



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS,  
ADMINISTRATIVAS Y DE COMERCIO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA-CPA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN FINANZAS, CONTADOR PÚBLICO-AUDITOR**

**TEMA: APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE MARKOWITZ Y BLACK  
LITTERMAN EN LA OPTIMIZACIÓN FINANCIERA DE PORTAFOLIOS  
DE INVERSIÓN**

**AUTOR: OÑA CANDO, MAYRA RAQUEL**

**DIRECTOR: ECON. PALACIOS VELARDE, JUAN CRISTÓBAL**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE  
COMERCIO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA-CPA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “**APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE MARKOWITZ Y BLACK LITTERMAN EN LA OPTIMIZACIÓN FINANCIERA DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**” fue realizado por la señorita **OÑA CANDO MAYRA RAQUEL** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 20 de junio de 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a final flourish.

---

**Econ. Juan Cristóbal Palacios Velarde**

**DIRECTOR**

C. C.: 1705259594



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE  
COMERCIO

CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA-CPA

## AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, OÑA CANDO MAYRA RAQUEL, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “**APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE MARKOWITZ Y BLACK LITTERMAN EN LA OPTIMIZACIÓN FINANCIERA DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**”, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 20 de junio de 2019

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Mayra Raquel Oña Cando'.

**Mayra Raquel Oña Cando**

C.C.: 0550223044



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE  
COMERCIO**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN FINANZAS Y AUDITORÍA-CPA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **OÑA CANDO, MAYRA RAQUEL** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE MARKOWITZ Y BLACK LITTERMAN EN LA OPTIMIZACIÓN FINANCIERA DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 20 de junio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Raquel Oña Cando', written over a horizontal line.

**Mayra Raquel Oña Cando**

C.C.: 0550223044

## **DEDICATORIA**

A Dios, que me acompaña en cada momento y me ayuda a seguir trazando mi historia.

A mis padres y hermana, que con su apoyo, cariño y consejos contribuyen a mi formación personal y profesional.

A la ciencia, que cada día evoluciona con mayor rapidez y exige más de nosotros.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por el esfuerzo realizado para permitirme alcanzar esta meta. A mi querida hermana, por confiar en mi potencial.

A mi tutor, por su conocimiento y apoyo para lograr la culminación del presente trabajo.

A mi universidad, por los maestros quienes impartieron grandes enseñanzas durante el trayecto de la carrera y las personas valiosas que pude conocer e hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL .....</b>	<b>1</b>
1.1.Planteamiento del problema .....	1
1.2.Justificación de la investigación.....	2
1.3.Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3

1.4.Hipótesis de la investigación.....	4
1.4.1. Hipótesis alternativa.....	4
1.4.2. Hipótesis Nula.....	4
1.5. Marco Teórico.....	4
1.5.1. Teoría Moderna de Portafolios.....	4
1.5.2. Modelo media varianza de Markowitz.....	5
1.5.3 Modelo Black Litterman.....	10
1.5.4. Teoría de la Utilidad Esperada.....	17
1.5.5. Teoría de Mercados Eficientes.....	18
1.5.6. Ratio de Sharpe.....	19
1.6. Marco Conceptual.....	20
1.6.1. Portafolios de inversión.....	20
1.6.2. Tasa de rentabilidad.....	21
1.6.3. Rendimiento esperado.....	21
1.6.4. Riesgo.....	21
1.6.5. Covarianza.....	21
1.6.6. Correlación.....	22
1.6.7. Optimización financiera.....	22



1.6.8. Capitalización bursátil.....	22
1.6.9. Bonos del Estado.....	23
1.6.10. Curva de rendimientos .....	23
1.6.11. Ciclos económicos.....	23
1.7. Marco Referencial .....	24
1.7.1. Validación del Modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito .....	24
1.7.2. Construcción de un portafolio óptimo de acciones de empresas que cotizan en las bolsas de valores ecuatorianas .....	25
1.7.3. Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión.....	26
1.7.4. Desarrollo de una metodología ajustada para la estructuración de un portafolio óptimo, alternativa de inversión y diversificación del riesgo.....	27
1.7.5. Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman.....	28
1.7.6. ¿La información de tenencia accionaria de las AFPs y las recomendaciones de analistas generan valor económico? Aplicación del Modelo Black-Litterman al mercado accionario Chileno .....	28
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>30</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>30</b>

2.1. Enfoque cuantitativo .....	30
2.2. Tipo de estudio .....	30
2.2.1. Correlacional .....	30
2.2.2 Documental .....	31
2.2.3 Exploratorio.....	31
2.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	32
2.3.1 Estadísticas de fuentes secundarias de datos .....	32
2.3.2 Observación sistemática, regulada o controlada .....	32
2.4. Procesamiento de datos .....	33
2.5. Población .....	33
2.6. Muestra.....	36
2.7. Descripción de las metodologías para la optimización de portafolios de inversión .....	38
2.7.1. Optimización de portafolios de inversión Método de Markowitz.....	38
2.7.2. Optimización de portafolios de inversión Método Black Litterman.....	46
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>54</b>
<b>OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>54</b>
<b>MERCADO ACCIONARIO Y CICLO ECONÓMICO DEL ECUADOR.....</b>	<b>54</b>
3.1. Estructura del mercado de valores ecuatoriano.....	54

3.1.1. Normativa.....	56
3.1.2. Reguladores.....	56
3.1.3. Supervisores/ Fiscalizadores .....	56
3.1.4. Mercado.....	57
3.1.5. Emisores .....	57
3.1.6. Inversionistas.....	57
3.1.7. Intermediarios.....	58
3.1.8. Liquidación de Valores .....	58
3.1.9. Entidades de Apoyo .....	59
3.1.10. Otros participantes.....	59
3.2. Títulos valores negociados en la Bolsa de Valores de Quito .....	60
3.2.1. Títulos valores de renta fija.....	60
3.2.2. Títulos valores de renta variable .....	61
3.3. Índice bursátil del mercado accionario ecuatoriano ECU-INDEX .....	61
3.4. Principales empresas emisoras de títulos de renta variable que cotizan en el mercado de valores ecuatoriano .....	62
3.4.1. Capitalización bursátil.....	62
3.4.2. Montos negociados.....	63

3.4.3. Número de transacciones .....	64
3.5. Selección de acciones de las principales empresas ecuatorianas .....	65
3.6. Ciclo económico.....	75
3.7. Producto Interno Bruto PIB.....	76
3.8. PIB nominal.....	76
3.9. PIB real.....	77
3.10. Fases del ciclo económico.....	78
3.11. Fases del ciclo económico del Ecuador durante el periodo 2015-2017 .....	80
3.11.1. Desaceleración: Año 2015 hasta el primer trimestre 2016 .....	81
3.11.2. Recuperación: A partir del segundo trimestre al cuarto trimestre 2016.....	82
3.11.3 Expansión: Del primer al tercer trimestre 2017 .....	83
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>84</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
4.1. Portafolios de inversión modelo de Markowitz .....	84
4.1.1. Rendimiento y riesgo .....	84
4.1.2. Matriz varianza covarianza y matriz de correlaciones .....	87
4.1.3. Portafolios y frontera eficiente modelo de Markowitz.....	92
4.2. Portafolios de inversión modelo Black Litterman.....	97

4.2.1. Excesos de retornos en equilibrio ( $\pi$ ).....	97
4.2.2. Matriz de expectativas (Q).....	100
4.2.3. Matriz que vincula los activos sobre los cuales se tienen expectativas (P).....	102
4.2.4. Matriz de incertidumbre acerca de las expectativas ( $\Omega$ ) e incertidumbre de retornos en exceso Tau ( $\tau$ ).....	103
4.2.5. Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman .....	104
4.2.6. Portafolios y frontera eficiente modelo Black Litterman.....	108
4.3. Confrontación portafolios de inversión modelos de Markowitz y Black Litterman.....	113
4.3.1. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2015, fase de desaceleración.....	114
4.3.2. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2016 fase de recuperación.....	115
4.3.3. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2017, fase de expansión.....	116
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>118</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
5.1. Conclusiones.....	118
5.2. Recomendaciones.....	122
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>123</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática tasa de rentabilidad</i> .....	38
<b>Tabla 2</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática desviación estándar</i> .....	39
<b>Tabla 3</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática covarianza</i> .....	40
<b>Tabla 4</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática correlación</i> .....	41
<b>Tabla 5</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática rendimiento del portafolio</i> .....	42
<b>Tabla 6</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática riesgo del portafolio</i> .....	42
<b>Tabla 7</b> <i>Fórmula estadística y ofimática minimización de riesgo y maximización de rentabilidad modelo de Markowitz</i> .....	43
<b>Tabla 8</b> <i>Fórmula ofimática para los portafolios de la frontera eficiente del modelo de Markowitz</i> .....	45
<b>Tabla 9</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática ratio de Sharpe</i> .....	46
<b>Tabla 10</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática ponderaciones de activos</i> .....	47
<b>Tabla 11</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática coeficiente de aversión al riesgo</i> .....	47
<b>Tabla 12</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática retornos en equilibrio</i> .....	48
<b>Tabla 13</b> <i>Fórmula estadística y ofimática expectativas sobre los excesos de retornos de los activos</i> .....	48
<b>Tabla 14</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática escalar Tau</i> .....	50
<b>Tabla 15</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática incertidumbre sobre las expectativas</i> .....	51
<b>Tabla 16</b> <i>Fórmulas estadística y ofimática retornos de los activos modelo Black Litterman</i> ....	51
<b>Tabla 17</b> <i>Estructura del mercado de valores ecuatoriano y número de actores a nivel nacional</i> .....	60
<b>Tabla 18</b> <i>Mercado accionario por capitalización bursátil</i> .....	63

<b>Tabla 19</b>	<i>Mercado accionario por montos negociados</i> .....	64
<b>Tabla 20</b>	<i>Mercado accionario por número de transacciones</i> .....	65
<b>Tabla 21</b>	<i>Ficha informativa “Corporación Favorita S.A.”</i> .....	66
<b>Tabla 22</b>	<i>Ficha informativa “Banco Guayaquil S.A.”</i> .....	67
<b>Tabla 23</b>	<i>Ficha informativa “Banco Pichincha C.A.”</i> .....	69
<b>Tabla 24</b>	<i>Ficha informativa “Cervecería Nacional CN S.A.”</i> .....	71
<b>Tabla 25</b>	<i>Ficha informativa “Holcim Ecuador S.A.”</i> .....	72
<b>Tabla 26</b>	<i>Ficha informativa “Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.”</i> .....	74
<b>Tabla 27</b>	<i>Rendimiento y riesgo año 2015, fase de desaceleración</i> .....	84
<b>Tabla 28</b>	<i>Rendimiento y riesgo año 2016, fase de recuperación</i> .....	85
<b>Tabla 29</b>	<i>Rendimiento y riesgo año 2017, fase de expansión</i> .....	86
<b>Tabla 30</b>	<i>Matriz varianza covarianza año 2015, fase de desaceleración</i> .....	87
<b>Tabla 31</b>	<i>Matriz de correlación año 2015, fase de desaceleración</i> .....	88
<b>Tabla 32</b>	<i>Matriz varianza covarianza año 2016, fase de recuperación</i> .....	89
<b>Tabla 33</b>	<i>Matriz de correlación año 2016, fase de recuperación</i> .....	89
<b>Tabla 34</b>	<i>Matriz varianza covarianza año 2017, fase de expansión</i> .....	90
<b>Tabla 35</b>	<i>Matriz de correlación año 2017, fase de expansión</i> .....	91
<b>Tabla 36</b>	<i>Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2015, fase de desaceleración</i> .....	92
<b>Tabla 37</b>	<i>Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2016, fase de recuperación</i> .....	94
<b>Tabla 38</b>	<i>Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2017, fase de expansión</i> .....	95
<b>Tabla 39</b>	<i>Exceso de retornos en equilibrio año 2015, fase de desaceleración</i> .....	97
<b>Tabla 40</b>	<i>Exceso de retornos en equilibrio año 2016, fase de recuperación</i> .....	98
<b>Tabla 41</b>	<i>Exceso de retornos en equilibrio año 2017, fase de expansión</i> .....	99

<b>Tabla 42</b> <i>Matriz Q año 2015, fase de desaceleración</i> .....	100
<b>Tabla 43</b> <i>Matriz Q año 2016, fase de recuperación</i> .....	101
<b>Tabla 44</b> <i>Matriz Q año 2017, fase de expansión</i> .....	101
<b>Tabla 45</b> <i>Matriz (P) año 2015, fase de desaceleración</i> .....	102
<b>Tabla 46</b> <i>Matriz (P) año 2016, fase de recuperación</i> .....	103
<b>Tabla 47</b> <i>Matriz (P) año 2017, fase de expansión</i> .....	103
<b>Tabla 48</b> <i>Matriz (<math>\Omega</math>) año 2015, fase de desaceleración</i> .....	103
<b>Tabla 49</b> <i>Matriz (<math>\Omega</math>) año 2016, fase de recuperación</i> .....	104
<b>Tabla 50</b> <i>Matriz (<math>\Omega</math>) año 2017, fase de expansión</i> .....	104
<b>Tabla 51</b> <i>Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2015, fase de desaceleración</i> .....	105
<b>Tabla 52</b> <i>Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2016, fase de recuperación</i> .....	106
<b>Tabla 53</b> <i>Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2017, fase de expansión</i> ..	107
<b>Tabla 54</b> <i>Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2015, fase de desaceleración</i> .....	108
<b>Tabla 55</b> <i>Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2016, fase de recuperación</i> .....	110
<b>Tabla 56</b> <i>Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2017, fase de expansión</i> ..	111



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Frontera eficiente .....	10
<b>Figura 2.</b> Distribución posteriori de rendimientos .....	11
<b>Figura 3.</b> Curva de rendimiento referencial de títulos de deuda interna .....	13
<b>Figura 4.</b> Negociaciones en el mercado bursátil ecuatoriano por sector, enero 2019 .....	34
<b>Figura 5.</b> Montos bursátiles negociados en relación al PIB- Ecuador (%) .....	34
<b>Figura 6.</b> Montos negociados a nivel nacional en renta variable .....	35
<b>Figura 7.</b> Títulos de renta variable más negociados 2017-2018.....	36
<b>Figura 8.</b> Estructura del mercado de valores ecuatoriano .....	55
<b>Figura 9.</b> Evolución precio de la acción “Corporación Favorita C.A.” 2015-2017 .....	67
<b>Figura 10.</b> Evolución precio de la acción “Banco Guayaquil S.A.” 2015-2017 .....	68
<b>Figura 11.</b> Evolución precio de la acción “Banco Pichincha C.A.” 2015-2017 .....	70
<b>Figura 12.</b> Evolución precio de la acción “Cervecería Nacional S.A.” 2015-2017 .....	72
<b>Figura 13.</b> Evolución precio de la acción “Holcim Ecuador S.A.” 2015-2017 .....	73
<b>Figura 14.</b> Evolución precio de la acción “Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A.” 2015-2017.....	75
<b>Figura 15.</b> PIB nominal del Ecuador 2010-2017 .....	77
<b>Figura 16.</b> PIB real del Ecuador 2010-2017.....	78
<b>Figura 17.</b> Fases del ciclo económico .....	79
<b>Figura 18.</b> Fases del ciclo económico del Ecuador 2015-2017.....	81
<b>Figura 19.</b> Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2015, fase de desaceleración .....	93
<b>Figura 20.</b> Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2016, fase de recuperación .....	95
<b>Figura 21.</b> Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2017, fase de expansión.....	96

<b>Figura 22.</b> Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2015, fase de desaceleración.....	109
<b>Figura 23.</b> Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2016, fase de recuperación.....	111
<b>Figura 24.</b> Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2017, fase de expansión .....	113
<b>Figura 25.</b> Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2015, fase de desaceleración .....	114
<b>Figura 26.</b> Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2016 fase de recuperación .....	115
<b>Figura 27.</b> Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2017, fase de expansión.....	116

## RESUMEN

La diversificación en portafolios de inversión requiere el conocimiento de herramientas estadísticas-financieras, las cuales constituyen una guía para el inversionista en la toma de decisiones. Es por esto que la presente investigación tiene la finalidad de demostrar el grado de aplicabilidad práctica de los modelos de Markowitz y Black Litterman en el mercado accionario ecuatoriano, en las fases de desaceleración, recuperación y expansión del ciclo económico. Para realizar el estudio se recopiló soporte teórico, conceptual y referencial del enfoque media varianza de Markowitz y estadística bayesiana para Black Litterman. La selección de los seis emisores de acciones utilizados en la investigación se basó en los criterios de mayor capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones. A partir de los títulos de renta variable y utilizando los dos métodos de combinación de activos, se estructuraron diez portafolios de inversión por cada modelo en las diferentes fases del ciclo económico. Las carteras conformadas se fundamentan en la frontera eficiente, que busca la optimización financiera a través de la minimización del riesgo dado un nivel de rentabilidad deseado, complementando el estudio se midió el desempeño de los portafolios a través del ratio de Sharpe, lo que permitió determinar el método que genera carteras más eficientes en determinada fase del ciclo económico ecuatoriano.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN**
- **MODELO DE MARKOWITZ**
- **MODELO BLACK LITTERMAN**
- **OPTIMIZACIÓN FINANCIERA**

## **ABSTRACT**

Diversification in investment portfolios requires the knowledge of statistical-financial tools, which constitute a guide for the investor in decision-making. That is why the present investigation has the purpose of demonstrating the degree of practical applicability of the Markowitz and Black Litterman models in the Ecuadorian stock market, in the phases of deceleration, recovery and expansion of the economic cycle. To carry out the study, theoretical, conceptual and referential support of the Markowitz mean variance approach and Bayesian statistics for Black Litterman were collected. The selection of the six issuers of shares used in the investigation was based on the criteria of greater market capitalization, negotiated amounts and number of transactions. From the equity securities and using the two asset combination methods, ten investment portfolios were structured for each model in the different phases of the economic cycle. The formed portfolios are based on the efficient frontier, which seeks financial optimization through the minimization of risk given a desired level of profitability, complementing the study; the performance of the portfolios was measured through the Sharpe ratio, which allowed determining the method that generates portfolios that are more efficient in a certain phase of the Ecuadorian economic cycle.

### **KEY WORDS:**

- **INVESTMENT PORTFOLIOS**
- **MARKOWITZ MODEL**
- **BLACK LITTERMAN MODEL**
- **FINANCIAL OPTIMIZATION**

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

#### 1.1. Planteamiento del problema

El mercado de valores constituye un elemento esencial en el crecimiento y dinamización de la economía de una nación. En Ecuador la cultura de inversión bursátil es limitada, de manera que no se genera mayor conocimiento y confianza en el sistema, para que los agentes económicos participen continuamente en Bolsa.

En nuestro país si un inversionista desea colocar su capital en el sistema financiero, tiene dos opciones: el mercado de dinero o el mercado bursátil; el primero le ofrece una tasa de rendimiento promedio anual del 5,5% en el segundo depende del título valor: si es de renta fija la tasa promedio anual es 7,1% y en renta variable la tasa de rendimiento promedio fluctúa entre 8% y 10% (Bolsa de Valores de Quito, 2019).

Al existir el interés de personas y empresas de canalizar sus recursos hacia inversiones en Bolsa, surge también la necesidad de minimizar el riesgo a través de la diversificación, lo que lleva implícita la estructuración de portafolios óptimos que se ajusten a su perfil de riesgo-rentabilidad, tomando en consideración una economía como la nuestra.

En este contexto, el contar con herramientas que permitan formar portafolios en diferentes momentos del ciclo económico, se vuelve algo imperioso, aspecto que será abordado en el presente estudio, que tiene como objetivo evaluar la aplicabilidad práctica de los modelos Markowitz y Black-Litterman para de esta manera conocer las ventajas de cada uno de ellos, facilitando una

decisión compleja más cuando se trata de títulos de renta variable. Hallar un nivel de rentabilidad deseado requiere de conocimientos y variados análisis de estadística y finanzas.

## **1.2. Justificación de la investigación**

Durante los últimos 67 años a nivel mundial en el contexto del mercado de valores toma gran relevancia el estudio de la estructuración de portafolios de inversión óptimos. Es así que se desarrollaron modelos estadísticos-financieros, entre los cuales destacan Media-Varianza de Markowitz (1952) y Black Litterman (1992) los mimos que forman parte de la Teoría Moderna de Portafolios. Dichos modelos constituyen una guía de análisis para los inversionistas y se apoyan en fórmulas matemáticas para optimizar y diversificar carteras.

En el área de las finanzas la optimización de portafolios de inversión en términos de rentabilidad y riesgo, ha influenciado el pensamiento moderno tanto en los mercados bursátiles como en centros de investigación académica (Eismann, 2018, pág. 8). En la actualidad los gestores de portafolios de inversionistas institucionales emplean los modelos de combinación de activos como los de Markowitz y Black-Litterman con el fin de alcanzar sus objetivos de inversión, pero sin perder de vista las políticas de sus organizaciones (Bernal Aguas, 2013). Esta realidad promueve la necesidad de brindar instrumentos de apoyo tanto para inversionistas institucionales como individuales de modo que alcancen sus metas durante un periodo determinado.

Sobre la base de lo expuesto resulta relevante estudiar y evaluar el nivel de aplicabilidad de los modelos de Markowitz y Black Litterman en portafolios de inversión conformados por acciones tranzadas en el mercado de valores ecuatoriano. Dado que las economías presentan comportamientos variados, los datos de cotización de los activos están comprendidos entre los años 2015 y 2017, debido a que corresponden a tres diferentes fases del ciclo económico del país como

son desaceleración, recuperación y expansión. De esta manera el presente estudio pretende aportar herramientas para la optimización financiera de carteras y toma de decisiones de inversión en el mercado bursátil nacional.

### **1.3.Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar la aplicabilidad de los modelos de Markowitz y Black Litterman en diferentes momentos del ciclo económico, mediante la estructuración de portafolios con acciones del mercado bursátil ecuatoriano, para determinar las ventajas y desventajas que presentan como instrumentos de toma de decisiones de inversión.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar y seleccionar activos financieros de renta variable que coticen en el mercado de valores ecuatoriano, que cuenten con mayor transaccionalidad.
- Estructurar portafolios de inversión utilizando los modelos de Markowitz y Black-Litterman.
- Analizar el comportamiento del riesgo y rentabilidad en los portafolios de inversión estructurados.
- Verificar la aplicabilidad de los modelos en diferentes fases del ciclo económico del país.
- Contrastar la aplicación de los métodos de Markowitz y Black-Litterman para determinar las ventajas y desventajas, como instrumentos para la toma de decisiones de inversión en el mercado de valores ecuatoriano.

## **1.4. Hipótesis de la investigación**

### **1.4.1. Hipótesis alternativa**

En el mercado de valores ecuatoriano los modelos de Markowitz y Black-Litterman si son aplicables en la optimización financiera de portafolios de inversión, en cualquier fase del ciclo económico del país.

### **1.4.2. Hipótesis Nula**

En el mercado de valores ecuatoriano los modelos de Markowitz y Black-Litterman no son aplicables en la optimización financiera de portafolios de inversión, en cualquier fase del ciclo económico del país.

## **1.5. Marco Teórico**

### **1.5.1. Teoría Moderna de Portafolios**

La Teoría Moderna de Portafolios (MPT, por sus siglas en inglés Modern Portfolio Theory) tiene sus inicios en el estudio doctoral realizado por Harry M. Markowitz, denominado “Portfolio Selection” publicado en 1952, el mismo que para el año 1990 recibió el premio Nobel de Economía debido a los aportes en análisis de portafolios de inversión.

La teoría inicia con el postulado de que el inversionista busca optimizar la rentabilidad esperada de sus activos y disminuir el riesgo asociado a los mismos, sin embargo, este último es determinante en la obtención de ganancias. “Markowitz afirmaba que para cualquier nivel de riesgo, los inversionistas prefieren tasas de rentabilidad altas antes que bajas y para cualquier nivel de rentabilidad, optan por el menor riesgo” (Torres Daza, 2016, pág. 13).



Para Markowitz las preferencias de los inversores dependía básicamente de la media y la varianza del mismo portafolio. Según (Grajales Bedoya, 2009, pág. 156) “la representación de este problema se hace mediante programación cuadrática y su solución permite obtener la frontera eficiente que determina los portafolios que proporcionan el mayor rendimiento para un nivel de riesgo dado. Esta frontera contiene todas las posibles combinaciones de riesgo-rendimiento que se pueden obtener entre los diferentes activos del portafolio”.

