se muestra esta formación.

Gráfica 2.4: Formación H-C-H



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Ante una tendencia alcista, se da lugar a un doble pico, el cual se forma con dos alzas máximas de precios entre las que se puede observar un valle. Por su parte, el triple pico es la sucesión de tres máximos de los precios con dos valles en medio de estas formaciones. Lo que indican son el fin de una tendencia a la alza y el comienzo de una racha descendente. En la siguiente gráfica, la formación de triple pico se encuentra señalada por las tres líneas horizontales en la parte superior derecha de la gráfica.

Gráfica 2.5: Formación de un triple pico



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Por su parte, las figuras de doble valle se forman mediante dos bajas mínimas del precio, que se encuentran separadas por una reacción a la alza, y el triple valle se constituye de tres puntos mínimos separados por sus dos respectivas reacciones alcistas. Estas formaciones indican el fin de una racha descendente, la cual se revierte en una tendencia ascendente. En la siguiente gráfica se observa un doble valle, el cual está marcado por dos líneas horizontales en la parte inferior derecha de la gráfica.

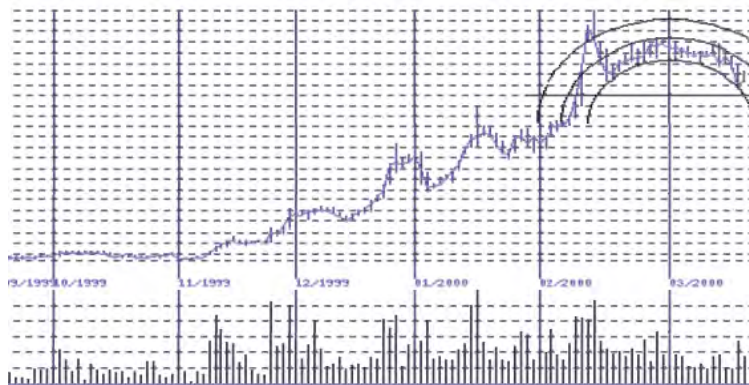
Gráfica 2.6: Formación de un doble valle



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Un platillo redondeado es una figura que se forma al final de una tendencia ascendente, mientras que un fondo redondeado se forma al final de una tendencia descendente. La interpretación para ambos casos es la misma, ya que cuando se completa la forma de cualquiera de las dos figuras, la tendencia va a presentar un cambio según sea la forma: platillo o fondo. En la siguiente gráfica se observa la formación de un platillo redondeado.

Gráfica 2.7: Formación de platillos redondeados



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Por su parte los diamantes se forman cuando las cotizaciones fluctúan considerablemente y las líneas tanto de soporte, como de resistencia dejan de ser representativas. Este tipo de formaciones son un aviso de fin de tendencia alcista, ya que después de esta formación los precios suelen presentar una caída o viceversa. La siguiente gráfica señala esta expresión.

Gráfica 2.8: Formación de un diamante



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Finalmente, las cuñas se forman por dos líneas convergentes que se unen como un triángulo. La interpretación es que los precios seguirán la dirección contraria a aquella que señala la cuña. Existen dos tipos de cuñas: las ascendentes que muestran una tendencia a la baja, y a las descendentes que muestran una tendencia a la alza. En la siguiente gráfica, se aprecia una cuña descendente en el lado superior izquierdo, mientras que se observa una cuña ascendente en el lado inferior derecho.

Gráfica 2.9: Formación de cuñas descendentes y ascendentes



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

III.II.II. Formaciones de Continuación de Tendencia

Las formaciones de continuación de tendencia muestran movimientos en los precios en un sentido casi lateral, que pronostican un mantenimiento de la tendencia que les precedía. Estas formaciones son tan importantes como las de cambio de tendencia, porque permiten no abandonar situaciones ventajosas antes de tiempo, ni tomar posiciones antes de que finalice la tendencia a la baja, y suelen tener lugar en un plazo de tiempo más corto que las figuras de cambio de tendencia (Codina, 2011).

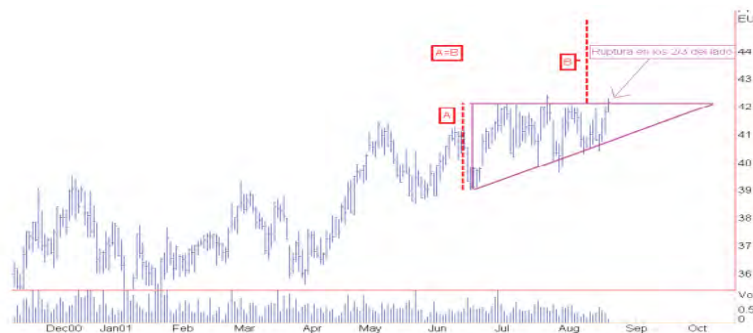
Las principales señales de continuación de tendencia son:

- Triángulos
- Banderas
- Banderolas

Los triángulos son formaciones que aparecen cuando el precio oscila en movimientos ascendentes o descendentes, pero con la característica de que estas oscilaciones tienen una intensidad cada vez menor. Estas figuras por lo regular tardan en formarse varias semanas y existen tres tipos de triángulos: ascendentes, descendentes y simétricos.

Los triángulos ascendentes se forman con dos líneas de tendencia convergentes en las que la línea inferior es ascendente, mientras que la línea superior es plana y ésta se comporta como un nivel de resistencia, lo que impide que el precio se dispare hacia arriba. Cuando el precio de la acción se aproxima a la línea de resistencia, el mercado reacciona con órdenes de venta, lo que hace que el precio tienda a disminuir.

Gráfica 2.10: Triángulo ascendente



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

En el caso de los triángulos descendentes la línea superior es descendente, mientras que la línea inferior ahora es plana, la cual actúa impidiendo que el precio pueda bajar por lo que cuando el precio de la acción se aproxima a esta línea, el mercado reacciona comprando y por lo tanto el precio aumenta.

Gráfica 2.11: Triángulo descendente



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Los triángulos simétricos no se forman con líneas planas como en el caso de los anteriores, sino que la línea superior es descendente y la línea inferior es ascendente. Si el triángulo se está formando dentro de una tendencia a la alza, una vez que éste se haya acabado de formar la tendencia se seguirá manteniendo en sentido ascendente y, en caso de que el triángulo se haya formado en una tendencia a la baja, la tendencia a seguir será en sentido descendente.

Gráfica 2.12: Triángulos simétricos



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

Las banderas muestran una pausa en una fase a la alza o a la baja. Las líneas de los precios son paralelas y van acompañadas de descensos en el volumen de negociación, independientemente de la tendencia que tenga. Al final de la bandera se continuará bajo la misma tendencia.

Por su parte, las banderolas se forman mediante una serie de recuperaciones y alzas máximas convergentes en forma de banderín. La diferencia que tienen con las banderas, es que las banderas se forman dentro de un rectángulo mientras que las banderolas se forman dentro de un triángulo.

En la siguiente gráfica, se muestran ambas expresiones de continuación de tendencia. En la parte de en medio de la gráfica siguiente las dos líneas paralelas que forman una figura parecida a un rectángulo corresponden a la formación de una bandera, mientras que las dos líneas que parecen formar un triángulo corresponden a la formación de una banderola. En ambos casos, se logra apreciar que las banderas y banderolas muestran la continuación de una tendencia ascendente.

Gráfica 2.13: Banderas y Banderolas



Fuente: Gráfica tomada de Velasco (2010)

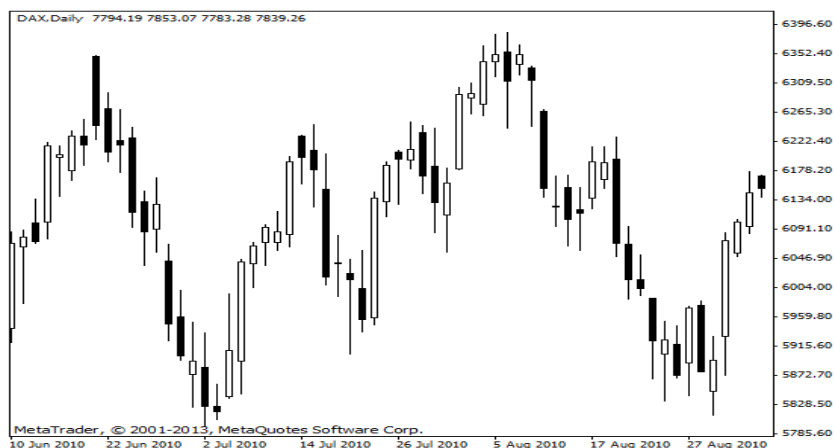
III.II.III. Velas Japonesas

Dentro del análisis técnico existen un tipo de gráficas especiales conocidas como velas japonesas o *candlesticks*, las cuales además de presentar el comportamiento de los precios a través del tiempo, logran ampliar la información al mostrar la fuerza del movimiento y los aspectos psicológicos de los participantes del mercado durante una sesión de cotizaciones (Codina, 2011).

La diferencia entre este tipo de gráficas y las gráficas de precios que van en un sentido estrictamente lineal radica en que las gráficas de precios normalmente solo toman en cuenta los precios de cierre de las sesiones, mientras que las gráficas de velas japonesas se caracterizan por mostrar la relación que existe entre el precio de apertura y el precio de cierre dentro de una misma sesión, lo cual permite tener una visión más amplia para realizar un análisis en términos de corto plazo.

Otra de las características de las gráficas de velas japonesas es que estas aportan información sobre quien tiene el control de mercado y en qué medida. Una gráfica de velas japonesas se elabora de la misma manera en que se construye una gráfica de barras y para poder obtener cada una de las velas que la conforman es necesario obtener los precios de apertura, mínimo, máximo y de cierre de una sesión (Codina, 2011).

Gráfica 2.14: Velas Japonesas

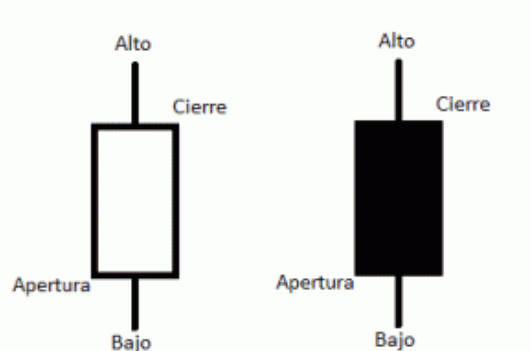


Fuente: Gráfica tomada de Forex Trading

Los cuerpos de cada vela siempre se van a encontrar limitados por los precios de apertura y por los precios de cierre, así como por las mechas que se ubican en las partes inferiores y superiores de las velas, las cuales indican los precios mínimos y máximos respectivamente. De acuerdo con el tamaño de la vela obtenida, de sus mechas y de su color se logra obtener información acerca de lo que ha sucedido en cada una de las sesiones analizadas a lo largo de la gráfica.

Cuando se obtiene una vela de color blanco la interpretación básicamente es que los compradores fueron quienes dominaron la sesión, lo cual llevó a que el precio de cierre se situara por encima del precio de apertura, mientras que en el caso de las velas de color negro la interpretación es que los vendedores fueron quienes tuvieron bajo control la sesión y provocaron que el precio de cierre cerrara por debajo del precio de apertura. La siguiente figura muestra los dos tipos de velas que se acaban de mencionar.

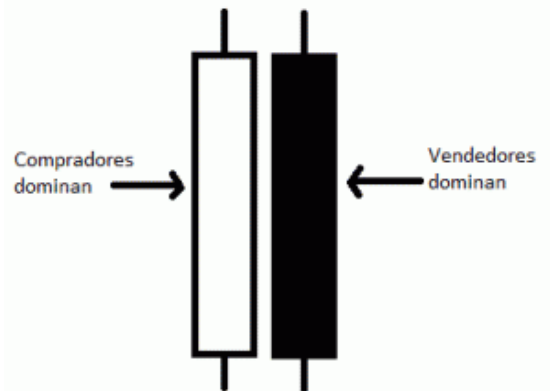
Figura 2.1: Velas de color blanco y negro



Fuente: Figura tomada de Forex Trading

Cuando se obtienen velas ya sean blancas o negras con cuerpos relativamente largos, estas van a indicar la continuidad que existen en los movimientos según sea el caso. En el caso de que se obtenga una vela blanca de cuerpo largo se deduce que la sesión comenzó con un dominio por parte de los compradores y dicho dominio se mantuvo así llevando los precios a la alza durante la sesión. En el caso de una vela larga de color negro la interpretación es que durante la sesión los precios fueron volátiles lo que llevó a que los vendedores se impusieran sobre los compradores.

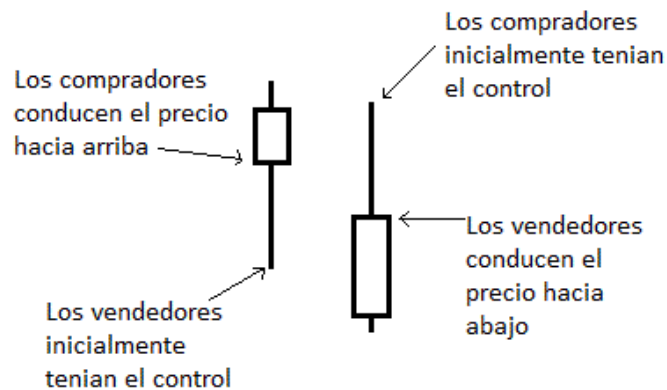
Figura 2.2: Velas de color blanco y negro largas



Fuente: Figura tomada de Forex Trading

De igual forma, la longitud y posición de cada una de las mechas obtenidas aportan información significativa para comprender el desempeño de las sesiones bajo análisis. Por ejemplo, una mecha larga ubicada en la parte superior de la vela puede ser indicio de que hay una señal de sobrecompra lo que puede provocar un cambio de tendencia dentro de la sesión, que en este caso sería una tendencia a la baja. En el caso contrario, cuando la mecha larga se sitúa por debajo de la vela, esto significa que existe una señal de que los vendedores dominaban la sesión, pero se produjo un efecto de sobreventa y por lo tanto habrá una reacción por parte de los compradores.

Figura 2.3: Mechas largas



Fuente: Figura tomada de Forex Trading

Finalmente se tienen las velas de cuerpo corto las cuales presentan mechas igualmente cortas. Cuando se tienen velas cortas ya sean de color blanco o negro, se les conoce como días cortos (Codina, 2011), ya que se trata de sesiones de poca actividad donde no existe claramente un dominador, lo cual se traduce en un equilibrio entre compradores y vendedores.

Figura 2.4: Velas de cuerpo corto



La vela representa sin acción en el mercado o la batalla entre compradores y vendedores no tiene ganador

Fuente: Figura tomada de Forex Trading

Dado lo anterior, según sea el color de la vela, su tamaño y su mecha podemos encontrar diversos patrones que nos permitan identificar el comportamiento de la acción en cuestión y así obtener información que nos ayude a saber invertir o no en dicha emisora.

III.III. Indicadores Estadísticos

Cabe mencionar que dentro del análisis técnico no sólo se encuentra el análisis correspondiente al de gráficas, sino que también se han incorporado distintos elementos estadísticos a través de diversos indicadores y osciladores que se han constituido como herramientas dentro del análisis de instrumentos bursátiles (Díaz y Aguilera, 2013). A continuación, se señalan las principales herramientas dentro de este ámbito:

- Promedios móviles
- *Momentum*
- Tasa de cambio
- Oscilador estocástico %K de Lane
- RSI
- Bandas de Bollinger
- MACD

Promedios Móviles

Los promedios móviles son una de las herramientas estadísticas más utilizadas dentro del análisis técnico. La principal virtud de los promedios móviles es que siguen muy de cerca el comportamiento de los valores, por lo que se puede observar la evolución de la tendencia del mercado en cada momento (Brun et al., 2008).

Cuando se desean conocer tendencias de muy corto plazo los promedios móviles se aplican en periodos de tres o cuatro días y de 100 días para tendencias de largo plazo. En el análisis técnico, existen diversos tipos de promedios móviles: simples, ponderados y exponenciales (Díaz y Aguilera, 2013).

Los promedios móviles simples, se obtienen de calcular simplemente una media aritmética, es decir, suma los 'n' precios considerados y posteriormente esta suma se divide entre el total de los 'n' precios considerados. Este tipo de promedios móviles simples, son muy criticados debido a que pondera los datos de la misma manera (Brun et al., 2008).

$$\text{Promedio Móvil Simple} = \frac{\sum_{i=0}^n \text{Precios de las acciones}}{n} \quad (2.26)$$

Los promedios móviles ponderados se han utilizado como una solución a los promedios móviles simples. Este tipo de promedios son promedios móviles a los que al promediar se les asignan diferentes ponderaciones a algunos de los precios de las acciones, y por lo regular es a los precios del final de cada periodo a los que se les asigna un mayor peso, pero también puede ocurrir a la inversa.

El promedio móvil ponderado se calcula de la siguiente manera:

$$PMP = \frac{p1 * w1 + p2 * w2 + \dots + pn * wn}{w1 + w2 + \dots + wn} \quad (2.27)$$

Dónde:

PMP: Promedio Móvil Ponderado

p1 ... pn: Precios de las acciones de 1 hasta *n*

w1 ... wn: Ponderaciones de 1 hasta *n*

Por su parte, los promedios móviles exponenciales tienen la característica de incluir la memoria completa en forma ponderada, es decir, les otorgan un peso creciente a las observaciones más recientes, y se diferencian de los promedios móviles simples y ponderados por el hecho de que no eliminan los datos más antiguos. El promedio móvil exponencial se calcula de la siguiente manera:

$$PME_i = PME_{i-1} - \frac{2}{n} PME_{i-1} + \frac{2}{n} C_i \quad (2.28)$$

Dónde:

PME_i : Promedio móvil exponencial del día

PME_{i-1} : Promedio móvil exponencial del día anterior

C_i : Precio de cierre del día

n : Número de días que incluye el promedio móvil

En la fórmula se puede observar que los promedios móviles exponenciales guardan la memoria de todos los datos anteriores, ya que el promedio móvil exponencial del día se calcula restándole el promedio móvil exponencial del día anterior una porción de su propio valor y sumando esa misma porción, pero ahora con el precio de cierre del día. Aunque el promedio móvil exponencial se ajusta menos a la evolución de los precios que el promedio móvil ponderado, tiene la ventaja de girar más rápidamente de dirección facilitando así la operativa en la inversión (Brun et al., 2008).

El momentum y la tasa de cambio

La comparación entre el precio del día y del día anterior se puede realizar a través de dos indicadores técnicos muy comunes: la tasa de cambio y el *momentum* que es un indicador muy similar a la tasa de cambio. El *momentum* calcula la velocidad de cambio, ya que le resta al precio de cierre de ese día el precio de cierre de algún día anterior, por lo que la utilidad de este indicador permite prever cuál es la futura evolución de los precios:

$$M = C_i - C_{i-n} \quad (2.29)$$

Dónde:

M : *momentum*

C_i : precio de cierre del periodo

C_{i-n} : precio de cierre de n periodos atrás

Con la formula anterior, el *momentum* mide el impulso que lleva hacia arriba o hacia abajo el título en cuestión con respecto al número de periodos anteriores que se usan para el cálculo, aunque también es muy común que el cálculo se realice como un cociente:

$$M = 100 \left(\frac{C_i}{C_{i-n}} \right) \quad (2.30)$$

La forma anterior de calcular el *momentum* define a la tasa de cambio. Cabe mencionar que no es muy importante la diferencia en la forma de cálculo, ya que el comportamiento del indicador es el mismo. Dado que su uso e interpretación son prácticamente iguales, resulta más conveniente utilizar la tasa de cambio y no el *momentum* como indicador, ya que la tasa de cambio muestra valores relativos, es decir en porcentajes, mientras que el *momentum* muestra valores absolutos.

Oscilador estocástico %K de Lane

Otro indicador muy utilizado es el oscilador estocástico %K de Lane, el cual fue elaborado por George Lane y se basa en la teoría de que, en una tendencia alcista, los precios de cierre tienden a estar cada vez más cerca de los máximos del periodo. De manera similar, en un periodo de tendencia a la baja, los precios de cierre tienden a estar cada vez más cerca de los valores mínimos (Díaz y Aguilera, 2013). Este oscilador se calcula de la siguiente manera:

$$\%K = 100 \left(\frac{C - Min}{Max - Min} \right) \quad (2.31)$$

Dónde:

n : número de periodos utilizados para el cálculo

C : último precio de cierre

Max : precio máximo del periodo

Min : precio mínimo del periodo

Analizando la fórmula, se puede observar que el oscilador %K de Lane es un oscilador de tasa de cambio, ya que mide el cambio relativo de las diferencias entre el último precio de cierre y el precio mínimo del periodo, contra el rango más amplio de variación de los precios del título, por lo que se pueden detectar zonas de sobrecompra y de sobreventa.

RSI

Adicionalmente al oscilador estocástico %K de Lane, hay otros osciladores como el índice de fuerza relativa o *RSI*, el cual fue desarrollado por J. Welles Wilder, por lo que también se le conoce como índice de Wilder (Codina, 2011). El RSI es un oscilador normalizado, que fluctúa entre bandas y necesita de un parámetro que indique el número de días sobre el que se deben de calcular las variaciones en los precios.

El RSI necesita de un parámetro para poder ser calculado. Dicho parámetro va a representar el periodo de días sobre el que se tiene que calcular la variación del precio. Cuanto menor sea la duración del periodo considerado, el RSI será más sensible y por lo tanto existirán mayores señales de sobreventa y sobrecompra. Los límites de sobreventa oscilan regularmente entre 20 y 30, mientras que los límites de sobrecompra lo hacen entre valores de 70 y 80 (Codina, 2011).

En el RSI las señales de compra y las señales de venta se generan de acuerdo a la dirección de la tendencia que estén presentando los precios de las acciones, por ejemplo, cuando el RSI cruza el límite de sobreventa se emite una señal de compra, y una señal de venta se obtiene cuando el RSI cruza el límite de sobrecompra.

Bandas de Bollinger

Otro indicador muy útil dentro del análisis técnico son las bandas de Bollinger, las cuales fueron desarrollados por John Bollinger en 1980. Al igual que el RSI, este indicador tiene la ventaja de ayudar a detectar señales de compra y de venta independientemente de la tendencia que tenga el mercado. Este índice se calcula mediante el uso de promedios móviles, a partir del cual se añaden dos bandas cuya amplitud se obtiene a través de la aplicación del número de desviaciones estándar que se considere óptimo (Brun et al., 2008).

Usualmente los inversionistas utilizan este tipo de indicador para lograr identificar a nivel gráfico cuales son los puntos de sobrecompra y de sobreventa que existen en el mercado. Dado lo anterior, cuando existe un punto de sobrecompra se emite una señal de venta, es decir, cuando los precios tocan la banda superior, mientras que cuando se ubica un punto de sobreventa en el cual los precios tocan la banda inferior se emite una señal de compra de acciones.

De igual forma, otra de las funciones como indicador de las bandas de Bollinger es detectar los periodos de alta y de baja volatilidad en el mercado. Cuando las bandas se contraen se infiere que se está en la presencia de un periodo de volatilidad baja, y, en el caso contrario, cuando las bandas se expanden la interpretación es que existe la presencia de alta volatilidad.

MACD

El MACD o indicador de convergencia/ divergencia del promedio móvil fue desarrollado por Gerald Appel y se basa principalmente en la obtención de dos promedios móviles que se mueven alrededor de una línea cero, generando señales tanto de compra como de venta (Codina, 2011).

En el caso del MACD se tienen dos indicadores, el MACD-Hi y el MACD-Mo. El MACD-Hi es representado generalmente por un histograma que representa una diferencia de promedios móviles obtenidos sobre los precios de cotizaciones, mientras que el MACD-Mo se define como un momento, el cual es calculado a partir de la diferencia de dos datos sobre el valor del MACD-Hi. Para su cálculo es necesario introducir cuatro parámetros, de los cuales tres corresponden a los promedios móviles diarios para el MACD-Hi y el otro parámetro en el que se indica el número de días con los que se quiere calcular el momento MACD-Mo.

Este indicador proporciona señales de compra y de venta. Cuando el MACD-Hi cruza en sentido ascendente al MACD-Mo se emite una señal de compra y en sentido descendente una venta. De igual forma este indicador logra encontrar divergencias que indican la continuación y cambio de tendencias. Cuando el MACD-Hi se encuentra por encima del MACD-Mo el aviso es de una tendencia a la alza y cuando se encuentra por debajo la tendencia marcada será en sentido descendente.

IV. Econometría Financiera

Desde el punto de vista econométrico, las series de tiempo financieras, como lo son los precios de las acciones o los índices bursátiles, suelen presentar el fenómeno de acumulación de la volatilidad, es decir, existen lapsos en los que los precios de estos tipos de series muestran una amplia volatilidad durante largos periodos de tiempo y luego se dan periodos donde las fluctuaciones son muy bajas (Gujarati y Porter, 2009).

Las principales características que presentan las series de tiempo financieras, son las siguientes:

1. Las series financieras tienen ausencia de una estructura regular dinámica en la media, es decir, esta clase de series se caracterizan por no presentar una varianza constante.
2. La varianza suele presentar comportamiento autorregresivo, es decir, la volatilidad actual suele depender del comportamiento volátil que ocurrió en el pasado.
3. Suelen presentar distribuciones leptocúrticas, lo cual indica que las series financieras no se distribuyen como una normal.
4. Suelen ser simétricas.
5. Existe un agrupamiento de la volatilidad sobre intervalos de tiempo, lo cual se refleja en la función de autocorrelación, donde el estadístico (q) es significativo, cuando la serie es elevada al cuadrado. Es decir, existen largos periodos de tiempo en los que existe alta volatilidad y posteriormente hay lapsos en los que la volatilidad es muy baja.
6. Existe cierta persistencia de volatilidad en la serie, ya que los choques tardan un tiempo en desaparecer.
7. En las series financieras se presenta el efecto apalancamiento, es decir, se observa una respuesta asimétrica de la volatilidad al nivel de los rendimientos del activo o índice financiero en cuestión.

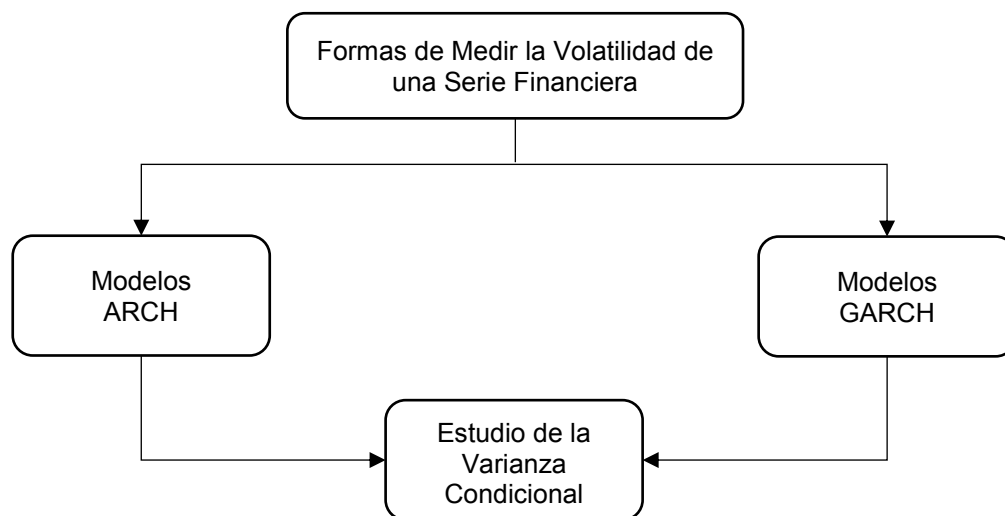
Como se puede observar, la volatilidad es un concepto muy relevante dentro de las finanzas, y desde el enfoque de la econometría, la volatilidad representa una medida de riesgo en los mercados financieros, por lo que se requiere estimar el nivel de volatilidad que presente una serie de tiempo financiera para así determinar el grado de riesgo al cual se expone un inversionista.

Otra de las características de la mayoría de las series de tiempo financieras, es que, estando estas series en niveles, normalmente se comportan como caminatas aleatorias, es decir, son no estacionarias, sin embargo, cuando se diferencian estas series regularmente se vuelven estacionarias y cumplen con el supuesto de ruido blanco.

Es importante señalar que cuando se diferencia una serie financiera se obtienen los rendimientos de acuerdo con la periodicidad que se esté considerando, y, son precisamente estas diferencias las que muestran las variaciones o el grado de volatilidad que presente una serie, lo cual indica que la varianza de las series de tiempo financieras se modifica con el tiempo.

Dado lo anterior, resulta práctico medir la volatilidad de las series de tiempo financieras a partir de los modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresivo (Gujarati y Porter, 2009), los cuales se muestran en el siguiente esquema.

Esquema 2.7: Formas de medir la volatilidad



Fuente: Elaboración propia con información de Gujarati y Porter (2009)

Como se puede observar en el esquema anterior, para analizar la volatilidad de una serie de tiempo financiera, se hace uso principalmente de los modelos ARCH (modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresiva) y de los modelos GARCH (modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada), los cuales estudian la

varianza condicional mediante relaciones de variables conocidas de periodos rezagados (Guzmán, 1998).

Como su nombre lo indica, en ambos modelos la heteroscedasticidad, o varianza desigual, puede tener una estructura autorregresiva en la que la heteroscedasticidad observada a lo largo de diferentes periodos posiblemente se encuentre autocorrelacionada.

Los modelos ARCH fueron introducidos por Robert Engle en 1982 (Gujarati y Porter, 2009), y se caracterizan principalmente porque expresan la varianza condicional como una función lineal del cuadrado de las innovaciones rezagadas, mientras que los modelos GARCH que fueron propuestos por Bollerslev, determinan la varianza condicional por medio del cuadrado de las innovaciones y de la varianza rezagada varios periodos.

Es importante saber que para poder realizar un modelo ARCH, al tener series financieras que presentan una tendencia estocástica, donde la media ha dejado de ser constante y la varianza es volátil, en primer lugar, se debe de especificar un modelo autorregresivo de media móvil o por su nombre en inglés *Autoregressive Moving Average* (en adelante “ARMA”) o un modelo autorregresivo integrado de media móvil o por su nombre en inglés *Autoregressive Integrated Moving Average* (en adelante “ARIMA”).

Una vez que se ha especificado el modelo ARMA o ARIMA, es decir, cuando la serie financiera logre cumplir con las condiciones de estabilidad y de estacionariedad, verificándose así el supuesto de ruido blanco, y teniendo aún presentes los problemas de varianza con una distribución leptocúrtica, se debe de estimar el modelo ARCH.

Lo que se busca con los modelos ARCH es mostrar las variaciones que producen las series de tiempo, de acuerdo con su nivel de volatilidad. Por su parte, la volatilidad es explicada mediante una estructura de combinación lineal, que permite predecir los cambios de volatilidad sin modelar de manera explícita los cambios estructurales en la varianza.

Como los modelos ARCH se basan en el concepto de la varianza condicional, la varianza condicional de y_t se escribe como σ_t^2 , por lo que se afirma que la varianza condicional es igual a la esperanza condicional de los valores al cuadrado.

La estructura del modelo ARCH(q), se encuentra definida mediante la siguiente expresión:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad (2.32)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (2.33)$$

De la cual se desprenden las siguientes condiciones (Arce, 1998):

1. ε_t es un proceso aleatorio idénticamente distribuido con media cero y varianza mínima.
2. Los parámetros $w > 0$ y $a_i \geq 0$ e $i=1\dots q$, y, para cumplirse la condición de estacionariedad en media, la suma de todos los parámetros es menor a uno.
3. Si ε_t es gaussiano y si sí se distribuye como una normal, y_t es condicionalmente normal y su varianza es σ_t^2 .

Dado lo anterior, se establece que los modelos ARCH, constan de tres momentos: en el primer momento se obtiene la ecuación de la media, que representa la esperanza condicional del proceso que varía en el tiempo; en el segundo momento se obtiene la ecuación que representa la varianza condicional que cambia en el tiempo; y en el tercer momento, se realiza una hipótesis acerca de la distribución que sigue la innovación de la ecuación que describe el proceso seguido por su esperanza matemática.

Sin embargo, el modelo ARCH(q) puede mostrar ciertas dificultades de estimación cuando se aplica a estructuras dinámicas en los cuadrados de las series, ya que es difícil estimar el número de rezagos del cuadrado de los residuales del término estocástico. Ante este problema, han surgido los modelos GARCH, que fueron propuestos por Bollerslev en 1986 (Gujarati y Porter, 2009).

Los modelos GARCH se caracterizan por capturar el agrupamiento de la volatilidad en los rendimientos de los instrumentos financieros, por lo que las altas y bajas volatilidades se agrupan en determinados periodos de reversión a la media que corresponden a la volatilidad de largo plazo.

Los modelos GARCH además se caracterizan por ser simétricos, esto es debido a que los choques positivos afectan en la misma magnitud que los choques negativos sobre la serie, y la varianza responde de acuerdo al tipo de evento, ya sea condicional o no incondicional. Si es condicional, la varianza cambia constantemente y si es incondicional permanece constante.

De acuerdo a lo anterior, los modelos GARCH (p,q), se expresan como:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad (2.34)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j u_{t-j}^2 \quad (2.35)$$

El cual enuncia que la varianza condicional en el tiempo t depende no sólo del término de error al cuadrado del periodo anterior, sino también de su varianza condicional en el periodo anterior. Cabe mencionar que en el modelo GARCH (p,q) existen p términos rezagados del término de error al cuadrado y q términos de las varianzas condicionales rezagadas.

Finalmente, una vez que se estima el modelo GARCH(p,q), éste presenta las siguientes características (Arce, 1998):

1. ε_t es un proceso estacionario idénticamente distribuido con media cero y varianza mínima.
2. Los parámetros $w > 0$ y $\alpha_i, \beta_j \geq 0$ e $i=1\dots q$, y $j=1\dots p$. Además, para cumplirse la condición de estacionariedad en media, la suma de todos los parámetros es menor a uno.
3. La función de distribución marginal no es conocida, pero se pueden calcular los primeros momentos y definir el proceso respecto a su media y a su varianza.

Conclusión al Capítulo II

El riesgo es un concepto que en los mercados financieros representa la posibilidad de pérdida al momento de invertir en un instrumento financiero, sobre todo en instrumentos de renta variable, por lo que para medir el riesgo existen herramientas como el análisis fundamental, el cual se centra en analizar los estados financieros de aquellas compañías que cotizan en Bolsa a través del uso de razones financieras que muestran los niveles de rentabilidad, liquidez o apalancamiento de dichas compañías, y el análisis técnico, el cual está enfocado en analizar mediante gráficas e indicadores estadísticos el comportamiento de los precios de los instrumentos financieros para predecir tendencias a corto y largo plazo. Por otra parte, en el campo de la econometría existen los modelos ARCH y GARCH que miden el grado de volatilidad que suelen presentar las series de tiempo financieras.

Dado lo anterior, en el siguiente capítulo se procederá a aplicar las herramientas de análisis revisadas en el presente capítulo, con el objetivo de conocer cuál ha sido el comportamiento de las emisoras seleccionadas para la construcción del portafolio de inversión y del mercado en el cual operan dichas emisoras.

Capítulo III: Análisis Descriptivo de la Cartera

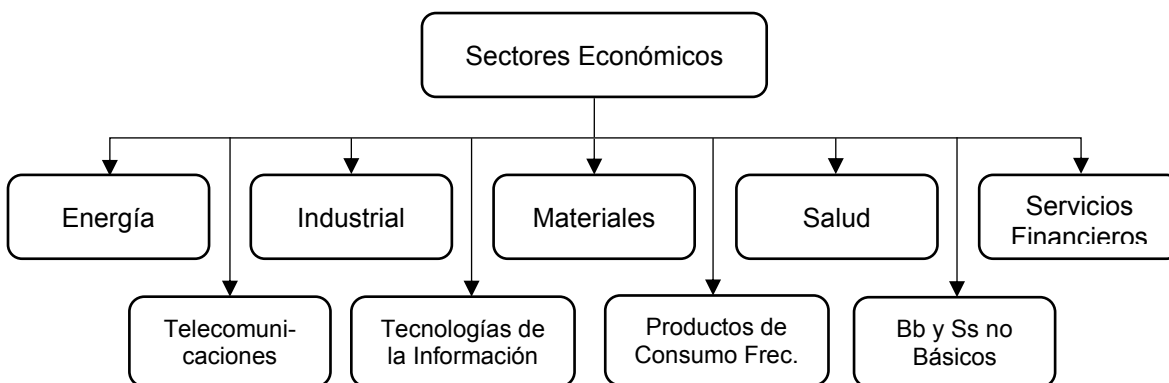
El objetivo particular del capítulo III es aplicar las herramientas revisadas en el análisis fundamental y en el análisis técnico para analizar el comportamiento de cinco acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores y que serán utilizadas para la construcción del portafolio de inversión. Específicamente se consideraron las siguientes emisoras: Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem.

Adicionalmente, el presente capítulo tiene como objetivo estimar un modelo econométrico ARCH para obtener la ecuación de la media y la varianza del IPC de la Bolsa Mexicana de Valores, un modelo GARCH para determinar el nivel de volatilidad del IPC y un modelo EGARCH conocer el efecto de las buenas y malas noticias sobre el rendimiento del IPC.

I. Selección de Acciones

La Bolsa Mexicana de Valores es una institución financiera que opera bajo la concesión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de acuerdo con la Ley del Mercado de Valores. Dentro de la Bolsa Mexicana de Valores se realizan transacciones de compra y venta de instrumentos tanto de renta fija como de renta variable. En el año 2016 se encontraron inscritas en la Bolsa Mexicana de Valores, específicamente en el mercado de capitales, un total de 145 empresas con emisión de acciones, las cuales se encuentran clasificadas dentro de nueve sectores económicos.

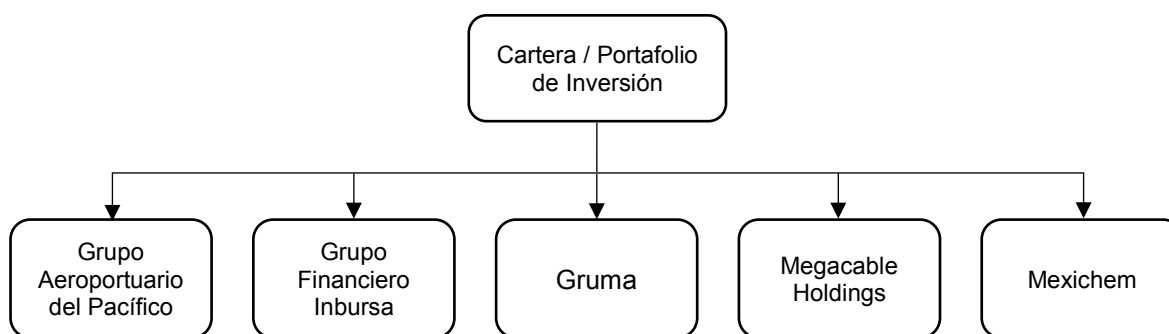
Esquema 3.1: Sectores Económicos Clasificados en la Bolsa Mexicana de Valores



Fuente: Elaboración propia con información de Bolsa Mexicana de Valores

Para la construcción del portafolio de inversión con instrumentos de renta variable, se tomó una selección de cinco acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores bajo el criterio de una búsqueda de notas periodísticas, recomendaciones por parte de sitios especializados y patrones gráficos que muestran que estas acciones han sido de las más rentables en sus respectivos sectores en los más recientes años. Debido a que las acciones son instrumentos de renta variable, se asume que el portafolio de inversión a construir es de carácter agresivo, ya que no contempla instrumentos de renta fija en su diversificación. Las acciones seleccionadas se muestran en el siguiente esquema.

Esquema 3.2: Acciones que Conforman la Cartera



Fuente: Elaboración propia

Cabe recordar que el objetivo de un portafolio de inversión es diversificar el riesgo para obtener mayores rendimientos, por lo que de acuerdo con el Esquema 3.2, se puede observar que de nueve sectores económicos que existen en la economía mexicana según el criterio determinado por la Bolsa Mexicana de Valores, en cinco sectores es donde se realiza la construcción de la cartera, los cuales son:

1. Sector Industrial (Grupo Aeroportuario del Pacífico)
2. Servicios Financieros (Grupo Financiero Inbursa)
3. Productos de Consumo Frecuente (Gruma)
4. Servicios de Telecomunicaciones (Megacable Holdings)
5. Sector Materiales (Mexichem)

En los siguientes apartados se ofrece una descripción del perfil de mercado de cada una de las cinco emisoras que constituyen el portafolio de inversión, mismas que fueron obtenidas de la página web de la Bolsa Mexicana de Valores.

1. Grupo Aeroportuario del Pacífico

Esta compañía comenzó sus operaciones el 28 de mayo de 1998 y comienza a cotizar en la Bolsa Mexicana de Valores el 24 de febrero de 2006 con el ticker “GAP” y con la serie “B” lo cual significa que es una acción ordinaria conocida también como de libre suscripción, por lo que puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros.

Como descripción general, Grupo Aeroportuario del Pacífico es una empresa con sede en México dedicada a la gestión, el funcionamiento y el desarrollo de las instalaciones aeroportuarias en 9 de las 31 entidades federativas, y cuenta con 12 aeropuertos, los cuales son aeropuertos internacionales bajo la actual legislación mexicana.

Grupo Aeroportuario del Pacífico otorga servicio en dos áreas metropolitanas importantes como lo son Guadalajara y Tijuana. Cuenta además con diversos destinos turísticos, como son Puerto Vallarta, Los Cabos, La Paz y Manzanillo, y destino en ciudades como Hermosillo, León, Guanajuato, Silao, Morelia, Aguascalientes, Mexicali y los Mochis.

Como operadora de sus 12 aeropuertos, esta empresa cobra tarifas a aerolíneas y pasajeros por el uso de sus instalaciones y rentas derivadas de actividades comerciales realizadas en sus aeropuertos, como el alquiler de espacio a restaurantes y tiendas de menudeo. En el siguiente cuadro, se proporciona información general de la emisora.

Cuadro 3.1: Grupo Aeroportuario del Pacífico

Grupo Aeroportuario del Pacífico	
Razón Social	Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V.
Sitio Web	www.aeropuertosgap.com.mx
Ticker/Clave	GAP B
Sector	Industrial
Subsector	Transportes
Ramo	Infraestructura de Transportes
Subramo	Servicio de Aeropuertos

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

2. Grupo Financiero Inbursa

Grupo Financiero Inbursa es un holding con sede en México que inició sus operaciones con fecha de constitución el 29 de septiembre de 1992 y comienza a cotizar sus acciones en la Bolsa Mexicana de Valores desde el 22 de febrero de 1993, con el ticker “GFINBUR” y con la serie “O”.

En el siguiente cuadro se muestra información general de la empresa, en donde se puede observar la razón social de la emisora, su sitio web, el ticker y la serie correspondiente con la que cotiza, así como el ramo, subramo, sector y subsector al que pertenece.

Cuadro 3.2: Grupo Financiero Inbursa

Grupo Financiero Inbursa	
Razón Social	Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V.
Sitio Web	www.inbursa.com
Ticker/Clave	GFINBUR O
Sector	Servicios Financieros
Subsector	Entidades Financieras
Ramo	Grupos Financieros
Subramo	Grupos Financieros

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

Este holding a través de sus subsidiarias otorga servicios de banca comercial, gestión de activos, seguros y banca de inversión en el sector financiero. Además, brinda servicios tales como tarjetas de crédito y débito, préstamos personales, hipotecas, depósitos a plazo, fondos de inversión, servicios de intermediación, financiación comercial, pólizas de seguros y fondos de pensiones, entre otros.

Esta emisora al ser una sociedad controladora de entidades financieras de conformidad con la Ley para Regular las Agrupaciones Financieras se encuentra conformada por las siguientes entidades financieras:

- Banco Inbursa, SA
- Seguros Inbursa, SA
- Seguros de Crédito Inbursa, S.A
- Pensiones Inbursa, SA
- Patrimonial Inbursa, SA
- Salud Inbursa, SA
- Fianzas Guardianas Inbursa, SA
- Operadora Inbursa, SA de CV
- Afore Inbursa, SA de CV
- Inversora Bursátil, SA de CV
- Sociedad Financiera Inbursa, SA de CV
- Externalización Inburnet, SA de CV

3. Gruma

Gruma es una empresa mexicana con fecha de constitución el 24 de diciembre de 1971, la cual comienza a colocar sus acciones en la Bolsa Mexicana de Valores desde el 29 de abril de 1994 con el ticker “GRUMA” y la serie “B” que es una acción ordinaria, la cual puede ser adquirida directamente por inversionistas extranjeros. En el siguiente cuadro se muestra la información general de la emisora.

Cuadro 3.3: Gruma

Gruma	
Razón Social	Gruma, S.A.B. de C.V.
Sitio Web	www.gruma.com
Ticker/Clave	GRUMA B
Sector	Productos de Consumo Frecuente
Subsector	Alimentos, Bebidas y Tabaco
Ramo	Alimentos
Subramo	Producción y Comercialización de Alimentos

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

Con marcas líderes en la mayoría de sus mercados, GRUMA opera principalmente en los Estados Unidos, México, Centroamérica, Europa, Asia y Oceanía. Esta emisora se dedica a la producción, distribución y venta de harina de maíz y además cuenta con una gama de productos que incluye la harina blanca, la harina de maíz, la tortilla de maíz, la avena y el arroz.

Cabe resaltar que esta compañía se encuentra activa en el desarrollo y fabricación de sus equipos e instalaciones de producción en sus 78 plantas. Actualmente, las principales subsidiarias de Gruma son:

- Grupo Industrial Maseca, SAB de CV
- Molinera de México, SA de CV
- Gruma Corporation,
- Gruma International Foods SL
- Derivados de Maíz Seleccionado CA
- Tortimasa SA
- Industrializadora y Comercializadora de Palmito SA

4. Megacable Holdings

Megacable Holdings es una compañía con sede en México que opera en el sector de las telecomunicaciones. Esta empresa tiene como fecha de constitución el 9 de septiembre de 2004 y comienza sus operaciones en la Bolsa Mexicana de Valores desde el 7 de noviembre de 2007, colocando sus acciones con el ticker “MEGA” y la serie “CPO”, el cual es un Certificado de Participación Ordinaria de libre suscripción, que se caracterizan por otorgar derechos de voto restringido.

Las actividades de la compañía se estructuran en tres divisiones principalmente:

- Video: incluye los servicios digitales y de alta definición (HD) de cable de televisión, grabación de vídeo digital (DVR) y video por servicios a la carta (VOD).
- Internet: ofrece un amplio acceso a Internet de banda.
- Teléfono: ofrece llamadas locales y larga distancia, así como servicios de telefonía digital a través de una red de cable.

Así mismo, Megacable Holdings ofrece sus distintos servicios bajo las marcas de Megacable, Megafon, Megared, Metrocarrier, MCM Telecom y Video Rola. Por otra parte, cabe mencionar que esta emisora posee actualmente las siguientes subsidiarias:

- Mega Cable SA de CV
- Tele Cable Centro de Occidente SA de CV
- Grupo Lipsio SA de CV
- Acotel SA de CV
- Sistemas Generales de Telecomunicaciones SA de CV
- Entretenimiento Satelital SA de CV
- MCM Holding SA de CV
- TV Cable del Golfo SA de CV

Al igual que con las acciones presentadas anteriormente, en el siguiente cuadro se puede observar detalladamente la información general de Megacable Holdings.

Cuadro 3.4: Megacable Holdings

Megacable Holdings	
Razón Social	Megacable Holdings, S.A.B. de C.V.
Sitio Web	www.inversionistas.megacable.com.mx
Ticker/Clave	MEGA CPO
Sector	Servicios de Telecomunicaciones
Subsector	Medios de Comunicación
Ramo	Medios de Comunicación
Subramo	Servicios de Radio y Televisión

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

5. Mexichem

Mexichem es una empresa mexicana dedicada a la elaboración de productos químicos, petroquímicos, ácido fluorhídrico y extracción de fluorita, con fecha legal constitutiva el 20 de junio de 1978, y comienza a cotizar sus acciones en la Bolsa Mexicana de Valores desde el 18 de septiembre de 1978 con el ticker “MEXCHEM” y la serie “*”, que es una serie única, es decir, el capital de la empresa está dividido en una sola serie de acciones. En el siguiente cuadro, se muestra la información general de Mexichem.

Cuadro 3.5: Mexichem

Mexichem	
Razón Social	Mexichem, S.A.B. de C.V.
Sitio Web	www.mexichem.com
Ticker/Clave	MEXCHEM *
Sector	Materiales
Subsector	Materiales
Ramo	Productos Químicos
Subramo	Productos Químicos Diversos

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

Como ya se mencionó, esta emisora se dedica a la transformación de productos químicos y petroquímicos en productos y soluciones que se utilizan en la construcción, la agricultura y los sectores industriales. Sus actividades se estructuran en tres cadenas de producción:

- Cadena Cloro-Vinilo, que participan en la extracción de cloro para la producción de cloruro de polivinilo (PVC) y sosa cáustica destinada a la fabricación de jabones, champús y detergentes.
- Cadena Flúor, centrado en la extracción de fluorita y su transformación en grado, ácido fluorhídrico y el metalúrgico y Soluciones Integrales, especializada en la producción de sistemas de tubos de PVC, conexiones y accesorios de plástico.
- Geo-sistemas, tales como geo-textiles y geo-desagües, entre otros.

II. Análisis de Estadística Descriptiva

Dado que en la construcción del portafolio de inversión se utilizará como base la Teoría Moderna del Portafolio, la cual combina tanto métodos matemáticos, como métodos estadísticos, es por eso que en esta sección se muestra el análisis estadístico de los rendimientos de los precios de las cinco emisoras escogidas para conocer cuál ha sido su comportamiento en el periodo de estudio que va de 2010 a 2016.

Cabe mencionar que, para realizar el análisis estadístico de la cartera, se recabaron los precios de cierre ajustados de cada una de las cinco emisoras con una periodicidad diaria. Es importante señalar que la información proviene del sitio web de Yahoo Finanzas, abarcando un periodo de estudio que va del 04 de enero de 2010 hasta el 29 de abril de 2016, teniendo un total de 1650 observaciones, donde:

1. Grupo Aeroportuario del Pacífico: Gap
2. Grupo Financiero Inbursa: Inbursa
3. Gruma: Gruma
4. Megacable Holdings: Megacable
5. Mexichem: Mexichem

Una vez que se obtuvieron los precios de cierre, mediante el software *Stata* se procedió a trabajar las series financieras, por lo que para obtener los rendimientos diarios de las acciones y observar sus tasas de variación correspondientes, en primer lugar se les aplicó logaritmos a las cinco series, y posteriormente se les aplicó una primera diferencia para conseguir los rendimientos, los cuales cumplen con el supuesto de ruido blanco, es decir, los rendimientos de los precios de las acciones son estacionarios.

Obtenidos los rendimientos de las cinco series, se procedió a calcular los siguientes datos estadísticos de cada una de las emisoras: media, mediana, valor mínimo, valor máximo, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, sesgo y curtosis, los cuales se pueden observar en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6: Estadísticas de los Rendimientos de las Cinco Emisoras

Acción	Gap	Inbursa	Gruma	Megacable	Mexichem
Media	0.0010815	0.0006021	0.0016425	0.0007709	0.0005152
Mediana	0.0002817	0	0.0003222	0	0
Valor Mínimo	-0.0516163	-0.1083466	-0.0960111	-0.1033072	-0.0834925
Valor Máximo	0.0758006	0.1199751	0.1125234	0.1006121	0.069894
Varianza	0.0002111	0.0003586	0.000364	0.0002395	0.0002757
Dsv. Estándar	0.014529	0.0189366	0.0190777	0.0154766	0.0166037
Coef.Variación	13.4341192	31.4509217	11.6150380	20.0760150	32.2276785
Sesgo	0.1956349	0.2164258	0.2542129	0.4016451	0.1350247
Curtosis	4.524157	6.18455	5.556017	8.752561	4.950234

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con los datos del cuadro 3.6, se puede observar que la acción que tuvo el rendimiento promedio más alto fue la acción de Gruma, cuyo valor es del 0.1642% diario, seguida de la acción de Grupo Aeroportuario del Pacífico con un rendimiento promedio diario de un 0.1081% diario, Megacable Holdings con 0.0770%, Grupo Financiero Inbursa con 0.0602% y Mexichem que tuvo el rendimiento promedio más bajo con un 0.0515% diario.

En cuanto al valor mínimo, la acción que presentó la pérdida más alta en su precio de cierre con respecto al precio de cierre anterior, en un día de todo el periodo de estudio, fue la acción de Grupo Financiero Inbursa con una pérdida de -10.83%, seguida por Megacable Holdings con un -10.33%, Gruma con un -9.60%, Mexichem con -8.34% y finalmente Grupo Aeroportuario del Pacífico que presentó el rendimiento negativo menos bajo con -5.16%.

El valor máximo más alto del conjunto de acciones lo presentó Grupo Financiero Inbursa con un 11.99%, es decir, en un día del periodo de estudio, el precio de cierre de la acción de Grupo Financiero Inbursa cerró con una ganancia del 11.99% respecto al precio de cierre del día anterior. Le sigue Gruma con su rendimiento positivo más alto de 11.25%, Megacable Holdings con un 10.06%, Grupo Aeroportuario del Pacífico con un 7.58% y Mexichem con el 6.98%.

La desviación estándar mide el riesgo diario de cada una de las cinco emisoras, y se obtiene de la raíz cuadrada de la varianza, la cual mide el grado de volatilidad de cada una de las emisoras. De acuerdo con el cuadro 3.6, la acción que posee el riesgo más alto es Gruma con un 1.90% diario, seguida de Grupo Financiero Inbursa con un 1.89%, Mexichem con un 1.66%, Megacable Holdings con un 1.54% y Grupo Aeroportuario del Pacífico que presenta el nivel de riesgo más bajo de la cartera con un 1.45% diario.

Cabe señalar que para que una serie presente una distribución normal, el valor del sesgo debe ser igual a 0, mientras que el valor de la curtosis debe ser igual a 3. Si el sesgo presente valores negativos, se dice que la serie está sesgada a la izquierda, y si el sesgo presenta valores positivos la serie se encontrará sesgada a la derecha. Por el lado de la curtosis, como ya se mencionó el valor debe de ser igual a 3 para que exista una distribución normal, por lo que en este caso se dice que se tiene una distribución mesocúrtica, si es menor a 3 se habla de una distribución platocúrtica y si es mayor a 3, entonces se refiere a una distribución leptocúrtica.

De acuerdo con lo anterior, y observando los valores correspondientes al sesgo y a la curtosis del cuadro 3.6, se puede afirmar que los rendimientos de las acciones no se distribuyen como una normal, ya que las cinco series presentan un ligero sesgo a la derecha, siendo Megacable Holdings la más sesgada, y de igual forma, las series presentan una distribución leptocúrtica, siendo de igual forma Megacable Holdings la acción que tiene la curtosis más alta.

Es importante señalar que este tipo de distribuciones se presentan por lo regular en la mayoría de las series financieras, por lo que se puede estimar su volatilidad también mediante modelos econométricos ARCH o GARCH, los cuales se mostrarán más adelante en el presente trabajo mediante una estimación a la serie del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, que es el mercado en el cual operan las emisoras seleccionadas.

III. Análisis Gráfico de las Series

Posteriormente se procedió a analizar de manera gráfica cada una de las series de los precios de cierre de las cinco emisoras. La intención de realizar este análisis gráfico es observar tanto el desempeño de los precios como el desempeño de sus respectivos rendimientos en los más recientes años, específicamente del mes de enero de 2010 al mes de abril de 2016.

Para llevar a cabo dicho análisis se procedió a trabajar con cada una de las cinco series mediante el uso de software econométrico, específicamente con el programa *E-Views*. Como ya se mencionó, lo que nos interesa es observar los precios con sus respectivos rendimientos, es por ello que en esta sección se presenta un conjunto de gráficas a manera de paneles de cada una de las emisoras en los cuales se podrá apreciar lo siguiente:

- a) Serie de precios de la serie. En esta parte del panel sólo se presentan los precios de cierre de cada una de las cinco emisoras, tal como fueron descargadas del sitio de Yahoo Finanzas. Si se realizara un modelo econométrico con datos en niveles los resultados se interpretan en unidades, aunque es prácticamente inútil modelar de esta forma ya que habría problemas de especificación en el modelo.
- b) Serie de precios transformados en logaritmos: En esta parte se realiza la transformación de los precios a logaritmos con el objetivo de obtener una serie más estable, la cual puede ser modelada de manera econométrica, debido a que al transformar la serie a logaritmos no se tiene una varianza muy inestable. Es importante recalcar que cuando se modela con series en logaritmos, en este caso los resultados se deben de interpretar como elasticidades, es decir como porcentajes. El comando que se utilizó para transformar las series en logaritmos fue:

$$\text{genr log_precio} = \log(\text{precio}) \quad (3.1)$$

- c) Serie de los rendimientos de los precios: En econometría, otra forma de calcular los rendimientos de una serie de precios es obteniendo las diferencias de la serie ya transformada en logaritmos. Este tipo de rendimientos en lugar de ser lineales son exponenciales. Además, cuando se diferencia una serie logarítmica, esta se vuelve regularmente estacionaria, es decir, cumple con el supuesto de ruido blanco.

El comando que se utilizó en *E-Views* para obtener los rendimientos de las series de precios fue:

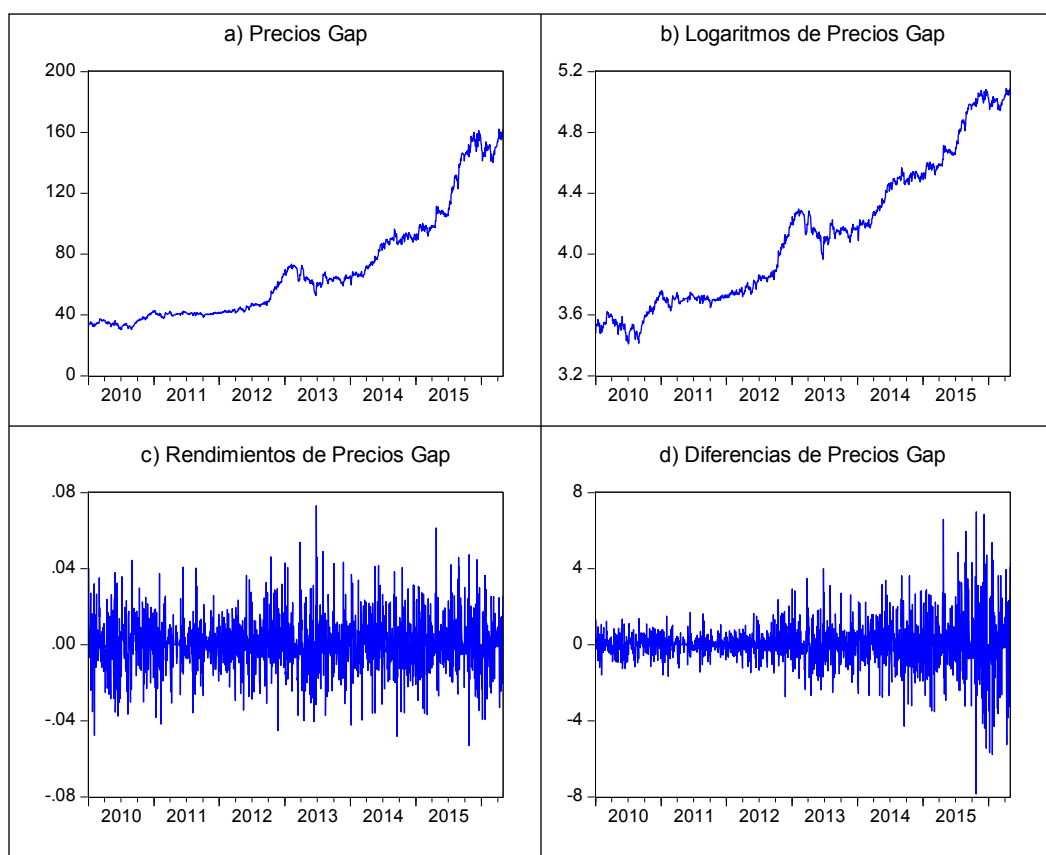
$$\text{genr rend_precio} = D(\log_precio) \quad (3.2)$$

- d) Serie de las diferencias de los precios: En esta parte del panel, se presenta de manera gráfica las diferencias de las series de los precios en niveles, las cuales se obtuvieron con el siguiente comando:

$$\text{genr d_precio} = D(\text{precio}) \quad (3.3)$$

En seguida se muestra cada uno de los paneles gráficos para que se pueda realizar un análisis visual de cada acción y así determinar cómo ha sido su desempeño. Cada panel incluye las siguientes gráficas: a) Precios; b) Logaritmos; c) Rendimientos; d) Diferencias.