Posteriormente, Fischer Black y Robert Litterman en 1991 hicieron una combinación del CAPM y el enfoque media-varianza de Markowitz, en base a estos estudios aplicaron estadística bayesiana para incluir expectativas de los inversionistas sobre el retorno de los títulos valores, en los retornos de equilibrio que responden a las fuerzas del mercado, para finalmente construir portafolios diversificados e intuitivos, a este modelo se le denomina Black Litterman (Useche Arévalo, 2015).

“Este conjunto de aportes es lo que se conoce como Teoría Moderna de Portafolios, la misma que hasta la actualidad sigue siendo ampliamente estudiada y constituye la base principal de la teoría financiera que se enseña en todo el mundo” (Auðunsdóttir , 2011, pág. 6).

### **1.5.2. Modelo media varianza de Markowitz**

En la publicación del artículo “Portfolio Selection” en The Journal of Finance Markowitz (1952) establece un modelo en el cual “Los inversionistas deben analizar el riesgo y rentabilidad del portafolios de manera global, en lugar de seleccionar activos individuales esperando un retorno de cada uno en particular.”

Una investigación realizada por Bernal Aguas (2013) muestra que: Antes de la publicación del modelo de Markowitz, para la formación de portafolios de inversión se realizaban análisis individuales de los activos. Los inversionistas pensaban que el valor de un activo era el valor

presente de los dividendos futuros por lo que al estructurar una cartera de inversión se apoyaban en histórico de rentabilidad de los títulos valores. Por el contrario, Markowitz sostenía que, al no conocer los dividendos futuros, el valor de un activo se estimaba era el valor presente de la rentabilidad futura y al analizar la rentabilidad y riesgo de un portafolio se debían considerar todos los activos en su conjunto.

Según un estudio realizado por Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz (2011) el modelo de Markowitz “Portfolio Selection” publicado en 1952 parte de las siguientes hipótesis:

- El rendimiento esperado de una cartera de inversión, es considerada una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad se asemeja a una distribución normal.
- El riesgo en relación a la dispersión en el rendimiento de los activos y del portafolio se mide a través de la varianza o desviación estándar.
- El inversionista asume una conducta racional, es decir es averso al riesgo.
- Los rendimientos de los instrumentos financieros se comportan según una distribución normal de probabilidades.

Markowitz propuso cuatro pasos en el proceso de selección de portafolios Landazuri Aguilera, Valenzuela Reynaga, Ruiz Pérez, & Chávez Rivera (2012):

- Estudio del entorno macroeconómico y microeconómico
- Cálculo de la rentabilidad esperada y varianza de la cartera.
- Construcción de la frontera eficiente
- Selección de un portafolio óptimo

El modelo Media-Varianza se basa en los siguientes supuestos Contreras, Stein, & Vecino (2015, págs. 384-385):

1. La rentabilidad esperada de un activo o cartera de inversión es una variable aleatoria, conocida por el inversionista para el periodo de estudio.

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

2. El nivel de riesgo de un activo o cartera se calcula con las fórmulas de varianza o desviación estándar, de la rentabilidad esperada de la inversión.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j \sigma_{ij}}$$

3. El inversionista prefiere portafolios con el menor riesgo para un nivel de rentabilidad deseado o la mayor rentabilidad para un nivel de riesgo dado.
4. No se considera otros factores que influyen en la inversión como los costos de transacción o impuestos.

A partir de las variables riesgo y rentabilidad calculadas y los supuestos establecidos en el modelo es factible construir la frontera eficiente.

### 1.5.2.1 Frontera eficiente

Se refiere al conjunto de combinaciones de riesgo y rentabilidad de los activos que conforman los portafolios de inversión, asumiendo una conducta racional del inversor, estas combinaciones se denominan portafolios eficientes y el conjunto de estos es la frontera eficiente, la separación entre esta y la frontera no eficiente se conoce como cartera de mínima varianza global (Sánchez, 2015).

Es eficiente un portafolio si, dado un nivel de rentabilidad no se halla otro con un riesgo menor y establecido cierto grado de riesgo no se encuentra otro portafolio con mayor rentabilidad.

El objetivo diseñado por Markowitz consistía en obtener el portafolio que minimice la varianza del mismo, sujeta a una rentabilidad esperada (Cardona, 2018, págs. 2-5).

La expresión de cálculo se muestra a continuación:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j \sigma_{ij}$$

Considerando:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1; \sum_{i=1}^n W_i E(R_i) = E(R_p)$$

De donde:

$n$ : Número de activos que conforman el portafolio de inversión.

$W_i$ : Peso asignado al activo  $i$  en la conformación del portafolio de inversión.

$\sigma_{ij}$ : Covarianza de los activos  $i$  y  $j$

$E(R_i)$ : Tasa de rendimiento esperado de cada activo  $i$

$E(R_p)$ : Tasa de rendimiento esperado del portafolio de inversión.

La versión dual alternativa según (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011) consiste en encontrar las ponderaciones que permitan maximizar el rendimiento de la cartera para a un nivel de riesgo dado, es decir:

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

Considerando:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2$$

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

De dónde:

$n$ : Número de activos que forman el portafolio

$E(R_i)$ : Rendimiento esperado del activo  $i$

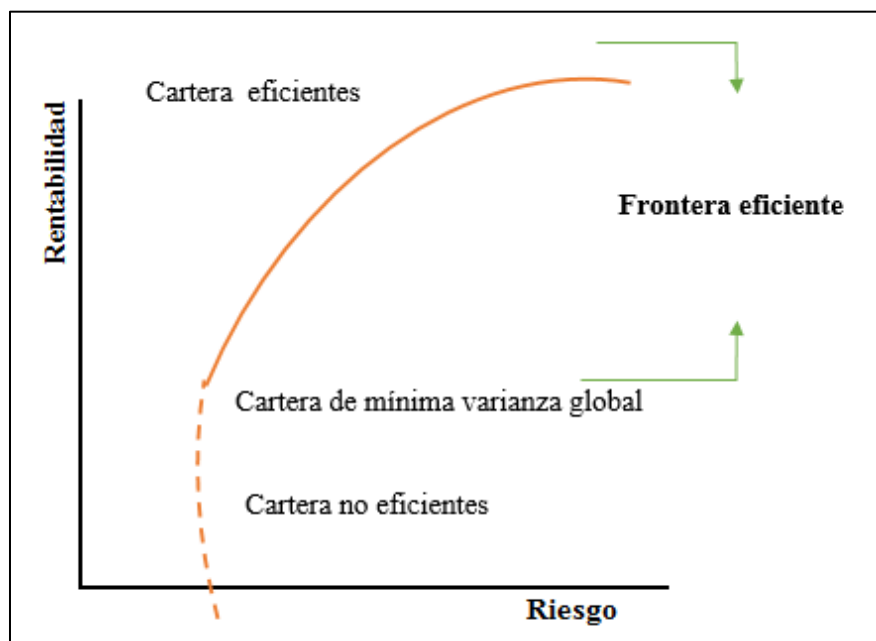
$E(R_p)$ : Rendimiento esperado del portafolio

$W_i$ : Peso asignado al activo  $i$  en la conformación del portafolio de inversión

$\sigma^2(R_p)$ : Varianza del rendimiento del portafolio

$\sigma_{ij}$ : Covarianza de los activos  $i$  y  $j$

$\sigma_0^2$ : Varianza máxima aceptada por el inversionista



**Figura 1.** Frontera eficiente

Fuente: (Brun & Moreno, 2008)

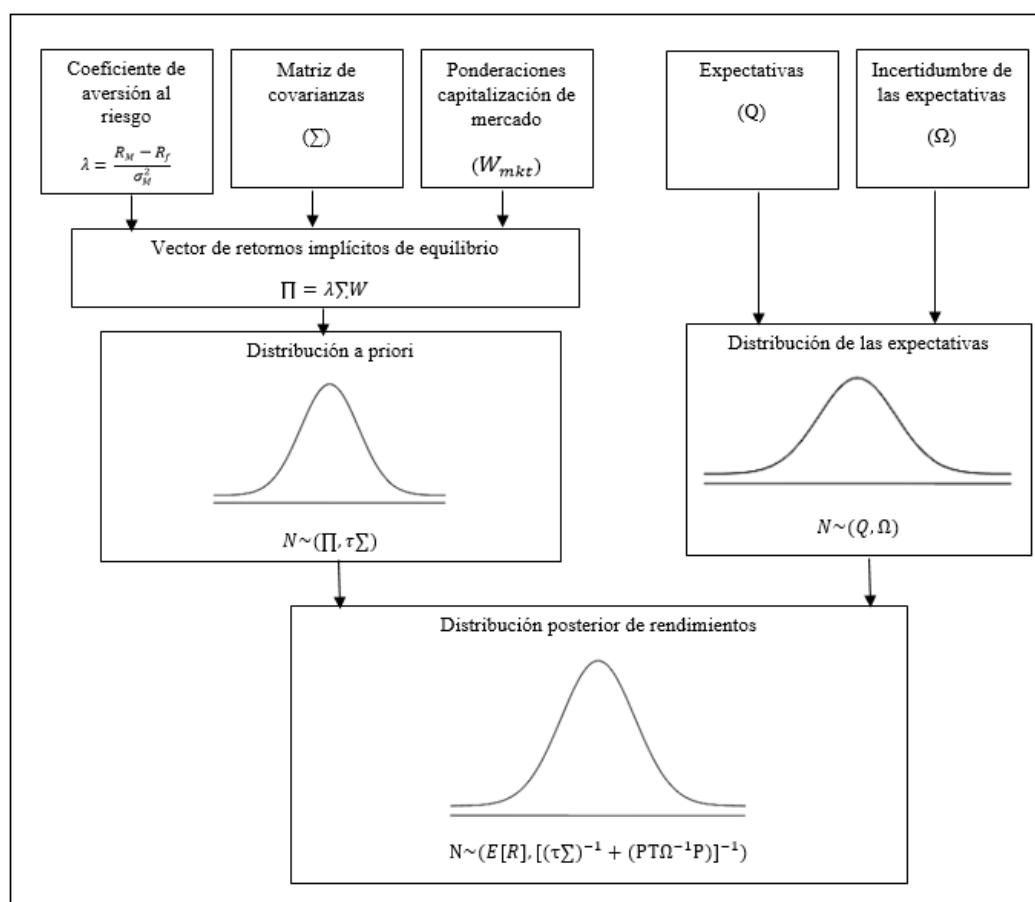
### 1.5.3 Modelo Black Litterman

El modelo Black Litterman (BL) desarrollado por Fisher Black y Robert Litterman, fue publicado en Financial Analyst Journal en el año 1992; deriva del modelo inicialmente planteado por Markowitz, pero como una alternativa que busca dar respuestas a ciertas limitantes que no son consideradas en un primer momento como son el portafolio de equilibrio de mercado y las expectativas de rentabilidades futuras percibidas por los inversionistas.

El método inicia de un escenario de equilibrio de mercado, esto quiere decir que las rentabilidades esperadas de los activos igualan la oferta y la demanda. Para obtener la rentabilidad esperada del portafolio, se emplea la optimización inversa; en lugar de cuestionarse que ponderación de activos se requiere para alcanzar cierto nivel de rentabilidad, se plantea que nivel

de rentabilidad se atribuye a la ponderación de activos calculada inicialmente en función de la capitalización bursátil (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011).

El modelo Black Litterman se basa en la estadística bayesiana, para su aplicación requiere una distribución de probabilidad a priori generada a partir del coeficiente de aversión al riesgo, matriz de covarianzas y ponderaciones de activos; además también necesita de una distribución de probabilidad condicional generada con expectativas de los inversionistas y el nivel de incertidumbre atribuido a las mismas, para finalmente conseguir una distribución de probabilidad a posteriori de rendimientos (Tamayo Jaramillo & Luna Ramírez, 2015).



**Figura 2.** Distribución posteriori de rendimientos

Fuente: (Idzorek, 2004, pág. 16)

El modelo considera que: Existen  $n$  activos, con capitalizaciones  $M_i$ ,  $i= 1, 2, 3, \dots, n$ . La capitalización bursátil se obtiene del número de títulos valores que existan en el mercado multiplicados por su precio. Los pesos de inversión de los  $n$  activos están determinados por el vector  $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$  en donde la ponderación del activo  $i$  es:

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

El coeficiente de aversión al riesgo ( $\lambda$ ) lambda, es determinada así:

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

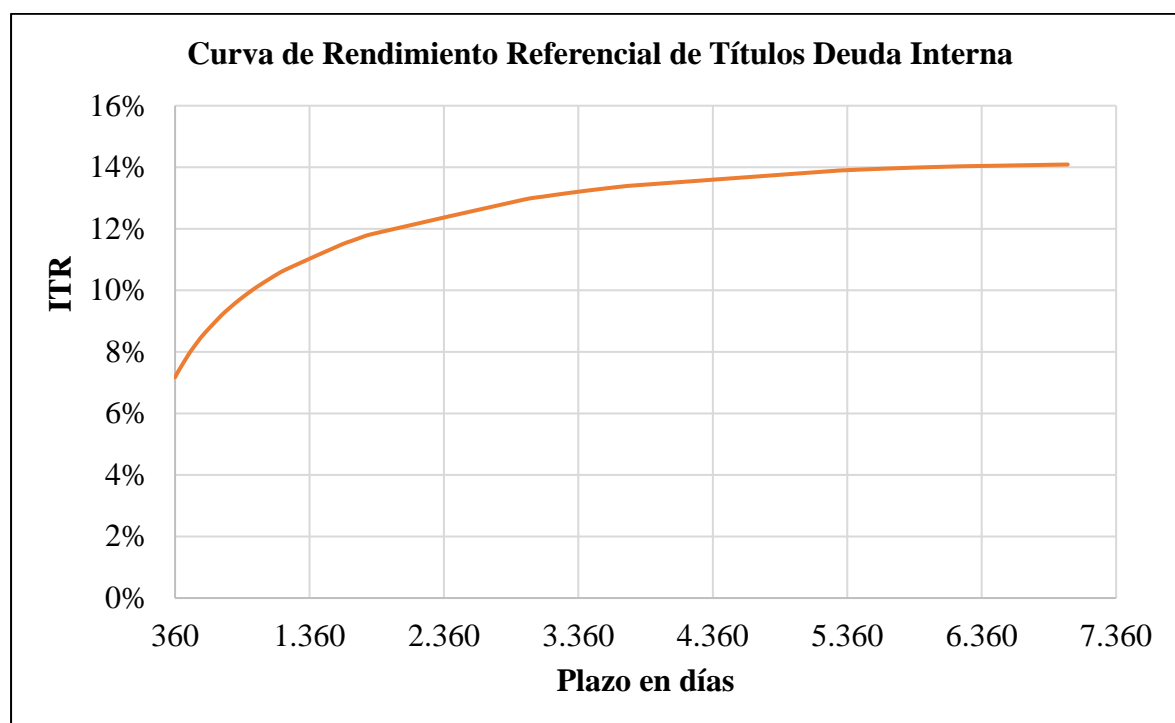
De donde  $R_M$  es el retorno del mercado,  $R_f$  es la tasa del activo libre de riesgo y  $\sigma_M^2$  es la varianza del retorno del mercado. Cuando  $\lambda < 1$ , el inversor prefiere asumir más riesgo. En cambio, cuando  $\lambda > 1$ , el inversor rehúye al riesgo (Bernal Aguas, 2013). Frente al riesgo el inversionista presenta tres actitudes propensión, neutralidad y aversión, la primera se refiere a que un inversor elegiría la inversión con mayor nivel de riesgo frente a dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad, la segunda sostiene que el inversionista se mantiene indiferente entre dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad y en la tercera el inversor elegirá la inversión con menor riesgo frente a dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad (García García, 2015).

La tasa libre de riesgo en investigaciones precedentes realizadas en el contexto ecuatoriano, los autores (Pinos Luzuriaga & Molina Palacios, 2010, pág. 42) la estima como "...la tasa de bonos del gobierno ecuatoriano emitidos internamente y adquiridos por el IESS".



Para la presente investigación la tasa libre de riesgo, se toma de la curva de rendimiento referencial de títulos de deuda interna para un plazo de 360 días, cuyo valor es 7,17% según la información publicada en la (Bolsa de Valores de Quito, 2019).

La curva de rendimiento referencial de títulos de deuda interna fue calculada en base a seis actas resolutivas de emisión de bonos destinadas a proyectos de desarrollo económico, social e infraestructura. Las actas resolutivas son: 002, 003, 004, 007, 018 y 035; que fueron emitidos en 2013, 2014, 2018, 2019 y vencerán en 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024.



**Figura 3.** Curva de rendimiento referencial de títulos de deuda interna

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

Los retornos de equilibrio están dados por (Montoya & Maya, 2016):

$$\Pi = \lambda \Sigma W$$

De esta manera se obtiene el exceso de retorno de cada uno de los activos sobre la tasa libre de riesgo. Para obtener este parámetro se recurre a la optimización inversa utilizando como recursos el coeficiente de aversión al riesgo, la matriz de varianza covarianza y pesos asignados a los activos (Duqui, Franci, & Torluccio, 2014).

Se denominan retornos en equilibrio de mercado, ya que si los precios de los títulos valores llegan a ser igual a los rendimientos esperados de los inversionistas, estos ajustes en cuestión hacen que la demanda sea igual a la oferta (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011).

El escalar Tau ( $\tau$ ) mide el grado de incertidumbre en relación a la precisión con que se calculó los retornos en equilibrio ( $\Pi$ ). Si el grado de incertidumbre es alto tomará un valor cercano a cero en caso contrario será cercano a uno.

Lee (2000), que tiene una experiencia considerable en el modelo Black-Litterman, generalmente establece el valor del escalar ( $\tau$ ) entre 0.01 y 0.05. Por el contrario, Satchell y Scowcroft (2000) dicen que el valor del escalar ( $\tau$ ) a menudo se establece en 1.10. Finalmente, Blamont y Firoozye (2003) interpretan  $\tau\Sigma$  como el error estándar de estimación del vector de retorno de equilibrio implícito ( $\Pi$ ); por lo tanto, el escalar ( $\tau$ ) es aproximadamente 1 dividido por el número de observaciones (Idzorek, 2004).

Con los recursos antes calculados se procede a hallar la distribución a priori normalmente distribuida:

$$N \sim (\Pi, \tau\Sigma)$$

La distribución condicional, representa las expectativas del inversionista sobre los retornos de los activos que se tranzan en el mercado. Las expectativas de los inversores, corresponden a la

interpretación de la información que es exclusiva del inversionista individual. Por lo tanto, los rendimientos esperados son una combinación de la información disponible en los mercados de capital y la información exclusiva de un inversionista específico. A medida que la mezcla de fuentes de información cambia, los rendimientos esperados también cambiarán (Polovenco, 2017).

En el modelo la suma de los pesos en expectativas relativas es cero, mientras que en expectativas absolutas es 1. Además, no se requiere tener expectativas sobre todos los activos (He & Litterman, 1999). Una sola expectativa hace que el rendimiento de cada activo de la cartera cambie de su rendimiento de equilibrio implícito, ya que cada rendimiento individual está vinculado a los otros rendimientos a través de la matriz de covarianza de los rendimientos en exceso ( $\Sigma$ ) (Idzorek, 2004).

Existe un conjunto de  $k$  expectativas correspondientes a los retornos esperados y se expresan como:

$$P^T = [p_1, p_2, \dots, p_k] \quad Q^T = [q_1, q_2, \dots, q_k]$$

Dónde  $P$  es la matriz de los activos sobre los cuales se tienen las expectativas y  $Q$  es la matriz de expectativas de los inversionistas.

Para hallar los elementos de  $P$  diferentes de cero, en lugar de utilizar un esquema de igual ponderación, se recurre a la capitalización de mercado. De manera que, la ponderación de cada activo se calcula dividiendo la capitalización bursátil de la empresa emisora del título valor, para la suma total de capitalización bursátil de los activos que forman parte de la expectativa (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011).

Pulgarin Molano et al. (2015) La matriz  $Q$  corresponde a las expectativas que tienen los analistas sobre el comportamiento de los activos, la fórmula se basa en tracking error, el cual permite medir

la dispersión entre el activo más rentable respecto de otro menos rentable. El valor obtenido se ajusta a un factor, debido a que existen situaciones económicas que generan variaciones en el precio de las acciones, de esta manera no se presentan resultados inflados y erróneos que generen falsas expectativas, para que la expectativa calculada sea válida se debe encontrar entre 0 y 0,5%.

El tracking error generalmente se expresa como un número anual y como un porcentaje, cuando los datos son mensuales o diarios se sugiere encontrar el valor anual. Los administradores de portafolios tienen diferente tolerancia a tracking error, a algunos les gusta ver que sus carteras se comportan alineadas al mercado en cada período y pierden confianza cuando el rendimiento se desvía. Otros, se sienten más cómodos con la volatilidad del mercado, no les importan los grandes cambios, siempre que reciban un beneficio compensatorio (Stein, 2014).

Los recursos matriciales P y Q dan lugar a la distribución condicional:

$$N \sim (Q, \Omega)$$

Dónde  $\Omega$  es la matriz compuesta con valores en la diagonal principal  $\omega_{ii}$  y ceros los demás elementos, lo que quiere decir que no necesariamente las expectativas se encuentran relacionadas. Entre más alto sea el valor de la diagonal  $\omega_{ii}$  existe un menor nivel de confianza en las expectativas de las rentabilidades sobre los activos, es decir la matriz Q (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011).

La ecuación del modelo Black Litterman se describe a continuación (Pulgarin Molano, Sánchez Muñoz, & Rodríguez Avellaneda, 2015, pág. 9):

$$E(R - r_f) = [(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1} [(\lambda \Sigma)^{-1} \Pi + P^T \Omega^{-1} Q]$$

De dónde:

$\tau$ : Escalar Tau

$\Sigma$ : Matriz de varianzas y covarianzas

$\Omega$ : Incertidumbre asociada a las expectativas sobre el comportamiento de un activo

$\Pi$ : Exceso de retornos del mercado

$Q$ : Expectativas sobre el exceso de los retornos

$P$ : Matriz que define los activos sobre los que se tienen las expectativas del mercado.

La primera parte de la ecuación sea:  $[(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1}$

Garantiza que la suma de las ponderaciones de inversión sea igual a 1.

La segunda parte de la ecuación sea:  $[(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P^T \Omega^{-1} Q]$

Es un promedio ponderado entre la información del mercado y las expectativas.

De donde  $(\tau \Sigma)^{-1} \Pi$  es el producto entre la información muestral o histórica asociada a un nivel de incertidumbre.

La parte  $P^T \Omega^{-1} Q$  se refiere a las perspectivas de los analistas sobre el comportamiento de un activo a un nivel de incertidumbre.

La suma entre los dos componentes da como resultado el exceso de retornos esperados.

Para obtener las rentabilidades se requiere añadir la tasa libre de riesgo diaria.

#### **1.5.4. Teoría de la Utilidad Esperada**

Atribuida a Jhon Von Neumann y Oskar Morgenstern por la investigación “The Theory of Games Behavior” realizada en el año 1944, permite analizar la conducta estratégica de los partícipes de un juego, considerando tres condicionantes: normas, estrategias y recompensas, los participantes tienen interés por maximizar sus rentabilidades y consideran que sus rivales asumen

conductas racionales, es decir que se toma en cuenta el comportamiento de otros individuos y se reconoce la interdependencia mutua. El resultado de una operación depende de las decisiones que cada agente tome en el transcurso de un determinado periodo (Berosca Rincón, Arango Buelvas, Jiménez Martínez, & María Alzamora, 2018).

Von Neumann y Morgenstern utilizaron la teoría para estudiar la conducta de los actores económicos frente al riesgo, por lo que consideraron distintas actitudes (González Segura, 2014):

*Comportamiento neutral al riesgo.* El individuo se inclina por la inversión que le ofrezca la máxima rentabilidad, sin mostrar cautela ante el riesgo que pudiese incrementar en caso de desviaciones respecto de la ganancia prevista.

*Comportamiento de aversión al riesgo.* El sujeto no realizará una inversión si la rentabilidad esperada final es igual a su capital inicial de colocación.

*Comportamiento preferente al riesgo.* El individuo tiende a arriesgar más constantemente, para alcanzar una mayor rentabilidad, en lugar de mantener una posición de certeza con la cual obtendría menos rentabilidad.