Panel de Gráficas 3.1: Grupo Aeroportuario del Pacífico

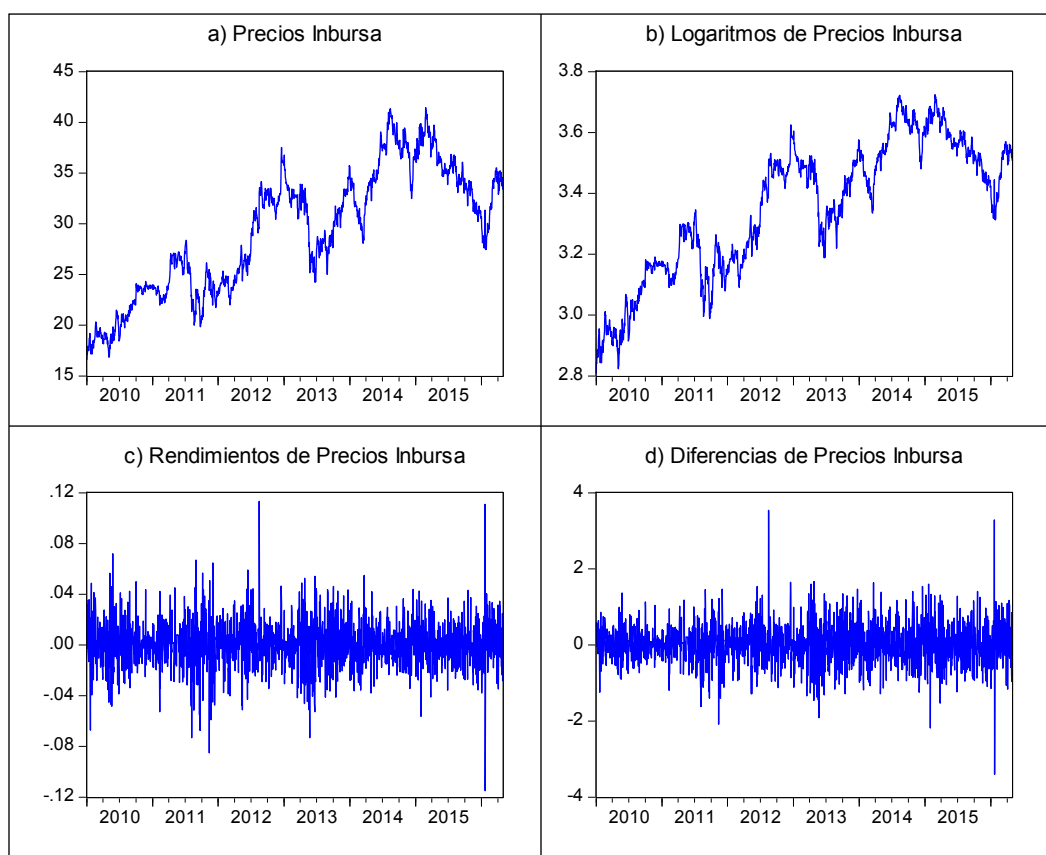


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el panel 3.1 se logra apreciar que los precios de Grupo Aeroportuario del Pacífico han presentado una tendencia determinística a la alza durante el periodo de estudio. Se puede observar que de 2010 a 2012 su comportamiento fue relativamente estable, ya que, a partir de 2013, después de una caída en los precios de su acción, la serie presentó un crecimiento acelerado de precios. Para enero de 2010 el precio de esta acción estaba por debajo de los \$40, mientras que para abril de 2016 los precios se ubicaron aproximadamente en \$160.

De igual forma se pueden observar los rendimientos y las diferencias de la serie. En cuanto a los rendimientos se podría afirmar en primera instancia que la acción no es demasiado volátil, ya que la mayoría se ubican en un rango de entre 4% y -4%, lo cual es una buena señal a primera vista, no así con las diferencias, ya que se puede observar una mayor oscilación de 2013 a la fecha, aunque lo que realmente nos interesa al momento de invertir son los rendimientos. Al parecer, a primera vista el haber incluido esta acción en el portafolio fue una buena decisión.

Panel de Gráficas 3.2: Grupo Financiero Inbursa

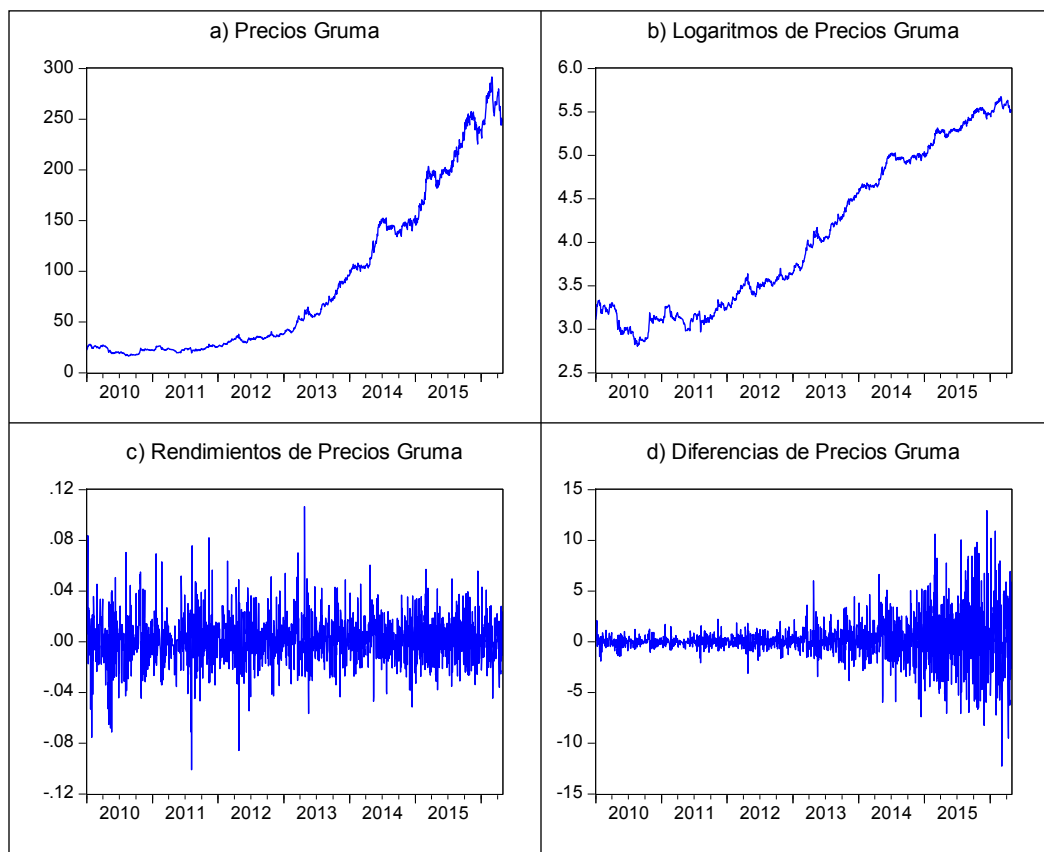


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el panel 3.2 se puede observar que los precios de la acción de Grupo Financiero Inbursa han presentado un comportamiento inestable, ya que a pesar de que el rango de precios durante el periodo de estudio está entre \$15 y \$40, se notan algunas altas y bajas bruscas en los precios, lo cual conlleva a concluir que la acción no tiene una tendencia muy marcada a la alza.

Los rendimientos oscilan entre un rango de 4% y -4% con algunos puntos que rebasan el 8% y el -10%, mientras que las diferencias oscilan entre los 2 y -2. A pesar de que no es una acción que presenta altos rendimientos, en términos generales no presenta pérdidas. Si bien, no fue una excelente decisión agregar esta acción en el portafolio, se espera que, al diversificarse con otras acciones, otorgue el rendimiento suficiente como para obtener ganancias de esta acción.

Panel de Gráficas 3.3: Gruma

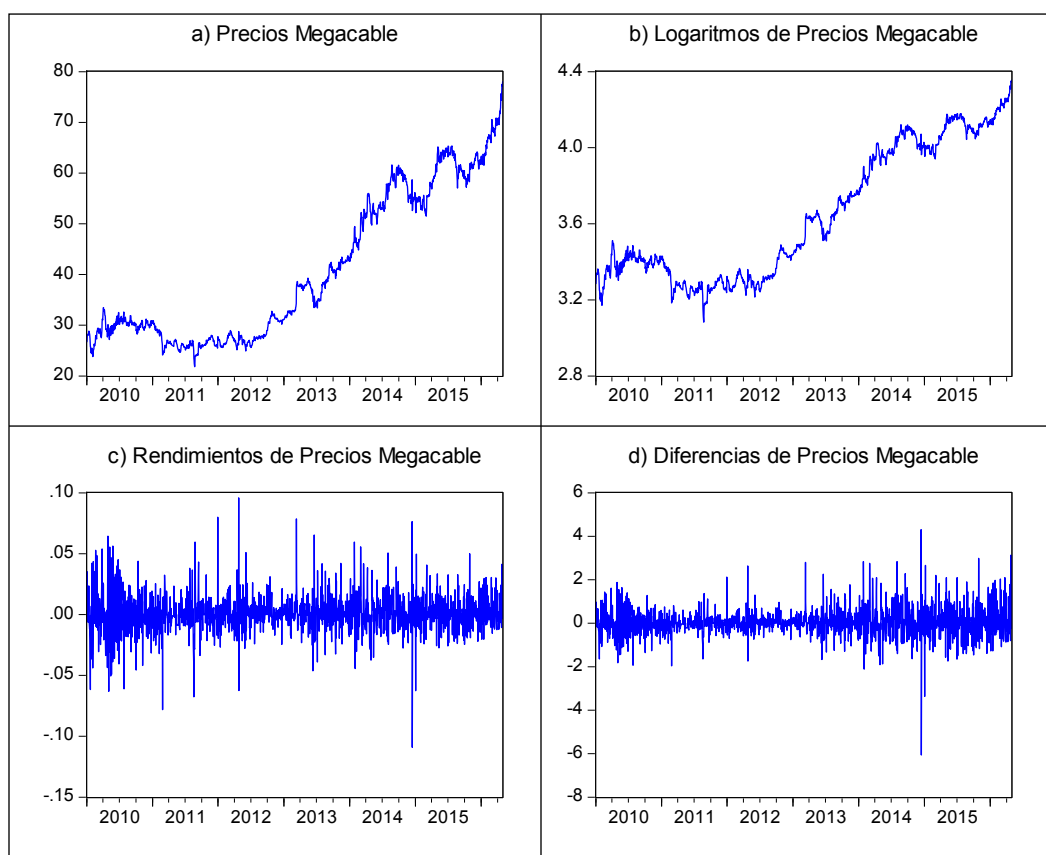


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede ver en el panel 3.3, los precios de Gruma presentan una tendencia alcista determinística. Para 2010 los precios de la acción de esta emisora estaban por debajo de los \$50. Este comportamiento fue casi constante hasta 2012, ya que a partir de 2013 hasta abril de 2016 el precio de esta acción aumentó notablemente con ligeras bajas en sus cotizaciones. El precio para finales de abril de 2016 estaba aproximadamente en \$249. Este comportamiento se puede notar directamente en la gráfica de diferencias de los precios, siendo de 2013 a la fecha cuando los precios crecen de manera notable.

En cuanto a la gráfica de rendimientos, estos oscilan principalmente en un rango de entre 4% y -4% por día, además, en esta gráfica se puede ver a primera vista que la acción no es muy volátil y que en los últimos dos años ha presentado una gran estabilidad. El haber incluido esta acción en el portafolio de inversión al parecer fue una excelente decisión, ya que, de acuerdo al análisis gráfico anterior, sus precios han aumentado considerablemente y por ende sus rendimientos han sido de los más atractivos en los más recientes periodos.

Panel de Gráficas 3.4: Megacable Holdings

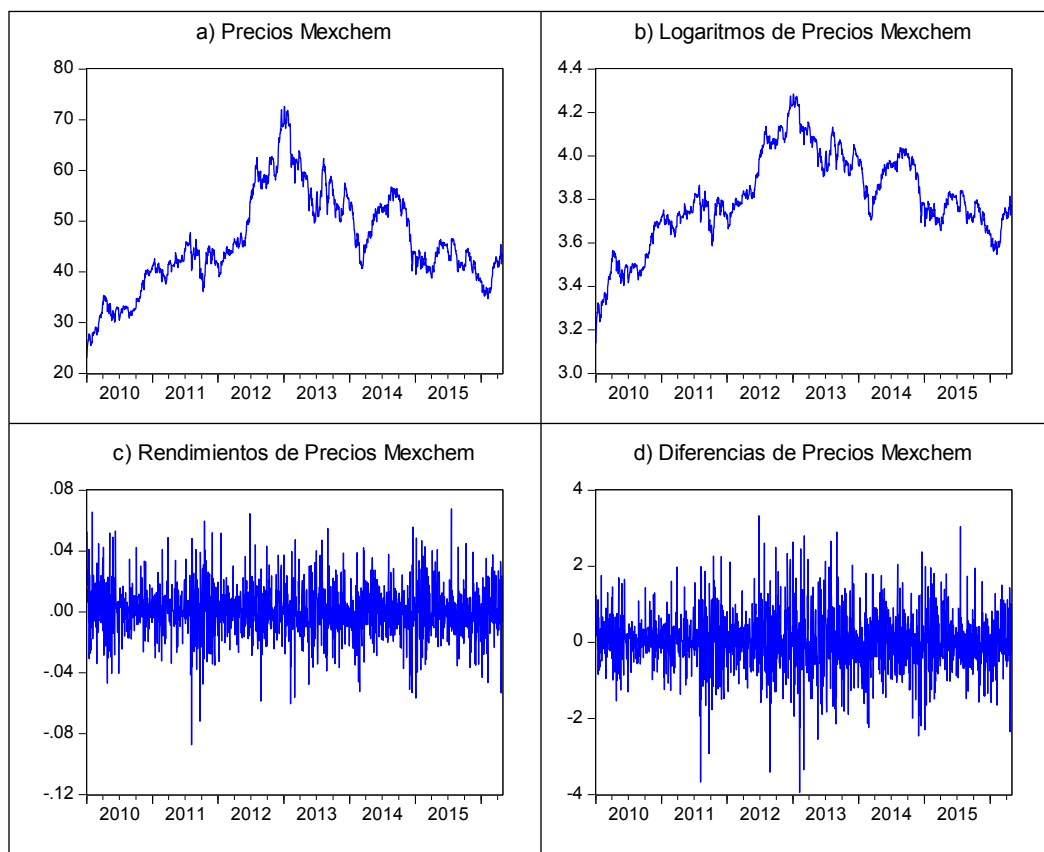


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Al igual que el caso de Grupo Aeroportuario del Pacífico y de Gruma, el precio de la acción de Megacable Holdings ha presentado una tendencia determinística a la alza. De manera similar, entre 2010 y 2012 el precio estaba entre \$20 y \$30. Es a partir del año 2013 cuando el precio comienza a aumentar de manera notable. Para el fin del mes de abril del año 2016 el precio casi alcanzó los \$80.

Los rendimientos de Megacable Holdings oscilan entre 5% y -5% por día, aunque tiene algunos puntos notables que se salen de este rango. En la gráfica de las diferencias de los precios, se logra apreciar que a partir de 2013 la serie es un poco más volátil pero no en gran medida. De acuerdo con las gráficas se podría afirmar que el haber incorporado esta acción en la construcción del portafolio fue una buena decisión, ya que en los últimos periodos su precio ha aumentado de manera considerable, lo cual hace que los rendimientos de esta emisora sean lo suficientemente atractivos como para invertir en ella.

Panel de Gráficas 3.5: Mexichem



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con el panel 3.5, como en el caso de la acción de Grupo Financiero Inbursa, el comportamiento de los precios de esta acción no presenta una tendencia definida. De 2010 con precios de aproximadamente \$30, al año 2013 con precios por encima de los \$70, la serie presenta una tendencia a la alza, sin embargo, después de esta fase expansiva el comportamiento ha sido algo irregular ya que los precios comenzaron a bajar, presentando ligeras respuestas a la alza, pero con una marcada tendencia descendente. A partir de 2016 al parecer los precios muestran una respuesta a la alza. Para fines del mes de abril el precio de esta acción fue de \$43 aproximadamente.

La gráfica de diferencias recalca la explicación anterior, ya que se observa una estructura irregular en las diferencias de los precios, aunque se puede observar que los rendimientos presentan una estructura un poco más estable, lo cual puede ser un punto a favor para esta emisora. Si bien no fue quizá de las mejores decisiones el haber tomado esta emisora, otro punto a favor sería que en términos generales esta acción no ha presentado de manera general rendimientos negativos.

Se consideró de manera conveniente presentar una gráfica donde se permita observar las series de los precios de cierre de las cinco emisoras con el fin de poder compararlas entre sí y hacer un breve diagnóstico de si existe alguna relación o no entre algunas de estas emisoras. Como los precios de cada emisora son diferentes, se procedió a obtener una gráfica con los precios normalizados para poder observar las series desde una misma línea base y así tener un análisis más preciso.

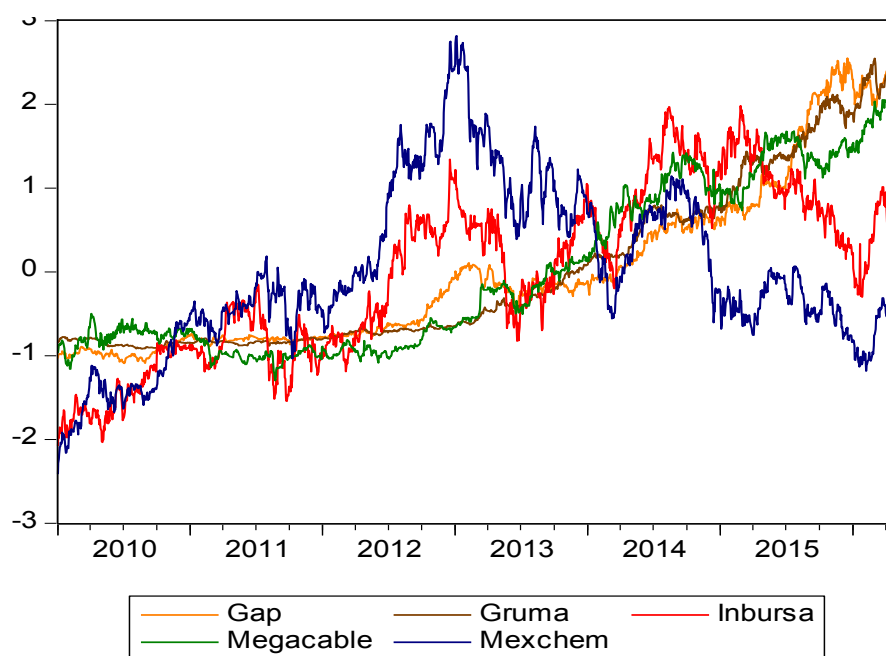
La fórmula que se utiliza para normalizar una serie es la siguiente:

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \quad (3.4)$$

Dónde Z es la serie ya normalizada, x son cada una de las observaciones de la serie original, \bar{x} es la media y σ es la desviación estándar de la serie. El software econométrico *E-Views* permite obtener gráficas en las que se puedan normalizar las series con un solo comando, lo cual facilita esta labor.

La siguiente gráfica muestra los precios normalizados de cada emisora:

Gráfica 3.1: Precios normalizados de las cinco emisoras que conforman el portafolio



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En la gráfica 3.1 se logra apreciar de manera particular que Grupo Aeroportuario del Pacífico, Gruma y Megacable Holdings presentan un comportamiento bastante similar, ya que los precios de las acciones de las tres emisoras presentan una tendencia a la alza durante el periodo de estudio, lo cual confirma que la elección de estas tres emisoras para conformar el portafolio de inversión fue una gran decisión.

En tanto, el comportamiento de las series de los precios de las acciones de Grupo Financiero Inbursa y de Mexichem es muy idéntico, ya que ambas series no muestran una tendencia definida, pero se observa que a partir del año 2016 ambas emisoras han mostrado una ligera tendencia a la alza, lo cual es una buena señal, por lo que se concluye de esta sección de análisis gráfico que la construcción de este portafolio de inversión si es viable hacia la obtención de rendimientos, ya que tres de las cinco series convergen de manera muy notoria hacia una tendencia positiva en términos de largo plazo.

IV. Razones Financieras

Como se mencionó en el Capítulo II, el análisis fundamental tiene como objetivo analizar el desempeño de la emisora en cuestión a través del uso de distintas razones financieras aplicadas sobre los estados financieros reportados por las compañías para así tener un panorama sólido y saber si conviene o no invertir en sus acciones. Es por eso que en el presente apartado se muestran algunas de las razones financieras aplicadas sobre las cinco emisoras seleccionadas para la construcción del portafolio de inversión.

Cabe señalar que las razones financieras aplicadas a cada una de las emisoras no son necesariamente las mismas, ya que por ejemplo en el caso de Grupo Financiero Inbursa, esta no reporta inventarios en su balance general dado que su principal actividad comercial está encaminada a servicios financieros. Lo mismo sucede con Grupo Aeroportuario del Pacífico que, aunque al pertenecer al sector industrial, al ser una compañía destinada a ofrecer servicios de aeropuerto tampoco registra en su balance general el valor de sus inventarios de manera que sean claramente identificables.

La información financiera utilizada para el cálculo de las razones financieras proviene de los estados financieros anuales reportados por cada una de las emisoras. En este caso, los estados financieros utilizados fueron el balance general, estado de resultados y estado de flujos de efectivo. Dichos estados financieros fueron obtenidos de los reportes publicados por cada una de las emisoras en sus sitios web, así como los publicados en la página de la Bolsa Mexicana de Valores y de la página de internet de *Mergent*, la cual recaba la información financiera reportada por aquellas empresas que cotizan en las bolsas de valores que existen alrededor del mundo.

Las razones financieras que a continuación se presentan fueron calculadas para los ejercicios concluidos en los años 2013, 2014 y 2015 que son los tres periodos registrados antes de abril del mes de 2016 que es el mes hasta el cual se recabaron los precios de cierre de las emisoras para la elaboración del portafolio, y, para efectos de comparabilidad también se obtuvieron las razones financieras promedio de los sectores a los cuales pertenecen cada una de las emisoras seleccionadas para la construcción del portafolio de inversión, tomando para ello una muestra de otras empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores con funciones, activos y riesgos similares acorde a la emisora analizada.

Cuadro 3.7: Razones Financieras de Grupo Aeroportuario del Pacífico

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Liquidez	Liquidez	2.37	2.32	1.30	3.95	0.73	2.64
	Efectivo	1.79	1.38	1.01	2.93	0.64	1.92
	Capital de Trabajo	0.07	0.04	0.02	0.06	-0.04	0.02
Apalancamiento	Deuda Total	0.12	0.38	0.12	0.40	0.32	0.46
	Deuda a Capital	0.14	1.03	0.14	1.15	0.48	1.38
	Deuda a Largo Plazo	0.13	0.60	0.14	0.61	0.42	0.69
Eficiencia o Actividad	Margen Bruto	70%	60%	74%	61%	70%	60%
	Días de C. por Cobrar	14	34	22	34	7	24
	Días de C. por Pagar	74	91	76	92	97	93
	Rotación de Activos	0.21	0.50	0.23	0.47	0.26	0.48
Rentabilidad	Margen Operativo	45.40%	34.88%	49.86%	36.73%	50.43%	36.75%
	Margen Neto	42.97%	21.98%	40.43%	20.29%	33.63%	17.14%
	ROA	8.90%	5.75%	9.23%	5.21%	8.66%	5.54%
	ROE	10.11%	9.35%	10.54%	7.81%	12.81%	9.48%
Inversión	EPS	4.24	4.11	4.27	3.89	5.98	5.11
	PER	16.28	16.01	21.71	23.05	25.43	25.34
	Precio / Flujos de Efectivo	12.35	13.60	14.09	14.53	16.30	14.67
	V. Bursátil / V.en Libros	1.74	2.27	2.44	2.90	4.01	3.96

Fuente: Elaboración propia con datos de los estados financieros de GAP, BMV y *Mergent*.

De acuerdo al cuadro 3.7, se puede observar que durante 2013 y 2014 Grupo Aeroportuario del Pacífico contaba con una estabilidad en términos de liquidez, aunque para el ejercicio 2015 se puede notar que la empresa presenta bajos niveles de liquidez razón por la que comienza a capitalizarse con recursos no propios, lo cual se ve reflejado en el resultado negativo en la razón de capital de trabajo a activos, sin embargo, las razones de apalancamiento muestran que aún la mayor parte del capital pertenece a la emisora.

En cuestión de razones de actividad se logra apreciar que Grupo Aeroportuario del Pacífico es más eficiente que otras emisoras pertenecientes al mismo sector ya que en términos de margen bruto la compañía logró obtener un porcentaje de ganancia bruta mayor al obtenido por el mercado. De igual forma se aprecia que los días de cuentas por cobrar de Grupo Aeroportuario del Pacífico son menores a los de su sector lo cual refleja que sus ventas a crédito son cobradas en un lapso menor de tiempo respecto a otras compañías similares, y, de igual forma, Grupo Aeroportuario del Pacífico durante 2013 y 2014 saldó sus cuentas por pagar en un lapso menor al sector, aunque en 2015 los días de cuentas por pagar excedieron a los días promedio del sector.

En términos operativos, en 2015 Grupo Aeroportuario del Pacífico logró obtener un margen operativo mayor respecto a 2014 y también respecto a su sector económico. De igual forma, el margen neto obtenido durante 2013, 2014 y 2015 fue mayor comparado con el mercado, lo cual permite concluir que la compañía es más redituable que el sector al que pertenece, lo cual se refleja en el ROA (Rendimiento sobre Activos), ROE (Rendimiento sobre Capital) y EPS (*Earning per Share* o Ganancia por Acción), razones que son mayores a las del sector industrial en infraestructura de transporte aéreo.

Cuadro 3.8: Razones Financieras de Grupo Financiero Inbursa

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Liquidez	Liquidez	1.91	1.37	2.26	1.43	2.45	1.47
Apalancamiento	Deuda Total	0.88	1.93	0.97	1.80	1.05	1.74
Eficiencia o Actividad	Rotación de Activos	0.14	0.10	0.12	0.09	0.09	0.08
Rentabilidad	Margen Neto	32.06%	19.39%	39.11%	21.53%	28.15%	19.22%
	ROA	4.52%	2.12%	4.69%	2.18%	2.67%	1.59%
	ROE	19.85%	15.88%	18.61%	14.96%	11.11%	13.21%
Inversión	EPS	2.44	4.67	2.71	4.34	1.76	4.62
	PER	15.17	12.49	14.05	14.63	17.67	15.00

Fuente: Elaboración propia con datos de los estados financieros de Inbursa, BMV y *Mergent*.

De igual forma, se observa que el margen neto obtenido por Grupo Financiero Inbursa es mayor al obtenido por su sector, aunque en términos anuales se aprecia que el margen obtenido en 2015 es menor al obtenido durante 2014. En términos del PER (valor bursátil sobre utilidad neta por acción) al ser este mayor respecto al sector durante los tres años comparados se puede afirmar que esta emisora presenta una mayor expectativa de crecimiento y por lo tanto con un menor grado de riesgo.

Cuadro 3.9: Razones Financieras de Gruma

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Liquidez	Liquidez	1.62	1.73	1.76	1.71	1.59	1.83
	Prueba Ácida	0.94	1.04	1.01	1.04	0.92	1.03
	Efectivo	0.12	0.19	0.17	0.30	0.25	0.29
	Capital de Trabajo	0.16	0.09	0.16	0.12	0.15	0.13
Apalancamiento	Deuda Total	0.70	0.62	0.59	0.58	0.62	0.57
	Deuda a Capital	2.28	1.89	1.45	1.76	1.60	1.73
	Deuda a Largo Plazo	1.14	1.06	0.93	0.97	0.99	0.95
Eficiencia o Actividad	Margen Bruto	33%	37%	37%	40%	38%	41%
	Días de C. por Cobrar	60	49	53	47	47	43
	Días de C. por Pagar	35	58	41	68	40	71
	Rotación de Activos	1.27	1.16	1.23	1.07	1.31	1.09
Rentabilidad	Margen Operativo	8.93%	10.76%	12.06%	11.61%	12.64%	11.36%
	Margen Neto	5.85%	5.79%	8.59%	5.89%	1.31%	5.77%
	ROA	7.42%	7.13%	10.55%	6.67%	1.72%	6.48%
	ROE	24.38%	17.17%	25.88%	15.00%	4.47%	12.48%
Inversión	EPS	7.16	2.85	9.91	3.44	1.76	1.54
	PER	13.75	20.25	15.87	23.53	137.36	49.51
	Precio / Flujos de Efectivo	6.51	10.29	10.12	9.03	20.68	15.84
	V. Bursátil / V.en Libros	3.28	3.40	4.11	3.21	6.14	3.74

Fuente: Elaboración propia con datos de los estados financieros de Gruma, BMW y *Mergent*.

Respecto a las razones financieras obtenidas de Gruma, emisora que pertenece al sector de producción y comercialización de alimentos, se puede afirmar que en términos de liquidez esta emisora cuenta con una estabilidad durante los tres años analizados ya que esta razón refleja un valor mayor a 1. El hecho de que esta razón sea menor a la del promedio del sector al que pertenece haría pensar que esto no representa una contingencia para Gruma ya que según la interpretación de esta razón la compañía podría hacer frente a sus obligaciones, sin embargo, al descontarle a los activos circulantes los inventarios (prueba del ácido) se puede observar que durante 2013 y 2015 las cifras son menores a uno, por ejemplo, en 2015 la cifra es de 0.92 lo que significa que por cada peso que debe Gruma cuenta con 92 centavos para pagar ese peso, mientras que el promedio del sector sin ningún problema podría pagar ese peso.

En términos de razones de apalancamiento la razón de deuda total (pasivos sobre activos) permite ver de 2013 a 2015 tanto Gruma como el promedio del sector cuentan con una estabilidad en este rubro. Mientras que 2013 Gruma presentaba un nivel de deuda para financiar sus activos, mayor al del promedio del sector (deuda a capital), en 2014 y 2015 logró disminuir estos niveles de deuda.

En cuestiones de eficiencia, el margen bruto obtenido por Gruma durante los años analizados ha sido menor al del promedio del sector en 3 puntos porcentuales más o menos. De igual forma, se puede observar que los días de cuentas por cobrar de Gruma exceden a los días de recuperación del promedio del sector, lo que hace menos eficiente a Gruma en este aspecto, sin embargo, en cuestión de cuentas por pagar Gruma es capaz de saldar las compras hechas a sus proveedores en un lapso menor al efectuado por el sector.

Por su parte, el margen operativo de Gruma a nivel interno aumentó en 2014 respecto a 2013, y lo hizo de la misma manera durante 2015 respecto a 2014, situándose ligeramente por encima del sector durante los últimos dos años después de haber estado por debajo en 2013. En términos netos, el margen obtenido por Gruma durante 2015 fue muy bajo debido a altos gastos financieros reportados por la emisora en su estado de resultados y rompió con la tendencia positiva lograda en 2013 y 2014, lo cual provocó a su vez que el ROA y el ROE de Gruma durante 2015 fueran mucho más bajos que los retornos obtenidos por el promedio del sector.

La baja rentabilidad neta obtenida por Gruma durante 2015 provocó que a nivel interno el EPS fuera muy bajo respecto a 2014, aunque comparando el EPS de Gruma con el EPS del sector durante 2015, la ganancia por acción de Gruma logró ser mayor a la del mercado. Por su parte el PER de Gruma en 2015 resultó muy elevado lo cual se debe al alto valor bursátil dado por los inversionistas y al bajo EPS obtenido, lo que puede significar dos cosas, una, que Gruma realmente presente una alta expectativa de crecimiento la cual puede recuperar en periodos posteriores, o dos, que los precios bursátiles de esta acción estén sobrevalorados lo cual implicaría un alto riesgo invertir en esta emisora.

El hecho de que durante 2015 el precio bursátil de la acción respecto a los flujos de efectivo obtenidos por cada acción sea mayor a la misma razón pero aplicada sobre el promedio del sector y el hecho de que el valor bursátil sobre el valor en libros de la acción de Gruma haya aumentado más o menos en la misma proporción durante los años que van de 2013 a 2015 brindan cierto grado de seguridad al invertir en esta emisora ya que al cierre del 2015 el valor bursátil cotiza seis veces el valor en libros registrado por la emisora, lo cual refleja la confianza dada por los inversionistas para invertir en Gruma.

Cuadro 3.10: Razones Financieras de Megacable Holdings

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Liquidez	Liquidez	2.22	1.50	2.27	1.58	1.12	1.30
	Prueba Ácida	2.11	1.44	2.20	1.52	1.04	1.24
	Efectivo	1.33	0.57	1.68	0.75	0.52	0.49
	Capital de Trabajo	0.10	0.07	0.12	0.09	0.02	0.06
Apalancamiento	Deuda Total	0.33	0.61	0.32	0.65	0.33	0.70
	Deuda a Capital	0.49	1.97	0.46	2.64	0.49	4.17
	Deuda a Largo Plazo	0.42	0.87	0.41	0.96	0.46	1.08
Eficiencia o Actividad	Margen Bruto	56%	52%	57%	52%	55%	50%
	Días de C. por Cobrar	39	109	40	112	69	114
	Días de C. por Pagar	118	166	129	172	143	200
	Rotación de Activos	0.47	0.50	0.45	0.46	0.50	0.46

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Rentabilidad	Margen Operativo	28.06%	18.62%	27.43%	15.66%	27.95%	14.09%
	Margen Neto	18.77%	14.34%	21.59%	3.56%	21.46%	0.07%
	ROA	8.73%	7.10%	9.77%	1.46%	10.77%	0.44%
	ROE	12.97%	20.54%	14.28%	3.00%	16.05%	-2.61%
Inversión	EPS	1.12	1.05	1.40	0.75	1.82	1.12
	PER	40.15	29.94	41.10	62.13	35.27	5.96
	Precio / Flujos de Efectivo	21.72	34.29	24.91	14.53	24.13	16.10
	V. Bursátil / V.en Libros	5.19	4.84	5.70	4.98	5.68	8.17

Fuente: Elaboración propia con datos de los estados financieros de Megacable, BMV y *Mergent*.

De acuerdo con el cuadro 3.10, se puede afirmar que Megacable Holdings es una emisora que cuenta con razonables niveles de liquidez y de apalancamiento respecto al sector de telecomunicaciones lo cual muestra que Megacable Holdings es una compañía estable en estos rubros durante los años más recientes.

De igual manera, en las razones financieras de eficiencia se observa que Megacable Holdings es una de las emisoras más representativas de este sector ya que los márgenes brutos obtenidos por esta compañía en los ejercicios 2013, 2014 y 2015 son superiores a los márgenes promedios registrados por el sector, lo que significa que los costos de ventas de Megacable Holdings son menores y por tanto más eficientes que los costos registrados por otras compañías similares. Así mismo, los días de cuentas por cobrar y cuentas por pagar de Megacable Holdings reflejan que tanto para cobrar a sus clientes como para pagar a sus proveedores existe una rotación más rápida que la del sector, lo cual confirma que sus niveles de liquidez presentan alta estabilidad.

Megacable Holdings también se ha caracterizado por ser una de las empresas más rentables de su sector en términos operativos y netos, ya que, en los tres años analizados, la emisora ha mantenido de manera constante sus márgenes de utilidad y además por encima del promedio del sector, lo cual se refleja en sus altas rentabilidades sobre sus activos y sobre su capital y a su vez en la utilidad neta obtenida por acción, que, comparada con otras acciones, ofrece un beneficio mayor aún.

Así mismo, la razón de precio sobre flujos de efectivo por acción al ser mayor que el promedio del sector muestra que las altas expectativas de crecimiento de esta emisora son constantes lo cual permite afirmar que invertir en esta compañía es menos riesgoso que invertir en otras emisoras del mismo sector.

Cuadro 3.11: Razones Financieras de Mexichem

Razón Financiera		2013	Prom Sector	2014	Prom Sector	2015	Prom Sector
Liquidez	Liquidez	2.02	3.32	1.42	2.48	1.24	2.46
	Prueba Ácida	1.53	2.61	1.00	1.89	0.88	1.64
	Efectivo	0.81	1.71	0.34	0.93	0.36	0.72
	Capital de Trabajo	0.19	0.23	0.09	0.15	0.05	0.11
Apalancamiento	Deuda Total	0.60	0.57	0.65	0.60	0.67	0.60
	Deuda a Capital	1.48	1.53	1.86	1.70	1.99	1.69
	Deuda a Largo Plazo	0.87	0.85	1.02	0.90	1.09	0.89
Eficiencia o Actividad	Margen Bruto	29%	31%	25%	30%	27%	30%
	Días de C. por Cobrar	72	59	74	62	57	55
	Días de C. por Pagar	131	83	144	92	148	98
	Rotación de Activos	0.65	0.55	0.64	0.51	0.66	0.50
Rentabilidad	Margen Operativo	10.61%	12.25%	7.22%	9.89%	8.91%	10.07%
	Margen Neto	1.52%	3.21%	2.23%	2.87%	2.37%	1.90%
	ROA	0.99%	2.01%	1.43%	1.32%	1.56%	0.75%
	ROE	2.44%	3.16%	4.09%	2.24%	4.66%	1.90%
Inversión	EPS	0.04	3.17	0.05	0.97	0.06	-0.38
	PER	1341.00	335.82	874.40	230.44	626.00	219.44
	Precio / Flujos de Efectivo	144.97	151.96	115.05	46.09	73.65	29.16
	V. Bursátil / V.en Libros	35.06	10.84	30.79	9.89	27.82	8.34

Fuente: Elaboración propia con datos de los estados financieros de Mexichem, BMV y *Mergent*.

Finalmente, de acuerdo con las razones financieras de Mexichem, emisora perteneciente al sector de materiales, se puede concluir que se trata de una compañía que en cuestiones de eficiencia presenta niveles más bajos a los del promedio de su sector, lo cual se logra apreciar de manera clara en los márgenes brutos obtenidos en el periodo 2013-2015. Así mismo, la rotación de cuentas por cobrar y de cuentas por pagar exceden a los plazos promedios establecidos por el sector de materiales por lo que es posible afirmar que, de acuerdo con el cuadro 3.11, Mexichem tarda más ligeramente en cobrar a sus clientes, pero tarda más aun en cubrir sus obligaciones con sus proveedores.

La eficiencia de Mexichem menor a la del promedio de su sector se ve reflejada también en las razones de rentabilidad, donde se observa que, tanto a nivel de utilidad operativa como a nivel de utilidad neta, Mexichem ofrece menores niveles de ganancias de las que podrían ofrecer otras emisoras de la Bolsa Mexicana de Valores pertenecientes al mismo sector según lo reportado en los ejercicios 2013, 2014 y 2015.

Dado lo anterior, se puede concluir que las expectativas de crecimiento de esta acción reflejadas en el muy elevado PER y también en los altos cocientes obtenidos del precio bursátil sobre los flujos de efectivo por acción se ven explicadas por la sobrevaloración que le han dado los inversionistas a esta emisora y no realmente por su desempeño económico, por lo que de acuerdo al análisis fundamental se puede concluir que esta emisora representa un alto nivel de riesgo respecto a otras compañías del sector de materiales.

V. Análisis Técnico del Portafolio

El análisis técnico es una herramienta muy utilizada para estudiar el comportamiento de los precios de las acciones y con ello tratar de predecir el comportamiento que tendrán los precios de las acciones en el futuro para así saber si conviene o no invertir en dichas emisoras. Como ya se mencionó en el Capítulo II, se considera que la teoría elaborada por Charles Dow constituye la base de lo que es el análisis técnico, ya que un supuesto esencial en la teoría de Dow es que los precios de las acciones se comportan de acuerdo con su desempeño histórico.

De igual forma, cabe recalcar que este tipo de análisis se hace principalmente con el uso de gráficas y con el desarrollo de ciertos indicadores estadísticos, principalmente mediante promedios móviles, que permiten obtener señales de mercado de acuerdo con la formación de cierto tipo de patrones.

Para el caso del presente trabajo, se realizó un análisis técnico con periodicidad de un año tomando para ello como referencia el último año de las series utilizadas para la construcción del portafolio de inversión, es decir, del 1 de mayo de 2015 al 29 de abril de 2016.

Los indicadores estadísticos con sus respectivos gráficos que enseguida se mencionan son los que se obtuvieron para realizar el análisis técnico de la cartera:

1. Bandas de Bollinger
2. MACD (*Movil Average Convergence Divergence*)
3. RSI (*Relative Strength Index*)

Adicionalmente, se incorporó una gráfica de Velas Japonesas para los precios de las acciones de cada una de las cinco emisoras. En este caso, el análisis técnico realizado fue sólo de 3 meses, es decir, de 1 de febrero de 2016 al 29 de abril de 2016. Cabe señalar que la periodicidad en este caso fue más corta para poder distinguir las formaciones que se hacen en este tipo de gráficas.

Bandas de Bollinger

Para poder obtener este tipo de bandas es necesario obtener un promedio móvil de la serie de precios accionaria, así como las desviaciones estándar correspondientes para cada promedio móvil. Una vez que se calcularon los promedios móviles y las desviaciones estándar se procede a obtener la banda superior y la banda inferior de la serie de precios.

La fórmula para obtener un promedio móvil es la siguiente:

$$\text{Promedio Móvil} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Precios de las acciones}}{n} \quad (3.5)$$

Por su parte, la fórmula para calcular la desviación estándar es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.6)$$

Una vez que se obtienen tanto los promedios móviles como las desviaciones estándar, se procede a calcular las bandas superior e inferior de la siguiente forma:

$$\text{Banda Superior} = \text{Promedio Móvil} + \sigma \quad (3.7)$$

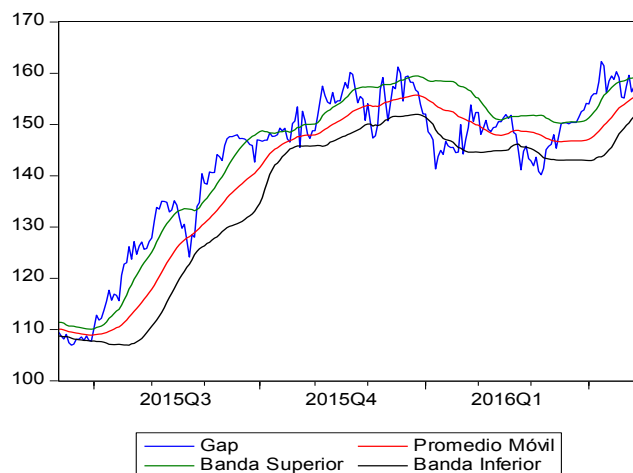
$$\text{Banda Inferior} = \text{Promedio Móvil} - \sigma \quad (3.8)$$

Como ya se mencionó, se realizó un análisis técnico a un año con precios diarios, por lo que para el caso de las bandas de Bollinger se calcularon promedios móviles a 30 días. La interpretación para este tipo de indicadores es la siguiente: si los precios tocan la banda superior se está en la presencia de una señal de venta, mientras que una señal de compra se da cuando los precios tocan la banda inferior. Los promedios móviles constituyen lo que es la banda central, por lo que en este caso no conviene hacer operaciones.

Las bandas de Bollinger también pueden dar una idea del nivel de volatilidad de la acción a analizar, ya que cuando las bandas se expanden de manera considerable significa que sus precios enfrentan un periodo de alta volatilidad y cuando se contraen de baja volatilidad.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos a nivel gráfico del análisis técnico correspondiente a las bandas de Bollinger obtenidas para cada una de las cinco emisoras que constituyen el portafolio de inversión.

Gráfica 3.2: Bandas de Bollinger de Grupo Aeroportuario del Pacífico

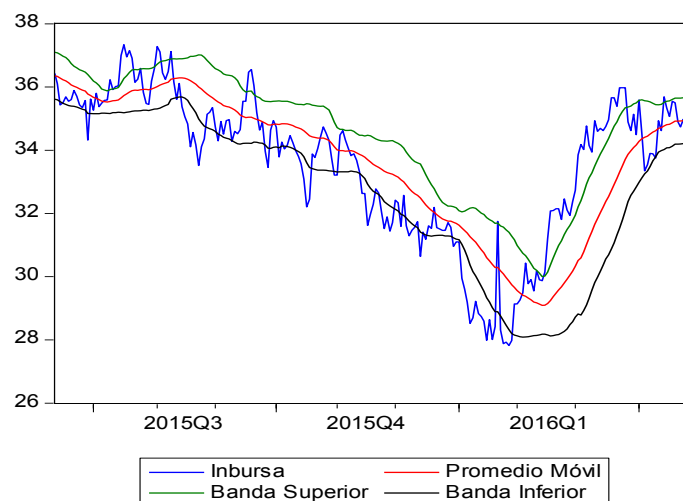


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con la gráfica 3.2, en primer lugar, y tomando como referencia la línea azul que constituyen los precios de las acciones de Grupo Aeroportuario del Pacífico se confirma que la tendencia de esta serie durante el periodo que va del 1 de mayo de 2015 al 29 de abril de 2016 presenta una tendencia positiva en la cual se notan diversas señales de compraventa otorgadas por el mercado. La línea verde representa la banda superior mientras que la línea negra representa la banda inferior. Cuando la línea azul cruza por encima a la banda superior la señal que se da es de venta y cuando la línea azul cruza por debajo a la banda inferior se emiten señales de compra. Observando los últimos precios el cual toca la banda superior se recomienda vender la posición.

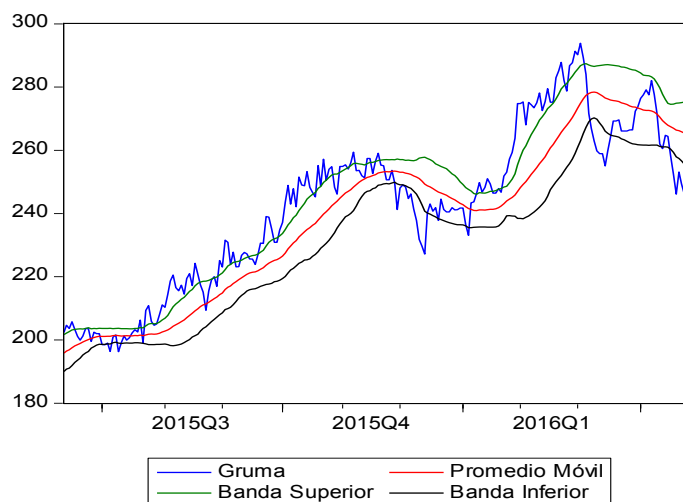
Para el caso de la gráfica 3.3, la cual corresponde a Grupo Financiero Inbursa, se logra apreciar que después de haber atravesado un periodo de tendencia descendente durante el año 2015 para 2016 la serie presenta un cambio de tendencia después de haber mostrado constantes señales de compra de títulos. De igual forma, a pesar de los cambios de tendencia se observa que a principio de 2016 las bandas se han expandido ligeramente lo cual expresa que los precios de estas acciones son en cierta manera volátiles.

Gráfica 3.3: Bandas de Bollinger de Grupo Financiero Inbursa



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Gráfica 3.4: Bandas de Bollinger de Gruma

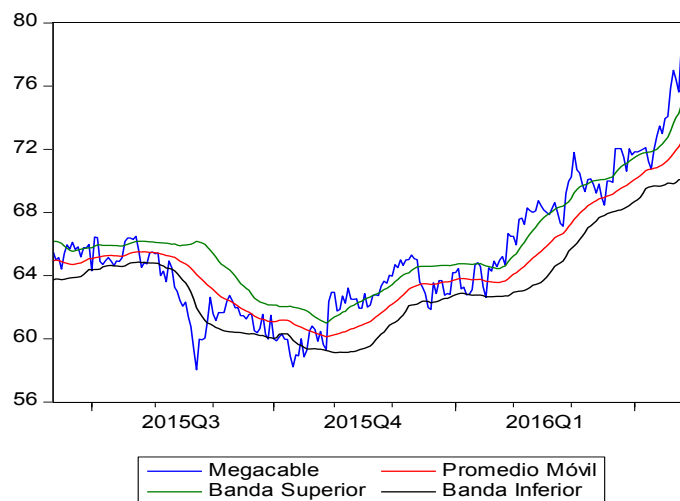


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Para el caso de los precios de las acciones de Gruma, al igual que en el caso de Grupo Aeroportuario del Pacífico, estos han mantenido una tendencia ascendente con continuas señales de venta durante 2015, sin embargo, la expansión de las aperturas de las bandas durante 2016 nos indica la presencia de una volatilidad constante en los precios misma que se ve reflejada en la gráfica 3.4, aunque la última señal captada es de compra, la cual obedece a la tendencia positiva global de la serie durante los últimos años.

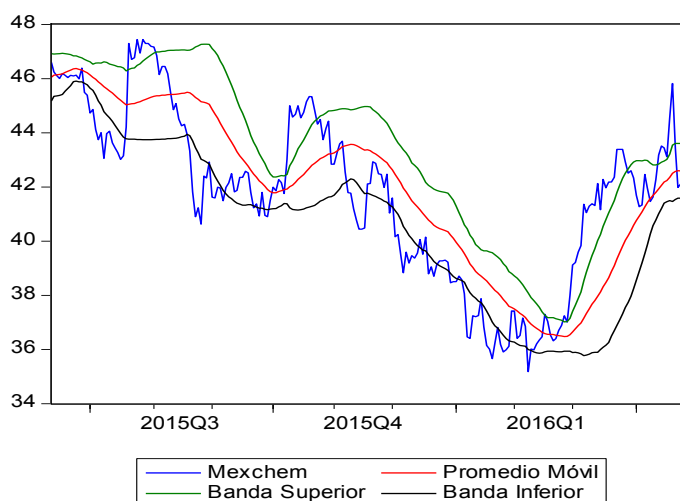
Para los casos de Megacable Holdings y Mexichem, las cuales se aprecian en las gráficas 3.5 y 3.6 se observa que durante 2016 los precios de las acciones de ambas emisoras han mantenido un buen desempeño ya que han mantenido una tendencia positiva, aunque en el caso de Mexichem se puede ver que la serie viene precedida de un periodo de cambios constantes en sus precios. De igual forma, de acuerdo con los últimos patrones se observan señales de venta, aunque dadas las tendencias se pueden mantener las posiciones.

Gráfica 3.5: Bandas de Bollinger de Megacable Holdings



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Gráfica 3.6: Bandas de Bollinger de Mexichem



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

MACD

El MACD se basa en el cálculo de dos promedios móviles que se mueven alrededor de una línea cero, en las cuales se generan señales de compra y de venta como en las bandas de Bollinger.

Para el presente caso, este indicador se calculó para un periodo de un año con una periodicidad diaria en los precios. De acuerdo con los parámetros establecidos para su cálculo, en primer lugar, se calcularon dos promedios móviles, uno de 12 días y otro de 26 días. Una vez que se obtuvieron los promedios móviles correspondientes se procedió a obtener el MACD con la siguiente fórmula:

$$MACD = \text{Promedio Móvil a 26 días} - \text{Promedio Móvil a 12 Días} \quad (3.9)$$

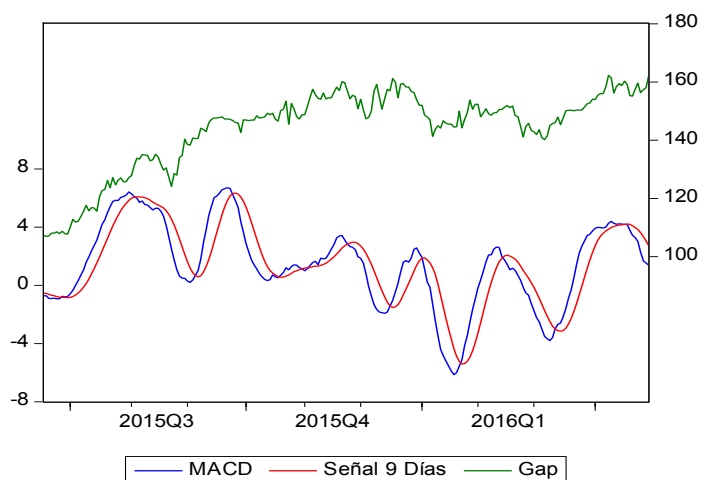
Posteriormente, se calculó nuevamente un promedio móvil a 9 días, pero en este caso fue sobre el indicador MACD. Este último paso se hizo con el fin de obtener una señal que indique cuando comprar y cuando vender.

La interpretación de este indicador es la siguiente: si el indicador del MACD cruza por encima de la línea de señal se da un aviso de compra, mientras que, en el caso contrario, cuando el MACD cruza por debajo de la línea de la señal se da un aviso de venta.

De igual forma, mediante el uso del indicador MACD se pueden obtener señales de un cambio o mantenimiento de una tendencia en los precios. Cuando la línea que representa al indicador MACD está por encima de la línea de señal claramente se observa que hay una tendencia alcista la cual se puede confirmar observando la gráfica que representa los precios de la emisora en cuestión. Por lo contrario, cuando el indicador MACD se encuentra por debajo de la señal se está en la presencia de una tendencia a la baja.

Enseguida se muestra a nivel gráfico el indicador MACD para cada una de las emisoras. En un primer plano se identifica el indicador MACD y la línea de señal los cuales están representados por la línea azul y roja respectivamente, mientras que en un eje secundario se aprecian los precios de las acciones representados por una línea verde. Esto se hizo así para observar con mayor claridad las señales de compraventa y la formación de tendencias.

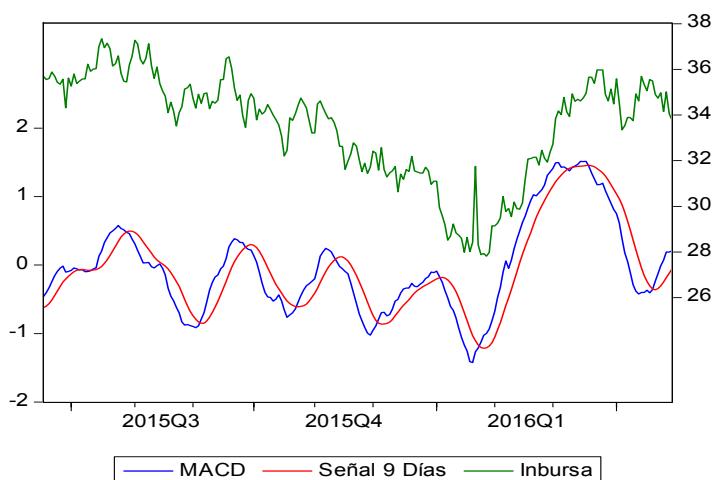
Gráfica 3.7: MACD de Grupo Aeroportuario del Pacífico



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con las gráficas 3.7 y 3.8 que corresponden a Grupo Aeroportuario del Pacífico y Grupo Financiero Inbursa respectivamente, se observan los respectivos cambios de tendencia en los precios de ambas series. El indicador MACD y la línea de señal que se mueven alrededor de la línea representada por el cero nos indican los momentos de venta y de compra de títulos. En el caso de la última señal en la gráfica de Grupo Aeroportuario del Pacífico en donde se observa como la línea azul cruza en sentido descendente a la línea roja la sugerencia es de venta.

Gráfica 3.8: MACD de Grupo Financiero Inbursa



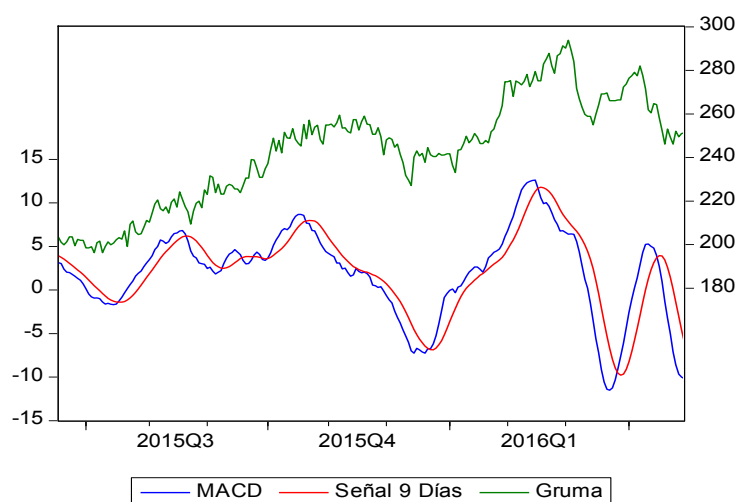
Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Por su parte, la última señal captada en la gráfica 3.8 es de compra de acciones de Grupo Financiero Inbursa la cual viene acompañada de un aviso de cambio de tendencia hacia la alza ya que claramente se aprecia que después de haber cruzado el indicador MACD a la línea de señal en sentido ascendente, la línea azul se sitúa por encima de la línea roja.

La interpretación de cambios en las tendencias de los precios es la misma para el caso de la gráfica 3.9 que representa el indicador técnico correspondiente a la emisora Gruma. Complementando el análisis con la interpretación correspondiente a las bandas de Bollinger, se observa que a partir de 2016 la serie ha presentado una volatilidad mayor respecto a periodos anteriores. Dicha volatilidad permite ver que los cambios en las tendencias se dan durante periodos más largos sin embargo dichos cambios son muy abruptos.

En el caso de la gráfica 3.9 la última señal registrada por el indicador MACD sobre los precios de las acciones de Gruma es la venta de dichas acciones ya que la línea azul cruza en una dirección descendente la línea de señal obtenida lo cual a su vez confirma un cambio de tendencia hacia niveles de precios más bajos lo que conllevaría a obtener menores rentabilidades.

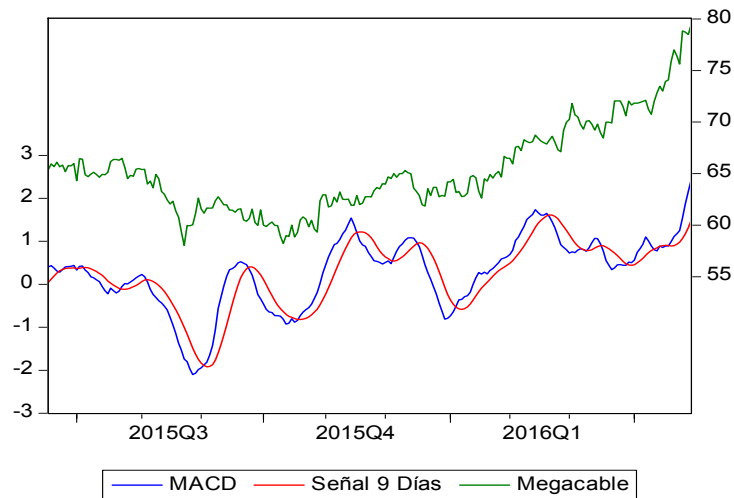
Gráfica 3.9: MACD de Gruma



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

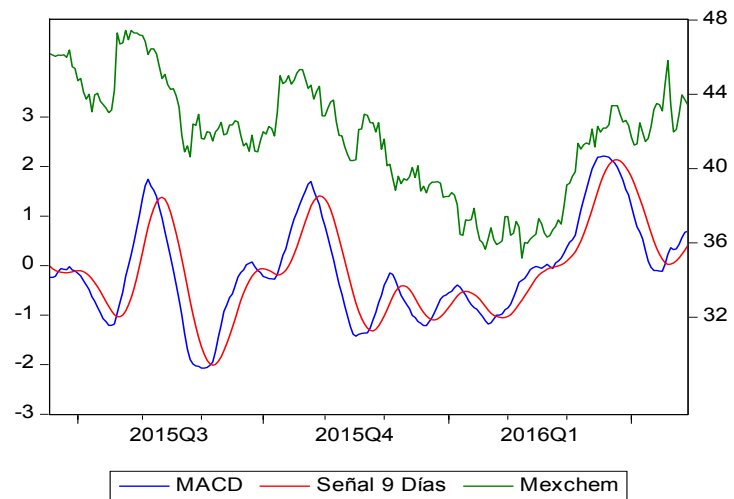
De igual forma, observando los periodos más recientes de las gráficas 3.10 y 3.11, las cuales corresponden a Megacable Holdings y a Mexichem respectivamente, existen claras señales de compra de títulos para ambas emisoras ya que los indicadores MACD han cruzado hacia arriba la línea de señal lo cual anticipa también un aumento en la tendencia de los precios lo cual hará más redituables dichas acciones.

Gráfica 3.10: MACD de Megacable Holdings



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Gráfica 11: MACD de Mexichem



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

RSI

El RSI o índice de fuerza relativa es un indicador que cuenta con tres bandas de referencia y al igual que los dos indicadores anteriores tiene como objetivo otorgar señales de compra y señales de venta. La interpretación es que cuando el RSI cruza por encima de la banda superior existe una sobrecompra de la acción en cuestión y pronto habrá un cambio en la tendencia, la cual irá hacia la baja, por lo que en este caso se está emitiendo una señal de venta, mientras que, en caso contrario, si el RSI cruza la banda inferior la cuestión es que existe una sobreventa de títulos lo que significa que se está ante una señal de compra precedida por un cambio de tendencia a la alza.

Este indicador es quizá más laborioso que los dos indicadores anteriores, sin embargo, el cálculo para obtenerlo es parecido. En primer lugar, se debe de identificar si el precio de cierre es mayor o no al cierre del día anterior. Para ello, es necesario crear dos columnas en una hoja de cálculo: una donde se establezca como condición que sólo se obtenga el precio de cierre si este es mayor al precio de cierre del día anterior. En la otra fila se establece como condición que sólo se obtenga el precio de cierre si este es menor al precio de cierre del día anterior.

Posteriormente se calculan dos promedios móviles: uno para el caso donde los precios de cierre son mayores a los precios de cierre del día anterior y otro para el caso donde los precios de cierre son menores a los precios de cierre del día anterior. Para el caso de este trabajo, se obtuvieron promedios móviles a 20 días. Una vez que se obtuvieron ambos promedios móviles a 20 días, se calculó el RSI con la siguiente fórmula:

$$RSI = 100 - \left(\frac{100}{1 + \frac{PM_{alza}}{PM_{baja}}} \right) \quad (3.10)$$

Para este caso también fue necesario obtener una banda central, la cual fue obtenida como el promedio de todas las observaciones que constituyen el RSI, y de igual forma se obtuvo la desviación estándar.

$$Banda\ Central = Promedio\ Móvil(RSI) = \frac{\sum_{i=1}^n Precios\ de\ las\ acciones}{n} \quad (3.11)$$

$$\sigma(RSI) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.12)$$

Finalmente, como en el caso de las Bandas de Bollinger se obtuvieron tanto una banda superior como una banda inferior de la siguiente manera:

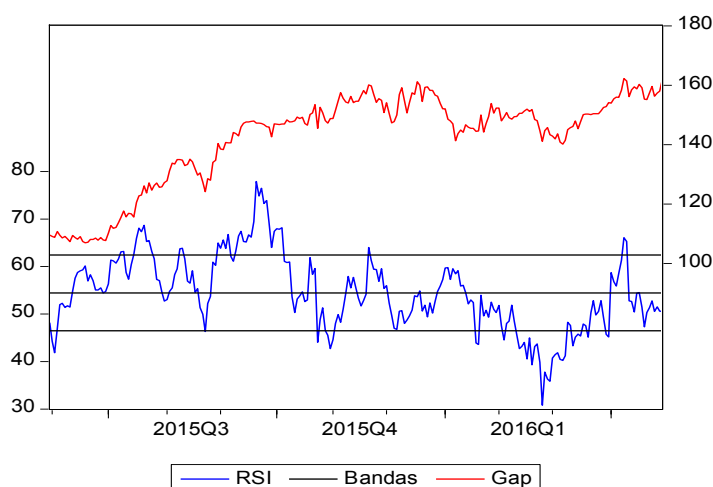
$$Banda Superior = Promedio Móvil (RSI) + \sigma(RSI) \quad (3.13)$$

$$Banda Inferior = Promedio Móvil(RSI) - \sigma(RSI) \quad (3.14)$$

En la gráfica 3.12 correspondiente al RSI de Grupo Aeroportuario del Pacífico, en un primer plano se muestra el indicador RSI expresado por una línea azul mientras que las líneas negras corresponden a las bandas que indican si la acción está sobrecomprada o sobrevendida, mientras que en el eje secundario se aprecia el comportamiento de los precios de la acción de esta emisora.