### **1.5.5. Teoría de Mercados Eficientes**

Dentro del mercado de valores, un concepto de eficiencia relevante aportó Fama (1970), después de estudiar los preceptos de Samuelson (1965) y Roberts (1959), con lo cual estableció que, un mercado es eficiente si los precios de los activos son un reflejo de la información existente y accesible. El precepto de eficiencia que aborda Fama es de tipo informacional; es decir, para que un mercado sea eficiente, depende del nivel y velocidad con los cuales los precios de los títulos

valores absorban la información disponible (Ramírez Morales, Ruíz Yepes, & Gutiérrez Castañeda, 2015).

Fama (1970) en su obra “Efficient Capital Markets” retoma la estructura de eficiencia planteada por Roberts (1967) y difunde la definición de tres niveles de eficiencia: (a) hipótesis débil, plantea que la información relevante para tomar decisiones de inversión está recogida en los precios históricos de las acciones y es de fácil acceso; (b) hipótesis semifuerte, se presenta cuando además de los precios históricos se cuenta con toda la información pública que contribuye a la formación de los precios como estados de situación financiera, participación de mercado, entre otros; (c) hipótesis fuerte, los inversores cuentan con información privilegiada relevante para la formación de los precios, además que disponen de información histórica y pública (Duarte Duarte & Pérez Iñigo, 2013, págs. 22-23).

#### **1.5.6. Ratio de Sharpe**

Su creador William Sharpe ganador del premio nobel de economía en 1990, fue quien propuso el modelo con la denominación reward-to-variability ratio, es decir ratio de recompensa por riesgo, el cual mide el desempeño de las carteras en base a las primas por riesgo sobre el nivel de riesgo asociado a la misma (desviación estándar) (Sharpe, 1994).

Denota el exceso de rendimiento de una cartera por cada unidad de riesgo adquirida, de manera que provee una medida que facilita de la elección de las inversiones. El índice cuantifica la rentabilidad del portafolio, que debe ser superior a la tasa de rentabilidad del activo libre de riesgo; esta prima de riesgo se divide para el riesgo del portafolio, entre más alto sea el valor resultante la

cartera tendrá un mayor desempeño (Sotelo Rojas, 2015). Un ratio de Sharpe negativo indica que el portafolio de inversión tiene un rendimiento inferior al del activo sin riesgo.

La fórmula para el cálculo de este índice es la siguiente:

$$S = \frac{E(p) - r_f}{\sigma_p}$$

De dónde:

$E(p)$  : Rendimiento esperado del portafolio durante un periodo determinado.

$r_f$ : Tasa libre de riesgo.

$\sigma_p$ : Desviación estándar para el rendimiento del portafolio.

## **1.6. Marco Conceptual**

### **1.6.1. Portafolios de inversión**

Se denomina portafolio o cartera de inversión a un conjunto de títulos valores seleccionados por un inversor bajo ciertos parámetros. Los activos financieros que los integran cotizan en el mercado de valores y están disponibles para que inversionistas individuales e institucionales pueden colocar su capital. Los portafolios se integran con títulos de renta fija o variable cuya elección aborda, el grado de riesgo que está dispuesto a asumir el inversionistas, así como las metas de rentabilidad que desea lograr (Cruz Rodríguez, 2018).



### **1.6.2. Tasa de rentabilidad**

Representa el incremento o a su vez la disminución del precio de mercado de una acción; matemáticamente es aproximadamente igual al logaritmo natural del precio de la acción utilizando como información un momento actual y uno anterior (Valverde Velásquez & Viteri Tapia, 2018).

### **1.6.3. Rendimiento esperado**

Es el rendimiento de un activo obtenido del comportamiento histórico de los rendimientos del mismo. En un portafolio de inversión el rendimiento esperado se calcula a través del promedio ponderado de los rendimientos de los activos que lo conforman multiplicado por el peso asignado a cada uno de ellos para formar el portafolio en su conjunto (Valverde Velásquez & Viteri Tapia, 2018).

### **1.6.4. Riesgo**

Refleja la variabilidad de los rendimientos potenciales de un activo con respecto a su rendimiento esperado, la medida estadística utilizada para conocer la dispersión de los rendimientos es la varianza (medida cuadrática) o la desviación estándar (medida lineal), entre más dispersos se encuentran los rendimientos, más riesgoso es un activo o portafolio (Cruz, Restrepo, & Sánchez, 2005).

### **1.6.5. Covarianza**

Al determinar la desviación estándar en portafolios de inversión, se considera la covarianza un cálculo elemental para determinar el riesgo de la cartera.

Según Ross, Westerfield & Jaffe (2012, pág. 332) “la covarianza se define como la proporción en la cual se relacionan dos variables aleatorias”. En el caso que la covarianza tome un valor mayor

a cero, se interpreta que los activos se mueven en el mismo sentido, en cambio cuando toma un valor menor a cero se mueve en direcciones contrarias y en el caso que sea igual a cero significa que los activos no se encuentran relacionados.

### **1.6.6. Correlación**

Al igual que la covarianza muestra el grado en el que están relacionados dos activos, matemáticamente es el resultado de la división entre la covarianza y la desviación estándar de los activos evaluados (Ross, Westerfield, & Jaffe, 2012).

La correlación de los rendimientos entre dos activos puede tomar valores de -1, 1, 0; a las que se les denomina, correlación positiva perfecta, correlación negativa perfecta y carencia de correlación respectivamente.

### **1.6.7. Optimización financiera**

La literatura la define como el enfoque media-varianza, en primer lugar señala la región factible de inversión, estas son varias combinaciones de activos que generan portafolios de inversión, dentro de este universo existen portafolios óptimos, los cuales poseen la máxima rentabilidad para un nivel de riesgo dado, y adicionalmente en segunda instancia el riesgo de un portafolio o cartera de inversión obedece a las correlaciones que existan entre los activos que lo componen y no del riesgo individual de estos (Mendoza Yllanes, 2014, pág. 4).

### **1.6.8. Capitalización bursátil**

Corresponde al valor total del patrimonio de una empresa, se calcula como el producto del número de acciones por el precio al que cotiza la acción. Es el valor de la empresa a precios de mercado (Guihur Ramírez & Catalán Cantillo, 2016).

### **1.6.9. Bonos del Estado**

“Títulos de deuda pública emitidos por el Gobierno Central a través del Ministerio de Economía y Finanzas para financiar el déficit del presupuesto del Estado o destinar estos recursos a ciertos proyectos” (Bolsa de Valores de Quito, 2006).

### **1.6.10. Curva de rendimientos**

Comprende una gráfica, compuesta por una proyección de datos que de manera concisa muestra la tendencia del mercado de la tasa de rendimiento de los bonos del estado respecto de su plazo de vencimiento (Bolsa de Valores de Quito, 2006).

Una curva de rendimientos permite estimar las tasas de interés de acuerdo a una temporalidad específica para activos semejantes de acuerdo a sus características intrínsecas (calificación de riesgo, liquidez, tratamiento fiscal, amortización de capital) y observar distintos rendimientos que ofrecen dichos activos teóricamente idénticos en todo, a excepción de su plazo de vencimiento. Dicho instrumento estima la tasa de rendimiento de los bonos del estado, para periodos mayores a un año. Para lo cual aplica ecuaciones utilizando como recurso destacado los rendimientos reportados en las transacciones diarias que tienen lugar en el mercado bursátil del país (Bolsa de Valores de Guayaquil, 2019).

### **1.6.11. Ciclos económicos**

Comprenden desviaciones de la actividad económica del país en referencia a la tendencia de crecimiento de largo plazo (Banco Central del Ecuador, 2019). El indicador utilizado para medir el crecimiento de la economía de un país es el Producto Interno Bruto o PIB. Las fluctuaciones de la actividad económica se conocen con el nombre de ciclos económicos, estos tienen expansiones

o contracciones, cuando ocurre el primero existe mayor inversión, empleo y consumo, mientras que en el segundo sucede lo contrario, las personas pierden su empleo y el país pierde millones de dólares debido a la baja en la producción (Granja & Sosa, 2017).

## **1.7. Marco Referencial**

### **1.7.1. Validación del Modelo Media-Varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito**

El estudio desarrollado por Chamba Macas (2014) validó la aplicabilidad del modelo de Markowitz en el mercado de valores ecuatoriano con tres acciones mayormente negociadas como son Corporación Favorita, Holding Tonicorp, Holcim Ecuador, las mismas que cumplieron tres requisitos: mayor capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones. Los resultados al optimizar el portafolio fueron, en cuanto a la minimización de varianza global, se obtuvo un riesgo global 5,88% y la rentabilidad esperada 7,62% ambos para un periodo anual, los porcentajes de inversión se distribuyen entre las tres empresas seleccionadas. Al maximizar la rentabilidad, la cartera alcanzó una rentabilidad esperada de 11,52% y un riesgo de 7,66% anuales, sin embargo, la inversión en este último caso abarca un peso del 100% en acciones de Holcim Ecuador.

El investigador señala que, la diversificación no sólo se refiere a la integración de nuevos activos al portafolio de inversión, sino también al adecuado peso de inversión en cada título valor que integra la cartera. Así también, el fundamento teórico a mayor riesgo mayor rentabilidad no siempre se cumple, pues al analizar el riesgo y rentabilidad de los activos de manera individual, se observa que una acción puede ser la más riesgosa y tener la menor rentabilidad. Sin embargo, al determinar

la frontera eficiente el fundamento teórico se cumple a partir del portafolio de mínima varianza global hasta el portafolio conformado únicamente por acciones de Holcim Ecuador (Chamba Macas, 2014, pág. 123).

De la investigación se concluye que el Modelo Media-Varianza podría no ser aplicable con acciones cuyos emisores presentan un bajo nivel de presencia bursátil, es decir acciones de empresas que no marquen un precio de cotización bursátil en forma periódica. Debido a que la base de información está constituida por los precios de cotización de las acciones (Chamba Macas, 2014, pág. 127).

La estructuración de portafolios de inversión eficientes constituye una herramienta de apoyo para el inversionista, ya que permite evaluar diferentes escenarios de inversión en función del riesgo y la rentabilidad que presenten los activos en su conjunto, logrando diversificar el riesgo de su inversión con portafolios que se ajuste a su perfil y preferencias (Chamba Macas, 2014, pág. 127).

### **1.7.2. Construcción de un portafolio óptimo de acciones de empresas que cotizan en las bolsas de valores ecuatorianas**

La investigación realizada por Terán Rodríguez (2015) mostró la aplicación del modelo Media Varianza de Markowitz en el mercado de valores ecuatoriano, con siete empresas que forman parte del ECU-INDEX, las mismas que presentaron el mayor número de cotizaciones durante enero 2013 a junio 2014. Se obtuvieron nueve portafolios de inversión con los cuales se construyó la frontera eficiente, los niveles de rentabilidad oscilaron entre 22% y 39,5% y los de riesgo entre 7,54% y 12,91% respectivamente.

El investigador señala que previo a la aplicación del modelo de Markowitz en el mercado de valores ecuatoriano, se requiere contar con una base de datos históricos continuos de los precios de cotización diarios de las acciones durante el periodo de análisis seleccionado. Sin embargo, el mayor debilitante del mercado bursátil nacional son los bajos niveles de negociaciones en títulos de renta variable (Terán Rodríguez, 2015).

Debido a los bajos niveles de negociación de títulos de renta variables, accesibilidad, transaccionalidad y liquidez del mercado bursátil nacional resulta compleja la aplicación de un modelo de estructuración de portafolios de inversión, la aplicación de una metodología de portafolios de inversión, pero a pesar de los problemas descritos, la utilización del modelo media varianza de Markowitz en el mercado de valores local, hizo posible el desarrollo de un proceso de optimización en portafolios de inversión ecuatorianos (Terán Rodríguez, 2015, pág. 114).

### **1.7.3. Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión**

En el estudio teórico realizado por Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz (2011) se deduce que el modelo de Markowitz en la optimización de portafolios constituye un apoyo fundamental para los inversionistas, puesto que ha conseguido portafolios de inversión con un nivel de desempeño superior que los índices de referencia del mercado; sin embargo, refiriéndose a su plena aplicación, ésta depende del correcto cálculo de rendimientos esperados y covarianzas de los activos.

El modelo Black-Litterman resulta ser más congruente en la ponderación de inversión en activos que el modelo media varianza de Markowitz, ya que parte resolviendo la problemática de la

estimación de las rentabilidades esperadas, a través del portafolio de retornos en equilibrio de mercado (Franco Arbeláez, Avendaño Rúa, & Barbutín Díaz, 2011).

#### **1.7.4. Desarrollo de una metodología ajustada para la estructuración de un portafolio óptimo, alternativa de inversión y diversificación del riesgo**

Pulgarin Molano, Sánchez Muñoz, & Rodríguez Avellaneda (2015) realizaron la aplicación práctica de optimización de portafolios de inversión a través de las metodologías de Markowitz y Black Litterman con diez acciones internacionales de diversos sectores, tomando como base los datos históricos de enero 2010 a junio 2012. El portafolio óptimo mediante el modelo de Markowitz obtuvo un riesgo de 1,045% y rentabilidad de 0,035% diarios, determinado dentro de la frontera eficiente con 15 escenarios. El portafolio óptimo conformado bajo el modelo Black Litterman alcanzó un nivel de riesgo de 1,13% y 0,084% de rentabilidad diarios.

Al realizar un análisis comparativo de los portafolios se llega a concluir que aquellos desarrollados con el modelo de Markowitz se integran de activos financieros de alta rentabilidad, reducida varianza y baja correlación, por lo que se obtiene carteras concentradas en pocos títulos y sectores de la economía. El modelo Black Litterman al incluir expectativas de analistas proporciona al inversionista una visión de la situación del mercado, permitiéndole así incluir activos con una rentabilidad óptima basados en la información histórica y expectativas de expertos (Pulgarin Molano, Sánchez Muñoz, & Rodríguez Avellaneda, 2015, pág. 21).

Al ser un insumo importante las expectativas de los analistas, deben pasar por pruebas de calidad y solidez que corroboren la correlación entre las opiniones de expertos y la situación real del mercado, pues si las expectativas son muy altas y no reflejan la situación del mercado se pueden

obtener rentabilidades esperadas que generarían falsas expectativas (Pulgarin Molano, Sánchez Muñoz, & Rodríguez Avellaneda, 2015, pág. 21).

### **1.7.5. Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman**

En una investigación realizada por Giraldo Cárdenas, y otros (2015) referente a la aplicación del método Black Litterman con 20 acciones de mayor liquidez de la Bolsa de Valores de Colombia tomando como referencia los activos que conforman el índice COLCAP, con una base de datos de enero a agosto de 2013, lo cual permitió analizar el modelo de optimización de portafolios de inversión, de lo cual se obtuvo una inversión en ocho activos que generan una rentabilidad esperada de 1,2% y riesgo de 6,1% mensuales.

Los modelos de Markowitz y Black-Litterman constituyen una guía para inversores que desean rendimientos superiores para sus portafolios y que, adicionalmente, para su aplicación cuenten con información relevante del mercado que apoye en la formulación de expectativas sobre rentabilidades futuras de los títulos valores que integran sus portafolios (Giraldo Cárdenas, y otros, 2015).

### **1.7.6. ¿La información de tenencia accionaria de las AFPs y las recomendaciones de analistas generan valor económico? Aplicación del Modelo Black-Litterman al mercado accionario Chileno**

Para la aplicación del modelo Black Litterman, se seleccionaron siete acciones con alta presencia bursátil como fueron Copec, Lan, Endesa, Enersis, Falabella, Cencosud, Banco Santander, la base de datos utilizada tiene una periodicidad mensual, con un rango de tiempo desde enero de 2010 hasta junio de 2015. La información fue obtenida de la plataforma Bloomberg.



En este trabajo  $\lambda$  tomó un valor de 2,5 el cual representa el promedio mundial de aversión al riesgo,  $\tau$  fue determinado con 0,01 y las expectativas consideradas para el modelo fueron de dos tipos: tendencia de Administradoras de Fondos de Pensiones (AFPs) en acciones del índice de precios selectivos de acciones (IPSA) y recomendaciones de analistas publicados en Bloomberg, ambas para un mes de inversión. Las previsiones fueron analizadas con respecto a los cambios de tendencia que presenten durante cinco meses.

La optimización del modelo tuvo los siguientes resultados mensuales para operaciones de corto plazo, para enero 2014 la rentabilidad esperada fue de 5,81% y el riesgo 2,44%; la mayor ponderación la obtuvo Endesa para junio 2015 la rentabilidad fue de 6,42% y el riesgo de 2,56%; la mayor ponderación la tuvo Falabella.

Es importante destacar durante el periodo de estudio el IPSA presentó un comportamiento lateral (sin tendencia clara), por los bajos montos transados diariamente, que se explica por una exposición históricamente baja por parte de las AFPs al mercado de renta variable nacional, por ello la elección del portafolio base, fueron acciones con la mayor presencia bursátil en el índice, debido a que uno de los objetivos del estudio era la implementación real del modelo, por tanto se analizó solo acciones con alta liquidez (Silva , 2016, pág. 34).

## CAPÍTULO II

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 2.1. Enfoque cuantitativo

Según Ruiz Medina, Borboa Quintero, & Rodríguez Valdez (2013, pág. 10) “el método cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos numéricos para probar hipótesis establecidas y confía en la medición numérica, el conteo y la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en la población objeto de estudio.”

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que para evaluar la aplicabilidad de los modelos Media-Varianza de Markowitz y Black-Litterman, mediante la optimización financiera de portafolios de inversión en el mercado de valores ecuatoriano y determinar las ventajas y desventajas que presentan los métodos, se empleará fórmulas estadísticas y programación lineal con el fin de identificar un portafolio óptimo con los activos seleccionados.

#### 2.2. Tipo de estudio

##### 2.2.1. Correlacional

“Busca evaluar la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 93).

Los estudios cuantitativos correlacionales miden el grado de relación entre esas dos o más variables es decir cuantifican relaciones. Miden cada variable presumiblemente relacionada y posteriormente cuantifican y analizan la correlación; tales correlaciones se someten a prueba (Gómez, 2006).

Bajo estas premisas entre los objetivos específicos definidos se busca analizar el comportamiento del riesgo y rentabilidad en los portafolios de inversión óptimos obtenidos, lo que a su vez permitirá validar el fundamento teórico que establece la frontera eficiente el cual menciona que un portafolio es eficiente si posee el menor riesgo para un nivel de rentabilidad dado o para un nivel de riesgo establecido posee la máxima rentabilidad.

### **2.2.2 Documental**

“El estudio documental se realiza a través de la consulta de libros, revistas, periódicos, anuarios, memorias, registros, códigos, constituciones, etc.” (López A. , 2003, pág. 23).

Para el desarrollo del presente estudio se requieren fuentes de información primarias, como son los precios de las acciones representativas que son tranzadas en el mercado bursátil ecuatoriano, ya que constituye la base de datos para realizar los cálculos estadísticos empleados en la optimización financiera de portafolios de inversión. Los años de estudio son 2015, 2016, 2017, puesto que en estos periodos se observan tres fases del ciclo económico como son: desaceleración, recuperación y expansión respectivamente. De esta manera se busca realizar un análisis comparativo de la aplicabilidad de los métodos en diferentes momentos del ciclo económico.

### **2.2.3 Exploratorio**

Los estudios exploratorios tienen como fin analizar un problema de investigación, escasamente estudiado, sobre el cual existen varias interrogantes o que en momentos anteriores no se han afrontado (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

El presente estudio es exploratorio debido a que es escaso el número de estudios académicos en cuanto a la aplicación práctica de los modelos Media-Varianza y Black Litterman en el contexto ecuatoriano.

### **2.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

#### **2.3.1 Estadísticas de fuentes secundarias de datos**

La información se obtiene por medio de internet, biblioteca, organismos, entre otros. Se consigue información recolectada con anterioridad, en otras palabras, de fuentes secundarias para después proceder a realizar análisis estadísticos (Hueso & Cascant, 2012).

Para el desarrollo del presente estudio se utilizará las siguientes herramientas de investigación:

- Información disponible de la Bolsa de Valores de Quito de precios de cotización históricos de las acciones tranzadas en el mercado bursátil ecuatoriano.
- Boletines mensuales emitidos por Bolsa de Valores de Quito.
- Textos académicos relacionados con los Modelos de Media-Varianza y Black Litterman.
- Tesis acerca estudios relacionados al tema.

#### **2.3.2 Observación sistemática, regulada o controlada**

Es el medio a través del cual se obtiene información observable de ciertos puntos de interés y acorde a un método establecido (Hueso & Cascant, 2012).

El presente estudio empleará la observación en la etapa de selección de acciones que integrarán el portafolio de inversión, debido a que se considerará las acciones de emisores representativos en función de la participación en el mercado bursátil ecuatoriano.

## **2.4. Procesamiento de datos**

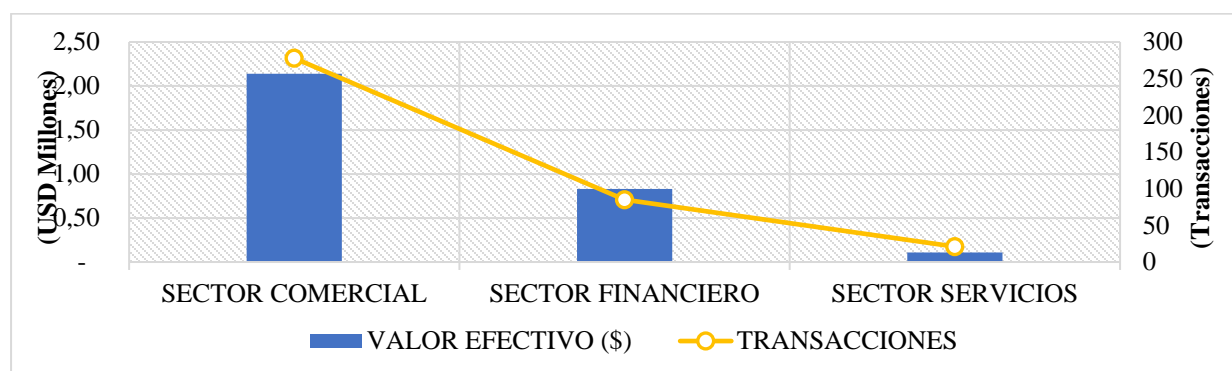
En cuanto al procesamiento de datos como son los precios de las principales acciones que cotizan en el mercado de valores ecuatoriano, mismos que fueron obtenidos de estadísticas de fuentes secundarias proporcionados por la Bolsa de Valores de Quito; se utilizó el programa informático Microsoft Excel, debido a que permite el fácil manejo de información numérica y cuenta con funciones estadísticas que permiten la aplicación de los modelos estadístico-financieros de Markowitz y Black Litterman.

## **2.5. Población**

Para Carrillo (2015) representa el total de unidades objeto de análisis. Puede ser el conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos que poseen características específicas para llevar a cabo un estudio.

La población de la presente investigación está conformada por las acciones de empresas que cotizan en el mercado bursátil ecuatoriano. Según datos de la (Bolsa de Valores de Quito, 2019) existen 55 emisores de acciones registrados, sin embargo no todos colocan en el mercado dichos títulos valores para su negociación, por lo que el estudio analizará la aplicabilidad de los modelos utilizando los datos de los emisores cuyas acciones son mayormente negociadas.