En este caso se observa que la acción de Grupo Aeroportuario del Pacífico regularmente se encuentra dentro de las bandas establecidas y aunque existan algunos puntos de sobrecompra o de sobreventa lo ideal sería mantener su posesión dada su continua tendencia alcista.

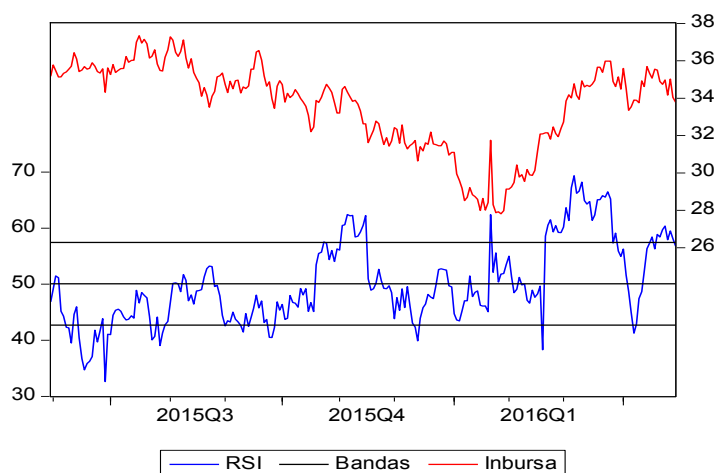
Gráfica 3.12: RSI de Grupo Aeroportuario del Pacífico



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Observando la gráfica 3.13 se puede determinar que los precios de esta emisora suelen tener puntos de sobrecompra más marcados que los puntos de sobreventa lo que podría explicar por qué Grupo Financiero Inbursa no presenta una tendencia definida a la alza.

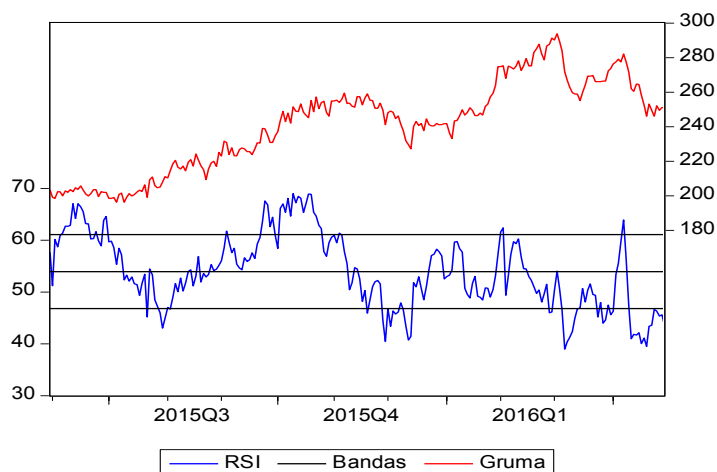
Gráfica 3.13: RSI de Grupo Financiero Inbursa



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Para el caso de Gruma, la gráfica 3.14 muestra que a pesar de haber sufrido en 2016 un descenso en su tendencia se pronostica una nueva alza en los precios ya que el RSI ha tocado la banda inferior y por lo tanto la sugerencia es adquirir acciones de esta emisora.

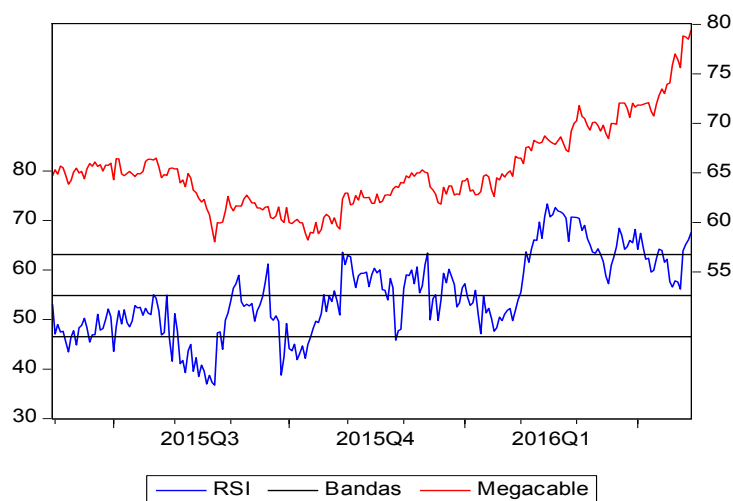
Gráfica 3.14: RSI de Gruma



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En la gráfica 3.15 correspondiente a Megacable Holdings se logra apreciar que los precios de las acciones de esta emisora han ido de aumentando de manera gradual, aunque con algunas variaciones lo cual se nota en la tendencia positiva que han adquirido estos títulos durante los más recientes años. Esta misma tendencia alcista logra explicar los diversos avisos de compra emitidos por el RSI durante el año 2015, y aunque en 2016 se han emitido algunas señales de venta lo ideal sería mantener la posesión ya que el RSI no ha tocado aún siquiera la banda central por lo que existe la expectativa de que los precios sigan aumentando sin que haya abruptas caídas en los precios de estas acciones que repercutan en su rentabilidad a corto plazo.

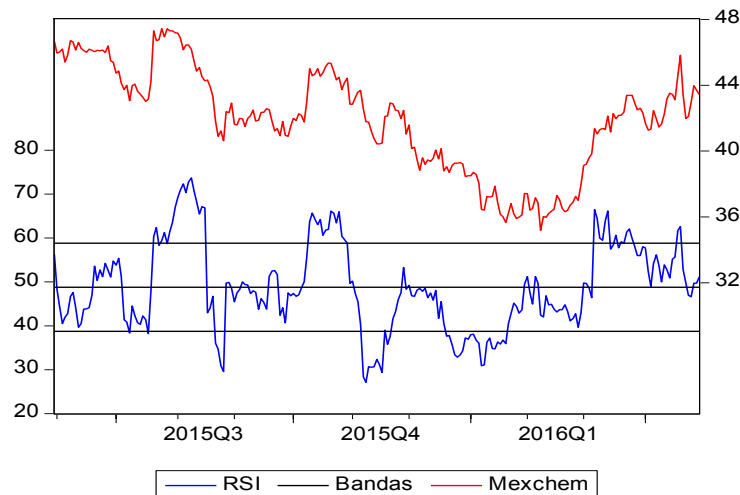
Gráfica 3.15: RSI de Megacable Holdings



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Finalmente, en la gráfica 3.16 se puede observar que el comportamiento de los precios de las acciones de Mexichem es bastante similar al caso de las acciones de Grupo Financiero Inbursa. Los puntos de sobrecompra marcados durante 2015 provocaron cambios muy significativos en su tendencia a corto plazo, lo que impide distinguir de manera concisa cuál es la tendencia a largo plazo de esta emisora, y, aunque a principios de 2016 se logra apreciar una pequeña racha positiva en los precios de estas acciones al final del periodo analizado nuevamente surgen señales de venta ya que se puede estar nuevamente ante la presencia de una tendencia descendente.

Gráfica 3.16: RSI de Mexichem



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Velas Japonesas

Como ya se mencionó en el Capítulo II, las velas japonesas son un tipo de gráfico en el cual se muestra el comportamiento de los precios de una acción durante una sesión de operaciones. Para obtener una vela japonesa a nivel gráfico es indispensable obtener los precios de apertura, así como los mínimos, máximos y precios de cierre por cada día de operaciones. Cada vela se compone por lo que se conoce como cuerpo real, que siempre estará limitado por la distancia entre el precio de apertura y el de cierre, y por las mechas o sombras, que son las extensiones desde este precio de apertura o cierre a los máximos y mínimos de la sesión.

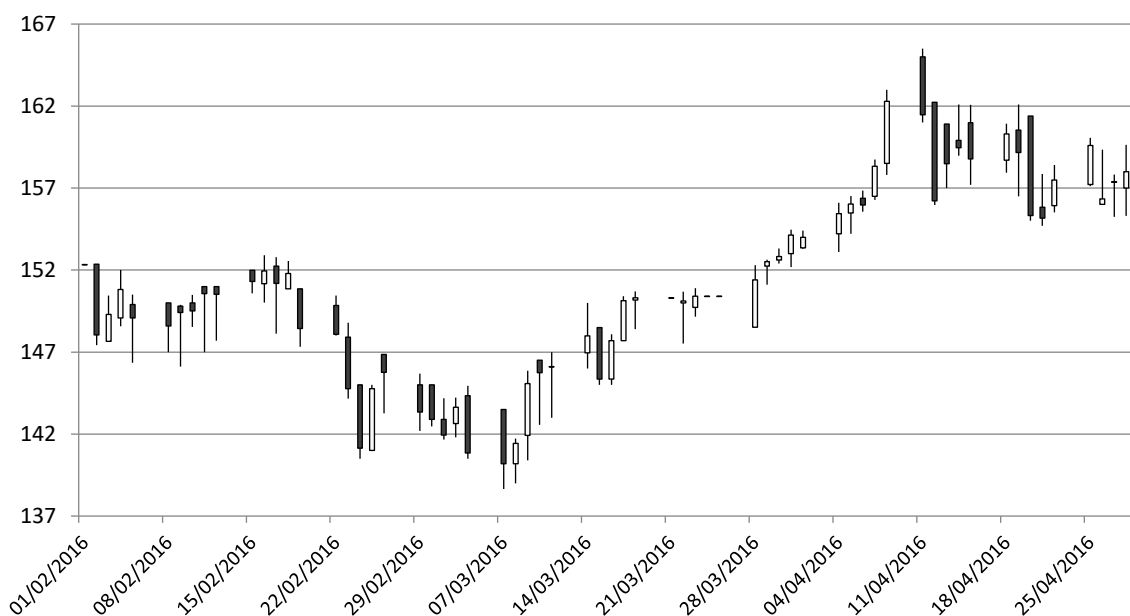
La interpretación para este tipo de gráficas es la siguiente: cuando el cuerpo de la vela es blanco, significa que el precio de cierre es mayor que el precio de apertura, es decir, se tiene una vela positiva que muestra que los compradores dominaron o condujeron el control durante la sesión lo que provocó que los precios tendieran a la alza durante el día. En el caso contrario, cuando se obtiene una vela con cuerpo negro esta indica que el precio de cierre es menor que el precio de apertura, lo que significa que en este caso los vendedores fueron quienes dominaron o condujeron el mercado durante la sesión y llevaron los precios a la baja respecto al precio de apertura, por lo que en este caso se obtiene una vela negativa.

En este caso, el análisis técnico se realizó sólo para el periodo que conlleva los últimos tres meses de las series, es decir, de 1 de febrero de 2016 al 29 de abril de 2016. Cabe señalar que la periodicidad en este caso fue más corta para poder distinguir de manera clara los cuerpos y los colores de las velas que se producen en este tipo de gráficas, las cuales se muestran a continuación.

Observando la gráfica 3.17 de velas japonesas de Grupo Aeroportuario del Pacífico se puede afirmar que, aunque regularmente en el mes de febrero los precios tendieron a cerrar por debajo del cierre de apertura en algunos casos dichos cierres se ubicaron cerca del precio de apertura lo cual se nota en las velas negras de cuerpo corto, las cuales reflejan además que los precios no fueron volátiles durante las sesiones analizadas.

Se observa además que a finales del mes de marzo y principios del mes de abril hay un conjunto de hasta siete velas blancas lo que indica claramente una tendencia alcista la cual se ve interrumpida durante la segunda y tercera semana de abril con precios en algunos puntos volátiles cerrando por debajo del precio de apertura, sin embargo, en la última semana de abril nuevamente se observa que los precios vuelven a retomar su tendencia positiva, lo cual queda reflejado en las últimas velas blancas que se logran apreciar.

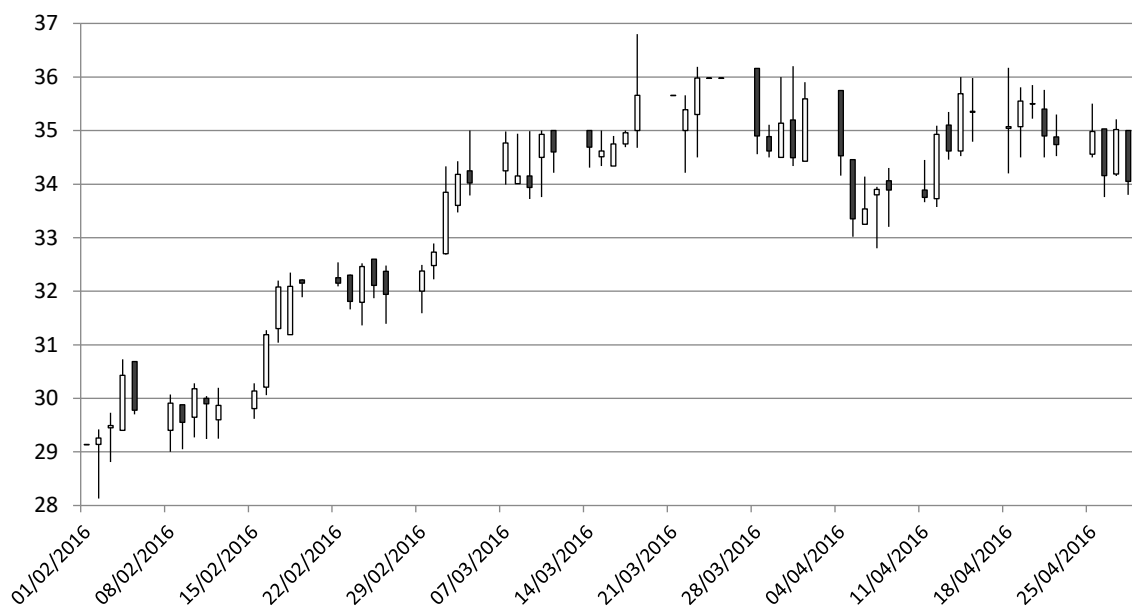
Gráfica 3.17: Velas Japonesas de Grupo Aeroportuario del Pacífico



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el caso de Grupo Financiero Inbursa, la gráfica 3.18 muestra que durante el periodo de estudio en términos generales los compradores fueron quienes dominaron el mercado ya que se observa cómo durante el mes de febrero y marzo prácticamente las velas blancas se impusieron en el mercado, mientras que en el mes de abril se imponen en mayor medida los vendedores cortando la tendencia positiva de los precios. Particularmente en la última semana de abril las velas negras que se aprecian al final predicen un descenso de los precios en los periodos siguientes.

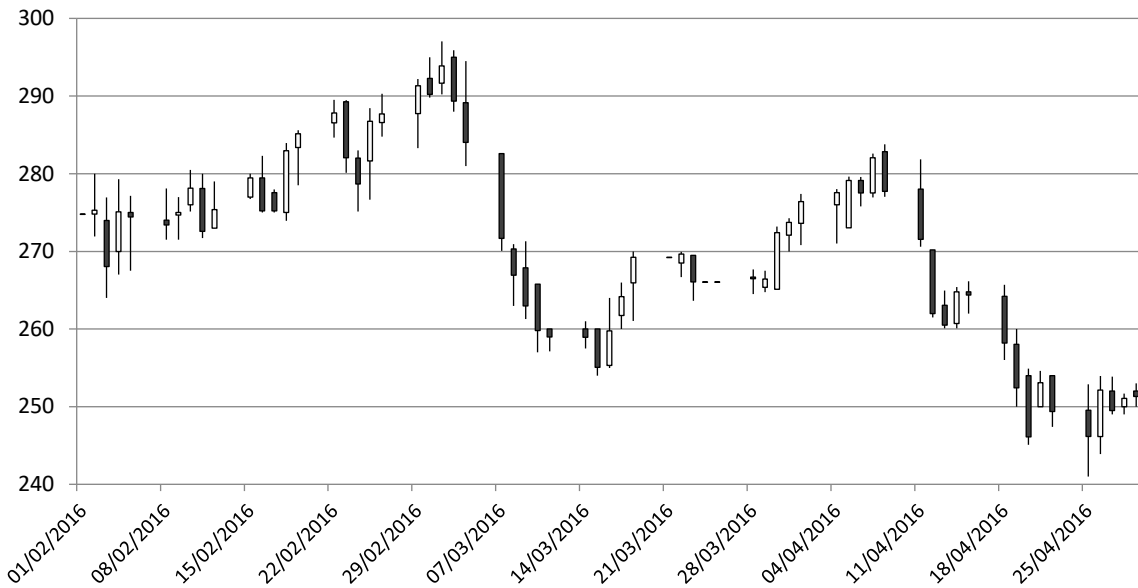
Gráfica 3.18: Velas Japonesas de Grupo Financiero Inbursa



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el caso de la gráfica 3.19, se aprecia que, aunque a largo plazo la tendencia de Gruma ha sido positiva en las observaciones correspondientes a los meses que van de febrero a abril de 2016 hay más velas negras que blancas, lo cual indica una tendencia muy marcada a la baja durante el periodo analizado, sin embargo, en este comportamiento en el que los vendedores han dominado el mercado se puede producir un factor de sobreventa lo que conllevaría a una respuesta inmediata de precios a la alza y que consecuentemente se emitan señales de compra de estas acciones lo que llevaría nuevamente a que los compradores tomen el control del mercado.

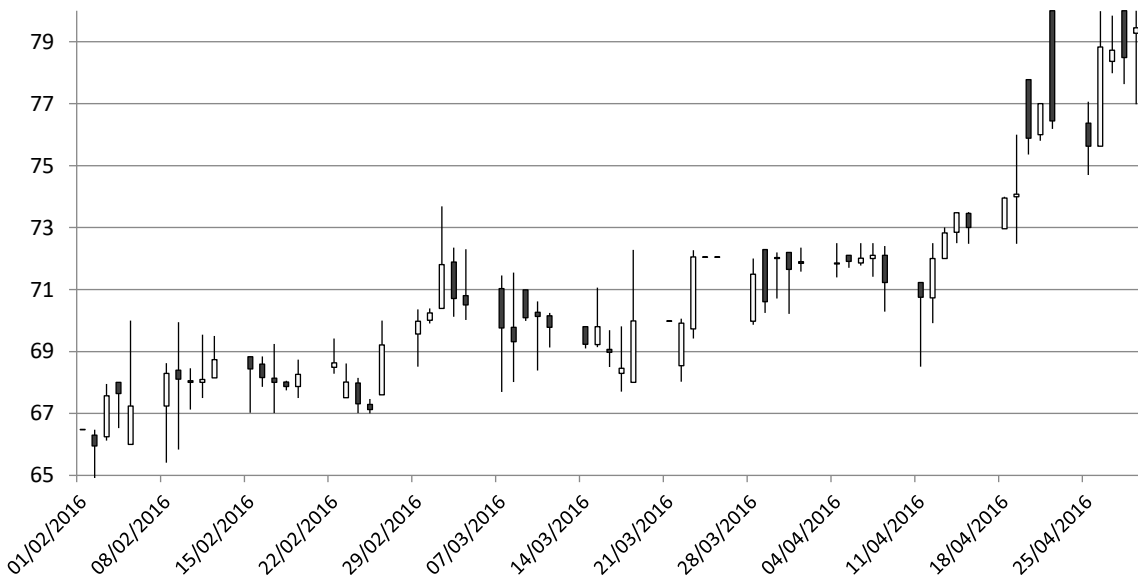
Gráfica 3.19: Velas Japonesas de Gruma



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Para el caso de Megacable Holdings, se podría afirmar que existe un mercado más equilibrado en el cual los compradores se han impuesto ligeramente sobre los vendedores, lo cual explica la tendencia ascendente en los precios de esta emisora, aunque con cierta volatilidad en las últimas dos semanas analizadas.

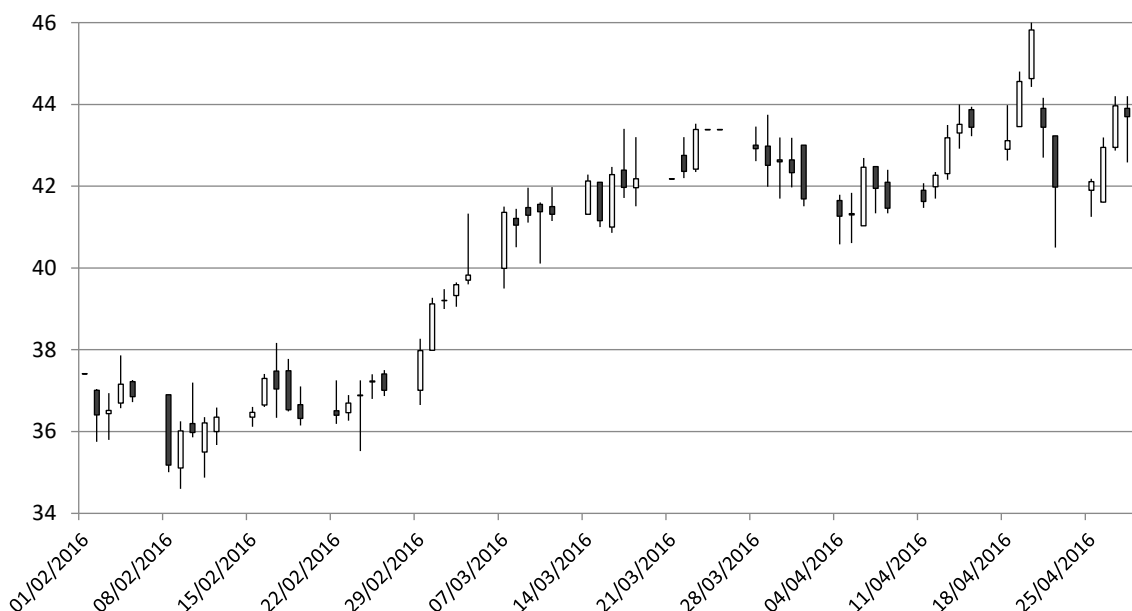
Gráfica 3.20: Velas Japonesas de Megacable Holdings



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Finalmente, en la gráfica 3.21 se observan las velas japonesas obtenidas de Mexichem durante los meses que van de febrero a abril de 2016. En este caso se aprecia un comportamiento similar al de Megacable Holdings en el cual se ve que los compradores han llevado al mercado hacia una tendencia a la alza, no obstante, la respuesta de los vendedores en las últimas dos semanas de abril provocó que la tendencia obtenida durante el periodo analizado detuviera su crecimiento, y, dado el comportamiento de los precios de esta emisora en términos de largo plazo aunado a las últimas tres velas negras obtenidas es posible que inicie un periodo donde los precios tomen una tendencia descendente lo que influiría en obtener rentas más bajas en las acciones de Mexichem.

Gráfica 3.21: Velas Japonesas de Mexichem



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

VI. Modelo ARCH-GARCH del IPC

El objetivo de la presente sección es estimar un modelo econométrico de volatilidad financiera que permita evaluar el desempeño de un índice de mercado que sirva como referencia para el desempeño del portafolio. Debido a que las acciones seleccionadas recurrentemente han formado parte del IPC de la Bolsa Mexicana de Valores durante el periodo de estudio, para el presente caso se determinará el nivel de volatilidad del IPC y así tener una visión del nivel de riesgo del mercado en el que operan las acciones seleccionadas en su conjunto.

En la econometría, particularmente en el análisis de series de tiempo hay dos tipos de modelos, un caso es el correspondiente a variables discretas las cuales se caracterizan por contar con una tendencia determinística, mientras que el otro caso se refiere a variables continuas cuyo comportamiento se caracteriza por ser estocástico, es decir, aleatorio.

Las familias de los procesos estocásticos se dividen principalmente en dos grupos, los cuales se distinguen uno del otro por incluir componentes estacionales en sus modelos.

Del primer grupo, el cual no incluye componentes estacionales se conforma de la siguiente manera:

- AR (P)
- MA (Q)
- ARMA (P, Q)
- ARIMA (P, D, Q)
- ARMAX (P, Q)
- ARIMAX (P, D, Q)

Por su parte, el grupo en el cual si existen componentes estacionales son los siguientes:

- SAR (P)
- SMA(Q)
- SARMA (P, Q)
- SARIMA (P, D, Q)

De ambos grupos se desprenden los modelos de series de tiempo de alta volatilidad, específicamente los modelos ARCH, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- ARCH
- GARCH
- EGARCH
- TARCH
- IGARCH

Como se mencionó en el Capítulo II, los modelos ARCH permiten determinar cuál es el grado de volatilidad que presenta una serie de tiempo del sector financiero, la cual se caracteriza por presentar una tendencia estocástica, por lo que la media deja de ser una constante y la varianza se comporta de manera volátil. Un proceso estocástico se define como la suma de sucesiones o colección de variables aleatorias que están ordenadas de manera cronológica, el cual es explicado por los momentos alrededor de la media.

El primer momento que es la media se define como:

$$E(X_t) = \mu = E(X) = 0 \quad (3.15)$$

El segundo momento que es la varianza se define como:

$$E(X_t)^2 = \sigma^2 = \gamma t \quad (3.16)$$

Mientras que el tercer momento que es la covarianza se define como:

$$\gamma_{t_1 t+k} = E \{ [X_t - \mu_t][X_{t_1 t+k} - \mu_t] \} \quad (3.17)$$

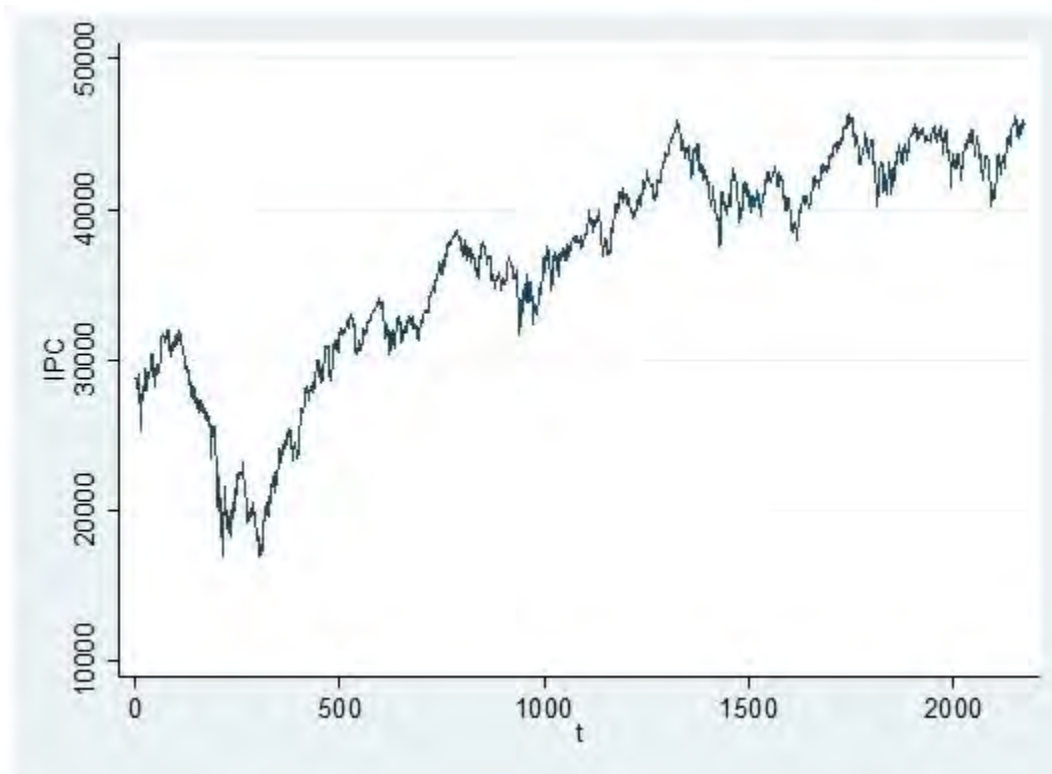
Por su parte, la función de autocorrelación que se deriva de la covarianza es:

$$e_{t_1 t+k} = \frac{cov(t_1 t+k)}{\sqrt{var(t_1 t+k)}} \quad (3.18)$$

Así mismo, es importante mencionar que para poder estimar un modelo ARCH, la serie a analizar debe de cumplir con la condición de estacionariedad o de ruido blanco.

Para realizar el presente análisis se recabaron los datos diarios del IPC durante el periodo que van del 04 de enero de 2008 al 29 de abril de 2016. La razón por la cual se tomó una extensión de dos años más respecto a las series recabadas para la construcción del portafolio de inversión se debió a que el IPC presentaba problemas de especificación que impedían modelar de manera adecuada la serie durante el periodo 2010-2016, por lo que para obtener resultados de manera confiable se realizó este cambio de periodicidad. La siguiente gráfica muestra el comportamiento del IPC durante el periodo analizado.

Gráfica 3.22: Comportamiento del IPC 2008-2016



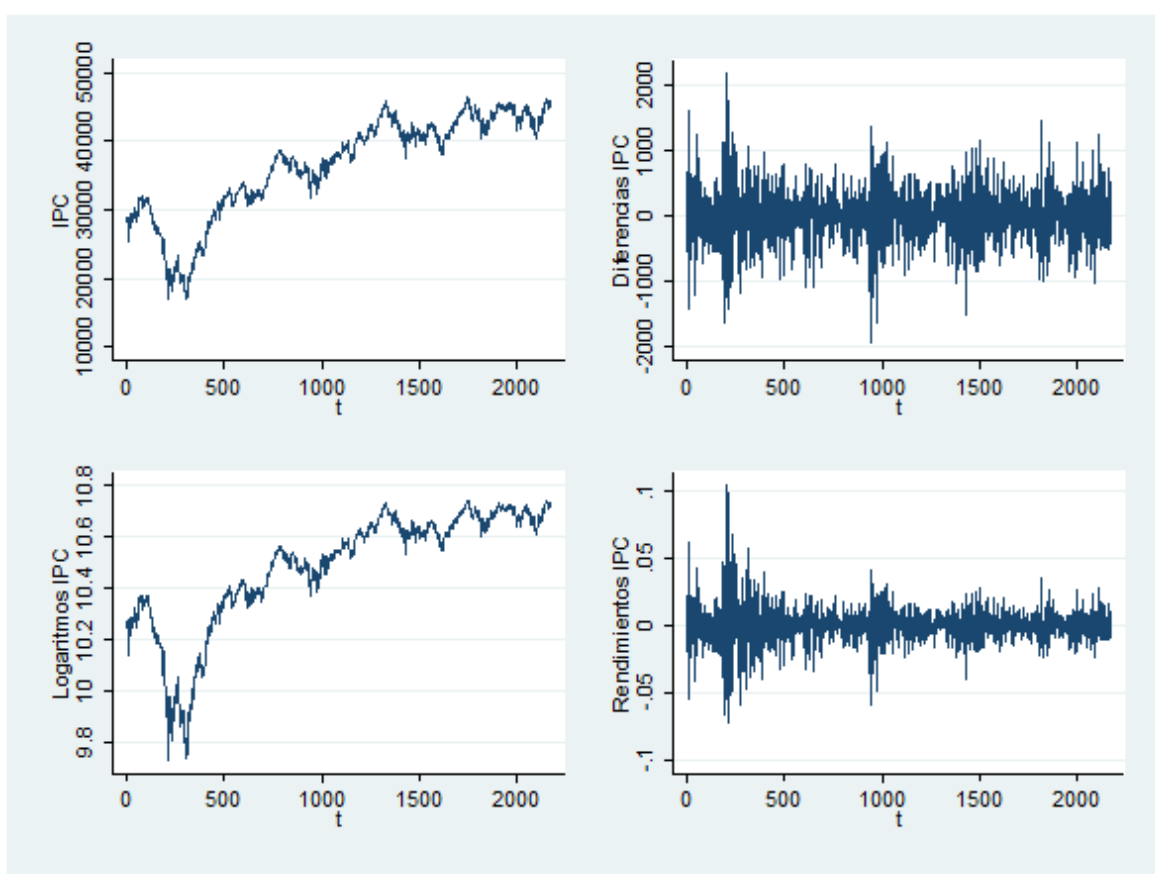
Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Como se logra ver en la gráfica 3.22 durante el periodo de estudio el IPC ha presentado en términos generales una tendencia alcista la cual comienza después de los efectos producidos por la crisis financiera de 2008, misma que se aprecia en las primeras doscientas observaciones de la gráfica anterior. Después de dicho periodo se nota como el IPC toma un comportamiento ascendente, aunque con algunas variaciones que han

repercutido en su rendimiento en términos de corto plazo, el cual se ve explicado por el grado de volatilidad que presenta la serie.