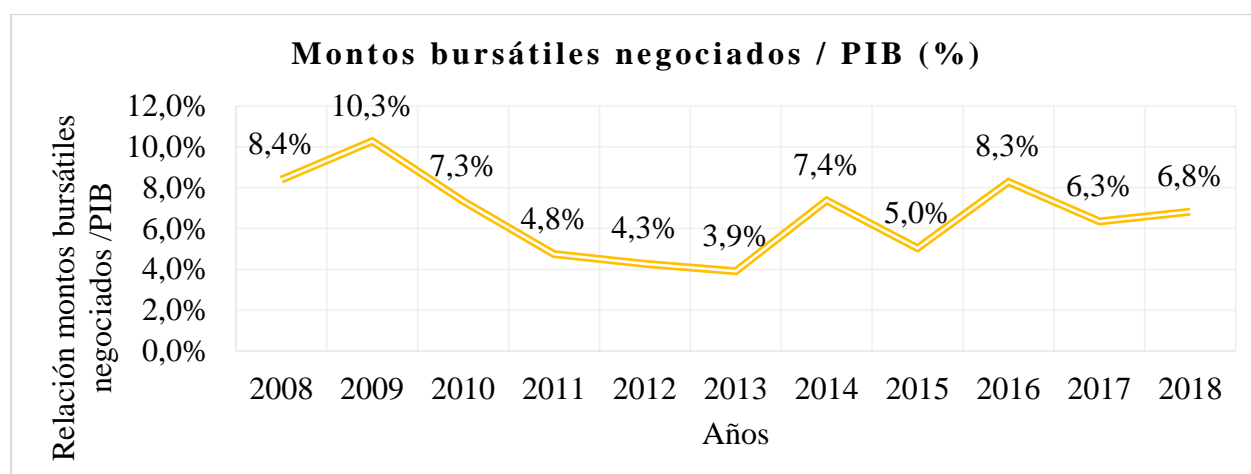
En el mercado de valores ecuatoriano se negocian activos financieros de tres sectores los cuales son: comercial, financiero y servicios.



**Figura 4.** Negociaciones en el mercado bursátil ecuatoriano por sector, enero 2019

Fuente (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

El monto negociado de títulos valores de renta variable y renta fija en las Bolsas de Valores del país, en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2018, ha representado entre el 3,9% al 10,3% del PIB, lo que da muestra de su importancia en la economía, sin embargo, no se observa una tendencia lineal de crecimiento.

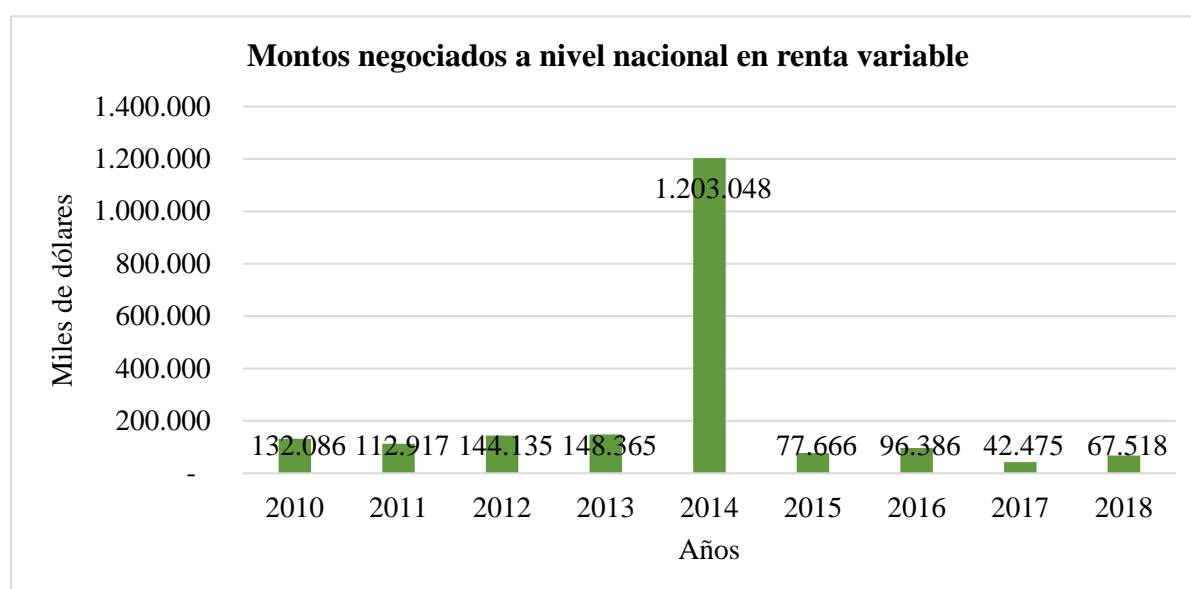


**Figura 5.** Montos bursátiles negociados en relación al PIB- Ecuador (%)

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

En cuanto a los títulos de renta variable, el monto negociado entre el 2010 y 2018 asciende a un promedio anual de USD 102.69 millones, sin considerar el año 2014 en el que se negoció USD 1.203 millones por efecto de: la adquisición de “Produbanco” por el “Grupo Promerica” por la

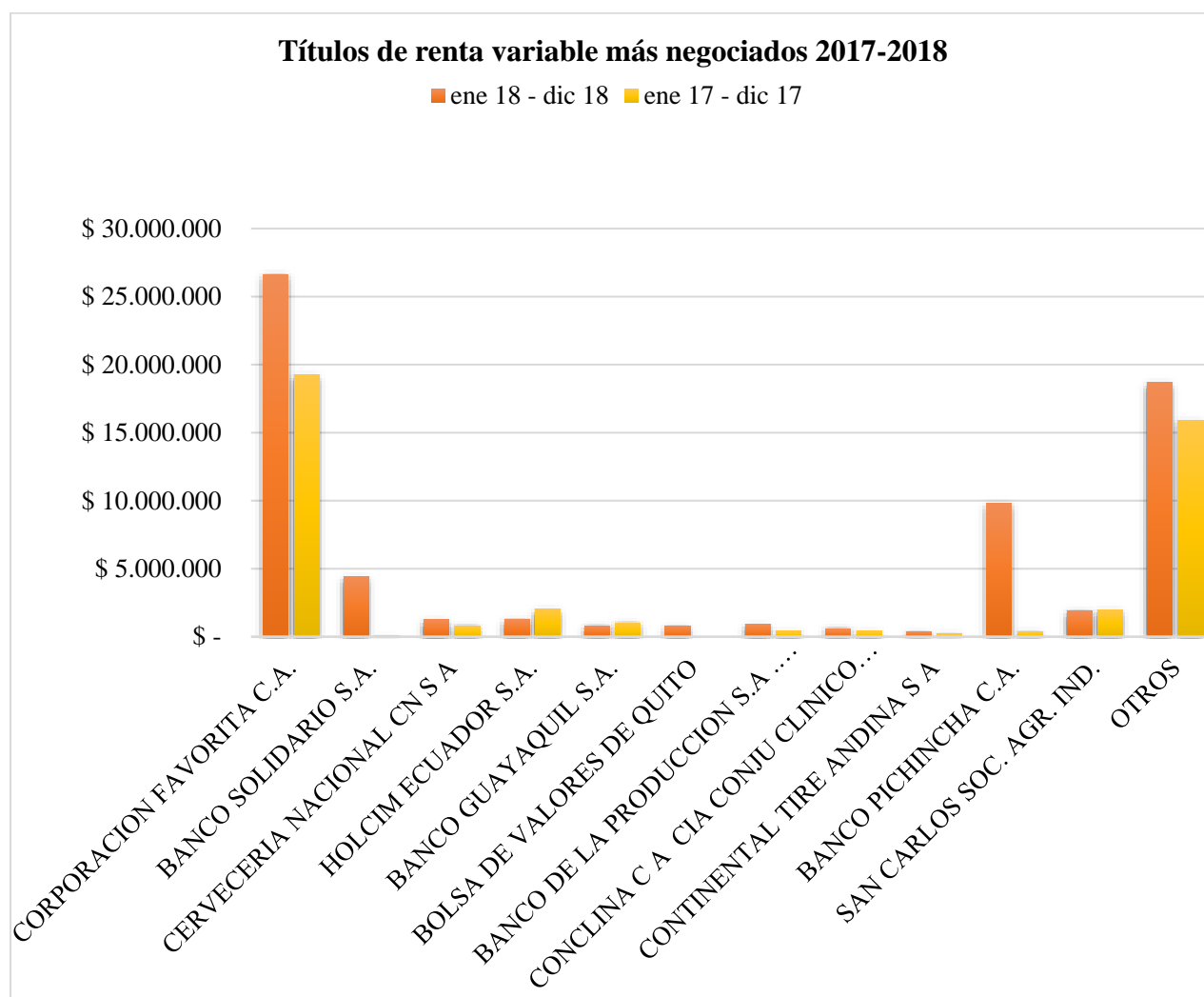
suma de USD \$ 130 millones; la adquisición de “Lafarge Ecuador” por la cementera peruana “Unacem”, por el monto de USD \$ 517 millones; y la adquisición del “Holding Tonicorp” por el grupo “Arca Continental”, por un valor de USD \$ 335,8 millones. Las transacciones se realizaron por medio de las bolsas de valores del país, lo que generó la dinamización de este importante sector de la economía (Revista Líderes, 2015).



**Figura 6.** Montos negociados a nivel nacional en renta variable

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

Entre los 11 principales emisores de renta variable durante los años 2017 y 2018 podemos citar las siguientes empresas: “Corporación Favorita C.A.”, “Banco Solidario S.A.”, “Cervecería Nacional CN S.A.”, “Holcim Ecuador S.A.”, “Banco Guayaquil S.A.”, “Bolsa de Valores de Quito S.A.”, “Banco de la Producción Produbanco S.A.”, “Conjunto Clínico Nacional Conclina Cía. Ltda.”, “Continental Tire Andina S.A.”, “Banco Pichincha C.A.”, “San Carlos Sociedad Agrícola Industrial S.A.”.



**Figura 7.** Títulos de renta variable más negociados 2017-2018

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

## 2.6. Muestra

Para López (2004, pág. 69) “La muestra es un subconjunto o parte de la población en que se llevará a cabo el estudio. La muestra será una parte representativa de la población.”

De manera general los tipos de muestreo los podemos clasificar en probabilístico y no probabilístico, el primero permite conocer la probabilidad que tiene cada individuo de ser elegido para integrar la muestra por medio de una selección al azar, y en el segundo la selección de los



objetos de estudio se sujeta a determinadas características, criterios, etc. que el investigador estime relevantes para desarrollar el trabajo (Otzen & Manterola, 2017).

Adicionalmente Hueso & Cascant (2012) mencionan que los muestreos pueden ser: aleatorios, pseudoaleatorios y no aleatorios. Los pseudoaleatorios no tiene una elección aleatoria, pero deben ser representativos, dicho de otra manera, la muestra se selecciona dependiendo del juicio del investigador.

Bajo este preámbulo el presente estudio empleará un muestreo no probabilístico pseudoaleatorio, ya que se define como aquel en el cual el investigador selecciona la muestra en base a su criterio, con la intención de obtener una muestra representativa de la población objeto de estudio.

La muestra seleccionada son los títulos de renta variable más representativos que cotizan en las Bolsas del país, de manera que permitan la aplicación de los modelos. Estas son acciones que tienen la mayor capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones, de las cuales existe información histórica disponible referente a los precios de cotización diaria para los años 2015, 2016 y 2017, periodos en los cuales según información del Banco Central del Ecuador (2019) el ciclo económico del país presentan tres diferentes fases que son: desaceleración, recuperación y expansión, para los respectivos años en mención. De manera que se cumple el objetivo específico de verificar la aplicabilidad de los métodos para la optimización financiera de portafolios de inversión en diferentes momentos del ciclo económico. Después de aplicar los criterios de selección, las empresas que cumplen los requisitos se detallan en los puntos 3.4. y 3.5.

## 2.7. Descripción de las metodologías para la optimización de portafolios de inversión

### 2.7.1. Optimización de portafolios de inversión Método de Markowitz

Para la construcción de portafolios de inversión óptimos por el método Media-Varianza de Markowitz se realizó el siguiente procedimiento:

- 1) Obtención de la base de datos: precios de cotización diarios al cierre de seis empresas emisoras de acciones que cotizan en el mercado ecuatoriano, las cuales fueron seleccionadas en base a tres criterios como son capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones. Los seis entes seleccionados conformaron el portafolio de inversión para el periodo de estudio comprendido entre 2015 y 2017. La Bolsa de Valores de Quito proporcionó la información digital de precios de cotización de las acciones.
- 2) Organización de datos: generar una hoja de Excel integrando la información de las seis empresas seleccionadas para conformar la cartera, en columnas de izquierda a derecha: fecha y precios de cotización diarios al cierre de cada empresa.
- 3) Cálculos estadísticos financieros:
  - a) Tasa de rentabilidad diaria para cada activo financiero que compone el portafolio.

**Tabla 1**

*Fórmulas estadística y ofimática tasa de rentabilidad*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$R_i = \ln \frac{p_i}{p_{i-1}}$	=LN (Precio de cotización día n / Precio de cotización día n-1)

De donde:

$R_i$  : Tasa de rentabilidad diaria del activo i

$p_i$  : Precio de cierre diario del activo

**CONTINÚA**

---

$p_{i-1}$  : Precio de cierre del activo, del día anterior

---

- b) Tasa de rentabilidad anual, calcular el promedio de la tasa de rentabilidad diaria para cada activo y multiplicar por 251, ya que éste es el promedio de días en el año que se realizan negociaciones en el mercado de valores, los fines de semana no se realizan transacciones.
- c) Riesgo diario por cada acción que conforma el portafolio de inversión. La fórmula que se expresa a continuación es la desviación estándar, si se desea obtener la varianza se debe elevar al cuadrado dicha fórmula, las dos miden el riesgo de un activo.

**Tabla 2**

*Fórmulas estadística y ofimática desviación estándar*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum(r_i - \hat{r}_i)^2}{n}}$	=DESVEST(Rango de datos de la tasa de rentabilidad de cada acción)

De dónde:

$\sigma_i$  : Riesgo del activo i. Desviación estándar.

$\sum(r_i - \hat{r}_i)$ : Suma de la diferencia entre las n tasas de rentabilidad diaria del activo i menos la media de rentabilidad diaria del activo i.

n: número de observaciones respecto a la tasa de rentabilidad diaria del activo i.

---

- d) Riesgo anual por cada acción de la cartera de inversión, es el resultado de la multiplicación entre el riesgo diario por acción y la raíz cuadrada de 251.

e) Matriz varianza-covarianza, se procede al cálculo de varianza y covarianza de las acciones que hacen parte del portafolio y se las ordena en forma de matriz.

Para obtener la matriz, en los títulos de filas y columnas se colocan los nombres de las empresas seleccionadas. De manera que si se seleccionaron seis empresas los datos que integraron la matriz fueron 36 datos.

**Tabla 3**

*Fórmulas estadística y ofimática covarianza*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
$\sigma_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))}{n - 1}$	=COVAR(Rango de datos de la tasa de rentabilidad de la acción (i); Rango de datos de la tasa de rentabilidad de la acción (j))
De donde:	U otra alternativa es utilizar el complemento Análisis de datos:
$\sigma_{ij}$ : Covarianza de las rentabilidades de los activos i y j	Pestaña: Datos,
$R_i$ y $R_j$ : Rentabilidades de los activos i y j	Análisis de datos,
$E(R_i)$ y $E(R_j)$ : Rendimientos esperados de los activos i y j	Escoger: Covarianza
$n$ : Número de observaciones.	Rango de entrada: matriz de tasas de rentabilidades diarias calculadas para cada empresa (en base al histórico de precios de las acciones) incluido el título del nombre de cada de empresa.
	Seleccionar: Rótulos en la primera fila
	Opciones de salida
	Rango de salida: celda en la cual se desea aparezca la matriz ( $\Sigma$ )
	Click en Aceptar

Expresión matricial de varianza-covarianza:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} Var_{11} & Cov_{12} & Cov_{13} \\ Cov_{21} & Var_{22} & Cov_{23} \\ Cov_{31} & Cov_{32} & Var_{33} \end{bmatrix}$$

- f) Matriz de correlaciones, se determina el grado de correlación que existe entre las empresas seleccionadas para la inversión. Si el resultado es 1 existe una correlación positiva perfecta, es decir que las empresas se mueven de manera similar al alza o baja; si el resultado es -1 es una correlación negativa perfecta, es decir que si una sube la otra baja en la misma proporción y si es igual a 0 no existe correlación entre las empresas.

#### Tabla 4

*Fórmulas estadística y ofimática correlación*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i * \sigma_j}$	=COEF.DE.CORREL(Rango de datos de la tasa de rentabilidad de la acción (i)
De donde:	; Rango de datos de la tasa de rentabilidad de la acción (j))
$\rho_{ij}$ = Correlación entre los activos i y j.	
$\sigma_{ij}$ : Covarianza de las rentabilidades de los activos i y j.	
$\sigma_i$ y $\sigma_j$ : Desviaciones estándar de la rentabilidad de los activos i y j.	

Expresión matricial de correlaciones:

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 \end{bmatrix}$$

- g) Rendimiento esperado anual del portafolio.

**Tabla 5***Fórmulas estadística y ofimática rendimiento del portafolio*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i * E(R_i)$ <p>De donde:</p> <p><math>E(R_p)</math>: Tasa de rendimiento esperado del portafolio de inversión.</p> <p><math>W_i</math> : Peso asignado al activo i en la conformación del portafolio de inversión.</p> <p><math>E(R_i)</math>: Tasa de rendimiento esperado de cada activo i</p> <p><math>n</math>: Número de activos que conforman el portafolio de inversión.</p>	<p>=SUMAPRODUCTO(Matriz de pesos de inversión para cada activo; matriz de tasa de rentabilidad anual de cada activo)</p>

- h) Riesgo anual del portafolio de inversión, para el cálculo se requiere la matriz de los pesos de inversión en porcentaje asignados a cada acción y la matriz de varianza covarianza. Es importante mencionar que al sumar los pesos de inversión para cada activo el resultado debe ser igual a 100% o 1.

**Tabla 6***Fórmulas estadística y ofimática riesgo del portafolio*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$\sigma_p = \sqrt{WVW'}$ <p>De dónde:</p> <p><math>W</math>: Matriz de participación de los activos en el portafolio</p>	<p>=RAIZ(MMULT(MMULT(Matriz (mx1) de participación de los activos en el portafolio; matriz varianza covarianza) ; Matriz (1xm) transpuesta</p>

**CONTINÚA**

---

V: Matriz de varianzas y de participación de los activos en el covarianzas. (portafolio))
W': Matriz transpuesta de participación de los activos en el portafolio

---

Al resultado de la fórmula ofimática se lo debe multiplicar por la raíz de 251 para obtener el resultado anual, esto debido a que se utiliza la matriz de varianza covarianza calculada con la tasa de rentabilidad diaria de los activos.

- i) Aplicar las condiciones de minimización de riesgo y maximización de rendimiento de Markowitz. Se determinan nuevos pesos de inversión para cada acción.

**Tabla 7**

*Fórmula estadística y ofimática minimización de riesgo y maximización de rentabilidad modelo de Markowitz*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
Minimizar el riesgo anual del portafolio	Complemento Solver
$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j \sigma_{ij}$	Criterios:
Considerando:	Establecer objetivo: celda del riesgo del portafolio anual.
$\sum_{i=1}^n W_i = 1; \sum_{i=1}^n W_i E(R_i) = E(R_p)$	Para: Mín
De dónde:	Cambiando las celdas de variables:
n: Número de activos que conforman el portafolio de inversión.	Celdas con los pesos de inversión en porcentajes para cada activo.
W <sub>i</sub> : Peso asignado al activo i en la conformación del portafolio de inversión.	Sujeto a las restricciones:
	La celda que suma los pesos de inversión en porcentajes para cada activo = 100% o 1.

---

**CONTINÚA**

---

$\sigma_{ij}$ : Covarianza de los activos i y j	La celda de peso para cada acción $\geq$
$E(R_i)$ : Tasa de rendimiento esperado de cada activo i	0.
$E(R_p)$ : Tasa de rendimiento esperado del portafolio de inversión.	La celda del rendimiento anual del portafolio $\geq$ 0.
	Click en Resolver.

---

Maximizar la rentabilidad anual del portafolio

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

Considerando:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i * W_j \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2$$

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

De donde:

$n$ : Número de activos que forman el portafolio

$E(R_i)$ : Rendimiento esperado del activo i

$E(R_p)$ : Rendimiento esperado del portafolio

$W_i$ : Peso asignado al activo i en la conformación del portafolio de inversión

$\sigma^2(R_p)$ : Varianza del rendimiento del portafolio

$\sigma_{ij}$ : Covarianza de los activos i y j

---

Complemento Solver

Criterios:

Establecer objetivo: celda de rentabilidad del portafolio anual.

Para: Max

Cambiando las celdas de variables:

Celdas con los pesos de inversión en porcentajes para cada activo.

Sujeto a las restricciones:

La celda que suma los pesos de inversión en porcentajes para cada activo = 100% o 1.

La celda de peso para cada acción  $\geq$  0.

Click en Resolver.



---

$\sigma_0^2$ : Varianza máxima aceptada por el inversionista.

---

- j) Determinar la frontera eficiente con los posibles portafolios de inversión, los cuales poseen diferentes pesos de inversión para los activos que integran la cartera. A través del complemento Solver calcular el portafolio de mínima varianza y máxima rentabilidad (también con ello se obtiene la máxima varianza), copiar los rendimientos esperados, riesgos y porcentajes calculados como solución a través de Solver. Posteriormente restar el mayor del menor riesgo, dividir para el número de portafolios que se desee obtener y determinar una tasa que suma el menor riesgo hasta llegar al mayor. Añadir en Solver una nueva restricción que corresponderá a los nuevos riesgos establecidos, para los n portafolios que formaran la frontera eficiente.

### **Tabla 8**

*Fórmula ofimática para los portafolios de la frontera eficiente del modelo de Markowitz*

<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
<b>Complemento Solver</b>
<b>Frontera eficiente</b>
<p>Crterios: Establecer objetivo: celda de rentabilidad del portafolio anual.</p> <p>Para: Max</p> <p>Cambiando las celdas de variables: Celdas con los pesos de inversión en porcentajes para cada activo.</p> <p>Sujeto a las restricciones:</p> <p>La celda que suma los pesos de inversión en porcentajes para cada activo = 100% o 1.</p> <p>La celda de peso para cada acción <math>\geq 0</math>.</p> <p>La celda del riesgo del portafolio anual = La celda del riesgo del portafolio anual determinado manualmente.</p> <p>Click en Resolver.</p>

- k) Aplicar el ratio de Sharpe, para determinar que portafolio ofrece la mayor rentabilidad en relación al riesgo adquirido.

**Tabla 9***Fórmulas estadística y ofimática ratio de Sharpe*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$S = \frac{E(p) - r_f}{\sigma_p}$	=(Celda rendimiento del portafolio n- celda tasa libre de riesgo)/celda riesgo del portafolio n
De dónde:	
$E(p)$ : Rendimiento esperado del portafolio durante un periodo determinado.	
$r_f$ : Tasa libre de riesgo.	
$\sigma_p$ : Desviación estándar para el rendimiento del portafolio.	

### **2.7.2. Optimización de portafolios de inversión Método Black Litterman**

Al igual que en el modelo de Markowitz se obtuvo los precios de cotización diarios de las acciones seleccionadas a través de la Bolsa de Valores de Quito, posterior a ello la información se organizó en columnas para trabajar en los siguientes cálculos estadísticos financieros:

Para obtener el exceso de retornos en equilibrio (  $\Pi$  ) se realizó lo siguiente:

- a) En primer lugar, se calculó las ponderaciones de los activos en base a la capitalización de bursátil de cada empresa seleccionada.

**Tabla 10**

*Fórmulas estadística y ofimática ponderaciones de activos*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$	=Celda capitalización de mercado activo (i)/ Celda suma de capitalización de mercado de los n activos
De dónde:	
$W_i$ : Ponderación del activo (i)	
$M_i$ : Capitalización de mercado activo (i)	
$\sum_{i=1}^n M_i$ : Suma de la capitalización de mercado de los n activos	

b) Se determinó el coeficiente de aversión al riesgo ( $\lambda$ ) lambda.

**Tabla 11**

*Fórmulas estadística y ofimática coeficiente de aversión al riesgo*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$\lambda = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M^2}$	= (Promedio de tasa de rentabilidad diaria de cada activo-tasa libre de riesgo diaria)
De dónde:	Cálculo $R_M - R_f$
$R_M$ : Retorno del mercado	=SUMAPRODUCTO(Matriz W; Matriz tasas de rentabilidad-tasa libre de riesgo)
$R_f$ : Tasa libre de riesgo	Cálculo $\sigma_M^2$
$\sigma_M^2$ : Varianza del retorno del mercado.	=(MMULT(MMULT(TRANSPONER(Matriz W; Matriz $\Sigma$ ); Matriz W) Ctrl+Shift+Enter =Celda $R_M - R_f$ / celda $\sigma_M^2$

c) Se calculó la matriz de varianza covarianza ( $\Sigma$ ). Las fórmulas utilizadas son iguales a las del modelo de Markowitz, por lo que la matriz varianza covarianza es idéntica.

d) Se determinó la tasa libre de riesgo, para esto se revisó metodologías de autores para investigaciones realizadas en Ecuador, por lo cual se utilizó la tasa de interés referencial de

los títulos de deuda interna. Finalmente, con la información anterior se obtuvo los excesos de retornos en equilibrio ( $\Pi$ )

**Tabla 12**

*Fórmulas estadística y ofimática retornos en equilibrio*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
$\Pi = \lambda \Sigma W$	=Celda del valor de ( $\lambda$ ) lambda
De dónde:	coeficiente de aversión al
$\Pi$ : Retornos en equilibrio	riesgo*MMULT(Matriz de varianza
$\lambda$ : Coeficiente de aversión al riesgo	covarianza; matriz de ponderación de
$\Sigma$ : Matriz varianza covarianza	los activos
W: Ponderación de los activos	Ctrl+Shift+Enter

- e) Se calculó la Matriz Q (expectativas), se utilizó la fórmula tracking error para medir la dispersión entre las tasas de rentabilidad de los activos seleccionados, de esta manera se obtuvo cuanto más renta una acción respecto de otra del mismo sector.

**Tabla 13**

*Fórmula estadística y ofimática expectativas sobre los excesos de retornos de los activos*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
Expectativa= $\left(\frac{\sum(\text{Acción A}-\text{Acción B})^2}{n-1}\right)^{1/2}$	= (Acción (i)-Acción (j)) ^ 2 (**)
factor(*)	=RAÍZ(SUMA(Matriz de (Acción
De dónde:	(i)-Acción (j)) ^ 2)/(n-1))/10
Acción A: acción que se espera tenga un mejor comportamiento y rente más.	
Acción B: acción que se espera rente menos.	
N: número de observaciones	
Factor: número para el cual se divide la expectativa.	

(\*) El factor puede tomar valores mayores a 0 hasta 50, el factor es válido siempre que la expectativa tome valores entre 0 y 0.5%. La metodología aplicada en una investigación precedente recomienda el factor como la décima parte, para lo cual se toma en cuenta el grado de dispersión entre los datos.

La expectativa calcula por sí muestra el nivel de dispersión de los retornos entre las acciones comparadas, por lo cual la expectativa se multiplica por la raíz de 251 para obtener una tasa anual. Este valor se transforma en una tasa de rentabilidad diaria para que pueda ser introducida en la matriz Q.

(\*\*) El cálculo se realiza con todas las tasas de rentabilidad de los precios de las acciones durante el periodo de estudio.

Al existir más de dos empresas vinculadas en la perspectiva (expectativa relativa) se estableció un promedio y para la perspectiva sobre una sola empresa (expectativa absoluta) no se realizó el cálculo diferencial con otra acción, ya que es única en el sector dentro del portafolio propuesto y la más representativa del sector.

Expresión matricial

$$Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_n \end{bmatrix}$$

f) Se procedió a estimar la Matriz P (define los activos sobre los que se tienen las expectativas del mercado)

La matriz se compone de 1 y -1, positivo si la previsión es buena para la empresa y negativo si la previsión es mala para la empresa, esto cuando la expectativa es relativa y por tanto la suma es

cero. Toma el valor de 1 para la acción sobre la cual existe una previsión absoluta y la suma es uno.

Para previsiones relativas que relaciona más de dos empresas la Matriz P se compone de valores menores a 1, en este caso el valor de cada acción para la Matriz P se calcula en base a la capitalización bursátil con las empresas involucradas en la expectativa a manera de un mini portafolio, con las fórmulas que se indicaron en la tabla 10.

Expresión matricial

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{2n} \\ P_{k1} & P_{k2} & P_{kn} \end{bmatrix}$$

Expresión matricial ejemplificada

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & -1 \end{bmatrix}$$

g) Se determinó el escalar  $\tau$  (Tau)

#### Tabla 14

*Fórmulas estadística y ofimática escalar Tau*

Fórmula estadística	Fórmula ofimática Microsoft Excel
$\tau = \frac{1}{n}$	=1/número de datos observados
De dónde:	
$\tau$ : Escalar Tau	
$n$ : número de observaciones	

h) Se calculó la Matriz  $\Omega$  (Incertidumbre asociada a las expectativas sobre el comportamiento de un activo)

**Tabla 15**

*Fórmulas estadística y ofimática incertidumbre sobre las expectativas*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$\Omega = \tau P \Sigma P^t$	=MMULT(MMULT(Matriz P; Matriz $\Sigma$ );TRANSPONER(Matriz P)*Celda escalar Tau( $\tau$ ))
De dónde:	
$\Omega$ : Matriz de incertidumbre asociada a las expectativas sobre el comportamiento de un activo	
$\tau$ : Escalar Tau	
$P$ : Matriz que define los activos sobre los que se tienen las perspectivas del mercado	
$\Sigma$ : Matriz de varianzas y covarianzas	
$P^t$ : Matriz traspuesta que define los activos sobre los que se tienen las perspectivas del mercado	

i) Cálculo retornos de los activos modelo Black Litterman

Se basa en la teoría bayesiana, los recursos son la distribución a priori ( $\pi$ ,  $W$ ,  $\Sigma$ ,  $\lambda$ ) y condicional ( $Q$ ,  $P$ ) para obtener una distribución a posteriori ( $\pi$ ).

**Tabla 16**

*Fórmulas estadística y ofimática retornos de los activos modelo Black Litterman*

<b>Fórmula estadística</b>	<b>Fórmula ofimática Microsoft Excel</b>
$E(R-rf) = [(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1} [(\lambda \Sigma)^{-1} [I + P^T \Omega^{-1} Q]]$	Primera parte de la ecuación
De dónde:	$(\lambda \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1}$
$\tau$ : Escalar Tau	Matriz n x n; n: activos
$\Sigma$ : Matriz de varianzas y covarianzas	=MINVERSA(MINVERSA(Celda del escalar $\tau$ (Tau) *Matriz varianza

**CONTINÚA**

---

<p><math>\Omega</math>: Incertidumbre asociada a las expectativas sobre el comportamiento de un activo</p> <p><math>\Pi</math>: Exceso de retornos del mercado</p> <p><math>Q</math>: Expectativas sobre el exceso de los retornos</p> <p><math>P</math>: Matriz que define los activos sobre los que se tienen las expectativas del mercado</p>	<p>covarianza)+MMULT(MMULT(TRANS PONER(Matriz P);MINVERSA(Matriz <math>\Omega</math>));Matriz P))</p> <p>Ctrl+Shift+Enter</p> <p>Segunda parte de la ecuación</p> <p><math>[(\lambda \Sigma)^{-1} \Pi + P^T \Omega^{-1} Q]</math></p> <p>Matriz n x 1; n: activos</p> <p>=MMULT(MINVERSA(Celda de coeficiente de aversión al riesgo (<math>\lambda</math>)* Matriz varianza covarianza); Matriz <math>\Pi</math>)+MMULT(MMULT(TRANSPONER( Matriz P);MINVERSA(Matriz <math>\Omega</math>));Matriz Q)</p> <p>Ctrl+Shift+Enter</p> <p>Finalmente, para obtener las rentabilidades por el modelo Black Litterman</p> <p>=MMULT(Matriz nxn; Matriz nx1)</p> <p>Ctrl+Shift+Enter</p>
--	--

---

De esta manera se obtiene los retornos a posteriori a través del modelo Black Litterman, para obtener las rentabilidades de los activos se necesita añadir la tasa libre de riesgo diaria. La rentabilidad del portafolio es calculada con los rendimientos diarios y las ponderaciones basadas en la capitalización bursátil, al obtener esta renta diaria es multiplicada por 251 para conocer la rentabilidad anual del portafolio de inversión.

El riesgo del portafolio se obtiene con la matriz de varianza covarianza y ponderaciones para cada activo, al resultado obtenido se multiplica por la raíz de 251 para determinar el riesgo anual de la cartera.



- j) Determinar la frontera eficiente con los posibles portafolios de inversión, los cuales poseen diferentes pesos de inversión para los activos que integran la cartera. A través del complemento Solver calcular el portafolio de mínima varianza y máxima rentabilidad (también con ello se obtiene la máxima varianza), copiar los rendimientos esperados, riesgos y porcentajes calculados como solución a través de Solver. Posteriormente restar el mayor del menor riesgo, dividir para el número de portafolios que se desee obtener y determinar una tasa que suma el menor riesgo hasta llegar al mayor. Añadir en Solver una nueva restricción que corresponderá a los nuevos riesgos establecidos, para los n portafolios que formaran la frontera eficiente. La fórmula ofimática utilizada para este cálculo es la misma descrita en la tabla 8.
- k) Aplicar el ratio de Sharpe, para determinar que portafolio ofrece la mayor rentabilidad en relación al riesgo adquirido. La tabla 9 detalla las fórmulas estadística y ofimática utilizadas en el cálculo del índice.

## **CAPÍTULO III**

### **OBJETO DE ESTUDIO**

#### **MERCADO ACCIONARIO Y CICLO ECONÓMICO DEL ECUADOR**

##### **3.1. Estructura del mercado de valores ecuatoriano**

El mercado de valores forma parte del sistema financiero, el mismo que además está compuesto por el mercado de dinero. Este segmento del gran sistema es el lugar al cual confluyen emisores de valores e inversionistas, de manera que permite la canalización de los recursos financieros hacia actividades productivas a través de la realización de transacciones de valores.

En Ecuador el mercado de valores se encuentra conformado por entes de regulación y control, así como actores que participan en las negociaciones bursátiles. Entre los principales cambios ocurridos a partir de la aprobación de la Ley Orgánica para el Fortalecimiento y Optimización del Sector Societario y Bursátil en el año 2014, está la creación de la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, el actual órgano rector del mercado de valores que suplió al Consejo Nacional de Valores, el cual estuvo encargado de establecer la política general que rige el funcionamiento del mercado bursátil en nuestro país. Además en el mismo año se expidió el Código Orgánico Monetario y Financiero con el cual se extendió el control al área de seguros a la hoy en día Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2015). A continuación, se expresa de manera gráfica la organización del mercado de valores ecuatoriano:



**Figura 8.** Estructura del mercado de valores ecuatoriano

Fuente: (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2015)

### **3.1.1. Normativa**

El mercado de valores ecuatoriano se encuentra normado por la Ley de Mercado de Valores, la primera ley fue expedida el 28 de Mayo de 1993 en el Registro Oficial No. 199, posteriormente debido a vacíos legales se expide una nueva ley el 23 de julio de 1998 en el Registro Oficial No. 367, la misma que fue reformada el 20 de mayo del 2014 del Registro Oficial No. 249; la Ley Orgánica para el Fortalecimiento y Optimización del Sector Societario y Bursátil (2014), el Código Orgánico Monetario y Financiero (2014), Codificación de Resoluciones expedidas por el Consejo Nacional de Valores, actualmente Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.

### **3.1.2. Reguladores**

La Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera es parte de la Función Ejecutiva, responsable de la formulación de las políticas públicas, regulación y supervisión del mercado de valores, entre otros (Código Orgánico Monetario y Financiero, 2014).

### **3.1.3. Supervisores/ Fiscalizadores**

La supervisión se encuentra a cargo de la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, organismo que aplica las leyes relacionadas con el funcionamiento del mercado de valores; inspecciona a los participantes; investiga infracciones cometidas e imponen sanciones; requiere y provee información pública de entidades bajo su control; autoriza las ofertas públicas; autorizar el funcionamiento de los participantes; lleva las inscripciones de emisores y valores en el Catastro Público de Mercado de Valores; entre otras.

La Intendencia de Mercado de Valores es el organismo encargado de promover la organización, integración, eficacia y transparencia del mercado de valores, focalizar la competitividad, orden, equidad y continuidad de la intermediación de valores, además que defiende los intereses legítimos

de los participantes (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2019). Entre sus atribuciones destacan la vigilancia, control e inspección de las compañías y personas que conforman el mercado bursátil, la promoción del mercado e instrumentos de financiamiento.

#### **3.1.4. Mercado**

Las bolsas de valores son el mercado público que permite la negociación de valores, poniendo en contacto la oferta y la demanda, es decir que permite la canalización de recursos de ahorradores o inversionistas hacia empresas productivas (Bolsa de Valores de Quito, 2019). En el país encontramos dos bolsas de valores, en la ciudad de Quito y de Guayaquil.

#### **3.1.5. Emisores**

Personas jurídicas sean públicas o privadas que ofertan títulos valores para ser vendidos por medio del mercado de valores, y así obtener recursos económicos destinados a financiar sus actividades productivas, el capital al que acceden provienen del ahorro del público (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2015).

Los emisores públicos son instituciones del Estado que requieren de financiamiento para obras de desarrollo social a menor costo. Los emisores privados son sociedades anónimas, compañías anónimas, limitadas que realizan emisiones de valores para financiar sus actividades.

Los emisores deben entregar información económica, financiera y de hechos relevantes de manera periódica a la Superintendencia para ponerla en conocimiento del público.

#### **3.1.6. Inversionistas**

Son personas naturales y jurídicas que cuentan con recursos y desean usarlos para adquirir títulos valores que generen beneficios económicos en un periodo posterior. Entre los inversionistas

encontramos: instituciones del sector público, inversionistas privados, institucionales o a su vez individuales.

### **3.1.7. Intermediarios**

La ejecución de la intermediación de valores se encuentra a cargo de las casas de valores, que son compañías anónimas autorizadas y controladas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Estos entes se encargan de las negociaciones de compra y venta de valores entre los emisores inscritos en bolsa e inversionistas. Entre las facultades encontramos (Ley de Mercado de Valores, 2017):

- Administrar portafolios de valores o dineros de terceros para invertirlos en instrumentos del Mercado de Valores de acuerdo con las instrucciones de sus comitentes.
- Adquirir o enajenar valores por cuenta propia.
- Asesorar, informar y prestar servicios de consultoría en negociación y estructuración de portafolios, a personas naturales y jurídicas del sector privado e instituciones del sector público.

### **3.1.8. Liquidación de Valores**

El Depósito Centralizado de Compensación y Liquidación de Valores es una compañía anónima autorizada y supervisada por la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros para recibir, custodiar y conservar títulos valores inscritos en el Catastro Público de Mercado de Valores, hasta su restitución a quién y cuando corresponda.

Los Depósitos centralizados de compensación y liquidación de valores autorizados por la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros son el DECEVALE y DCV-BCE. El primero

corresponde a las siglas cuyo significado es Depósito Centralizado de Compensación y Liquidación de Valores y el segundo es el Depósito Centralizado de Valores del Banco Central del Ecuador.

### **3.1.9. Entidades de Apoyo**

“Las calificadoras de riesgo son sociedades anónimas o de responsabilidad limitada autorizadas y controladas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, que tienen por objeto la calificación de riesgo de títulos valores y emisores” (Ley de Mercado de Valores, 2017).

La calificación de riesgo expresa al mercado una opinión técnica acerca de la solvencia y posibilidad de pago de un emisor, respecto de las obligaciones provenientes de la emisión de títulos valores de oferta pública (Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2015).

Las auditoras son compañías que expresan una opinión acerca de la razonabilidad de las cifras de los estados financieros de una empresa. En el caso de que una sociedad decida ingresar al mercado de valores está en la obligación de presentar informes de auditores independientes de manera periódica, puesto que en los mismos se representa la situación financiera, así como recomendaciones al sistema de control interno y procedimientos contables de la entidad auditada.

### **3.1.10. Otros participantes**

Las Administradoras de fondos y fideicomisos se constituyen como compañías o sociedades anónimas. Su objeto social es (Ley de Mercado de Valores, 2017):

- Administrar fondos de inversión
- Administrar negocios fiduciarios
- Actuar como emisores de procesos de titularización
- Representar fondos internacionales de inversión.

**Tabla 17***Estructura del mercado de valores ecuatoriano y número de actores a nivel nacional*

<b>JUNTA DE POLÍTICA Y REGULACION MONETARIA Y FINANCIERA</b>				
<b>SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS VALORES Y SEGUROS</b>				
<b>INTENDENCIA DE MERCADO DE VALORES</b>	<b>GUAYAQUIL</b>	<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>QUITO</b>	<b>INTENDENCIA REGIONAL DE MERCADO DE VALORES</b>
Bolsa de Valores de Guayaquil	1	2	1	Bolsa de Valores de Quito
Casas de Valores	14	30	16	Casas de Valores
Operadores de Valores	45	117	72	Operadores de Valores ( Incluye operadores Sector Público)
Administradoras de fondos	16	25	9	Administradoras de fondos
Fondos de Inversión	9	25	16	Fondos de Inversión
Calificadoras	2	7	5	Calificadoras
Auditoras	36	73	37	Auditoras
Estructuradores	16	31	15	Estructuradores
Depósito de Valores	1	2	1	Depósito de Valores
Representantes de Obligacionistas	8	17	9	Representantes de Obligacionistas
Emisores	202	364	162	Emisores

Fuente: (Sistema Integrado de Mercado de Valores. Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, 2018)

**3.2. Títulos valores negociados en la Bolsa de Valores de Quito**

En la Bolsa de Valores de Quito se compran y venden títulos valores inscritos en el Catastro Público de Mercado de Valores. Existen varios instrumentos financieros bursátiles de renta fija y renta variable con distintas características, plazos y rendimientos, que serán seleccionados por los inversionistas de acuerdo a sus requerimientos y necesidades.

**3.2.1. Títulos valores de renta fija**

Son aquellos títulos que incorporan la obligación de la entidad de pagar una deuda a su tenedor o propietario dentro de un plazo determinado y en las condiciones previamente establecidas. La



suma total a cobrarse y pagarse está determinada por el valor nominal de la deuda (principal) más un rendimiento fijo (renta). Entre los valores de renta fija que se negocian en el mercado bursátil nacional están (Bolsa de Valores de Quito, 2019):

- Bonos, obligaciones, cédulas hipotecarias
- Facturas comerciales negociables
- Productos de titularización

### **3.2.2. Títulos valores de renta variable**

Son documentos negociables que incorporan una cuota o parte de propiedad de un patrimonio y le permite disfrutar al inversionista de los beneficios derivados del mismo. Tales beneficios son inciertos y dependen de varios factores. Además estos activos financieros no tienen un plazo de vencimiento fijado (Bolsa de Valores de Quito, 2019).

### **3.3. Índice bursátil del mercado accionario ecuatoriano ECU-INDEX**

El índice bursátil del mercado accionario ecuatoriano ECU-INDEX, expresa el desenvolvimiento de los títulos de renta variable que se negocian en el país. El índice se construye con diez emisores de acciones representativos del último semestre, para lo cual se toma en consideración la capitalización bursátil, montos efectivos negociados y número de transacciones del periodo en referencia.

El ECU-INDEX está compuesto del índice global e índice sectorial, este último se encuentra dividido por los tres sectores que forman parte del mercado de títulos de renta variable que son: financiero, comercial y servicios.

El ECU-INDEX es utilizado para analizar el comportamiento diario de las acciones que cotizan en el mercado nacional. La base para este indicador es de 1.000 puntos, una variación igual a cero por ciento, significa que los precios de las acciones no han variado en referencia al día precedente. Una variación mayor a cero por ciento, indica que las acciones presentan una tendencia al alza en relación al día anterior y por el contrario si la variación es menor a cero existe una tendencia a la baja del precio de las acciones.

### **3.4. Principales empresas emisoras de títulos de renta variable que cotizan en el mercado de valores ecuatoriano**

Para el mes de febrero del 2019, existen 55 emisores de acciones inscritos en el Catastro Público del Mercado de Valores a cargo de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros y en la Bolsa de Valores de Quito, sin embargo, no todos los emisores deciden operar en el mercado accionario. Por cuanto para cumplir el fin de evaluar el funcionamiento del mercado de valores ecuatoriano en títulos de renta variable, La Superintendencia de Compañías Valores y Seguros elabora rankings de emisores de acciones tomando como referencia tres criterios, que se muestran a continuación:

#### **3.4.1. Capitalización bursátil**

Corresponde al valor de mercado de una empresa, según el precio de cotización de sus acciones. Es el resultado de la multiplicación del número de acciones en circulación de una empresa por el precio de mercado de las acciones en un momento dado (Bolsa de Valores de Quito, 2019).

A continuación, se muestran diez empresas emisoras de acciones más representativas en el mercado bursátil ecuatoriano en cuanto a capitalización bursátil durante tres años seguidos, comprendidos entre 2015 y 2017.

**Tabla 18***Mercado accionario por capitalización bursátil*

	<b>Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>N</b>	<b>Emisor</b>	<b>Valor de capitalización bursátil (en miles de dólares)</b>		
<b>1</b>	Corporación Favorita S.A.	\$ 1.160.000,00	\$ 981.000,00	\$ 1.131.000,00
<b>2</b>	Holcim Ecuador S.A.	\$ 1.398.639,36	\$ 1.228.853,00	\$ 1.372.219,00
<b>3</b>	Banco Guayaquil S.A.	\$ 164.476,00	\$ 133.165,00	\$ 136.580,00
<b>4</b>	Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.	\$ 149.500,00	\$ 133.000,00	\$ 119.700,00
<b>5</b>	Cervecería Nacional CN S.A.	\$ 1.363.375,35	\$ 1.382.777,50	\$ 1.842.827,00
<b>6</b>	Banco Pichincha C.A.	\$ 364.200,00	\$ 242.800,00	\$ 340.000,00
<b>7</b>	Inversancarlos S.A.	\$ 63.250,00	\$ 57.750,00	\$ 55.000,00
<b>8</b>	Holding Tonicorp S.A.	\$ 380.893,00	\$ 328.953,50	\$ 311.640,00
<b>9</b>	Produbanco S.A.	\$ 168.921,00	\$ 170.648,00	\$ 128.087,00
<b>10</b>	Continental Tire Andina	\$ 61.005,00	\$ 61.005,00	\$ 68.852,00

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

**3.4.2. Montos negociados**

Los montos negociados son el producto del precio de las acciones cotizadas en bolsa multiplicado por el número de acciones negociadas.

Se presenta un listado de diez empresas emisoras de acciones con los mayores montos de negociación durante los periodos de estudio. Para el año 2015 estas compañías en su conjunto acumulan un valor efectivo de negociación de \$ 63.577.309,00 según datos de la Bolsa de Valores de Quito, durante dicho año 45 empresas emisoras de títulos de renta variable realizaron operaciones bursátiles de manera que el total de negociaciones ascendió a \$77.957.827,00; como se puede evidenciar las diez empresas listadas abarcan el 81,55% del monto total negociado a nivel nacional.

En el año 2016 el monto negociado del listado de los diez emisores de acciones más representativas ascendió a \$ 44.273.163,69; esto equivale al 46,89% de un monto total negociado de \$ 94.412.466,41 producto de las transacciones efectuadas por 42 empresas emisoras.

Para el año 2017 las empresas que se muestran a continuación suman un monto de negociación en acciones de \$ 27.902.645,00; para este año el valor total de negociaciones fue de \$42.472.949,47 que corresponde a operaciones de 52 empresas. Por tanto, las diez empresas en referencia representan el 65,70% del total negociado en títulos de renta variable.

**Tabla 19**

*Mercado accionario por montos negociados*

	<b>Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>N</b>	<b>Emisor</b>	<b>Valor efectivo montos negociados (en miles de dólares)</b>		
<b>1</b>	Corporación Favorita S.A.	\$ 39.780,00	\$ 17.112,51	\$ 19.231,00
<b>2</b>	Holcim Ecuador S.A.	\$ 4.477,00	\$ 3.590,18	\$ 2.046,00
<b>3</b>	Banco Guayaquil S.A.	\$ 1.617,00	\$ 878,75	\$ 1.021,00
<b>4</b>	Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.	\$ 6.429,00	\$ 1.208,90	\$ 1.963,00
<b>5</b>	Cervecería Nacional CN S.A.	\$ 3.586,00	\$ 477,45	\$ 800,00
<b>6</b>	Banco Pichincha C.A.	\$ 1.451,00	\$ 13.935,15	\$ 386,00
<b>7</b>	Inversancarlos S.A.	\$ 2.781,00	\$ 258,28	\$ 839,00
<b>8</b>	Holding Tonicorp S.A.	\$ 1.614,00	\$ 29,45	\$ 465,00
<b>9</b>	Produbanco S.A.	\$ 1.548,00	\$ 1.014,82	\$ 413,00
<b>10</b>	Continental Tire Andina	\$ 290,00	\$ 5.767,20	\$ 732,00

Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

### **3.4.3. Número de transacciones**

El ranking a continuación muestra el número de transacciones de los 15 emisores de acciones más representativos en el mercado de valores ecuatoriano entre 2015 y 2017. El número de

transacciones de la siguiente tabla permitieron alcanzar los montos bursátiles negociados expuestos en el punto anterior.