Al igual que en el apartado III del presente capítulo, para la elaboración del modelo ARCH se procedió a obtener los logaritmos de la serie, así como las diferencias y los rendimientos del IPC, lo cual se realizó mediante el software *Stata*. En el siguiente panel se muestra a nivel gráfico el comportamiento del índice, sus diferencias, logaritmos y rendimientos durante el periodo 2008-2010.

Panel de Gráficas 3.6: Índice de Precios y Cotizaciones

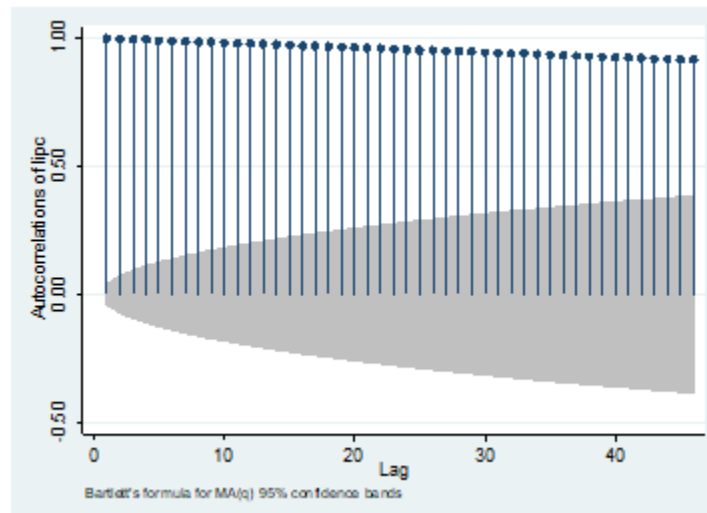


Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Posteriormente se procedió a corroborar de manera visual si la serie logarítmica del IPC es estacionaria, por lo que fue necesario obtener las gráficas de función de autocorrelación y de función de autocorrelación parcial del logaritmo del IPC. Debido a que la periodicidad de la serie es diaria, el cálculo de rezagos para obtener ambas funciones se determinó después

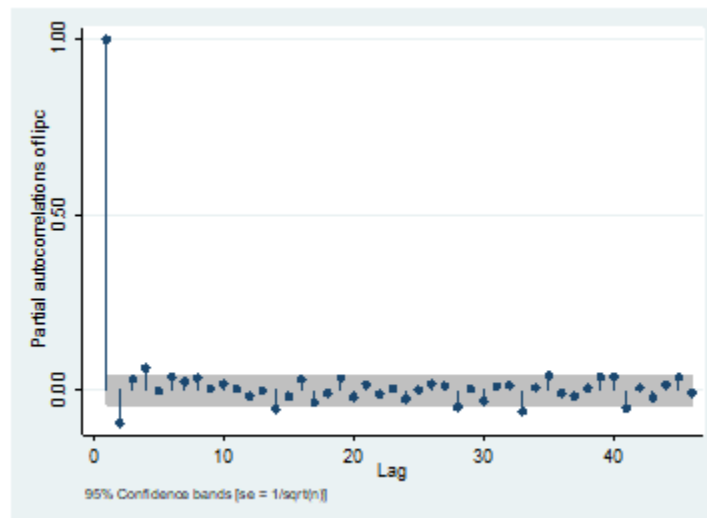
de elevar a la 0.5 el total de observaciones que en este caso son 2,173, lo cual dio un total de 46 rezagos. La siguiente gráfica muestra la función de autocorrelación y de autocorrelación parcial del logaritmo del IPC.

Gráfica 3.23: Autocorrelación del Logaritmo del IPC



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Gráfica 3.24: Autocorrelación Parcial del Logaritmo del IPC



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

De acuerdo con las gráficas anteriores, sobre todo poniendo mayor atención en la gráfica 3.23 que corresponde a la gráfica de autocorrelación de la serie, se puede afirmar que el logaritmo del IPC no presenta un comportamiento estacionario ya que sus funciones de

autocorrelación no tienden a cero cuando se supone que deberían de hacerlo. Para verificar si efectivamente la serie es no estacionaria se procedió a aplicar la prueba de raíz unitaria, específicamente la prueba *Dickey-Fuller*.

Para determinar si la serie del logaritmo del IPC presenta o no raíz unitaria se plantearon las siguientes hipótesis:

$$H_0 : \gamma = 0 \quad (3.19)$$

$$H_1 : \gamma < 0 \quad (3.20)$$

En el caso de la expresión 3.19 donde $\gamma = 0$ esta implica la presencia de raíz unitaria por lo que de acuerdo con la teoría la serie sería no estacionaria. Por su parte, la expresión 3.20 refleja la ausencia de raíz unitaria, lo que a su vez significa que la serie si es estacionaria y por lo tanto satisface el principio de ruido blanco.

Así mismo, para aplicar la prueba de *Dickey-Fuller* se establecieron los siguientes tres modelos:

$$\Delta X(t) = \phi \Delta X_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.21)$$

$$\Delta X(t) = \delta + \phi \Delta X_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.22)$$

$$\Delta X(t) = \delta + \beta_t + \phi \Delta X_{t-1} + \epsilon_t \quad (3.23)$$

Dónde el modelo de la prueba *Dickey-Fuller* 3.21 implica la ausencia de constante, mientras que los modelos 3.22 y 3.23 incorporan deriva y tendencia respectivamente.

Las pruebas de raíz unitaria se realizaron en el software *Stata*, donde determinamos que la serie no tiene raíz unitaria cuando el valor de la t estadística es negativo y que además dicho valor es mayor en términos absolutos al valor crítico obtenido de la prueba considerando para ello un nivel de significancia estadística del 5%.

Los resultados obtenidos de la prueba *Dickey-Fuller* sobre la serie del logaritmo del IPC se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.12: Prueba *Dickey-Fuller* a los Logaritmos del IPC

Modelo	t estadística	Valor Crítico al 5%
1. Sin constante	0.788	-1.950
2. Con Deriva	-1.215	-1.646
3. Con Tendencia	-2.468	-3.410

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede ver en el cuadro anterior, el modelo 1 de la prueba *Dickey-Fuller* muestra que t estadística no es negativa, lo cual implica la presencia de raíz unitaria y a pesar de que en los modelos 2 y 3 los valores de t estadística obtenidos son negativos, ambos no son mayores en términos absolutos a un nivel de 5% de significancia estadística, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula de la expresión 3.19 y se concluye que la serie es no estacionaria, lo que implica que la serie del IPC en logaritmos no puede ser modelada debido a que no cumple con el supuesto de ruido blanco.

Posteriormente, para analizar el nivel de volatilidad de la serie del IPC se procedió a obtener las mismas pruebas de raíz unitaria pero esta vez sobre los rendimientos del IPC, mismos que ya se habían obtenido anteriormente después de haber aplicado una primera diferencia sobre la serie de logaritmos del IPC. El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos de la prueba de raíz unitaria sobre los rendimientos de la serie.

Cuadro 3.13: Prueba *Dickey-Fuller* a los Rendimientos del IPC

Modelo	t estadística	Valor Crítico al 5%
1. Sin constante	-42.377	-1.950
2. Con Deriva	-42.379	-1.646
3. Con Tendencia	-42.369	-3.410

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede ver en el cuadro anterior, ahora los valores de t estadística son negativos y mayores en términos absolutos tomando como referencia un criterio del 5% de significancia estadística, lo que significa que la serie de los rendimientos del IPC si son

estacionarios por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de la expresión 3.20, y, por lo tanto, ya es viable la estimación del modelo ARCH.

Una vez que se determinó que la serie de los rendimientos del IPC son estacionarios, antes de poder especificar el modelo ARCH fue necesario especificar un modelo ARIMA el cual se expresa de la siguiente manera:

$$ARIMA(p, d, q) = \Delta X(t) \quad (3.24)$$

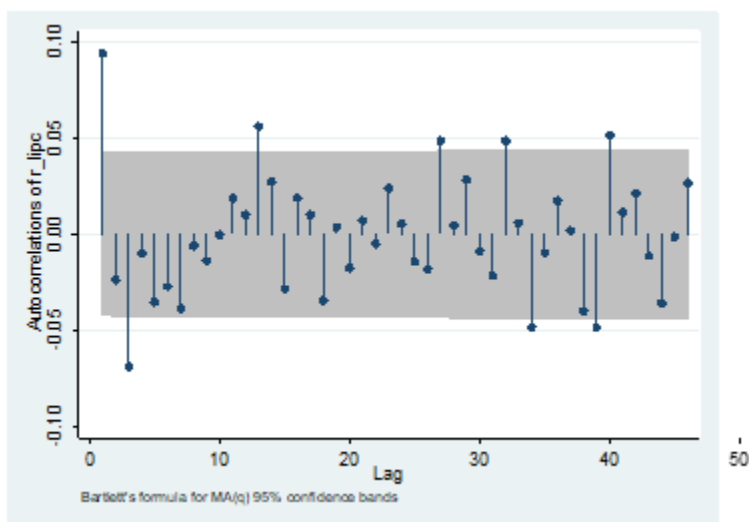
$$\Delta X(t) = \phi_1 \Delta X_{t-1} + \phi_2 \Delta X_{t-2} + \dots + \phi_p \Delta X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

En el cual la parte *AR* (p) corresponde a la parte autorregresiva del modelo, mientras que la parte *MA* (q) corresponde a las medias móviles.

En caso de que los residuales del modelo ARIMA a estimar no se distribuyan como una normal y que por el contrario presenten una distribución de carácter leptocúrtica, es decir, con una alta curtosis, se considera que la serie analizada es candidata a la estimación de un modelo ARCH o GARCH.

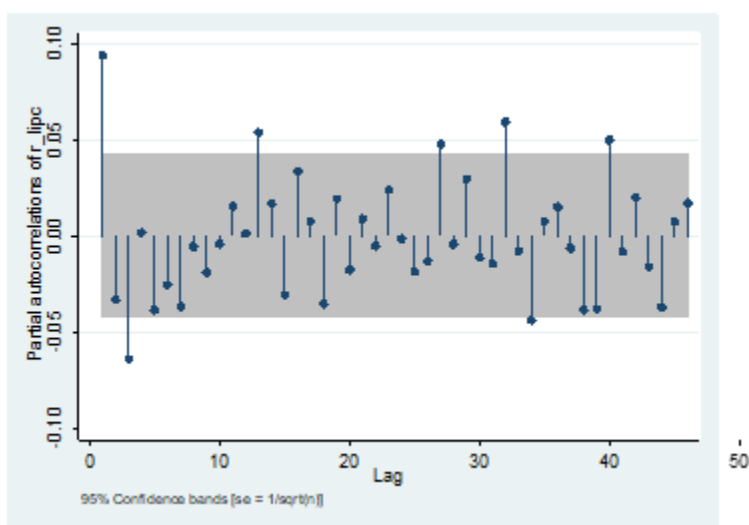
Dado lo anterior, para estimar el modelo ARIMA se obtuvieron las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de la serie de los rendimientos del IPC para determinar en qué rezagos se tienen que incorporar componentes autorregresivos y en que rezagos incorporar componentes de medias móviles. Las siguientes gráficas muestran la función de autocorrelación y autocorrelación parcial obtenidas.

Gráfica 3.25: Autocorrelación de los Rendimientos del IPC



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Gráfica 3.26: Autocorrelación Parcial de los Rendimientos del IPC



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

De acuerdo con las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial obtenidas de la serie estacionaria de los rendimientos del IPC, el modelo ARIMA a estimar se debe realizar considerando un componente autorregresivo en los rezagos 1 y 13, mientras que se debe incorporar un componente de media móvil en el rezago 3. El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos de la regresión del modelo ARIMA.

Cuadro 3.14: Modelo ARIMA de los Rendimientos del IPC

Regresión del Modelo ARIMA						
ARIMA regression			Number of obs	=	2172	
Sample: 2 – 2173			Wald chi2(3)	=	100.75	
Log likelihood = 6487.518			Prob > chi2	=	0.0000	
r_lipc	Coef.	OPG Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ARMA						
ar						
L1.	.0920444	.0128492	7.16	0.000	.0668605	.1172284
L13.	-.0714808	.0126855	4.58	0.000	.0331984	.0829244
ma						
L3.	-.0714808	.0138956	-5.14	0.000	-.0987157	-.044246
/sigma	.0122059	.000084	145.35	0.000	.0120413	.0123704

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Como se puede ver en el cuadro anterior, los componentes AR y MA del modelo son estadísticamente significativos, por lo que enseguida se procedió a obtener los residuales del modelo para realizar una prueba de normalidad, específicamente la prueba “*sktest*”, la cual detecta si el sesgo y la curtosis de los residuales de la serie se distribuyen como una normal o no.

Para realizar la prueba “*sktest*” se establecen las siguientes hipótesis.

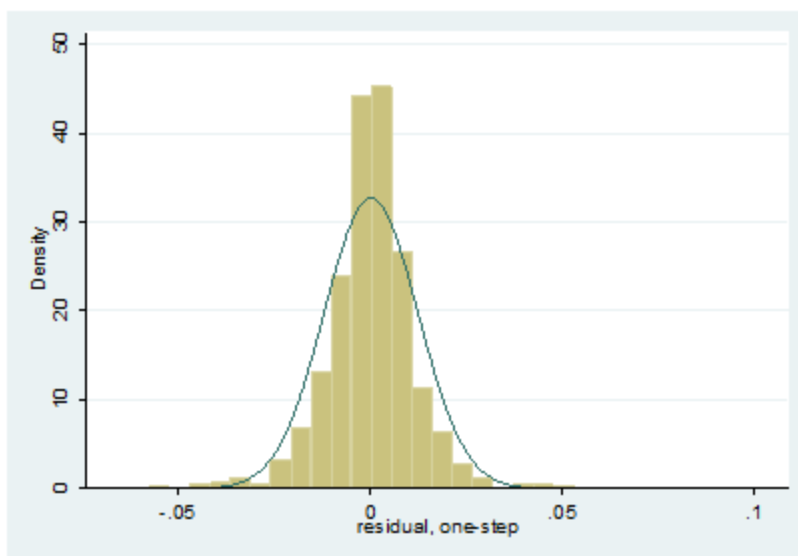
$$H_0 : \text{sesgo} = 0; \text{curtosis} = 3; H_0 : \text{normalidad} \quad (3.25)$$

$$H_1 : \text{sesgo} \neq 0; \text{curtosis} \neq 3; H_1 : \text{no normalidad} \quad (3.26)$$

Para el presente caso, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de que los residuales no se distribuyen como una normal ya que los valores de la prueba referentes al sesgo y a la curtosis no son mayores a 0.05.

Para corroborar la hipótesis alternativa se obtuvo que el valor del sesgo es de 0.2737 mientras que el valor de la curtosis es de 14.22, cuando lo ideal es que en una distribución normal los valores del sesgo y la curtosis sean de 0 y 3 respectivamente, por lo que es posible afirmar que los residuales del modelo se distribuyen de manera leptocúrtica, lo cual se logra apreciar en la siguiente gráfica.

Gráfica 3. 27: Distribución Leptocúrtica de los Residuales del Modelo ARIMA



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Una vez que se observó que los residuales se distribuyen de manera leptocúrtica, se procedió a estimar un modelo ARCH. Como ya se mencionó, lo que busca el modelo ARCH es pronosticar la volatilidad, así como encontrar la ecuación de la media y de la varianza de la serie. Sin embargo, este tipo de modelos presenta críticas como:

1. Determinación del número de rezagos.
2. El orden del modelo es grande y por lo tanto no es parsimonioso.
3. Se debe de cumplir con las restricciones de no negatividad las cuales pueden ser violadas.

Para el presente caso se estimó un modelo ARCH de orden 1, el cual fue desarrollado por Robert Engle en 1982 y cuya ecuación se expresa como:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 \quad (3.27)$$

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del modelo ARCH (1).

Cuadro 3.15: Modelo ARCH (1) de los Rendimientos del IPC

Regresión del Modelo ARCH (1)						
ARCH family regression		Number of obs		=	2172	
Sample: 2 – 2173		Wald chi2(3)		=		
Distribution: Gaussian		Prob > chi2		=	.	
Log likelihood = 6487.518						
r_lipc	Coef.	OPG Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
r_lipc _cons	.0004015	.0001991	2.02	0.044	.0000113	.0007918
ARCH arch L1.	.3810346	.0241484	15.78	0.000	.3337045	.4283647
_cons	.0001016	1.83e-06	55.59	0.000	.0000981	.0001052

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Una vez estimado el modelo ARCH (1) el cual cumplió con las restricciones de no negatividad y considerando que la constante es estadísticamente significativa, se procedió a obtener la ecuación de la media y la ecuación de la varianza.

La ecuación de la media se expresa como:

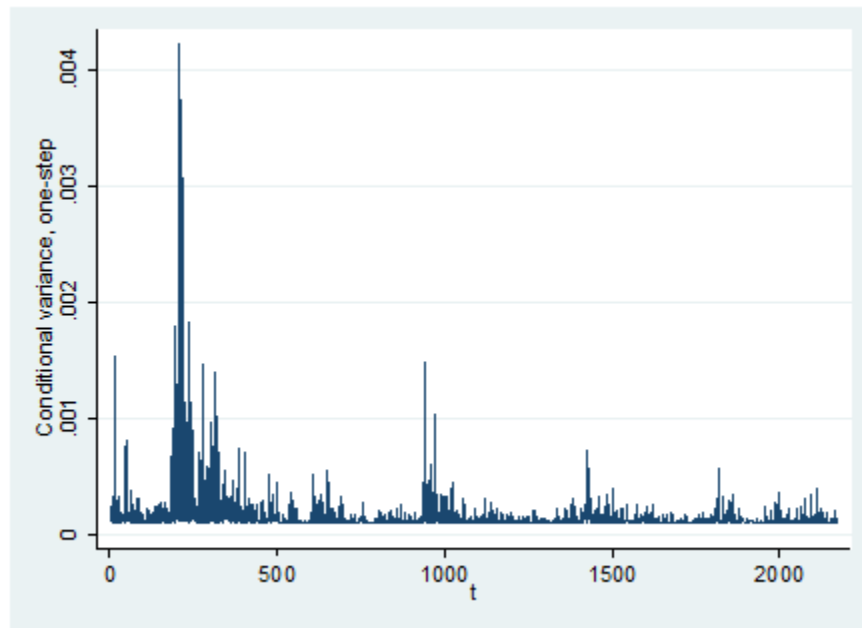
$$Y_t = \varepsilon_t \sigma_t = 0.0004015 \quad (3.28)$$

Mientras que la ecuación de la varianza se define como:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 = 0.0001016 + 0.3810346 u_{t-1}^2 \quad (3.29)$$

En la siguiente gráfica se logra apreciar la varianza de los rendimientos del IPC obtenida a partir del modelo ARCH (1).

Gráfica 3.28: Varianza del Modelo ARCH (1)



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

De acuerdo a la gráfica de la varianza del modelo ARCH (1), el periodo de mayor volatilidad de la serie corresponde al periodo 2008 que es cuando se dio la crisis financiera la cual tuvo un impacto sobre el IPC. Posteriormente se observa cómo se comienza a estabilizar la serie y aunque en 2011 nuevamente hay una variación, esta no tiene un mayor impacto al observado en 2008. A partir de 2012 y hasta 2016 se observa que el mercado tiene un comportamiento estable.

Ahora, para definir el grado de volatilidad que presenta la serie, se estimó un modelo GARCH, el cual se caracteriza por ser un modelo dependiente de la varianza condicional rezagada o de los periodos anteriores.

En el modelo GARCH se tiene que:

- La varianza condicional cambia constantemente
- La varianza incondicional de u_t es constante

Así mismo, se considera que el GARCH es un modelo simétrico ya que asume que tanto los choques negativos como los choques positivos impactan a la volatilidad en la misma magnitud. El modelo GARCH (1, 1) es el más utilizado ya que es el más sencillo y es el modelo que tiene la mayor probabilidad de encontrar las restricciones negativas, aunque en ocasiones un modelo GARCH (2,2) puede arrojar resultados más específicos si la constante tiene un mejor nivel de significancia estadística.

La ecuación que caracteriza a un modelo GARCH (1,1) es la siguiente:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 u_{t-1}^2 \quad (3.30)$$

Mientras que un modelo GARCH (p, q) se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j u_{t-j}^2 \quad (3.31)$$

Dado lo anterior, para estimar la volatilidad del IPC se plantearon los siguientes escenarios:

- 1) La serie sería considerada como altamente volátil si:

$$\alpha + \beta > 1 \quad (3.32)$$

- 2) la serie sería considerada como de riesgo moderado si:

$$\alpha + \beta < 1 \quad (3.33)$$

Y, en caso de que la suma de los coeficientes:

$$\alpha + \beta = 1 \quad (3.34)$$

Se dice que el modelo cuenta con raíz unitaria en la varianza y, por lo tanto, esta debe estimarse mediante un modelo GARCH integrado (IGARCH).

Para determinar el nivel de volatilidad de la serie del IPC se estimó un modelo GARCH (2,2) ya que este modelo tuvo un mejor nivel de significancia estadística al 95% que el modelo GARCH (1,1).

El siguiente cuadro muestra la tabla Anova del modelo GARCH.

Cuadro 3.16: Modelo GARCH (2,2) de los Rendimientos del IPC

Regresión del Modelo GARCH (2,2)						
ARCH family regression			Number of obs	=	2172	
Sample: 2 – 2173			Wald chi2(3)	=		
Distribution: Gaussian			Prob > chi2	=	.	
Log likelihood = 6898.576						
r_lipc	Coef.	OPG Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
r_lipc _cons	.0003796	.000193	1.97	0.049	1.36e-06	.0007579
ARCH arch L2.	.1068413	.008826	12.11	0.000	.0895427	.1241399
garch L2.	.8755266	.0096487	90.74	0.000	.8566155	.8944377
_cons	2.42e-06	4.37e-07	5.53	0.000	1.56e-06	3.27e-06

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Los resultados que arrojaron los coeficientes del modelo fueron los siguientes:

$$\alpha = 0.1068413 \quad (3.35)$$

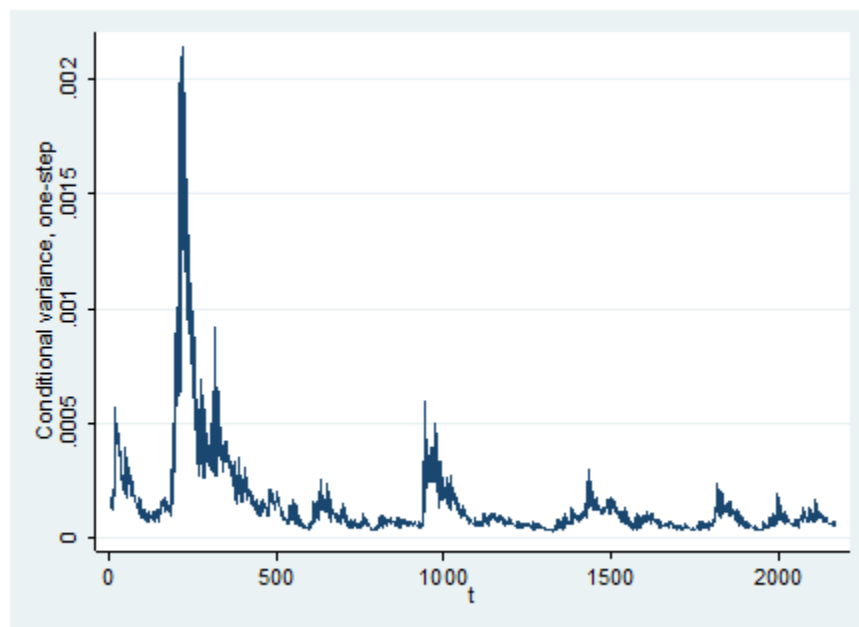
$$\beta = 0.8755266 \quad (3.36)$$

$$\alpha + \beta = 0.9823679 \quad (3.37)$$

De acuerdo con los resultados obtenidos del modelo, se puede concluir que la serie del IPC presenta un riesgo de tipo moderado, ya que el valor obtenido de la suma de los coeficientes fue de 0.9823, por lo que no es necesario estimar un modelo IGARCH ya que la varianza no presenta raíz unitaria. Debido a que el nivel de volatilidad del mercado es de riesgo moderado, se espera que el comportamiento del portafolio presente un nivel de riesgo similar o menor al del mercado, aunque con una rentabilidad mayor.

La siguiente gráfica muestra la volatilidad de la serie de acuerdo con los resultados del modelo GARCH (2,2).

Gráfica 3.29: Varianza del Modelo GARCH (2,2)



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Finalmente, se estimó un modelo EGARCH para conocer el efecto de asimetría y así determinar el efecto que tendrían tanto las malas noticias como las buenas noticias sobre la serie del IPC. Para ello se plantea que la asimetría consiste en el hecho de que la volatilidad sea mayor ante un choque negativo que ante un choque positivo. El modelo EGARCH se define como:

$$\log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \alpha_1 \left(\frac{u_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right) + \gamma \left(\frac{u_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right) + \beta_1 \log(\sigma_{t-1}^2) \quad (3.38)$$

El efecto de asimetría está dado por el parámetro γ . El parámetro α_1 muestra la magnitud del efecto de asimetría, mientras que la persistencia en la volatilidad se verifica por el parámetro β_1 . Dado lo anterior, si:

$$u_{t-1} > 0 \tag{3.39}$$

Las buenas noticias tendrán un impacto $\alpha_1 + \gamma$ sobre el logaritmo de la varianza condicional. En cambio, si:

$$u_{t-1} < 0 \tag{3.40}$$

Las malas noticias tendrán un impacto $\alpha_1 - \gamma$ sobre el logaritmo de la varianza condicional.

Cuadro 3.17: Modelo EGARCH (1,1) de los Rendimientos del IPC

Regresión del Modelo EGARCH (1,1)						
ARCH family regression			Number of obs	=	2172	
Sample: 2 – 2173			Wald chi2(3)	=		
Distribution: Gaussian			Prob > chi2	=	.	
Log likelihood = 6980.935						
r_lipc	Coef.	OPG Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]	
r_lipc_cons	.0000786	.0001787	0.44	0.660	-.0002717	.0004289
ARCH						
earch						
L1.	-.0964283	.0087223	-11.06	0.000	-.1135237	-.0793329
earch_a						
L1.	.1155392	.0125834	9.18	0.000	.0908762	.1402021
egarch						
L2.	.9873108	.0019592	503.94	0.000	.9834709	.9911508
_cons	-.1139943	.0178137	-6.40	0.000	-.1489084	-.0790801

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas

Los resultados que arrojaron los coeficientes del modelo EGARCH fueron los siguientes:

$$\alpha = -0.0964283 \quad (3.41)$$

$$\gamma = 0.1155392 \quad (3.42)$$

Para el caso de las malas noticias:

$$\alpha - \gamma = -0.2119675 \quad (3.43)$$

Mientras que para el caso de las buenas noticias:

$$\alpha - \gamma = 0.0191109 \quad (3.44)$$

Dados los resultados del modelo EGARCH, se estima que una mala noticia tendría un efecto negativo sobre la serie de los rendimientos del IPC de -21.19% en un día, mientras que una buena noticia tendría un efecto tan sólo del 1.91% en un día, lo cual permite observar que una mala noticia siempre tiene un efecto negativo mucho mayor al efecto que generaría una buena noticia sobre la serie del IPC, por lo que en estos casos la diversificación en la inversión de instrumentos de renta variable juega un papel importante para la disminución de efectos negativos al realizar una selección óptima de acciones que constituyan un portafolio de inversión.

Conclusión al Capítulo III

Mediante el análisis fundamental fue posible determinar qué Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma y Megacable Holdings han sido de las compañías más representativas en sus respectivos sectores económicos al contar en términos generales con razones financieras más significativas a las del promedio de su sector, sobre todo en cuestiones de rentabilidad, en tanto que las razones financieras de Mexichem si bien es cierto que se encuentran por debajo de las razones promedio de su sector, cabe destacar que la compañía no ha sufrido pérdidas en los últimos años.

En cuanto al análisis técnico y análisis gráfico realizado, se pudieron obtener señales de compra y de venta de las acciones seleccionadas y se observó que tanto Grupo Aeroportuario del Pacífico, como Gruma y Megacable Holdings, presentan una tendencia determinística positiva a corto y largo plazo, mientras que Grupo Financiero Inbursa y Mexichem si bien han logrado crecer durante el periodo de estudio, ambas compañías presentan un comportamiento más volátil ya que no presentan una tendencia claramente definida a largo plazo.

Por su parte, a través del modelo GARCH aplicado al IPC de la Bolsa Mexicana de Valores, es posible señalar que el mercado en el cual operan las cinco emisoras seleccionadas es de riesgo moderado, en tanto que los resultados del modelo EGARCH estiman que el efecto de una mala noticia es mayor al efecto de una buena noticia sobre el rendimiento del IPC.

Capítulo IV: Construcción del Portafolio de Inversión

El objetivo particular de este capítulo es aplicar el modelo de Markowitz y el modelo CAPM para obtener un portafolio de inversión óptimo el cual minimice el riesgo sin exponer las expectativas de rendimiento, utilizando las acciones de Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem. Para ello, se tomaron los precios diarios de cierre ajustados de las cinco emisoras durante el periodo correspondiente del 4 de enero de 2010 hasta el 29 de abril de 2016.

El presente capítulo tiene también como objetivo particular la estimación del valor en riesgo del portafolio de inversión óptimo y de cada una de las acciones a través de la metodología del VaR para observar los efectos de la diversificación.

I. Enfoque de Media-Varianza

Como se mencionó en el Capítulo I, en el año de 1952 Harry Markowitz desarrolló el primer modelo matemático para calcular el rendimiento y la volatilidad de un portafolio de inversión, en el cual demostró que a partir de la diversificación de las inversiones en conjunto se lograba disminuir el riesgo.

De acuerdo con la teoría de Markowitz existen principalmente tres momentos estadísticos, los cuales se obtendrán para la construcción del portafolio:

1. El rendimiento esperado de cada instrumento que es representado por la media.
2. El nivel de volatilidad que es explicado por la varianza.
3. El riesgo de cada instrumento que es explicado por la desviación estándar de los rendimientos.