**Tabla 20**

*Mercado accionario por número de transacciones*

Año		2015	2016	2017
N	Emisor	Número de transacciones		
1	Corporación Favorita S.A.	2.525	1.828	1.927
2	Holcim Ecuador S.A.	211	151	119
3	Banco Guayaquil S.A.	187	157	177
4	Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.	140	110	85
5	Cervecería Nacional CN S.A.	117	41	66
6	Banco Pichincha C.A.	72	113	76
7	Inversancarlos S.A.	63	31	31
8	Holding Tonicorp S.A.	55	9	23
9	Produbanco S.A.	28	15	15
10	Continental Tire Andina	14	23	29
11	Banco Bolivariano S.A.	11	18	41
12	Surpapelcorp S.A.	9	1	38
13	Industrias Ales C.A.	5	11	4
14	Superdeporte	2	12	36
15	Banco Solidario S.A.	1	4	3


Fuente: (Bolsa de Valores de Quito, 2019)

### 3.5. Selección de acciones de las principales empresas ecuatorianas

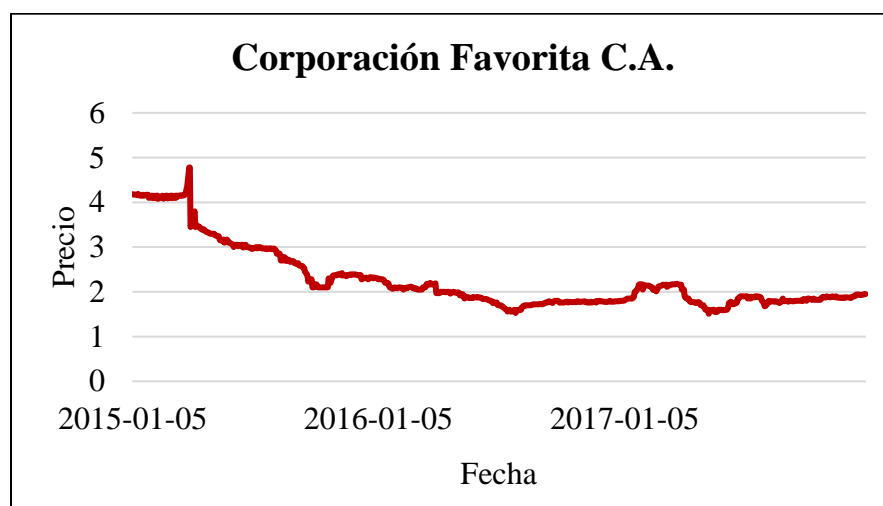
Las empresas seleccionadas fueron seis, las mismas presentaron los valores más altos en capitalización bursátil, montos negociados y número de transacciones durante 2015, 2016 y 2017. Además, cuentan con una base de datos mayormente completa de los precios de cotización diarios para los años de estudio, esta información es el recurso principal para el desarrollo de los modelos de optimización financiera.

**Tabla 21**

Ficha informativa “Corporación Favorita S.A.”

 <b>“Corporación Favorita S.A.”</b>	
<b>Sector:</b>	Servicios
<b>Actividad:</b>	Venta al por menor de productos alimenticios, aseo, prendas de vestir, aparatos tecnológicos, muebles, artículos de ferretería, entre otros.
<b>Hechos relevantes:</b>	<p><b>Año 2018</b>, se convirtió en accionista mayoritario de Grupo Rey, cadena comercial panameña. Para ejecutar la negociación recurrió a un crédito de \$131.5 millones otorgado por el Banco Latinoamericano de Comercio Exterior, S.A. (“Bladex”).</p> <p>Adicionalmente confirmó, que invertirá USD 750 millones en Ecuador y creará 6.000 empleos hasta el año 2023. Las áreas comercial, industrial, tecnología, equipamiento, logística, generación energética, gestión ambiental y programas de valor compartido son a las que se destinarán los recursos.</p>
<b>Situación Financiera:</b>	<i>En miles de dólares</i>
	<b>2015</b> <b>2016</b> <b>2017</b>
<b>Activo</b>	\$1.709.254,00    \$ 1.827.255,00    \$ 1.979.024,00
<b>Pasivo</b>	\$ 433.337,00    \$ 446.993,00    \$ 476.741,00
<b>Patrimonio</b>	\$1.275.918,00    \$ 1.380.262,00    \$ 1.502.283,00
<b>Ingresos</b>	\$2.363.382,00    \$ 2.216.472,00    \$ 2.352.694,00
<b>Utilidad neta</b>	\$ 168.431,00    \$ 147.063,00    \$ 179.144,00

Fuente: (Revista Líderes, 2018), (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2019)




**Figura 9.** Evolución precio de la acción “Corporación Favorita C.A.” 2015-2017

El precio de las acciones de “Corporación Favorita C.A.” de 2015 a 2017 presenta una evolución a la baja. En 2015 la caída del precio del petróleo afectó el consumo del Gobierno y de los hogares, las acciones pasaron de USD \$4,17 en enero de dicho año a sus picos más bajos de USD \$1,56 en julio 2016 y USD \$1,51 en mayo 2017. En abril 2016 el terremoto en la zona costera del país frenó las actividades productivas, además se incrementó el IVA de 12% a 14%. Para 2017 existe un leve aumento del precio de la acción, cerrando diciembre en USD \$1,95; debido a una mayor liquidez en la economía del país reactivando así el consumo.

**Tabla 22**

*Ficha informativa “Banco Guayaquil S.A.”*

	<b>“Banco Guayaquil S.A.”</b>
<b>Sector:</b>	Financiero
<b>Actividad:</b>	Ofrece productos financieros como cuentas de ahorro y crédito, tarjetas de crédito, inversiones, créditos; complementarios como pago de servicios básicos, remesas, recaudaciones para visas, entre otros.

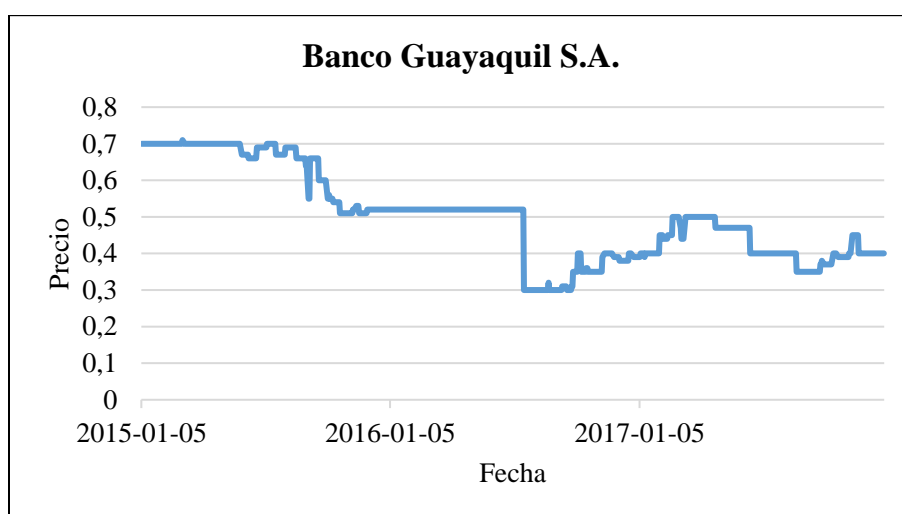
**CONTINÚA**

**Hechos relevantes:** **Año 2018**, mejoró su productividad inició la apertura en línea de cuentas de ahorro y corrientes, pasando de 157.000 a 255.000 usuarios. Además, los procesos de activación de tarjetas de crédito también se transformaron, pasando de otorgar 5.000 tarjetas de crédito mensuales a 13.200. Empezaron el Proyecto Céntrico, cuyo fin es ganar participación de mercado, posicionamiento y crecimiento en el norte del país. La reducción de procesos es parte de la estrategia para los próximos 5 años.

**Año 2019**, se busca estandarizar un contrato de crédito con firma electrónica que sirva para varios productos. Y en el área de crédito con la robotización se aprobarán operaciones las 24 horas del día.

<b>Situación Financiera:</b>	<i>En miles de dólares</i>		
	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Activo</b>	\$ 3.555.033,51	\$ 3.908.326,70	\$ 4.023.542,06
<b>Pasivo</b>	\$ 3.153.792,13	\$ 3.485.713,94	\$ 3.568.653,00
<b>Patrimonio</b>	\$ 401.241,38	\$ 422.613,76	\$ 454.888,06
<b>Ingresos</b>	\$ 423.605,54	\$ 419.584,51	\$ 420.008,24
<b>Utilidad neta</b>	\$ 33.497,63	\$ 26.516,83	\$ 43.244,60

Fuente: (Banco Guayaquil, 2018), (Superintendencia de Bancos, 2019)




**Figura 10.** Evolución precio de la acción “Banco Guayaquil S.A.” 2015-2017



La evolución del precio de las acciones de “Banco Guayaquil S.A.” refleja una tendencia bajista desde enero 2015 cuando el precio se ubicó en USD \$ 0,70 hasta agosto 2016 cuando el precio se fijó en USD \$0,30. Debido a la situación económica que atravesaba el país en 2015 se restringieron los créditos lo que afectó a los sectores productivos. Posterior a ello con las expectativas de elecciones presidenciales realizadas en abril 2017 incrementó el precio de las acciones, además se retomó la concesión de créditos con lo que mejoró la liquidez y se reactivó la economía, para diciembre 2017 el precio tuvo una leve recuperación situándose en USD \$0,30.

### Tabla 23

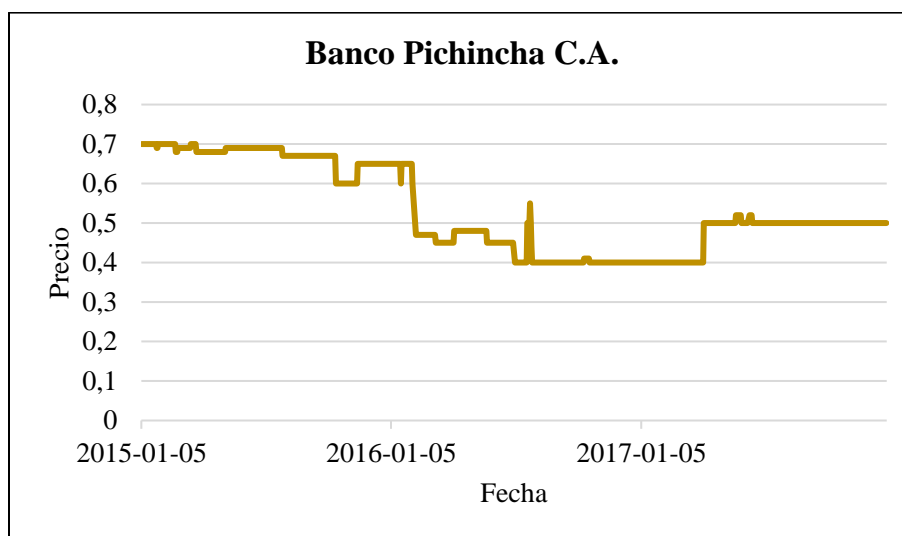
Ficha informativa “Banco Pichincha C.A.”

	“Banco Pichincha C.A.”
<b>Sector:</b>	Financiero
<b>Actividad:</b>	Ofrece productos financieros y no financieros, como cuentas de ahorro y corrientes, inversiones, créditos, tarjetas de crédito y débito; complementarios como recaudaciones a través de canales de atención banca electrónica, banca móvil, Banco Mi Vecino, cajeros automáticos.
<b>Hechos relevantes:</b>	<p><b>Año 2017</b>, automatizó el flujo de aprobación de créditos, gestión de avalúos hipotecarios y base de clientes con capacidad de pago pre aprobada.</p> <p>Mediante Junta General Ordinaria de Accionistas celebrada el 21 de marzo de 2017, resolvió el incremento del capital autorizado a \$1.000'000.000,00; cambiando el valor nominal por acción de \$1,00 a \$100,00.</p> <p><b>Año 2018</b>, realizó su cambio de imagen institucional; diseñó la aplicación móvil, automatizó vía web la apertura de cuentas de ahorro y solicitud de créditos. Colocó productos BIO, con la primera emisión de Bonos Verdes en Ecuador, por un monto de \$ 200 millones.</p>

*CONTINÚA*

Situación Financiera:	En miles de dólares		
	2015	2016	2017
<b>Activo</b>	\$ 8.928.284,29	\$10.116.056,91	\$10.615.390,62
<b>Pasivo</b>	\$ 8.045.305,24	\$ 9.189.225,13	\$ 9.548.555,49
<b>Patrimonio</b>	\$ 882.978,05	\$ 926.830,78	\$ 1.066.835,13
<b>Ingresos</b>	\$ 648.747,60	\$ 559.011,27	\$ 678.799,02
<b>Utilidad neta</b>	\$ 58.450,49	\$ 49.150,46	\$ 71.207,70

Fuente: (Banco Pichincha C.A., 2017), (Banco Pichincha C.A., 2018), (Superintendencia de Compañías Valores y Seguro, 2018), (Superintendencia de Bancos, 2019)




**Figura 11.** Evolución precio de la acción “Banco Pichincha C.A.” 2015-2017

El histórico del precio de las acciones de “Banco Pichincha C.A.” muestra una tendencia bajista de enero 2015 a marzo 2017, pasando de USD \$0,70 a USD \$0,40. Debido a la contracción económica del país en 2015 se restringieron los créditos, posteriormente ya en la etapa de expansión económica en 2017 se retomó la concesión de créditos lo que mejoró la liquidez y se reactivaron las actividades productivas, para diciembre 2017 el precio tuvo una ligera recuperación marcó USD \$0,50.

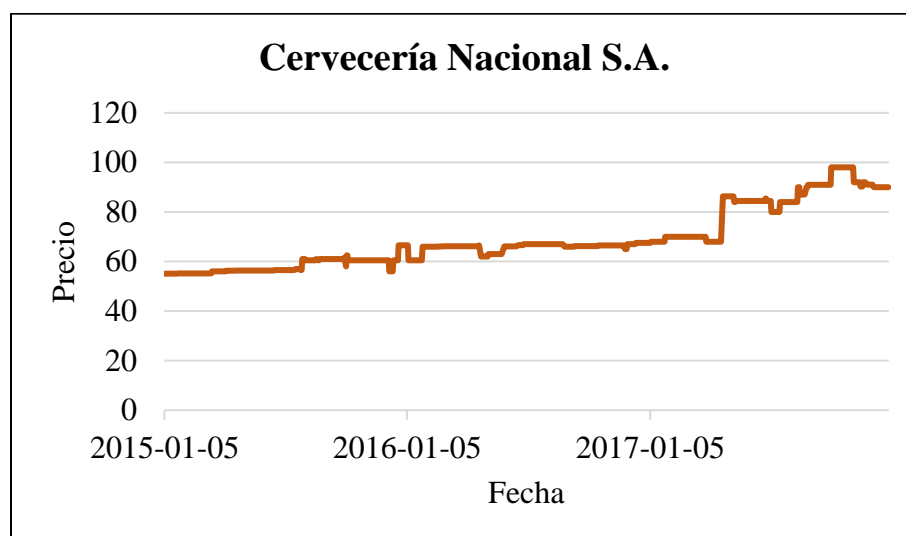
**Tabla 24**

Ficha informativa “Cervecería Nacional CN S.A.”

	<b>“Cervecería Nacional CN S.A.”</b>		
<b>CERVECERÍA NACIONAL</b>			
<b>Sector:</b>	Industrial		
<b>Actividad:</b>	Producción y comercialización de cerveza entre las que están Stella Artois, Corona, Budwiser, Pilsener, y refrescos como Pony Malta, agua Manantial.		
<b>Hechos relevantes:</b>	<p><b>Año 2016</b>, se inició el proceso de fusión de las multinacionales SABMiller y Anheuser Busch por USD 100.000 millones que trabajan en Ecuador con las firmas Cervecería Nacional S.A. y Ambev, con lo cual mejora la inversión extranjera en el país.</p> <p><b>Año 2018</b>, la cervecera líder en Ecuador se planteó la meta de inyectar un capital de inversión de USD 424 millones en los próximos cinco años, el mismo año empezó invirtiendo USD 40 millones en líneas de producción y desarrollaron herramientas tecnológicas para la atención de clientes.</p> <p><b>Año 2019</b>, proyecta invertir USD 84 millones, de los cuales USD 44 millones se destinarán a nuevos productos; USD 16 millones a logística; USD 10 millones a puntos de venta; USD 8 millones a maquinaria; USD 3 millones a innovación; USD 2 millones a nuevas líneas de producción y USD 1 millón al área social. Además, los intereses de la empresa es crecer en exportaciones, ya que en 2018 ingresaron a un nuevo mercado como fue Reino Unido, al enviar a España un contenedor de Pilsener.</p>		
<b>Situación Financiera</b>	<i>En miles de dólares</i>		
	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
<b>Activo</b>	\$ 582.890,13	\$ 582.629,25	\$ 588.118,87
<b>Pasivo</b>	\$ 340.999,13	\$ 374.982,23	\$ 324.660,47
<b>Patrimonio</b>	\$ 241.891,00	\$ 207.646,02	\$ 263.457,40
<b>Ingresos</b>	\$ 641.927,47	\$ 585.121,81	\$ 627.388,66
<b>Utilidad neta</b>	\$ 118.775,00	\$ 116.026,68	\$ 159.347,84

Fuente: (Diario El Universo, 2018), (Diario La Hora, 2016), (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros,

2019)




**Figura 12.** Evolución precio de la acción “Cervecería Nacional S.A.” 2015-2017

El precio de la acción de “Cervecería Nacional S.A.” muestra una tendencia al alza desde 2015 a 2017, su pico más bajo fue en enero 2015 USD \$55,20 y el más alto en noviembre 2017 cuando marcó USD \$92,00. Esta tendencia se debe a la propiedad de esta empresa por parte de multinacionales como SABMiller y Anheuser Busch, las cuales inyecta inversión extranjera al país y con ello también generan fuentes de empleo.

**Tabla 25**

Ficha informativa “Holcim Ecuador S.A.”

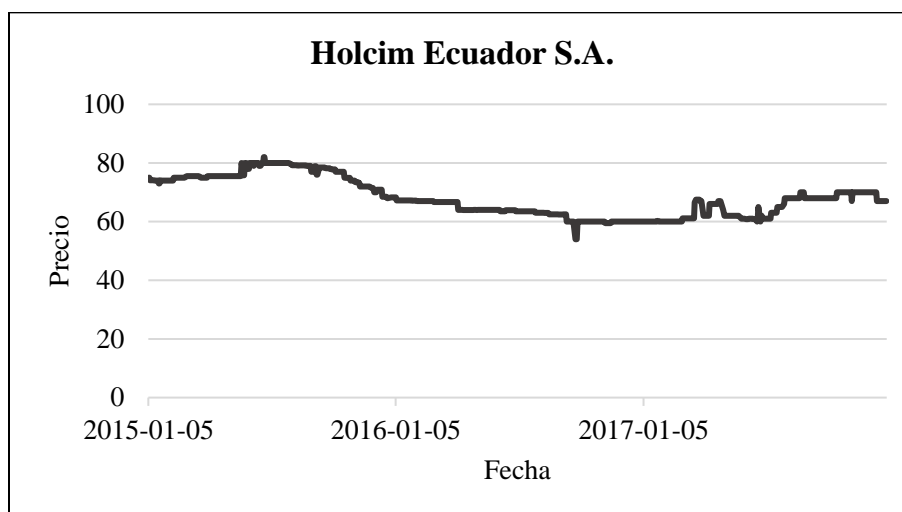
 <b>“Holcim Ecuador S.A.”</b>	
<b>Sector:</b>	Industrial
<b>Actividad:</b>	Se dedica a la fabricación de cementos (hidráulicos, de Portlánd, aluminoso, de escorias e hipersulfatado) y agregados (arena, piedra, grava)
<b>Hechos relevantes:</b>	<b>Año 2017</b> , realizó una disminución de capital por \$ 40'962.041,79. Quedando fijado el capital en la suma de \$61'443,062.69, de esta manera los valores nominales de las acciones cambiaron de \$5,00 a \$3,00; las de \$0,50 a \$0,30 y las de \$0,0005 a \$0,0003.

**CONTINÚA**

**Año 2019**, inició sus operaciones en una moderna planta ubicada en PIADY Parque Industrial de Acopio y Distribución Yaguachi, localizado en la zona costera, entre los puentes de la Unidad Nacional de Duran y el Puente Alterno Norte de Guayaquil. Cuenta con equipos de última generación y certificación “Punto Verde”. La propuesta permite optimizar la inversión de pavimento e incrementar su durabilidad, uso de metodologías modernas. Por ubicarse en un lugar altamente confluente, apoya en su crecimiento económico y abastece a los mercados de Durán, Milagro, Yaguachi, Samborondón, Babahoyo, El Triunfo, La Troncal y Naranjal.

<b>Situación Financiera:</b>	<i>En miles de dólares</i>		
	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
<b>Activo</b>	\$ 689.296,80	\$ 651.441,55	\$ 630.052,31
<b>Pasivo</b>	\$ 294.488,07	\$ 311.639,65	\$ 296.984,43
<b>Patrimonio</b>	\$ 394.807,73	\$ 339.802,90	\$ 333.068,88
<b>Ingresos</b>	\$ 574.208,57	\$ 537.428,63	\$ 559.265,96
<b>Utilidad neta</b>	\$ 111.988,60	\$ 112.918,00	\$ 115.664,48

Fuente: (Holcim Ecuador S.A., 2017), (Holcim Ecuador S.A., 2019), (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2019)




**Figura 13.** Evolución precio de la acción “Holcim Ecuador S.A.” 2015-2017

El precio de las acciones de “Holcim Ecuador S.A.” mostró un descenso, pasando de USD \$80,00 en junio 2015 a USD \$54,00 en septiembre 2016. Esto debido a la situación económica del

país por la caída del precio del petróleo, fortalecimiento del dólar que resta competitividad, además de la Ley Orgánica de Plusvalía que entró en vigencia en 2016, pero finalmente derogada en marzo 2018. Los factores mencionados influenciaron en la disminución de las ventas y expectativas negativas para el sector. Para 2017, el precio una recuperación alcanzando USD \$67,00 en diciembre.

**Tabla 26**

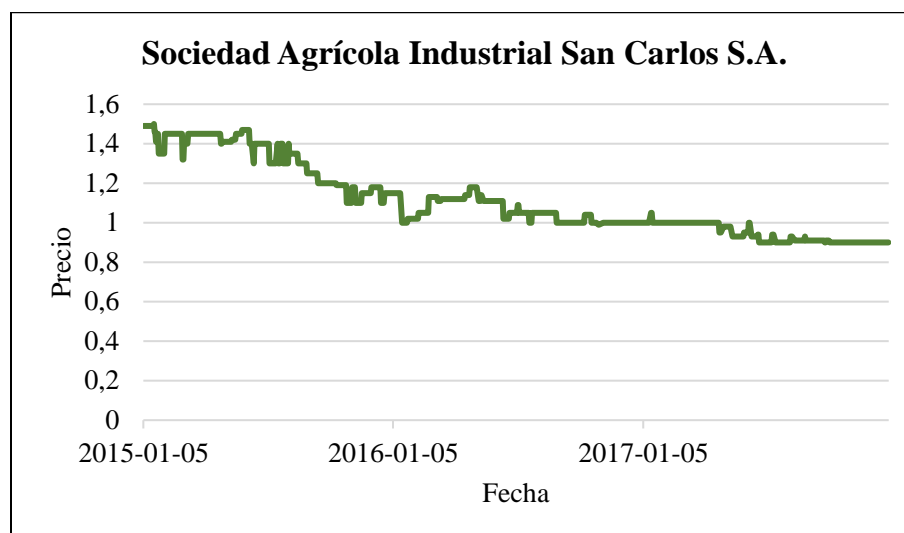
Ficha informativa “Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.”

	<b>“Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A.”</b>		
<b>Sector:</b>	Industrial		
<b>Actividad:</b>	Producción de caña de azúcar y derivados, generación de energía eléctrica a partir de biomasa de caña y venta de jugo de caña para la producción de alcoholes.		
<b>Hechos relevantes:</b>	<p><b>Año 2016</b>, implementó Self-Service Analytics, metodología para crear una cultura analítica interna, en búsqueda de las personas indicadas dentro de cada nicho de la organización bajo una estructura matricial, que acceda a información para la analítica del negocio.</p> <p><b>Año 2017</b>, implementó sistemas de IoT para el control de activos productivos y el monitoreo y seguimiento de actividades de la flota de transporte y cosecha de caña en tiempo real; además de la automatización de labores agrícolas a través de sistemas AutoPilot.</p>		
<b>Situación Financiera:</b>	<i>En miles de dólares</i>		
	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Activo</b>	\$ 292.583,11	\$ 282.116,64	\$ 305.503,00
<b>Pasivo</b>	\$ 125.955,21	\$ 117.371,60	\$ 137.914,00
<b>Patrimonio</b>	\$ 166.628,90	\$ 164.744,04	\$ 167.588,00
<b>Ingresos</b>	\$ 155.394,82	\$ 173.296,32	\$ 162.639,00

**CONTINÚA**

<b>Utilidad neta</b>	\$ 9.978,48	\$ 3.903,87	\$ 7.059,00
----------------------	-------------	-------------	-------------

Fuente: (Revista iT ahora, 2017), (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2019)



**Figura 14.** Evolución precio de la acción “Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A.” 2015-2017

El precio de las acciones de “Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A.” de enero 2015 a diciembre 2017, mostró una tendencia bajista durante los tres años. El pico más alto fue en enero 2015 cuando marcó USD \$1,46 y el más bajo fue en diciembre 2017 situándose en USD \$0,90. Como se observa esta empresa que pertenece al sector industrial sufrió fuertemente los estragos de la economía y al no ser igual de grande como las otras cinco seleccionadas no pudo recuperarse rápidamente en la etapa de expansión año 2017.

### 3.6. Ciclo económico

Los economistas estadounidenses Arthur Burns y Wesley Mitchell (1946) en su investigación “Measuring Business Cycles” señalan que:

Los ciclos económicos son variaciones de la actividad económica de un país. Un ciclo comprende la fase de expansión que se refleja en varios sectores económicos al mismo tiempo,

seguida de las fases de recesión, contracción y recuperación de la misma manera manifestadas en varias actividades; esta serie de fluctuaciones es repetitiva pero no periódica.

Los puntos que determinan un ciclo económico son, el valle conocido como el punto más bajo de la contracción y el pico conocido como el punto más alto en la expansión. Un pico señala la culminación de una fase de expansión e inicio de una fase de desaceleración; en cambio un valle señala la culminación de una etapa de contracción e inicio de una fase de recuperación (Banco Central del Ecuador, 2014).

### **3.7. Producto Interno Bruto PIB**

El Producto Interno Bruto (PIB) es el indicador por excelencia del desempeño económico de un país. Es el valor de los bienes y servicios finales generados por los agentes económicos dentro de un país durante un periodo determinado, generalmente un año. En este sentido el PIB determina las fases del ciclo económico, donde cada fase depende del comportamiento de su tasa de variación.

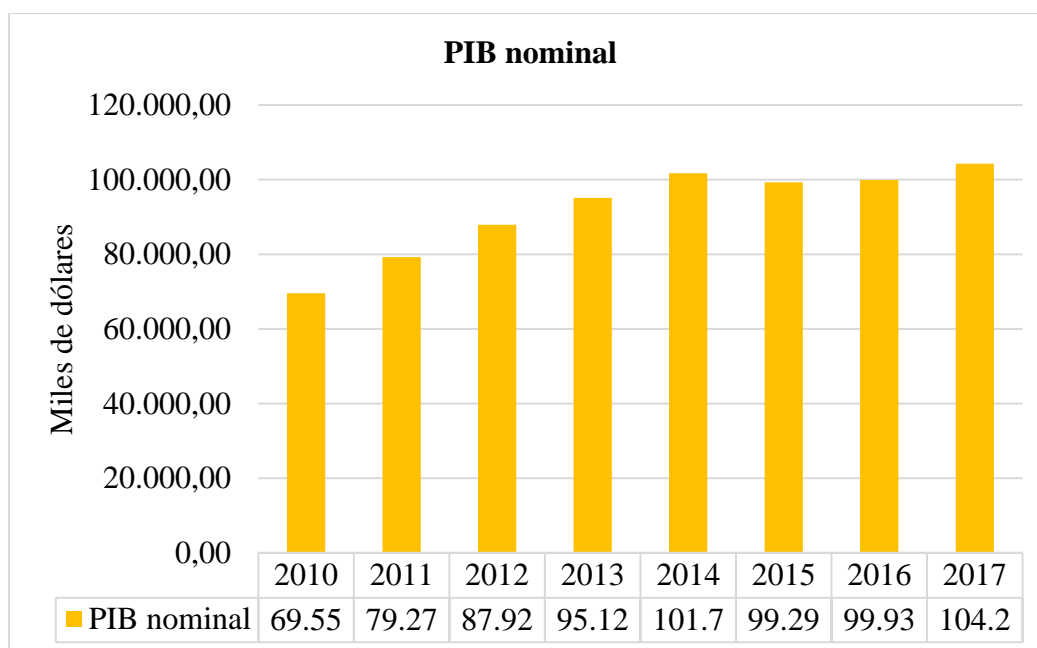
### **3.8. PIB nominal**

Es el valor de todos los bienes finales con base en los precios de mercado existentes durante el periodo de producción, también se le conoce como PIB monetario o en dólares corrientes. El PIB nominal crece debido al aumento de la producción y/o incremento de los precios de venta (Tucker, 2002, pág. 236).

En Ecuador el crecimiento de este indicador entre los años 2010 y 2014 fue continuo, sin embargo, para los años 2015 y 2016 existe una disminución de la tendencia que presentaba misma que coincide con la caída del precio del petróleo y el terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016 lo



cual impactó en la actividad productiva. Para el año 2017 se observa una recuperación de la actividad económica.



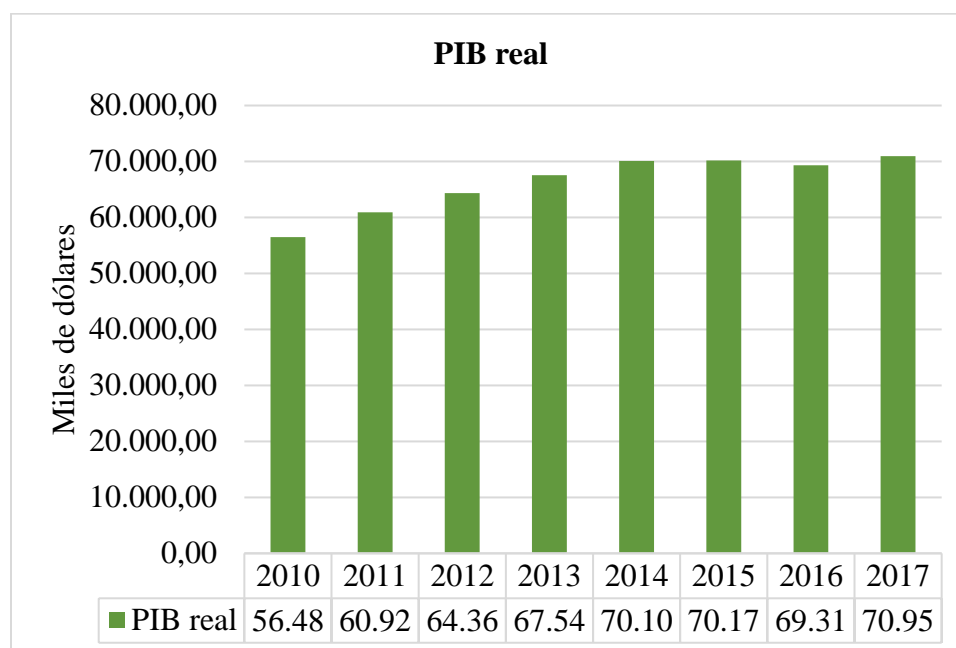
**Figura 15.** PIB nominal del Ecuador 2010-2017

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2019)

### 3.9. PIB real

Es el valor de todos los bienes finales producidos durante un periodo dado con base en los precios existentes en un año de base seleccionado, también se le conoce como PIB en dólares constantes (Tucker, 2002, pág. 236). Este indicador muestra la producción total de un país sin considerar las fluctuaciones de precios, de manera que permite observar los volúmenes de producción.

El PIB real de Ecuador muestra una tendencia de crecimiento del año 2010 al 2014, seguido de un estancamiento para el 2015 que desemboca en el decrecimiento del año 2016 y para 2017 se muestra una leve recuperación del aparato productivo.



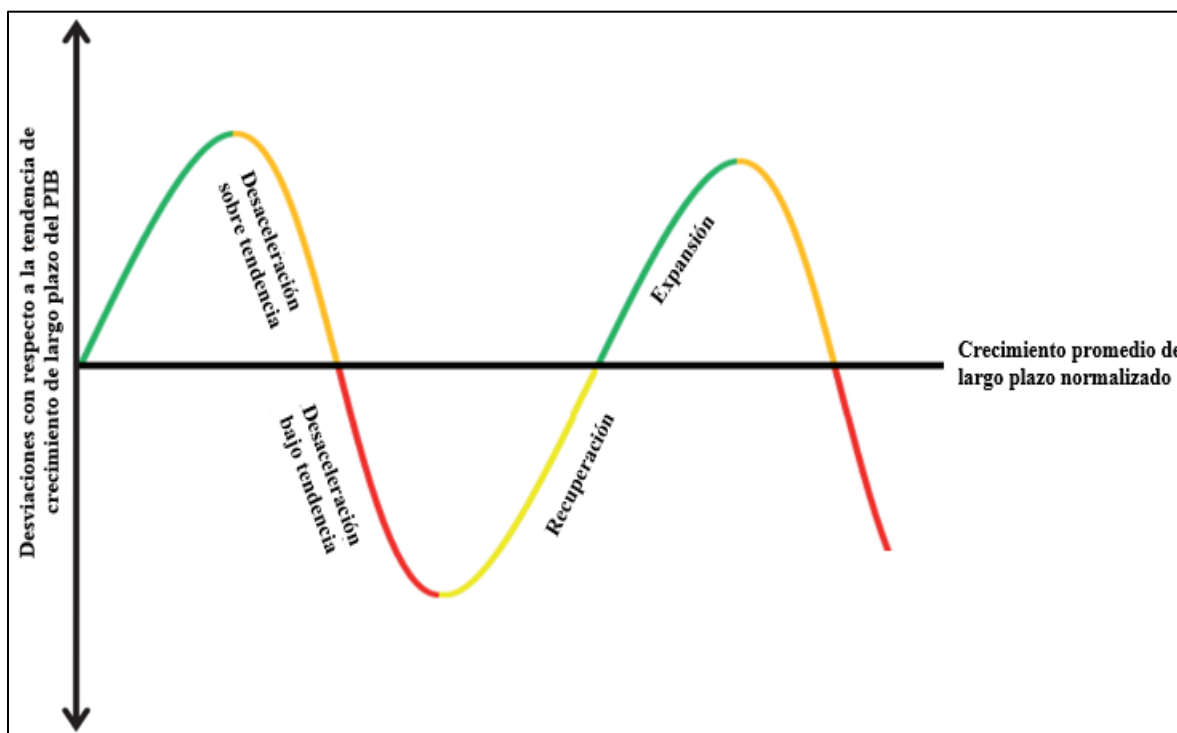
**Figura 16.** PIB real del Ecuador 2010-2017

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2019)

### 3.10. Fases del ciclo económico

Las cuatro fases del ciclo económico son desaceleración sobre tendencia, desaceleración bajo tendencia, recuperación y expansión. Las cuales se miden en relación al crecimiento de largo plazo del PIB, el cual es el indicador por excelencia de la economía de una nación. El organismo encargado emitir los informes acerca de las distintas etapas que puede ir presentando el ciclo económico, es el Banco Central del Ecuador.

A continuación, se muestra de manera gráfica:



**Figura 17.** Fases del ciclo económico

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2019)

**Desaceleración sobre tendencia**, cuando la actividad productiva llega a su cima, cumbre o pico máximo de la expansión se da paso a la desaceleración sobre la tendencia de crecimiento normal, sin embargo, anuncia el comienzo de lo que puede convertirse en recesión.

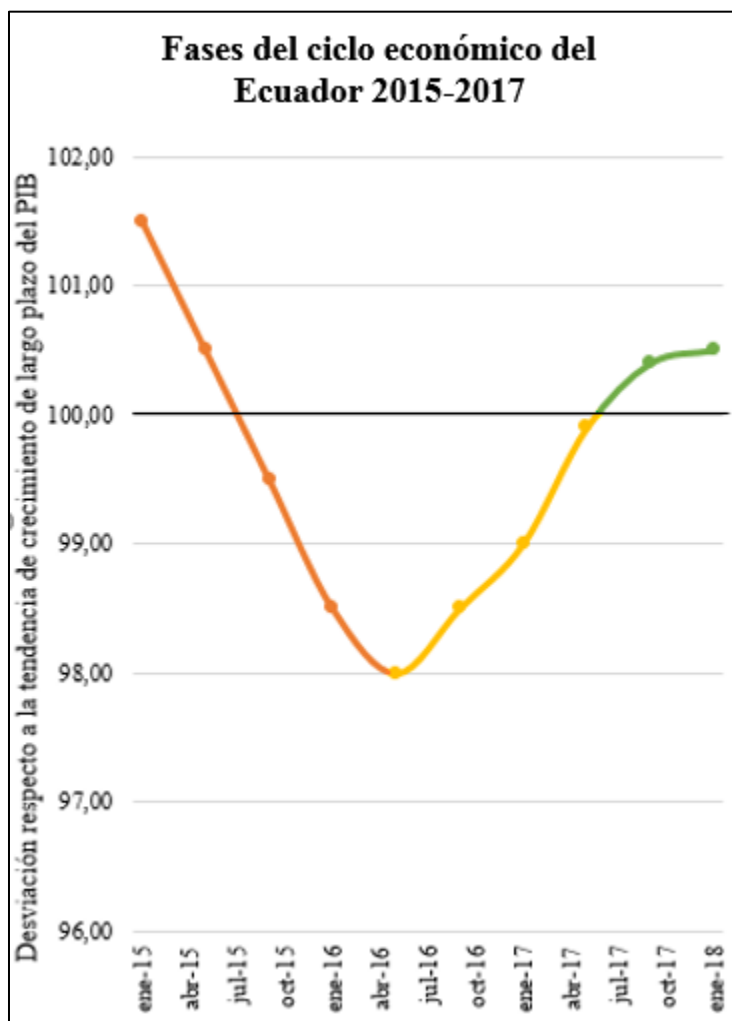
**Desaceleración bajo tendencia**, tramo de declive del ciclo económico el cual indica que la economía del país no se desarrolla de manera estable. No se requieren factores de producción, lo que ocasiona una caída universal de los sectores económicos, que impacta en el empleo, el ingreso y los precios. Se genera desconfianza entre oferentes y demandantes en el mercado, ocasionando nerviosismos en los mercados financieros, especialmente relacionados con el menor valor de ciertos activos. Se considera una etapa de recesión cuando el PIB real disminuye por lo menos durante dos trimestres continuos (Ramos, 2015).

**Recuperación**, cuando la actividad económica llega a su fase más baja es decir coincide con el fondo o valle, se conoce como fase de depresión o crisis económica. Al llegar a su depresión, la economía retoma cierto nivel de crecimiento que se denomina recuperación. La económica tiende a desarrollarse con lo que se generan fuentes del empleo. El consumo se reactiva y con ello la producción, este mayor dinamismo permite que suban los salarios, precios, inversión y tasas de interés (Ramos, 2015).

**Expansión**, la economía se desarrolla por sobre la tasa normal, ocasionando la excesiva utilización de los factores productivos. Se genera un alto incremento de los niveles de producción, ocasionando una reducción del desempleo. Además, existe un incremento de los precios de bienes y servicios por la mayor demanda, y por el incremento de los costos de producción en general (Ramos, 2015).

### **3.11. Fases del ciclo económico del Ecuador durante el periodo 2015-2017**

El presente estudio se desarrolló en el periodo comprendido entre los años 2015 a 2017, en el cual se puede observar la presencia de las fases de desaceleración, recuperación y expansión del ciclo económico ecuatoriano.



**Figura 18.** Fases del ciclo económico del Ecuador 2015-2017

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2019)

### **3.11.1. Desaceleración: Año 2015 hasta el primer trimestre 2016**

El Ecuador experimentó una etapa de desaceleración, debido a la caída del precio del petróleo a nivel mundial y la apreciación del dólar frente a las demás monedas. A causa de la dependencia del gobierno por los ingresos petroleros y evitar la salida de divisas del país, se introdujo las salvaguardas en marzo 2015 para productos importados como medida de protección a la producción nacional. La inversión se redujo en 2,5% debido a los ajustes fiscales. El descenso de 41,8% de los ingresos petroleros, a su vez se reflejó en una participación de 18,9% en los ingresos

totales, cifra menor que 27,9% del año precedente, así también el otorgamiento de créditos por parte del sector financiero privado se redujo en 20,1%. (CEPAL, 2016).

En 2015 el PIB creció 0,3%; lo que refleja un menor desempeño de la economía en relación con el año 2014 cuando creció 3,7%. El escaso crecimiento revelado fue a causa del consumo del gobierno, que creció 1,1% y del consumo de los hogares que creció 0,2% (CEPAL, 2016).

### **3.11.2. Recuperación: A partir del segundo trimestre al cuarto trimestre 2016**

Durante los primeros meses de 2016 la contracción persistió ante la perspectiva de continuidad de precios bajos del petróleo, el escenario además se complicó por los efectos del terremoto de 7,8 grados ocurrido en la zona costera del país en el mes de abril. Según evaluaciones iniciales, se necesitarían USD \$ 3.344 millones para la reconstrucción de las zonas devastadas. Los sectores mayormente perjudicados fueron acuicultura, camaronero, comercio, manufactura y turismo. Sin embargo, se esperaba una reactivación económica debido a la reconstrucción. Como medida fiscal para contribuir a la reparación de daños ocasionados por el desastre natural, se incrementó el IVA del 12% a 14%. Además, se recurrió a organismos internacionales para pedir financiamiento. La inflación acumulada en doce meses alcanzó 1,6%, entre las tasas más bajas desde la dolarización. Además hubo una reducción de importaciones en 13,3% y de exportaciones en 6,8% en volumen (CEPAL, 2016).

En este período se aprobó la Ley Orgánica para el Equilibrio de las Finanzas Públicas, con la que se estableció el impuesto a los consumos especiales (ICE) del 15% en telefonía para las empresas y se incrementó el impuesto a bebidas con alto contenido de azúcar y cigarrillos (CEPAL, 2016).

### **3.11.3 Expansión: Del primer al tercer trimestre 2017**

En 2017 las condiciones económicas del Ecuador mejoraron debido al incremento del precio del petróleo, esto gracias a la medida de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) de reducir la extracción de crudo en 1,8 millones de barriles diarios para estabilizar el precio. Además, aumentó el consumo de los hogares 3,6% y las exportaciones en 2,7%. Este año estuvo rodeado de incertidumbre debido a las elecciones presidenciales y otros factores como la firma del acuerdo comercial con la Unión Europea que permite el ingreso de productos ecuatorianos sin aranceles hacia países europeos y viceversa, además en este mismo periodo se eliminaron las salvaguardias (CEPAL, 2017).

También en este periodo entró en vigencia la Ley Orgánica para Evitar la Especulación Sobre el Valor de las Tierras y Fijación de Tributos, el impuesto es del 75% sobre el valor de inmuebles y terrenos que generan una ganancia adicional al enajenarse en segunda ocasión (CEPAL, 2017).

El mayor crecimiento económico lo alcanzaron actividades como la refinación de petróleo (28,4%), electricidad y agua (22,4%), pesca (11,0%), comercio (5,7%) y manufactura (3,7%). En cambio, el sector que experimentó una fuerte caída fue el de la construcción (7,3%) (CEPAL, 2017).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Portafolios de inversión modelo de Markowitz

Al aplicar la metodología descrita en el punto 2.7.1. los portafolios de inversión obtenidos para los tres años de estudio fueron los siguientes. Las carteras tienen niveles de riesgo y rentabilidad calculados para una temporalidad anual.

##### 4.1.1. Rendimiento y riesgo

Para el cálculo de la media (rendimiento) y desviación estándar (riesgo), se partió de tres bases de datos que corresponden a los precios de cotización diarios para los años 2015, 2016 y 2017 de las empresas seleccionadas, posteriormente se calculó la tasa de rentabilidad diaria para cada acción. El rendimiento esperado de cada activo se obtuvo mediante el promedio de la tasa de rentabilidad diaria y el riesgo a través de la fórmula de la desviación estándar. Los valores se llevaron a tasas anuales para efectos de comparación en inversiones anuales.

**Tabla 27**  
*Rendimiento y riesgo año 2015, fase de desaceleración*

	2015					
	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
<b>Rendimiento Esperado diario</b>	-0,24%	0,04%	-0,12%	-0,03%	-0,04%	-0,10%
<b>Riesgo diario</b>	2,64%	1,36%	1,91%	0,95%	1,29%	2,07%
<b>Rendimiento Esperado anual</b>	-59,59%	9,46%	-30,08%	-7,50%	-9,18%	-26,21%
<b>Riesgo anual</b>	41,89%	21,51%	30,21%	15,00%	20,41%	32,74%



Para el año 2015 cinco de las seis acciones presentaron pérdidas, únicamente Cervecería Nacional S.A. obtuvo una rentabilidad anual de 9,46%, a la cual se le atribuye un riesgo de 21,51%. La acción menos rentable fue Corporación Favorita C.A. con -59,59% de pérdida anual, adicionalmente el riesgo más alto lo obtuvo esta misma empresa con 41,89% anual; en este año el precio de la acción bajó de \$4,18 en enero a \$2,32 en diciembre, debido a que durante este periodo el precio del petróleo disminuyó y dada la alta dependencia del país en esta materia prima, la economía se contrajo reflejando menores niveles de consumo y consecuentemente de ventas.

El sector financiero fue sensible a los efectos de la desaceleración económica. Entre las causales estuvieron, la falta de inversión pública y privada, retraso de pago a proveedores del Estado, retiro de depósitos por parte de las empresas para mantener sus operaciones. Esto dio lugar a una escasa liquidez que se tradujo en la reducción del otorgamiento de créditos, reflejando así resultados negativos para los bancos. Banco Guayaquil S.A. tuvo de segunda rentabilidad más baja con -30,08%.

**Tabla 28**  
*Rendimiento y riesgo año 2016, fase de recuperación*

	2016					
	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
<b>Rendimiento Esperado diario</b>	-0,10%	0,04%	-0,12%	-0,19%	-0,05%	-0,06%
<b>Riesgo diario</b>	1,17%	1,19%	3,92%	2,81%	1,03%	1,89%
<b>Rendimiento Esperado anual</b>	-24,61%	10,99%	-28,88%	-48,74%	-13,30%	-14,03%
<b>Riesgo anual</b>	18,47%	18,80%	62,11%	44,52%	16,26%	29,93%

Al igual que el año precedente, 2016 mantuvo una tendencia negativa de rentabilidad para cinco de las seis acciones de estudio. La empresa más rentable fue Cervecería Nacional S.A. con 10,99% anual el riesgo asociado fue 18,80%, esta volatilidad se encuentra entre las más bajas. El sector financiero obtuvo las pérdidas y riesgos más altos, Banco Pichincha C.A. alcanzó una pérdida -48,74% y Banco Guayaquil S.A. de -28,88%, esta última tuvo el riesgo más alto de 62,11%.

En este año ocurrió el terremoto que afectó a la zona costera del país, lo que generó la disminución del consumo, adicionalmente la restricción de créditos frenó la actividad productiva y se reflejó en resultados con bajos márgenes para las empresas seleccionadas.

Para este año la multinacional Anheuser-Busch Inbev se fusionó con SUBMiller por lo que Cervecería Nacional S.A. se vio fortalecida, por la inyección de inversión extranjera reflejando de esta manera resultados favorables.