Para poder obtener los tres momentos estadísticos anteriores, en primer lugar, a los precios de cierre ajustados de cada una de las cinco acciones se les aplicó una tasa de cambio con el fin de obtener los rendimientos diarios del periodo de estudio, a los cuales se les calculó la media aritmética para obtener las expectativas de rendimiento, y las desviaciones estándar para calcular sus riesgos, las cuáles fueron anualizadas posteriormente.

La fórmula para obtener los rendimientos de una acción es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Precio}_t - \text{Precio}_{t-1}}{\text{Precio}_{t-1}} \quad (4.1)$$

Por otra parte, la fórmula para calcular la media es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n} \quad (4.2)$$

Mientras que la fórmula para obtener la desviación estándar de una acción es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (4.3)$$

Dónde x representa cada uno de los rendimientos de las acciones y n es el total de observaciones.

Como los datos tienen una periodicidad diaria, y lo que se desea es obtener las expectativas de rendimiento anuales y sus respectivos niveles de riesgo, se procedió a anualizar tanto las medias como las desviaciones estándar de la siguiente manera:

$$\text{Expectativas de Rendimiento Anual} = \bar{x} * 252 \quad (4.4)$$

$$\text{Desviación Estándar Anual} = \sigma * (252)^{0.5} \quad (4.5)$$

En el cuadro 4.1 se pueden observar los resultados obtenidos de las expectativas de rendimiento y las desviaciones estándar anuales para cada una de las acciones.

Cuadro 4.1: Expectativas de Rendimiento y Desviaciones Estándar Anuales

Acción	Expectativas de Rendimiento	Desviación Estándar
Gap	27.25%	23.06%
Inbursa	15.17%	30.06%
Gruma	41.39%	30.28%
Megacable	19.43%	24.57%
Mexichem	12.98%	26.36%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el cuadro anterior se observa que se obtuvieron el primer y el tercer momento estadístico, por lo que para poder obtener la matriz de varianzas y covarianzas que representan al segundo momento estadístico, en primera instancia se obtuvo la matriz de los coeficientes de correlación de las cinco acciones, la cual se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.2: Matriz de Coeficientes de Correlación

Acción	Gap	Inbursa	Gruma	Megacable	Mexichem
Gap	1	0.199763402	0.135452841	0.08866172	0.236732968
Inbursa	0.199763402	1	0.19835472	0.086579368	0.317924214
Gruma	0.135452841	0.19835472	1	0.108877314	0.240598316
Megacable	0.08866172	0.086579368	0.108877314	1	0.134895179
Mexichem	0.236732968	0.317924214	0.240598316	0.134895179	1

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

El coeficiente de correlación es una medida que explica cómo se comportan dos acciones ante diversas circunstancias que lo afectan, es decir, mide el nivel de relación entre ambas y siempre en un rango de entre -1 y 1. Cuando el coeficiente de correlación va de 0 a 1, significa que los rendimientos se mueven en la misma dirección, mientras que cuando el coeficiente de correlación va de 0 a -1 los rendimientos se mueven en sentidos contrarios. En este caso, los coeficientes de correlación obtenidos varían de 0 a 1, es decir, de manera positiva. Por ejemplo, si el rendimiento de Grupo Aeroportuario del Pacífico aumenta en una

unidad, el rendimiento de Gruma aumentará en un 19.97%. De igual forma, se puede afirmar que el coeficiente de correlación más alto es entre Grupo Financiero Inbursa y Mexichem con un 31.79%, y la correlación más baja es entre Grupo Aeroportuario del Pacífico y Megacable Holdings con un coeficiente de correlación de 8.86%.

Una vez que se obtuvo la matriz de correlación y las desviaciones estándar anuales de cada acción, se calculó la matriz de varianza-covarianza anual, la cual se define mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{xy} = \rho_{xy} * \sigma_x * \sigma_y \quad (4.6)$$

Dónde ρ_{xy} es el coeficiente de correlación entre el activo x y el activo y , σ_x es la desviación estándar del instrumento x y σ_y es la desviación estándar del instrumento y .

Cuadro 4.3: Matriz de Varianza-Covarianza

Acción	Gap	Inbursa	Gruma	Megacable	Mexichem
Gap	0.053195297	0.013850155	0.009461286	0.005023983	0.014391325
Inbursa	0.013850155	0.090365814	0.018058018	0.006394284	0.025190171
Gruma	0.009461286	0.018058018	0.091717223	0.008100993	0.019205405
Megacable	0.005023983	0.006394284	0.008100993	0.060360217	0.008735289
Mexichem	0.014391325	0.025190171	0.019205405	0.008735289	0.069472171

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede ver en el cuadro 4.3, los signos de la matriz de varianza-covarianza son positivos al igual que los signos de la matriz de los coeficientes de correlación, lo cual indica que las cinco acciones siempre van en la misma dirección, es decir, en primera instancia se podría afirmar que ninguna acción compensa la pérdida de otra. Hay que recordar que la matriz de covarianza lo que mide es el nivel de dependencia entre dos series, en este caso los rendimientos de las acciones.

Por otra parte, se puede observar que la varianza de cada una de las acciones se encuentra en la diagonal principal de la matriz, la cual fue resultado de elevar al cuadrado la desviación

estándar anual para cada acción, mientras que la covarianza del conjunto de acciones se obtuvo multiplicando el coeficiente de correlación de dos acciones y sus respectivas desviaciones estándar anuales. Por ejemplo, se puede observar que la varianza de Grupo Aeroportuario del Pacífico es de 5.31%, mientras que la covarianza entre Grupo Financiero Inbursa y Mexichem es de 1.92%.

Después de que se obtuvieron los tres momentos estadísticos, para obtener el portafolio de inversión con la varianza más mínima posible, se planteó el siguiente problema de optimización restringida (Lasa, 2004):

$$\text{Min } \frac{1}{2} \sigma_p^2 \quad (4.7)$$

Por lo que para obtener las ponderaciones de cada uno de los instrumentos que constituyen el portafolio con la varianza más mínima, se establecieron los siguientes supuestos:

- a) Las sumas de las ponderaciones deben ser igual a uno, de manera que la restricción del problema de selección de inversiones se interpreta como:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.8)$$

- b) Se plantea que el portafolio de inversión no permite realizar ventas en corto, es decir, un portafolio con expectativas de rendimiento a largo plazo, por lo que se pone como restricción que las ponderaciones deben ser no negativas, es decir:

$$w_i \geq 0; \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad (4.9)$$

Una vez que se revisaron los supuestos anteriores, para conocer las ponderaciones óptimas de cada una de las acciones en el portafolio, para resolver el problema de optimización se aplicaron multiplicadores de Lagrange incorporándole sólo una restricción (Lasa, 2004).

La función de Lagrange se define como:

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} + \lambda \left[1 - \sum_{i=1}^n w_i \right] \quad (4.10)$$

Dónde λ es el multiplicador de Lagrange.

La condición de primer orden consiste en derivar parcialmente respecto a las n ponderaciones y respecto al multiplicador de Lagrange. Posteriormente se iguala a cero y se despejan los n valores w y λ .

$$\frac{\partial L}{\partial w_1} = w_1 \sigma_{11} + w_2 \sigma_{12} + \dots + w_n \sigma_{1n} - \lambda = 0 \quad (4.11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_2} = w_1 \sigma_{21} + w_2 \sigma_{22} + \dots + w_n \sigma_{2n} - \lambda = 0 \quad (4.12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_n} = w_1 \sigma_{n1} + w_2 \sigma_{n2} + \dots + w_n \sigma_{nn} - \lambda = 0 \quad (4.13)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0 \quad (4.14)$$

Manipulando de manera algebraica, se puede representar la condición de primer orden como un sistema de $n + 1$ ecuaciones y el mismo número de incógnitas, el cual se expresa matricialmente como (Lasa, 2004):

$$V_1 W_1 = B_1 \quad (4.15)$$

Dónde:

$$V_1 = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & 1 \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

$$W_1 = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \\ \lambda \end{bmatrix} \quad (4.17)$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.18)$$

Como se desea saber las ponderaciones correspondientes, se despeja el vector W_1 , el cual será igual a la multiplicación de la matriz inversa V_1^{-1} por la matriz B_1 , por lo que el vector de incógnitas del problema de optimización se expresa como:

$$W_1 = V_1^{-1}B_1 \quad (4.19)$$

Realizando los cálculos correspondientes, se obtiene el vector W_1 que se muestra en el cuadro 4.4, el cual corresponde a las ponderaciones que debe tener cada una de las acciones para obtener el portafolio con la varianza más baja posible.

Cuadro 4.4: Ponderaciones de las Acciones del Portafolio con la Varianza más Mínima

Acción	Ponderación
Gap	30.40%
Inbursa	11.50%
Gruma	13.60%
Mega	29.84%
Mexichem	14.63%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede observar en el cuadro 4.4, se cumplen los dos supuestos que se plantearon para el problema de optimización, ya que la suma de las ponderaciones si es igual a uno y de igual forma las ponderaciones correspondientes para cada acción son positivas, por lo que se cumple la condición de que el portafolio no permite realizar ventas en corto.

El vector W_1 que se encontró corresponde a las ponderaciones que debe tener cada una de las acciones en el portafolio que produce la varianza más baja de todos los portafolios que se pueden construir con esas mismas acciones, es decir, se pueden construir más portafolios con esas acciones, pero el que presenta el menor riesgo posible es el que contiene las ponderaciones del cuadro 4.4.

Una vez que fueron obtenidas las ponderaciones w_i , posteriormente se calculó el rendimiento anual del portafolio, el cual se define como:

$$E(r_p) = \bar{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i \quad (4.20)$$

Dónde \bar{r}_i es la tasa esperada de rendimiento de cada acción, es decir el rendimiento anual de la acción, mientras que w_i es la ponderación que tiene cada acción en el portafolio.

La expresión anterior puede obtenerse de igual forma mediante la siguiente multiplicación vectorial:

$$\bar{r}_p = W^T \bar{R}_i \quad (4.21)$$

Dónde W^T es el vector transpuesto de las ponderaciones que multiplica a R_i que es el vector de las expectativas de rendimiento de las acciones que constituyen el portafolio. Resolviendo la multiplicación matricial anterior, da como resultado que el rendimiento anual del portafolio es del 23.36%.

Después se procedió a obtener la varianza del rendimiento del portafolio, la cual se expresa como:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} \quad (4.22)$$

Matricialmente, la varianza del portafolio también se puede expresar como:

$$\sigma_p^2 = W^T S W \quad (4.23)$$

Con:

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.24)$$

Dónde W^T es el vector transpuesto de las ponderaciones, S es la matriz de covarianza y W es el vector de las ponderaciones, los cuales al ser multiplicados dan como resultado que la varianza del portafolio es del 2.26% anual.

Posteriormente se calculó la desviación estándar del rendimiento del portafolio, la cual se obtuvo de la raíz cuadrada de la varianza:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik}} \quad (4.25)$$

Simplificando la expresión anterior:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2} \quad (4.26)$$

Realizando el cálculo correspondiente a la desviación estándar del portafolio, el resultado obtenido determina que el nivel de riesgo del portafolio es de 15.05% anual. El siguiente cuadro resume los datos obtenidos para el portafolio con la varianza más mínima.

Cuadro 4.5: Expectativa de Rendimiento, Volatilidad y Riesgo Anuales del Portafolio con la Varianza más Mínima

Expectativa de Rendimiento	Volatilidad	Riesgo
23.36%	2.26%	15.05%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Observando el cuadro 4.5, se puede decir que el rendimiento anual que se espera del portafolio con la varianza más mínima es lo suficientemente atractivo dado su nivel de

riesgo, ya que éste último no es más alto que el nivel de rendimiento anual correspondiente, y de manera similar, su nivel de riesgo es más bajo que cualquiera del de las cinco acciones que conforman el portafolio, lo cual brinda cierta confianza al momento de invertir de manera diversificada.

II. Conjunto de Oportunidades de Inversión

El siguiente paso consistió en calcular un conjunto de oportunidades de inversión sin permitir ventas en el corto plazo, por lo que en este caso fue necesario obtener las ponderaciones correspondientes de cada una de las acciones a través de un proceso de minimización de varianza para diferentes expectativas de rendimiento.

Ahora, el problema de optimización restringida se expresa como (Lasa, 2004):

$$\text{Min } \frac{1}{2} \sigma_p^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} \quad (4.27)$$

Sujeto a:

$$\bar{r}_p = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i \quad (4.28)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.29)$$

Nuevamente, el problema de optimización se resolvió aplicando los multiplicadores lagrangianos, solo que ahora incorporando las dos restricciones anteriores (Lasa, 2004).

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik} + \lambda \left[\bar{r}_p - \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i \right] + \gamma \left[1 - \sum_{i=1}^n w_i \right] \quad (4.30)$$

Mientras que las condiciones de primer orden para minimizar son:

$$\frac{\partial L}{\partial w_1} = w_1 \sigma_{11} + w_2 \sigma_{12} + \dots + w_3 \sigma_{13} - \lambda \bar{r}_1 - \gamma = 0 \quad (4.31)$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_2} = w_1 \sigma_{21} + w_2 \sigma_{22} + \dots + w_3 \sigma_{23} - \lambda \tilde{r}_2 - \gamma = 0 \quad (4.32)$$

$$\frac{\partial L}{\partial w_n} = w_n \sigma_{n1} + w_2 \sigma_{n2} + \dots + w_3 \sigma_{n3} - \lambda \tilde{r}_n - \gamma = 0 \quad (4.33)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = w_1 \tilde{r}_1 + w_2 \tilde{r}_2 + \dots + w_n \tilde{r}_n - \tilde{r}_p = 0 \quad (4.34)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma} = w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0 \quad (4.35)$$

La condición de primer orden es un sistema de $n + 2$ ecuaciones lineales con el mismo número de incógnitas. Este sistema se puede representar matricialmente de la siguiente manera (Lasa, 2004):

$$V_2 * W_2 = B_2 \quad (4.36)$$

Dónde:

$$V_2 = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & \tilde{r}_1 & 1 \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} & \tilde{r}_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} & \tilde{r}_n & 1 \\ \tilde{r}_1 & \tilde{r}_2 & \dots & \tilde{r}_n & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4.37)$$

$$W_2 = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \\ \lambda \\ \gamma \end{bmatrix} \quad (4.38)$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \tilde{r}_p \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.39)$$

Si se quiere obtener el vector de incógnitas para diferentes portafolios, se despeja W_2 :

$$W_2 = V_2^{-1}B_2 \quad (4.40)$$

Resolviendo la multiplicación matricial anterior, se tiene como resultado las diferentes ponderaciones que hay que invertir en cada una de las acciones para obtener la tasa de rendimiento \tilde{r}_p y que ese portafolio tenga la varianza mínima para las distintas expectativas de rendimiento. Si se repite el proceso anterior para un conjunto de valores distintos de \tilde{r}_p , se pueden obtener distintas oportunidades de inversión.

Una forma de obtener el conjunto de oportunidades a partir de las expresiones anteriores es haciendo uso del *Solver* del programa *Excel* que viene incluido en la paquetería de *Microsoft Office*. Con el *Solver*, se puede encontrar un valor óptimo, ya sea mínimo o máximo, para una fórmula en una celda denominada celda objetivo, la cual va a estar sujeta a ciertas restricciones, realizando cambios en las celdas de variables establecidas.

Dada la accesibilidad del *Solver*, se procedió a hacer uso del mismo para obtener el conjunto de oportunidades de inversión que en este caso fueron 10, bajo los siguientes pasos:

1. Se minimizó la varianza en cada uno de los 10 cálculos, ya que lo que nos interesa es obtener un conjunto de portafolios con el menor riesgo posible.
2. Se cambiaron las celdas de las ponderaciones en el cálculo de cada uno de los 10 conjuntos de oportunidades de inversión, esto con el fin de obtener las ponderaciones óptimas para cada portafolio.
3. Se añadieron tres restricciones para obtener portafolios de inversión que no permitieran ventas en corto. Dichas restricciones fueron:
 - a) Las sumas de las ponderaciones deben ser igual a uno, es decir:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.41)$$

- b) No se permite realizar ventas en corto, por lo que se pone como restricción que las ponderaciones deben ser no negativas, es decir:

$$w_i \geq 0; i = (1, 2, \dots, n) \quad (4.42)$$

- c) El rendimiento de cada portafolio debe ser igual al rendimiento esperado establecido para cada uno de los 10 conjuntos de oportunidades de inversión.

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.6: Conjunto de Oportunidades de Inversión

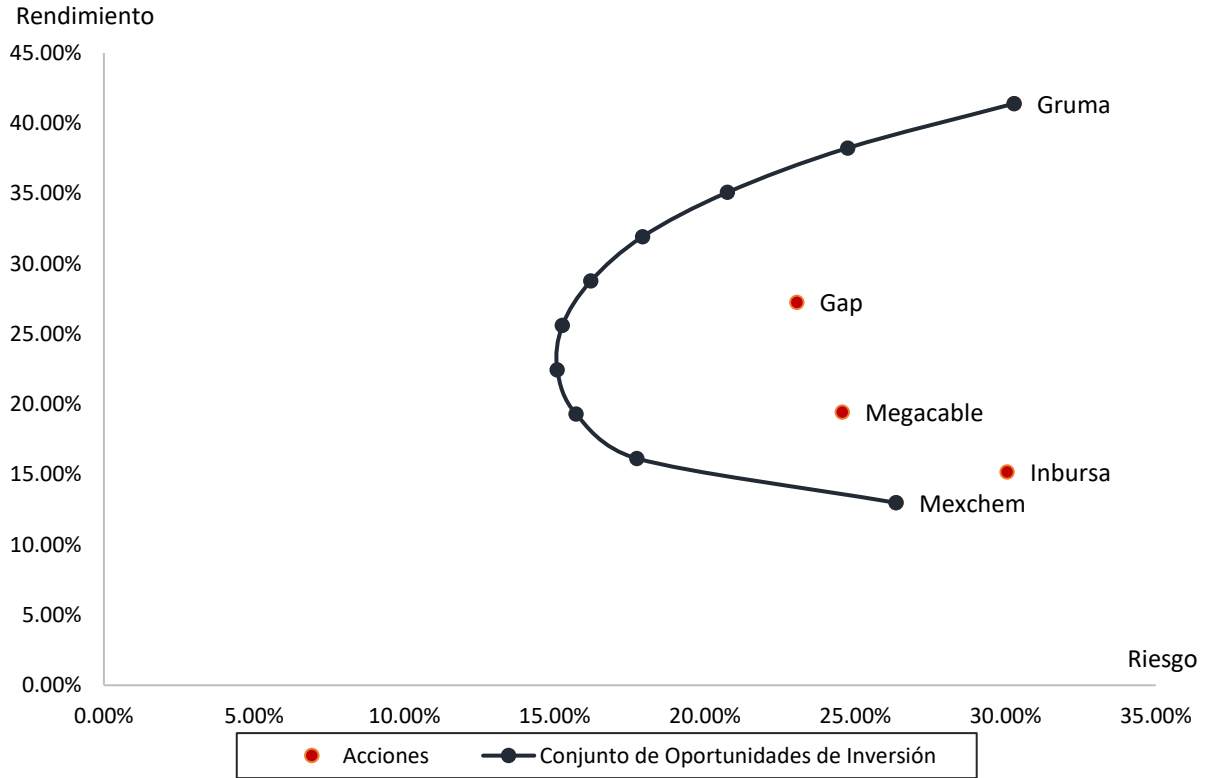
Rendimiento	Riesgo	Porcentaje de Inversión en el Portafolio				
		Gap	Inbursa	Gruma	Megacable	Mexichem
12.98%	26.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
16.14%	17.73%	3.17%	22.60%	0.00%	34.28%	39.94%
19.30%	15.72%	24.69%	16.43%	1.00%	33.32%	24.56%
22.45%	15.09%	29.13%	12.61%	10.78%	30.63%	16.85%
25.61%	15.26%	33.56%	8.79%	20.57%	27.93%	9.15%
28.77%	16.20%	38.00%	4.97%	30.36%	25.23%	1.44%
31.92%	17.92%	39.83%	0.00%	42.70%	17.47%	0.00%
35.08%	20.75%	38.35%	0.00%	57.60%	4.06%	0.00%
38.24%	24.75%	22.33%	0.00%	77.67%	0.00%	0.00%
41.39%	30.28%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede observar en el cuadro 4.6, se obtuvo para cada portafolio su rendimiento esperado y nivel de riesgo correspondiente. Cabe señalar que el límite del conjunto de oportunidades va desde la expectativa de rendimiento más baja que en este caso es la de Mexichem la cual es del 12.98%, hasta la más alta, que en este caso es Gruma con una expectativa de rendimiento del 41.39%. Dentro del cuadro 4.6, se puede apreciar también cuales serían las ponderaciones correspondientes que debería tener cada acción para cada nivel de rendimiento esperado.

Graficando en el eje de las abscisas las desviaciones estándar que representan el nivel de riesgo de cada uno de los 10 portafolios, y en el eje de las ordenadas sus respectivas expectativas de rendimiento, se obtiene lo siguiente.

Gráfica 4.1: Conjunto de Oportunidades de Inversión



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En la gráfica 4.1 se logra apreciar las diferentes oportunidades de inversión que se pueden obtener a partir de combinaciones distintas con las cinco acciones mencionadas y los rendimientos individuales de cada acción. Claramente se observa que, si se invirtiera en sólo una acción, el nivel de riesgo es más elevado, lo cual se puede traducir en que a pesar de que se pueden obtener elevadas ganancias, también se puede incurrir en enormes pérdidas. Por otra parte, se puede afirmar que la diversificación de inversiones dentro de un portafolio no sólo ayuda a minimizar el riesgo, sino que además los rendimientos pueden ser más altos que si se invirtiera en sólo una acción.

III. Línea del Mercado de Capitales y Portafolio Óptimo

Una vez que se obtuvo el conjunto de oportunidades de inversión, se incorporó un activo libre de riesgo, que en este caso fueron Cetes a 28 días, los cuales han tenido una tasa de rendimiento promedio durante el periodo de estudio de 3.7541% anual.

Cuando se incorpora un activo libre de riesgo, se debe de considerar que el inversionista puede prestar o pedir prestado a la tasa libre de riesgo r_f así como crear portafolios de inversión con acciones, cuyo nivel de rendimiento al ser variable involucra cierto nivel de riesgo, y con activos libres de riesgo. Cabe señalar que esta es una extensión del modelo de Markowitz, que fue realizada principalmente por William Sharpe con el modelo CAPM.

Con el modelo CAPM es posible encontrar la Línea del Mercado de Capitales, la cual parte desde la tasa libre de riesgo y es tangente con la curva de varianza mínima. Para obtener la Línea del Mercado de Capitales, en primer lugar, se deben obtener las ponderaciones correspondientes al portafolio tangente o portafolio óptimo, a partir del cual se obtendrá la frontera eficiente. Esto se hace mediante la maximización de la pendiente de la Línea del Mercado de Capitales, la cual se define como:

$$\theta = \frac{r_{pT} - r_f}{\sigma_{pT}} \quad (4.43)$$

Dónde θ es la pendiente de la línea del mercado de capitales, la cual también se defina como el ratio de Sharpe, r_{pT} es la tasa esperada de rendimiento del portafolio, r_f es la tasa libre de riesgo, y σ_{pT} es el nivel de riesgo correspondiente del portafolio.

El planteamiento de manera matemática para obtener el portafolio tangente se hace de la siguiente manera (Lasa, 2004):

$$\text{Max } \theta = \frac{r_{pT} - r_f}{\sigma_{pT}} \quad (4.44)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.45)$$

Este problema de optimización se puede simplificar incorporando la restricción dentro de la función objetivo y resolver como un problema de optimización sin restricciones (Lasa, 2004).

Como $r_f = r_f * 1$, se tiene también que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = r_f \quad (4.46)$$

Ahora, para resolver el problema se plantea:

$$Max \theta = \frac{r_{pT} - [\sum_{i=1}^n w_i]r_f}{\sigma_p} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i [\sum_{i=1}^n w_i - r_f]}{[\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n w_i w_k \sigma_{ik}]^{\frac{1}{2}}} \quad (4.47)$$

La condición de primer orden es la siguiente:

$$\frac{\partial \theta}{\partial w_i} = 0 \quad (4.48)$$

Para solucionar el problema se requiere crear de las variables Z_1 a Z_n para obtener el valor de las ponderaciones, por lo que se establece que:

$$w_i = Z_i / \sum_{i=1}^n Z_i \quad (4.49)$$

Lo anterior se expresa matricialmente como (Lasa, 2004):

$$S * Z = R \quad (4.50)$$

Dónde:

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.51)$$

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_n \end{bmatrix} \quad (4.52)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_1 - r_f \\ r_2 - r_f \\ \vdots \\ r_n - r_f \end{bmatrix} \quad (4.53)$$

Como se desea conocer el vector que constituye la incógnita, se despeja Z y se resuelve la siguiente multiplicación matricial:

$$Z = S^{-1} * R \quad (4.54)$$

Dónde S^{-1} es la matriz de varianza-covarianza transpuestas.

Posteriormente, se obtienen el vector de las ponderaciones W de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_n \end{bmatrix} * \frac{1}{\sum_{i=1}^n Z_i} \quad (4.55)$$

Después de haberse obtenido el vector W , ahora se debe obtener el rendimiento del portafolio óptimo mediante la siguiente multiplicación vectorial:

$$\bar{r}_p = W^T \bar{R}_i \quad (4.56)$$

Dónde W^T es el vector transpuesto de las ponderaciones que multiplica a \bar{R}_i que es el vector de las expectativas de rendimiento de las acciones que constituyen el portafolio.

Luego se procedió a obtener la varianza del portafolio óptimo, la cual matricialmente se expresa como:

$$\sigma_p^2 = W^T S W \quad (4.57)$$

Donde W^T es el vector transpuesto de las ponderaciones, S es la matriz de covarianza y W es el vector de las ponderaciones.

Finalmente, para obtener el nivel de riesgo del portafolio tangente, el cual es expresado por la desviación estándar, se obtiene la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2} \quad (4.58)$$

Revisados los puntos anteriores que sustentan la parte teórica, para obtener el portafolio tangente o portafolio óptimo, el cual no debe permitir ventas en corto, se hizo nuevamente uso del *Solver* mediante los siguientes pasos:

1. Se maximizó la pendiente de la Línea del Mercado de Capitales, la cual a su vez representa el ratio de Sharpe. Esta es la celda objetivo del ejercicio.
2. Se cambiaron las celdas de las ponderaciones en el cálculo de la maximización, esto con el fin de obtener las ponderaciones óptimas para el portafolio tangente.
3. Se añadieron dos restricciones para obtener el portafolio de inversión tangente que no permita ventas en corto. Dichas restricciones fueron:

a) Las sumas de las ponderaciones deben ser igual a uno, es decir:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.59)$$

b) No se permite realizar ventas en corto, por lo que se pone como restricción que las ponderaciones deben ser no negativas, es decir:

$$w_i \geq 0; \quad i = (1, 2, \dots, n) \quad (4.60)$$

Realizando el ejercicio de maximización correspondiente con ayuda del *Solver*, se tiene que la expectativa de rendimiento del portafolio tangente es de 31.28% anual con un nivel de riesgo asociado del 17.49%, mientras que la tasa libre de riesgo es igual a 3.7541%, por lo

que el ratio de Sharpe o la pendiente de la Línea del Mercado de Capitales es de 1.5739. El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos.

Cuadro 4.7: Rendimiento, Varianza, Riesgo y Ratio de Sharpe del Portafolio Óptimo

Expectativa de Rendimiento	Varianza	Riesgo	Ratio de Sharpe
31.28%	3.06%	17.49%	1.5739

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Por su parte, las ponderaciones del portafolio óptimo, es decir del portafolio tangente el cual hace que la frontera eficiente del portafolio y la línea del mercado de capitales se unan en determinado punto, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.8: Ponderaciones de las Acciones del Portafolio Óptimo

Acción	Ponderación Óptima
Gap	40.13%
Inbursa	0.00%
Gruma	39.68%
Megacable	20.19%
Mexichem	0.00%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede ver en el cuadro 4.8, la mayor ponderación del portafolio óptimo la tiene la acción de Grupo Aeroportuario del Pacífico con una participación óptima de 40.13%, seguida de Gruma con 39.68% y de Megacable Holdings con un 20.19%. Cabe señalar que el portafolio óptimo no le asigna ninguna ponderación a Grupo Financiero Inbursa ni a Mexichem, por lo que el portafolio óptimo o tangente consta sólo de tres acciones, las cuales se vio en el análisis gráfico, convergen a largo plazo, siendo además las tres acciones que presentan los rendimientos más altos de la selección de las cinco acciones iniciales.

Una vez que se obtuvo el portafolio óptimo con la máxima pendiente, se procedió a obtener la Línea del Mercado de Capitales a partir de la ecuación de la recta, la cual se define como:

$$E(r_p) = r_f + by \tag{4.61}$$

Dónde r_f es la tasa libre de riesgo, mientras que y es la proporción de inversión correspondiente exclusivamente a acciones.

Para obtener la ecuación de la recta, se construyó un cuadro en el que se considera la combinación de portafolios de inversión de acciones con Cetes en diferentes proporciones. En el cuadro además se agregó cuál sería el nivel de rendimiento anual y el riesgo para cada uno de los portafolios calculados. Dicho cuadro se puede observar a continuación.

Cuadro 4.9: Combinaciones del Portafolio con Cetes a 28 días

Y	1-Y	Rendimiento	Riesgo
0%	100%	3.75%	0.00%
25%	75%	10.64%	4.37%
50.00%	50%	17.52%	8.75%
75.00%	25%	24.40%	13.12%
100.00%	0%	31.28%	17.49%
125.00%	-25%	38.17%	21.86%
150.00%	-50%	45.05%	26.24%
175.00%	-75%	51.93%	30.61%
200.00%	-100%	58.81%	34.98%

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

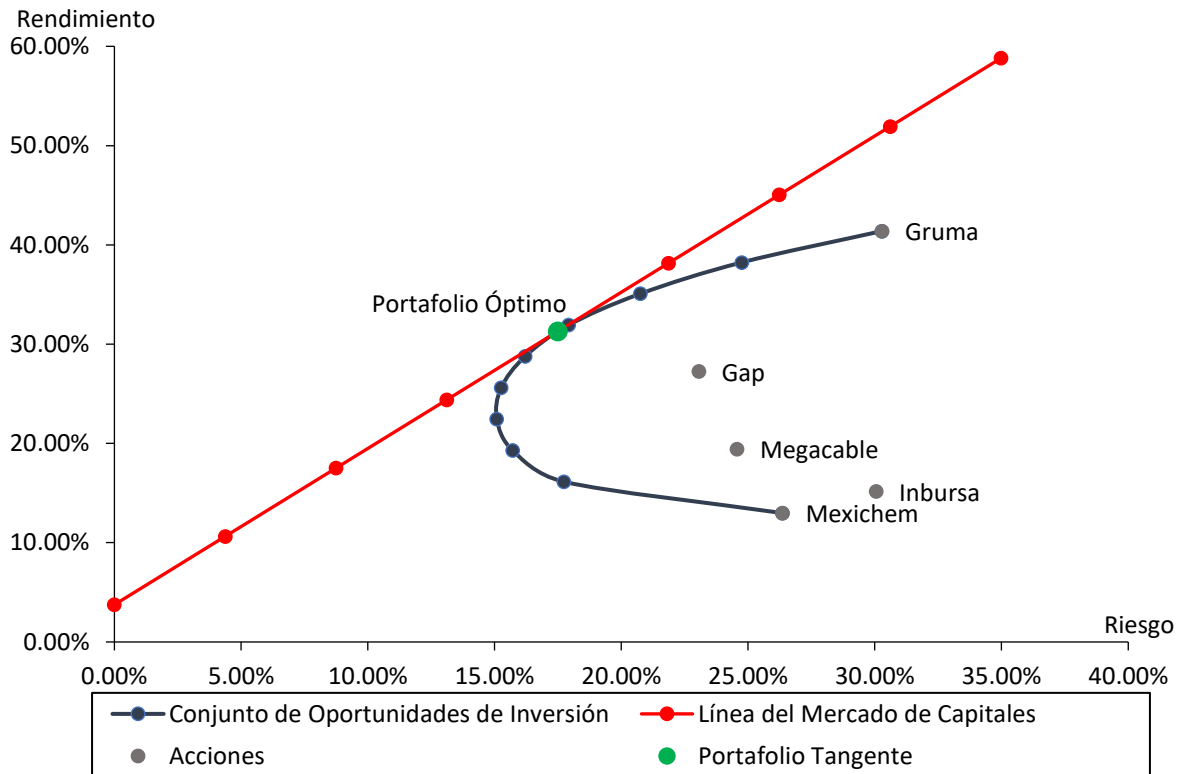
Como se puede observar en el cuadro 4.9, Y es la proporción que se invierte en capitales, que en este caso serían las cinco acciones que constituyen el portafolio, mientras que 1-Y sería la proporción que se invertiría en deuda, que serían los Cetes a 28 días. Por ejemplo, si el 100% de la inversión fuera sólo en instrumentos libres de riesgo, es decir en Cetes, la tasa de rendimiento del portafolio sería de 3.75% y su nivel de riesgo sería del 0%, ya que el portafolio estaría constituido solamente por instrumentos libres de riesgo.

Por otra parte, si el 100% de la inversión se enfocara sólo en acciones, el rendimiento anual del portafolio sería del 31.28% y el riesgo de 17.49%. Cabe señalar que estos valores corresponden a los del portafolio óptimo o portafolio tangente. Las demás inversiones son combinaciones entre ambos tipos de instrumentos.

Si se formara un portafolio con los instrumentos ya mencionados cuya proporción sea 75% en acciones y 25% en deuda, el rendimiento sería de 24.43% y el riesgo de 13.15%. Se debe notar que a medida que se invierte más en deuda, disminuye el rendimiento del portafolio, ya que la tasa de Cetes que es el instrumento libre de riesgo es mucho más baja que el rendimiento de cualquiera de las acciones del portafolio.

Graficando adicionalmente al conjunto de oportunidades de inversión en el eje de las ordenadas las expectativas de rendimiento del cuadro 4.9, y en el eje de las abscisas sus desviaciones estándar, así como el portafolio óptimo el cual hace que tanto la Línea de Mercado de Capitales como la frontera eficiente sean tangentes, se obtiene lo siguiente.

Gráfica 4.2: Línea del Mercado de Capitales



Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede observar en la gráfica 4.2, la Línea del Mercado de Capitales es tangente con la frontera eficiente, la cual comienza exactamente donde se ubica el portafolio óptimo, hasta el portafolio con el mayor rendimiento posible. Además, se puede observar que ahora es posible hacer múltiples combinaciones entre Cetes 28 y las distintas acciones que constituyen el portafolio. Dichas combinaciones se ubican exclusivamente sobre la Línea de Mercado de Capitales.

Es importante señalar que fuera de la frontera eficiente se ubican otros portafolios con las mismas acciones, pero es necesario señalar que estos portafolios son ineficientes. En cuanto a la Línea del Mercado de Capitales se puede concluir que el inversionista puede pedir prestado o prestar a la tasa libre de riesgo, lo cual proporciona una mayor rentabilidad esperada para cualquier nivel de riesgo que cuando se invierte sólo en acciones.

Para verificar que efectivamente el portafolio óptimo o tangente es el que ofrece el mayor rendimiento al menor nivel de riesgo posible se procedió a obtener el ratio de Sharpe de cada uno de los portafolios que constituyen el conjunto de oportunidades de inversión, así como del IPC, el cual se tomó como índice de referencia de mercado para evaluar el desempeño del portafolio óptimo. El ratio de Sharpe se expresa de la siguiente manera.

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{R_{Pt} - r_f}{\sigma_{Pt}} \quad (4.62)$$

Dónde R_{Pt} es la tasa esperada de rendimiento del portafolio, r_f es la tasa libre de riesgo, y σ_{Pt} es el nivel de riesgo correspondiente del portafolio. En este caso el ratio de Sharpe mide el rendimiento obtenido por el portafolio o en su caso por el IPC, sobre su nivel de riesgo. Mientras más alto sea el ratio de Sharpe significa que el portafolio es más rentable y por tanto más eficiente. El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 4.10: Ratio de Sharpe del Portafolio Óptimo, IPC y Conjunto de Oportunidades

Portafolio	Expectativa de Rendimiento	Riesgo	Ratio de Sharpe
IPC	5.12%	14.32%	0.0951
1	12.98%	26.36%	0.3502
2	16.14%	17.73%	0.6984
3	19.30%	15.72%	0.9890
4	22.45%	15.09%	1.2394
5	25.61%	15.26%	1.4323
6	28.77%	16.20%	1.5436
7	31.92%	17.92%	1.5715
8	35.08%	20.75%	1.5095
9	38.24%	24.75%	1.3930
10	41.39%	30.28%	1.2428
Óptimo	31.28%	17.49%	1.5739

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con el cuadro anterior, se confirma que el portafolio óptimo o portafolio tangente es el que ofrece el mayor rendimiento al menor nivel de riesgo posible ya que tiene el ratio de Sharpe más alto, mientras que el IPC cuenta con el ratio más bajo, lo cual demuestra que el desempeño del portafolio óptimo no sólo es mayor al del IPC sino también al de los demás conjuntos de oportunidades de inversión planteados.

IV. Valor en Riesgo del Portafolio

El VaR es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar una acción o un portafolio de inversión en un horizonte de tiempo, considerando para ello un cierto nivel de confianza estadístico (De Lara, 2014). Definido lo anterior, en primer lugar, se calculó el VaR de cada acción, y posteriormente se calculó el VaR del portafolio óptimo para demostrar que la diversificación permite minimizar el riesgo de pérdida, por lo que se afirma que la suma de los VaR's individuales debe ser mayor al VaR del portafolio.

Para calcular el VaR de cada acción que conforma el portafolio de manera individual, se consideró la ponderación óptima que tiene cada acción dentro del portafolio de inversión, así como un monto de \$2,000,000.00, con los cuales se calculó el monto en pesos que tiene cada acción dentro del portafolio óptimo.

El siguiente cuadro muestra el rendimiento esperado de cada acción, su riesgo, su ponderación óptima en el portafolio y el monto en pesos de cada acción de acuerdo con su ponderación.

Cuadro 4.11: Ponderaciones y Montos de las Acciones del Portafolio

Acción	Rendimiento Esperado	Desviación Estándar	Ponderación Óptima	Monto
Gap	27.25%	23.06%	40.13%	\$ 802,561.48
Inbursa	15.17%	30.06%	0.00%	\$ -
Gruma	41.39%	30.28%	39.68%	\$ 793,632.05
Megacable	19.43%	24.57%	20.19%	\$ 403,806.46
Mexichem	12.98%	26.36%	0.00%	\$ -
Total			100.00%	\$ 2,000,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

De acuerdo con las ponderaciones óptimas, Grupo Financiero Inbursa y Mexichem no tienen ningún monto asignado en la inversión del portafolio, por lo que sólo se obtendrá el VaR para Grupo Aeroportuario del Pacífico, Gruma y Megacable Holdings.

Dado lo anterior, bajo el supuesto de normalidad, el modelo paramétrico que determina el VaR de una posición, es decir, de la inversión en pesos que se hace en una acción, es la siguiente (De Lara, 2014):

$$VaR = M * Z * \sigma * \sqrt{t} \tag{4.63}$$

Dónde M es el monto total de la inversión de cada acción, Z es el factor que determina el nivel de confianza del cálculo. Para un nivel de confianza del 99%, $Z = 2.33$, para un nivel de confianza del 95% $Z = 1.65$ y para el 90% $Z = 1.28$. Por su parte, σ es el nivel de riesgo anual de cada instrumento, el cual es medido por la desviación estándar, mientras que \sqrt{t} es el horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

Con la fórmula anterior se calculó el VaR para cada una de las tres acciones del portafolio óptimo de manera individual a tres distintos niveles de confianza, los cuales fueron del 99%, 95% y 90%, considerando para ello un horizonte de tiempo de un día, es decir, se busca estimar cuál sería la pérdida de cada acción en un día. En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 4.12: Valor en Riesgo a niveles de confianza del 99%, 95% y 90%

Acción	Monto	VaR 99%	Var 95%	VaR 90%
Gap	\$ 802,561.48	\$ 27,126.22	\$ 19,179.70	\$ 14,943.45
Inbursa	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gruma	\$ 793,632.05	\$ 35,222.41	\$ 24,904.14	\$ 19,403.52
Megacable	\$ 403,806.46	\$ 14,538.62	\$ 10,279.59	\$ 8,009.11
Mexichem	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ 2,000,000.00	\$ 76,887.25	\$ 54,363.44	\$ 42,356.08

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se logra apreciar en el cuadro anterior, si se invierten \$802,561.48 en acciones emitidas por Grupo Aeroportuario del Pacífico, el VaR es de \$27,126.22 a un nivel confianza del 99% y considerando un horizonte de tiempo de un día, lo que significa, que se espera que en un día de cada 20, es decir, un día hábil del mes, se sufrirá una pérdida de \$27,126.22. Si se considera un nivel de confianza del 95%, el VaR para la misma acción sería de \$19,179.70, y si el nivel de confianza en el cálculo es de un 90% el VaR para la acción de Grupo Aeroportuario del Pacífico sería de \$14,943.45. La explicación es la misma para las otras dos acciones del portafolio óptimo.

De igual forma, en el cuadro se puede observar la suma aritmética de cada uno de los VaR's individuales a distintos niveles de confianza. Por ejemplo, la suma total de los VaR's de cada una de las cinco acciones a un nivel de confianza del 99% es igual a \$76,887.25, mientras que a un nivel de confianza del 95% la suma de los VaR's es igual a \$54,363.44 y \$42,356.08 si se considera un nivel de confianza del 90%.

Posteriormente se procedió a calcular el VaR del portafolio a los distintos niveles de confianza utilizados en los cálculos anteriores para compararlo con la suma de los VaR's

individuales y demostrar que debido a la diversificación el VaR del portafolio siempre será menor que la suma de los VaR's de cada acción.

Cuando se trata del cálculo del VaR de un portafolio de inversión con dos o más instrumentos, es necesario utilizar matrices, específicamente la matriz de varianza-covarianza. A este tipo de VaR se le conoce también como VaR diversificado porque toma en cuenta las correlaciones de los rendimientos de cada una de las acciones.

Cabe señalar que el cálculo del VaR del portafolio se hace prácticamente con la misma fórmula, sólo que en este caso se considera el monto total de la inversión y el riesgo diario de la inversión, el cual es medido por la desviación estándar diaria del portafolio, la cual se procedió a calcular, por lo que, en este caso, como ya se mencionó, fue necesario obtener la matriz de varianza-covarianza de los rendimientos diarios, la cual se muestra a continuación.

Cuadro 4.13: Matriz de Varianza-Covarianza

Acción	Gap	Inbursa	Gruma	Megacable	Mexichem
Gap	0.000210965	5.49276E-05	3.7522E-05	1.99244E-05	5.7074E-05
Inbursa	5.49276E-05	0.000358377	7.16154E-05	2.53588E-05	9.99E-05
Gruma	3.7522E-05	7.16154E-05	0.000363737	3.21273E-05	7.6166E-05
Megacable	1.99244E-05	2.53588E-05	3.21273E-05	0.00023938	3.4643E-05
Mexichem	5.70738E-05	9.99004E-05	7.61657E-05	3.46428E-05	0.00027552

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Una vez que se obtuvo la matriz de varianza-covarianza, se procedió a calcular la desviación estándar del portafolio para conocer el nivel de riesgo por día del portafolio. Para ello, en primer lugar, se calculó la varianza del rendimiento del portafolio, para medir la volatilidad diaria la cual se expresa como:

$$\sigma_p^2 = W^T S W \tag{4.64}$$

Donde W^T es el vector transpuesto de las ponderaciones que multiplica a S que es la matriz de varianza covarianza y a W que es el vector de ponderaciones.

Al resolver esta multiplicación matricial se obtiene como resultado que la volatilidad diaria del portafolio es del 0.00898%, por lo que, para obtener la desviación estándar diaria del portafolio, simplemente se obtuvo la raíz cuadrada de la varianza:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2} \quad (4.65)$$

La cual dio como resultado que es del 0.009479964, lo que significa que el riesgo diario del portafolio es de 0.9479%.

Conocido el riesgo diario, el cual es de 0.9479% por día, se obtuvo el VaR del portafolio en conjunto, el cual considera una inversión de \$ 2,000,000.00 en las cinco acciones con las que se están trabajando, considerando para ello sus respectivas ponderaciones. Cabe señalar que de igual forma se realizaron cálculos para niveles de confianza del 99%, 95% y 90% bajo la siguiente fórmula:

$$VaR = Portafolio * Z * \sigma_p * \sqrt{t} \quad (4.66)$$

Los resultados obtenidos de estos cálculos con los distintos niveles de confianza ya establecidos anteriormente se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.14: VaR del Portafolio

VaR 99%	VaR 95%	VaR 90%
\$ 51,249.46	\$ 36,236.13	\$ 28,232.59

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

En el cuadro 4.13 se logra apreciar que mientras más alto sea el nivel de confianza en el cálculo, más alta será la pérdida estimada. Además, se puede decir que en considerando un horizonte de un día, el VaR de los \$2,000,000.00 a un 99% sería de \$51,249.46, mientras que para niveles de confianza de un 95% y 90%, la pérdida estimada en un día sería de \$36,236.13 y de \$28,232.59 respectivamente.

Finalmente, se muestra el siguiente cuadro, el cual compara los resultados del VaR del portafolio con los resultados obtenidos de la suma de los VaR's individuales.

Cuadro 4.15: VaR del Portafolio y de las Acciones

Nivel de Confianza	VaR del Portafolio	Suma de los VaR's
99%	\$ 51,249.46	\$ 76,887.25
95%	\$ 36,236.13	\$ 54,363.44
90%	\$ 28,232.59	\$ 42,356.08

Fuente: Elaboración propia con datos de Yahoo Finanzas.

Como se puede observar, se cumple con el supuesto de que el VaR del portafolio es menor que la suma de los VaR's de cada acción. Esto es explicado por el efecto de la diversificación, ya que al construir un portafolio de inversión se logra reducir el riesgo, lo cual conlleva minimizar pérdidas, pero siempre buscando obtener el máximo rendimiento.

Conclusión al Capítulo IV

En este último capítulo se logró optimizar un portafolio de inversión con cinco acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores a partir del enfoque de media-varianza de Markowitz y del modelo CAPM. Para plantear el problema de optimización se recurrió al uso del método de los multiplicadores de Lagrange, mediante el cual se obtuvieron tanto las ponderaciones del portafolio de inversión con la varianza más mínima posible, como las ponderaciones para un conjunto de oportunidades de inversión con varianza mínima para diferentes expectativas de rendimiento.

Posteriormente se incorporó al portafolio un activo libre de riesgo, que en este caso fueron Cetes a 28 días, para obtener la Línea de Mercado de Capitales, y, enseguida se procedió a calcular las ponderaciones óptimas de cada una de las acciones a partir de la maximización de la pendiente de la Línea de Mercado de Capitales, proceso mediante el que se obtuvo el portafolio óptimo, el cual representa el punto tangente entre la Línea de Mercado de Capitales y la Frontera Eficiente. Finalmente, en el capítulo se mostró mediante el VaR que el riesgo de pérdida es mayor cuando se invierte de manera individual que cuando se invierte a través de la diversificación de un portafolio de inversión.

Conclusiones

En el presente trabajo se pudo observar que en los mercados financieros se negocian una variedad de instrumentos de renta fija y de renta variable, sin embargo, en el caso de los instrumentos de renta variable al no conocer cuál será su comportamiento futuro existe tanto la posibilidad de obtener rendimientos como el riesgo de pérdida, lo cual depende del comportamiento financiero de la emisora y del grado de confianza otorgado por el público inversionista. Dado lo anterior, se asume que existe una relación directa entre rendimiento y riesgo, es decir, a mayor rendimiento mayor riesgo, es por ello que la construcción y optimización de un portafolio de inversión representa una forma de diversificar el riesgo y así poder minimizarlo.

De igual forma, se señaló que en los mercados financieros existen distintos perfiles de inversionistas, los cuales tienen diferentes grados de aversión al riesgo según sus expectativas de rendimiento. En un extremo se ubican inversionistas con un perfil conservador cuya aversión al riesgo es alta, por lo que sus preferencias están más orientadas a invertir en instrumentos de renta fija, y en el otro extremo se ubican inversionistas con un perfil financiero agresivo, cuya aversión al riesgo es baja y por ende sus preferencias de inversión están más enfocadas en invertir en instrumentos más rentables, aun sabiendo el grado de riesgo que estos representan.

Derivado de lo anterior, la presente investigación contribuyó a acercar tanto a la teoría como a la práctica a aquellas personas interesadas en invertir en los mercados financieros y que cuenten con las herramientas estadísticas y matemáticas necesarias, para que sepan como construir y optimizar un portafolio de inversión con instrumentos de renta variable a partir de la Teoría Moderna del Portafolio, por lo que la metodología presentada aportó los procedimientos adecuados para desarrollar una estrategia de inversión a partir del enfoque de media-varianza de Markowitz y del modelo CAPM.

Para llevar a cabo la selección de sobre en qué instrumentos invertir existen distintas herramientas como el análisis fundamental y el análisis técnico, las cuales aportan información al inversionista sobre la situación financiera de las emisoras y sobre el comportamiento de los precios para así saber en qué y cuando invertir, aunque también existen herramientas econométricas como los modelos ARCH y GARCH, los cuales

permiten medir el grado de volatilidad de series de tiempo financieras como los rendimientos de las acciones o como los índices de mercado para saber dónde invertir.

En este sentido, se consideró aplicar las herramientas mencionadas a las cinco acciones que se escogieron de la Bolsa Mexicana de Valores para la construcción del portafolio de inversión, las cuales son emitidas por Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem. Cabe señalar que dichas acciones fueron seleccionadas de acuerdo con recomendaciones de notas y sitios especializados durante la elaboración del presente trabajo, y, debido a que las acciones son instrumentos de renta variable, se asume que el portafolio de inversión es para un perfil de inversionista agresivo, ya que no se contemplan instrumentos de renta fija para la construcción del mismo.

Del análisis fundamental se concluyó que en términos generales las compañías seleccionadas reportaron utilidades en el desempeño de sus operaciones y que en cuestiones de eficiencia, liquidez y apalancamiento no presentan mayor problema, mientras que del análisis técnico se pudieron obtener señales de mercado para saber cuándo comprar o vender las acciones de las emisoras seleccionadas.

Igualmente, se realizó un análisis estadístico en donde se pudo observar que la acción que presentó el mayor rendimiento promedio diario fue Gruma con 0.1642%, seguida por Grupo Aeroportuario del Pacífico con 0.1081%, Megacable Holdings con 0.0770%, Grupo Financiero Inbursa con 0.0602% y Mexichem con un 0.0515% diario. El hecho de que estas acciones presenten un rendimiento promedio positivo es importante, ya que se puede ver que estas acciones han tenido en términos generales un buen desempeño durante el periodo de estudio seleccionado.

Lo anterior se confirmó cuando se realizó el análisis gráfico, donde se pudo observar que Grupo Aeroportuario del Pacífico, Gruma y Megacable Holdings convergen de manera positiva a largo plazo, ya que presentan una tendencia determinística a la alza. A pesar de que Grupo Financiero Inbursa y Mexichem no presentaron una tendencia claramente definida a la alza, de acuerdo al análisis realizado se afirma que la inclusión de estas acciones en el portafolio no fue en absoluto una mala decisión.

Una vez que se realizó lo anterior, con las acciones ya mencionadas se procedió a construir y optimizar un portafolio de inversión desde un perfil de inversionista agresivo, es decir, considerando exclusivamente instrumentos de renta variable, sin permitir ventas en corto, tomando como referencia el enfoque de media-varianza de Markowitz y el modelo CAPM.

Para ello, en primer lugar, se obtuvieron las expectativas de rendimiento anuales de cada una de las acciones, las cuales fueron de 27.25% para Grupo Aeroportuario del Pacífico, 15.17% para Grupo Financiero Inbursa, 41.39% para Gruma, 19.43% para Megacable Holdings y 12.98% para Mexichem. Enseguida se planteó el problema de optimización mediante el uso de los multiplicadores de Lagrange incorporando una restricción y se obtuvieron las ponderaciones iniciales del portafolio de inversión con la varianza más mínima posible, es decir, con el riesgo más bajo de mercado.

Las ponderaciones obtenidas de este primer ejercicio fueron de 30.40%, 11.50% 13.60% 29.84% y 14.63% para Grupo Aeroportuario del Pacífico, Grupo Financiero Inbursa, Gruma, Megacable Holdings y Mexichem respectivamente, mientras que la expectativa de rendimiento anual obtenida para dicho portafolio fue de 23.36% con un nivel de riesgo asociado del 15.05%, el cual logra ser lo suficientemente atractivo ya que su rendimiento es mayor al de otros instrumentos en el mercado y además el nivel de riesgo de este portafolio es bajo si se compara con el riesgo de las emisoras seleccionadas de manera individual.

De la misma manera, con las mismas acciones y mediante el uso de los multiplicadores de Lagrange incorporando dos restricciones, se procedió a calcular las ponderaciones correspondientes para un conjunto de oportunidades de inversión a través de un proceso de minimización de varianza para diferentes expectativas de rendimiento. Al graficar los rendimientos esperados y los niveles de riesgo correspondientes del conjunto de oportunidades de inversión y de las acciones de manera individual se logró apreciar que la diversificación no sólo ayuda a minimizar el riesgo, sino que además los rendimientos pueden ser mayores que si se invirtiera en una sola acción.

Posteriormente se procedió a calcular el portafolio de inversión óptimo, y para ello, se incorporó un activo libre de riesgo, que en este caso fueron Cetes a 28 días, para así obtener la Línea del Mercado de Capitales. De acuerdo con la revisión de la literatura, esta es una extensión del modelo de Markowitz realizada por Sharpe en el modelo CAPM.

Dado lo anterior se obtuvieron las ponderaciones del portafolio óptimo para cada una de las acciones a partir de la maximización de la pendiente de la Línea del Mercado de Capitales, las cuales fueron del 40.13% para Grupo Aeroportuario del Pacífico, 39.68% para Gruma y 20.19% para Megacable Holdings, lo cual dio como resultado que la expectativa de rendimiento anual para el portafolio óptimo es de 31.28% con un nivel de riesgo asociado del 17.49%.

En los resultados del portafolio óptimo, el cual representa el punto tangente entre la Línea del Mercado de Capitales y la Frontera Eficiente, se pudo observar que este prescindió de Grupo Financiero Inbursa y de Mexichem, tomando sólo en cuenta a Grupo Aeroportuario del Pacífico, Gruma y Megacable Holdings, que fueron las acciones que mayores expectativas de rendimiento presentaron, y así mismo, las tres acciones que mostraron tener una relación convergente positiva a largo plazo.

De igual forma se observa que este portafolio sería ideal para cualquier perfil de inversionista agresivo ya que su rendimiento esperado es muy alto a un nivel de riesgo relativamente bajo si se compara con otras acciones que conforman el mercado de capitales de México e incluso con el primer portafolio obtenido que presentó un rendimiento anual esperado del 23.36% con un nivel de riesgo de 15.05%.

Finalmente, se empleó la metodología del VaR para observar la importancia de la diversificación dentro de un portafolio de inversión, ya que se logró observar que si se invirtiera en estas acciones por separado el nivel de riesgo de pérdida estimado sería mayor que cuando se invierte mediante un portafolio de inversión, por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos es posible señalar que la hipótesis planteada de que la diversificación en acciones de la Bolsa Mexicana de Valores permite minimizar el riesgo de un portafolio de inversión sin exponer su rendimiento, quedó comprobada.

Como comentario final, se recomienda que cuando se decida construir un portafolio de inversión siempre se busque seleccionar aquellas acciones emitidas por cada una de las emisoras más representativas de su sector, y de igual forma, siempre poner mayor interés en aquellos sectores económicos más dinámicos.

Adicionalmente se recomienda hacer uso de las distintas herramientas que hay en el mercado, como lo son el análisis fundamental y el análisis técnico, para así tener una mejor expectativa de los instrumentos sobre los que se planea invertir. Ante la inestabilidad de los mercados financieros, la diversificación hoy en día es una excelente estrategia de inversión. Los resultados obtenidos de este trabajo recalcan lo anterior.

Bibliografía

- Arce, Rafael de (1998). *Introducción a los Modelos Autorregresivos con Heteroscedasticidad Condicional (ARCH)*, Instituto LR Klein, México.

- Banco de México (2005). *Definiciones Básicas de Riesgos*.

- Banco de México (2012). *El Sistema Financiero Mexicano*

- Banco de México (s.f.). *Mercados Financieros*

- Brun, Xavier y Manuel Moreno (2008). *Análisis y Selección de Inversiones en Mercados Financieros*, Profit Editorial, Barcelona.

- Brun, Xavier, Oscar Elvira y Xavier Puig (2008). *Mercado de Renta Variable y Mercado de Divisa*, Profit Editorial, Barcelona.

- Buenaventura, Guillermo y Andrés Cuevas (2005). *Una Propuesta Metodológica para la Optimización de Portafolios de Inversión y su Aplicación al Caso Colombiano*, en *Estudios Gerenciales*, Colombia, No. 95, Abril-Junio.

- Codina, José (2011). *Manual de Análisis Técnico*, Séptima Edición, Inversor Ediciones, Madrid.

- Crespo, Patricia (1999). *Invertir y Ganar en la Bolsa*, Gestión 2000, Barcelona.

- Cruz, Eduardo, Jorge Restrepo y John Sánchez (2005). *Portafolio de Inversión de Acciones Optimizado*, en *Scientia Et Technica*, Colombia, Año XI, No. 27, Abril.

- De Lara Alfonso (2014). *Medición y Control de Riesgos Financieros*, Tercera Edición, Editorial Limusa, México.

-Díaz, Alfredo y Víctor Aguilera (2013). *Introducción al Mercado Bursátil*. Editorial McGraw-Hill, México.

- Ehrhardt, Michael y Eugene Brigham (2007). *Finanzas Corporativas*, Segunda Edición. Cengage Learning, México.

-Franco, Luis, Claudia Avendaño y Haroldo Barbutín (2011). *Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión*, en *Tecnológicas*, Colombia, No. 26, Enero-Junio.

-García, Víctor (2006). *Introducción a las Finanzas*, Compañía Editorial Continental, México.

-Grajales, Carlos y Fredy Pérez (2008). *Modelos Discretos y Continuos para Estimar la Densidad de Probabilidad de la Volatilidad Estocástica de los Rendimientos de Series Financieras*, en *Cuadernos de Administración*, Colombia, Vol. XXI, No. 36, Julio-Diciembre.

-Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado Referente al Año Terminado el 31 de Diciembre de 2013*.

-Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado Referente al Año Terminado el 31 de Diciembre de 2014*.

-Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado Referente al Año Terminado el 31 de Diciembre de 2015*.

-Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual 2013*

-Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual 2014*

-Grupo Financiero Inbursa, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual 2015*

-Gruma, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado de Valores por el Año Terminado el 31 de Diciembre de 2013.*

-Gruma, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado de Valores por el Año Terminado el 31 de Diciembre de 2014.*

-Gruma, S.A.B. de C.V. *Reporte Anual que se Presenta de Acuerdo con las Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Emisoras de Valores y a Otros Participantes del Mercado de Valores por el Año Terminado el 31 de Diciembre de 2015.*

-Gujarati, Damodar y Dawn Porter (2010). *Econometría*, Quinta Edición, Editorial McGraw Hill, México.

-Guzmán, María de la Paz (1998). *Los Modelos CAPM y ARCH-M: Obtención de los Coeficientes Beta para una Muestra de 33 Acciones que Cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores*, en *Economía: Teoría y Práctica*, México, Número 9.

-Lasa, Alcides (2004). *Construcción de una "Frontera Eficiente" de Activos Financieros en México*. Reporte de Investigación, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, Departamento de Economía, México.

-Markowitz, Harry (1952). *Portfolio Selection*, en *Journal of Finance*, Estados Unidos, Vol. 7, No. 1, Marzo.

-Marín, José y Gonzalo Rubio (2001). *Economía Financiera*, Antoni Bosch Editor, Barcelona.

-Marmolejo, Martín (1985). *Inversiones*, Segunda Edición, Instituto Mexicano de Ejecutivos de Fianzas, A.C, México.

-Márquez, Javier (1981). *Carteras de Inversión*, Editorial Limusa, México.

-Megacable Holdings. *Informe Anual 2013*

-Megacable Holdings. *Informe Anual 2014*

-Megacable Holdings. *Informe Anual 2015*

-Mexichem. *Informe Anual 2013*

-Mexichem. *Informe Anual 2014*

-Mexichem. *Informe Anual 2015*

-Mishkin, Frederic (2008). *Moneda, Banca y Mercados Financieros*, Octava Edición, Pearson Educación, México.

-Ortega, Alfonso (2008). *Introducción a las Finanzas*, Segunda Edición, Editorial McGraw-Hill, México.

-Ramírez, Ernesto (2001). *Moneda, Banca y Mercados Financieros*, Pearson Educación, México.

-Ross, Stephen, Jeffrey Jaffe y Randolph Westerfiel (2012). *Finanzas Corporativas*, Novena Edición, Editorial Mc-Graw Hill, México.

-Sharpe, William (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*, en *Journal of Finance*, Estados Unidos, Vol. 19, No. 3, Septiembre.

-Scherk, Alejandro (2011). *Manual de Análisis Fundamental*, Quinta Edición, Inversor Ediciones, Madrid.

-Varian, Hal (1999). *Microeconomía Intermedia: Un Enfoque Actual*, Quinta Edición, Antoni Bosch Editor, Barcelona.

-Velasco, Raúl (2010). *Introducción al Mercado Bursátil*, Universidad de Alicante, Valencia.

-Villegas, Eduardo y Rosa Ortega (2009). *Sistema Financiero de México*, Segunda Edición, Editorial McGraw-Hill, México.

Referencias Electrónicas

-<http://www.banxico.org.mx>

-<https://www.bmv.com.mx>

-<https://es-us.finanzas.yahoo.com>

-<http://www.forextrading.cat>

-<https://kuspit.com>

-<http://mergentonline.com>