**Tabla 29**  
*Rendimiento y riesgo año 2017, fase de expansión*

	2017					
	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
<b>Rendimiento Esperado diario</b>	0,03%	0,12%	0,01%	0,09%	0,04%	-0,04%
<b>Riesgo diario</b>	1,55%	1,83%	2,38%	1,51%	1,34%	1,07%
<b>Rendimiento Esperado anual</b>	8,13%	29,23%	2,57%	22,68%	11,21%	-10,71%
<b>Riesgo anual</b>	24,57%	28,96%	37,76%	23,85%	21,29%	16,92%

En 2017 cinco de las seis acciones seleccionadas presentaron rendimientos positivos, la mayor rentabilidad continuó en Cervecería Nacional S.A. con 29,23% anual. Le sigue la recuperación de

Banco Pichincha C.A. con 22,68% anual. En contraposición Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. presentó una pérdida de -10,71% anual; el riesgo del título valor de esta empresa es el más bajo 16,92% anual. El riesgo más alto lo obtuvo Banco de Guayaquil S.A. con 37,76% anual, además que obtuvo una escasa rentabilidad de 2,57% anual.

Para este año se reactivó el consumo de los hogares con lo cual se dinamizó la economía, un detonante que también contribuyó fue el otorgamiento de créditos, las empresas reportaron mejores resultados a pesar del incremento de la recaudación del impuesto a la renta del 22% al 25%.

#### 4.1.2. Matriz varianza covarianza y matriz de correlaciones

Las matrices de varianza covarianza y correlación miden el grado de relación entre dos activos financieros. La primera matriz cuantifica el grado de desviación entre dos activos, si el resultado es un valor mayor a cero, los títulos se mueven en la misma dirección, si es negativo se mueven en direcciones opuestas. La diagonal es la varianza de la acción de cada empresa.

La segunda matriz mide el grado de correlación entre dos activos, si el valor es uno positivo (1) los activos se mueven en igual sentido al alza o a la baja y si es uno negativo (-1) se mueven en sentido opuesto, es decir si una acción sube la otra baja y viceversa. Si el resultado se acerca a 1 o -1 existe una fuerte relación y si se acerca a cero la relación entre las empresas es débil.

**Tabla 30**

*Matriz varianza covarianza año 2015, fase de desaceleración*

Matriz varianza-covarianza						
	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
Corporación Favorita C.A.	0,000696338	-5,3657E-06	-3,3760E-05	-2,36E-06	1,41952E-05	1,32961E-06

**CONTINÚA**

<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	-5,3657E-06	<b>0,00018355</b>	4,72389E-07	-3,56E-05	-3,4337E-06	3,45743E-05
<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	-3,3760E-05	4,72389E-07	<b>0,000362072</b>	-3,58E-07	1,68804E-05	-4,8539E-06
<b>Banco Pichincha C.A.</b>	-2,3651E-06	-3,5694E-05	-3,5816E-07	<b>8,93E-05</b>	-1,0923E-07	3,83389E-06
<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	1,41952E-05	-3,4337E-06	1,68804E-05	-1,09E-07	<b>0,00016530</b>	-8,7065E-06
<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>	1,32961E-06	3,45743E-05	-4,8539E-06	3,833E-06	-8,7065E-06	<b>0,000425354</b>

**Tabla 31**

*Matriz de correlación año 2015, fase de desaceleración*

<b>Matriz de correlaciones</b>						
	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>1</b>	-0,015	-0,067	-0,009	0,042	0,002
<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	-0,015	<b>1</b>	0,002	-0,279	-0,020	0,124
<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	-0,067	0,002	<b>1</b>	-0,002	0,069	-0,012
<b>Banco Pichincha C.A.</b>	-0,009	-0,279	-0,002	<b>1</b>	-0,001	0,020
<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	0,042	-0,020	0,069	-0,001	<b>1</b>	-0,033
<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>	0,002	0,124	-0,012	0,020	-0,033	<b>1</b>

Al observar las matrices de varianza covarianza y correlaciones, se determinó que la mayor relación positiva fue entre Cervecería Nacional S.A. y Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A. con 0,124; esto quiere decir que ambas empresas se deberían mover en igual dirección a la suba o baja, sin embargo, cabe destacar que, aunque las dos se encuentran en el sector industrial las condiciones económicas no son comparables, ya que la cervecera más grande del país era propiedad de la

multinacionales SABMiller desde 2006. La mayor relación negativa fue -0,279 entre Banco Pichincha C.A. (sector financiero) y Cervecería Nacional S.A. (sector industrial), lo que significa que si el precio de una acción tiende al alza la otra tiende a la baja y viceversa.

**Tabla 32**

*Matriz varianza covarianza año 2016, fase de recuperación*

<b>Matriz varianza-covarianza</b>						
	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>0,000135429</b>	-2,4976E-06	5,35406E-05	2,2557E-06	-6,2873E-06	-6,17809E-06
<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	-2,4976E-06	<b>0,000140255</b>	3,66786E-06	8,5048E-07	5,33174E-06	5,35278E-05
<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	5,35406E-05	3,66786E-06	<b>0,001530767</b>	5,477E-07	4,52035E-05	-1,71726E-05
<b>Banco Pichincha C.A.</b>	2,25578E-06	8,50487E-07	5,477E-07	<b>0,00078644</b>	-7,7283E-06	-3,76545E-05
<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	-6,2873E-06	5,33174E-06	4,52035E-05	-7,728E-06	<b>0,000104917</b>	8,21783E-06
<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>	-6,1780E-06	5,35278E-05	-1,7172E-05	-3,765E-05	8,21783E-06	<b>0,000355582</b>

**Tabla 33**

*Matriz de correlación año 2016, fase de recuperación*

<b>Matriz de correlaciones</b>						
	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
Corporación Favorita C.A.	<b>1</b>	-0,018	0,118	0,007	-0,053	-0,028
Cervecería Nacional S.A.	-0,018	<b>1</b>	0,008	0,003	0,044	0,240

**CONTINÚA**

Banco Guayaquil S.A.	0,118	0,008	<b>1</b>	0,000	0,113	-0,023
Banco Pichincha C.A.	0,007	0,003	0,000	<b>1</b>	-0,027	-0,071
Holcim Ecuador S.A.	-0,053	0,044	0,113	-0,027	<b>1</b>	0,043
Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.	-0,028	0,240	-0,023	-0,071	0,043	<b>1</b>

En base a las matrices de varianza covarianza y correlación antes expuestas, se determinó que la mayor relación positiva continuó siendo entre las acciones de Cervecería Nacional S.A. y Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A. con 0,240; para el año 2016 la empresa cervecera estuvo mejor consolidada debido a la fusión de las multinacionales SABMiller y Anheuser Busch Inbev, con lo cual se inyectó inversión extranjera. La mayor relación negativa fue -0,071 entre Banco Pichincha C.A. y Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A., lo que significa que si una acción sube la otra baja y viceversa, sin embargo, debido a la fase económica en la que se encontraba el país todos los precios de las acciones tuvieron una tendencia bajista a excepción de Cervecería Nacional S.A.

**Tabla 34**

*Matriz varianza covarianza año 2017, fase de expansión*

Matriz varianza-covarianza						
	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>0,000239602</b>	1,71539E-05	4,01062E-06	1,59168E-06	-6,0723E-06	-4,79667E-06
<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	1,71539E-05	<b>0,00033276</b>	6,37087E-07	-1,0522E-06	-8,5352E-09	-4,87969E-06
<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	4,01062E-06	6,37087E-07	<b>0,000565616</b>	2,55149E-05	-1,9325E-05	1,16001E-05
<b>Banco Pichincha C.A.</b>	1,59168E-06	-1,0522E-06	2,55149E-05	<b>0,000225686</b>	-1,2659E-08	-1,1138E-05

*CONTINÚA*

<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	-6,0723E-06	-8,5352E-09	-1,9325E-05	-1,2659E-08	<b>0,000179808</b>	-8,88569E-06
<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>	-4,7966E-06	-4,8796E-06	1,16001E-05	-1,1138E-05	-8,8856E-06	<b>0,000113574</b>

**Tabla 35**

*Matriz de correlación año 2017, fase de expansión*

<b>Matriz de correlaciones</b>						
	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>1</b>	0,061	0,011	0,007	-0,029	-0,029
<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	0,061	<b>1</b>	0,001	-0,004	0,000	-0,025
<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	0,011	0,001	<b>1</b>	0,071	-0,061	0,046
<b>Banco Pichincha C.A.</b>	0,007	-0,004	0,071	<b>1</b>	0,000	-0,070
<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	-0,029	0,000	-0,061	0,000	<b>1</b>	-0,062
<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>	-0,029	-0,025	0,046	-0,070	-0,062	<b>1</b>

Considerando los resultados de las matrices de varianza covarianza y correlación, se encontró que la mayor relación positiva, dada la recuperación económica del país se dio en las acciones del sector financiero con 0,071 entre Banco Pichincha C.A. y Banco de Guayaquil S.A., lo que significa que, si el precio de la acción de Banco Pichincha C.A. tiende al alza, Banco Guayaquil S.A. tomará la misma tendencia, y viceversa. La mayor relación negativa fue -0,070 entre Banco Pichincha C.A. y Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A. la primera del sector financiero y la segunda del sector industrial.

### 4.1.3. Portafolios y frontera eficiente modelo de Markowitz

Se estructuraron diez portafolios de inversión utilizando el complemento Solver de Microsoft Excel que resolvió los problemas de optimización, el primer portafolio calculado fue el de mínima varianza y el décimo de máxima rentabilidad, a partir de los dos riesgos obtenidos de cada portafolio menor y mayor respectivamente, se calculó una tasa incremental para conseguir los ocho portafolios adicionales que permitieron formar la frontera eficiente.

Cabe señalar que se conformaron diez portafolios a manera de ilustración gráfica y demostración aplicativa del modelo de Markowitz, sin embargo, se pueden estructurar infinitos portafolios siempre que cumplan las condiciones del modelo.

**Tabla 36**

*Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2015, fase de desaceleración*

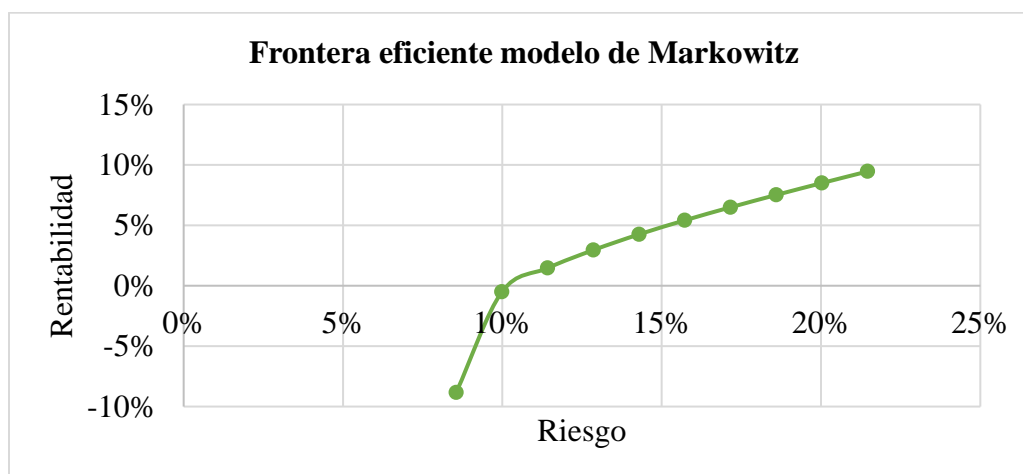
Pesos Modelo de Markowitz								
N.	Riesgo	Rendimiento	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	8,55%	-8,83%	4,52%	23,54%	7,74%	41,98%	17,23%	4,99%
2	9,99%	-0,51%	0,00%	42,52%	0,00%	44,18%	13,30%	0,00%
3	11,42%	1,46%	0,00%	53,52%	0,00%	39,52%	6,96%	0,00%
4	12,86%	2,95%	0,00%	61,83%	0,00%	36,10%	2,08%	0,00%
5	14,29%	4,25%	0,00%	69,29%	0,00%	30,71%	0,00%	0,00%
6	15,73%	5,41%	0,00%	76,14%	0,00%	23,86%	0,00%	0,00%
7	17,16%	6,49%	0,00%	82,49%	0,00%	17,51%	0,00%	0,00%
8	18,60%	7,52%	0,00%	88,52%	0,00%	11,48%	0,00%	0,00%
9	20,03%	8,50%	0,00%	94,34%	0,00%	5,66%	0,00%	0,00%
10	21,46%	9,46%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Para el año 2015, las empresas mostraron pérdidas, a excepción de Cervecería Nacional S.A. El riesgo de las inversiones se encontró entre los rangos de 8,55% a 21,46% anual. En el caso del primer portafolio al diversificar la inversión resultó una pérdida de -8,83% anual. Se pudo observar



que, al buscar el incremento de la rentabilidad esperada de la cartera, se fue eliminando la participación de los activos que presentaron las mayores pérdidas Corporación Favorita C.A. (-59,59%), Banco Guayaquil S.A. (-30,08%), Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A. (-26,21%), estas empresas también poseían los mayores riesgos.

Adicionalmente se pudo ver que Banco Pichincha C.A., fue la única empresa que se mantuvo en nueve de los diez portafolios de inversión, aunque obtuvo un margen de rentabilidad negativo de -7,50%, este fue menor en relación a las demás. Finalmente, la inversión mayormente optima de máxima rentabilidad, se concentró únicamente en Cervecería Nacional S.A. con un rendimiento anual de 9,46%.



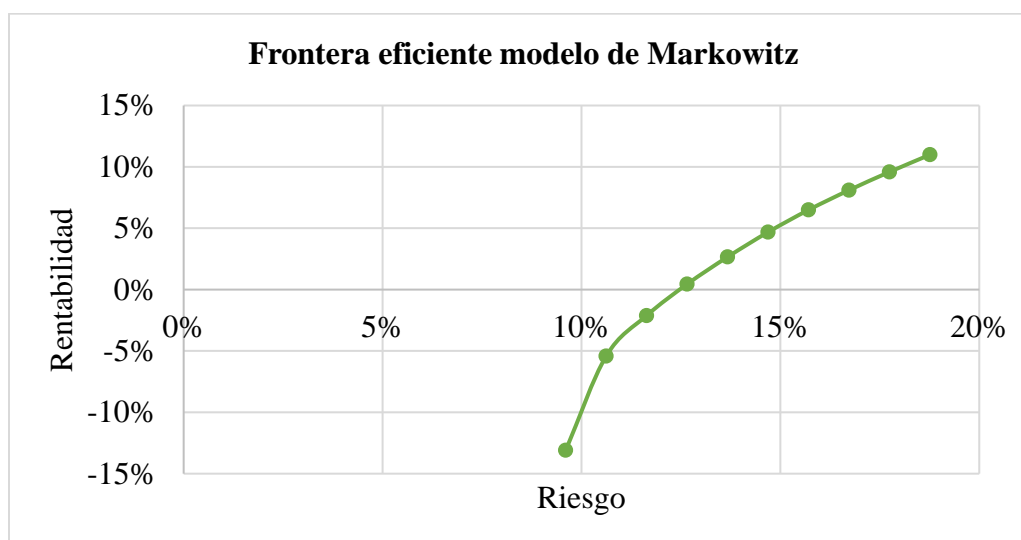
**Figura 19.** Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2015, fase de desaceleración

La frontera eficiente muestra de manera gráfica los posibles portafolios de inversión, la línea va desde la cartera diversificada de mínima varianza con un rendimiento negativo para un riesgo que borde el 9% y llega hasta una de máxima rentabilidad con un rendimiento cercano al 10% anual asociado a un riesgo de 21,46% que se concentra en las acciones de Cervecería Nacional S.A. una empresa de las seis seleccionadas.

**Tabla 37***Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2016, fase de recuperación*

Pesos Modelo de Markowitz								
N.	Riesgo	Rendimiento	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	9,60%	-13,10%	29,29%	22,59%	0,36%	5,26%	35,30%	7,20%
2	10,62%	-5,41%	20,36%	42,25%	0,00%	0,13%	33,76%	3,50%
3	11,64%	-2,11%	14,41%	52,79%	0,00%	0,00%	31,70%	1,11%
4	12,66%	0,44%	9,33%	60,93%	0,00%	0,00%	29,75%	0,00%
5	13,67%	2,66%	4,50%	67,81%	0,00%	0,00%	27,69%	0,00%
6	14,69%	4,68%	0,03%	74,05%	0,00%	0,00%	25,92%	0,00%
7	15,71%	6,49%	0,00%	81,48%	0,00%	0,00%	18,52%	0,00%
8	16,73%	8,10%	0,00%	88,11%	0,00%	0,00%	11,89%	0,00%
9	17,75%	9,59%	0,00%	94,23%	0,00%	0,00%	5,77%	0,00%
10	18,76%	10,99%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

En el año 2016, continúa la tendencia negativa de rendimientos, excepto para Cervecería Nacional S.A. El riesgo en portafolios diversificados incrementó en relación a la fase anterior, este osciló entre 9,60% y 18,76% anual. El portafolio de mínima varianza alcanzó una pérdida de -13,10%, en este caso la mayor ponderación la tuvo Holcim Ecuador S.A. con 35,30% debido a que fue la menos riesgosa (16,26% anual). En este año las ponderaciones de inversión en el sector financiero son escasas, ya que las acciones de las empresas que pertenecen a este sector obtuvieron las pérdidas y riesgos más altos. Holcim Ecuador S.A. estuvo presente en nueve de los diez portafolios estructurados, aunque sus resultados no fueron favorables tuvo las pérdidas y riesgos más bajos. Cervecería Nacional S.A. continúa siendo la empresa más rentable alcanzando 10,99% anual.



**Figura 20.** Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2016, fase de recuperación

La frontera eficiente muestra gráficamente las diez carteras de inversión calculadas, estos portafolios parten del de mínima varianza con una pérdida mayor que la fase anterior -13,10% anual y llega hasta el de máxima rentabilidad con un rendimiento anual que supera el 10% y riesgo atribuido de 18,76%.

**Tabla 38**

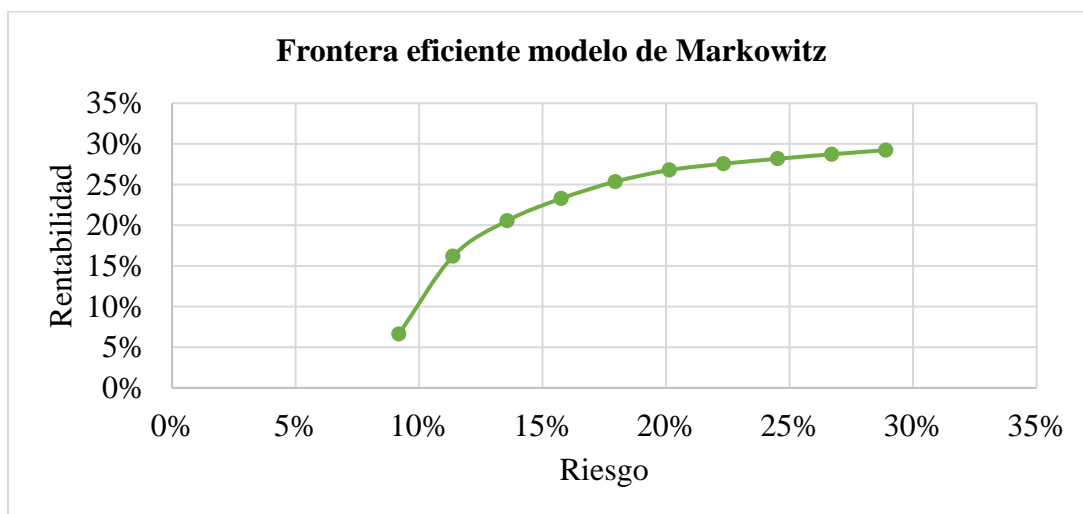
*Portafolios de inversión modelo de Markowitz año 2017, fase de expansión*

Pesos Modelo de Markowitz								
N.	Riesgo	Rendimiento	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	9,19%	6,63%	14,34%	9,89%	5,16%	15,90%	21,38%	33,33%
2	11,38%	16,19%	14,13%	22,30%	3,91%	28,14%	24,71%	6,82%
3	13,57%	20,56%	10,02%	31,02%	0,58%	35,87%	22,52%	0,00%
4	15,76%	23,28%	1,53%	40,25%	0,00%	42,43%	15,79%	0,00%
5	17,95%	25,36%	0,00%	48,65%	0,00%	46,93%	4,42%	0,00%
6	20,14%	26,78%	0,00%	62,64%	0,00%	37,36%	0,00%	0,00%
7	22,33%	27,56%	0,00%	74,41%	0,00%	25,59%	0,00%	0,00%
8	24,52%	28,17%	0,00%	83,84%	0,00%	16,16%	0,00%	0,00%
9	26,71%	28,72%	0,00%	92,22%	0,00%	7,78%	0,00%	0,00%
10	28,90%	29,23%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

En el año 2017 los activos alcanzaron resultados positivos, excepto Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. El nivel de riesgo de los portafolios estructurados osciló entre 9,19% y 28,90%. Banco Pichincha tuvo presencia en nueve de los diez portafolios, ya que logró la segunda mejor rentabilidad (22,68% anual). Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. y Banco de Guayaquil S.A. tuvieron los rendimientos más bajos -10,71% y 2,57% respectivamente, adicionalmente la segunda empresa señalada poseía la volatilidad más alta (37,76%), en tal razón los pesos de inversión en estos activos fueron bajos.

Los valores obtenidos en el cuarto portafolio expresan que, por cada unidad de dólar invertido se obtendrá una ganancia de 23 centavos de dólar. Para lo cual debe invertir su dinero en Banco Pichincha C.A. (42,43%) y Cervecería Nacional S.A. (40,25%) en mayor proporción y en Holcim Ecuador S.A. (15,79%) y Corporación Favorita C.A. (1,53%) en menor proporción.

Las acciones más rentables continuaron siendo las de Cervecería Nacional S.A. como se evidencia en el décimo portafolio allí se concentró la máxima rentabilidad esperada.



**Figura 21.** Frontera eficiente modelo de Markowitz año 2017, fase de expansión

La frontera eficiente se compone de los diez portafolios de inversión determinados para la fase de expansión económica, el portafolio de mínima varianza alcanzó un rendimiento superior al 5% y el de máxima rentabilidad bordea el 30% anual.

#### 4.2. Portafolios de inversión modelo Black Litterman

Al utilizar la metodología descrita en el punto 2.7.2. se obtuvieron portafolios de inversión para los tres años de estudio, bajo un modelo que utiliza optimización inversa e incorpora las expectativas de los inversionistas, el coeficiente de aversión al riesgo, la tasa libre de riesgo y los niveles de incertidumbre. Las carteras poseen niveles de riesgo y rentabilidad calculados para una temporalidad anual.

##### 4.2.1. Excesos de retornos en equilibrio ( $\pi$ )

**Tabla 39**

*Exceso de retornos en equilibrio año 2015, fase de desaceleración*

<b>Coeficiente de aversión al riesgo (<math>\lambda</math>)</b>		<b>-11,66</b>		
<b>Tasa libre de riesgo diaria</b>		<b>0,0192%</b>		
<b>Empresas</b>	<b>Capitalización bursátil</b>	<b>Pesos (W)</b>	<b>Retornos en equilibrio (<math>\pi</math>)</b>	
Corporación Favorita C.A.	\$ 1.160.000.000,00	0,25	-0,21%	
Cervecería Nacional S.A.	\$ 1.363.375.286,35	0,30	-0,06%	
Banco Guayaquil S.A.	\$ 164.476.000,00	0,04	-0,01%	
Banco Pichincha C.A.	\$ 364.200.000,00	0,08	0,00%	
Holcim Ecuador S.A.	\$ 1.398.639.568,36	0,30	-0,06%	
Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.	\$ 149.500.000,00	0,03	-0,03%	
<b>Total</b>	<b>\$ 4.600.190.854,71</b>	<b>1,00</b>		

Para el año 2015, el coeficiente de aversión al riesgo es negativo debido a que en este año la rentabilidad esperada de las empresas fueron negativos y al restar la tasa libre de riesgo

incrementó las pérdidas. En tal razón si un inversionista decidiera destinar sus recursos a este portafolio en la fase de desaceleración económica, se consideraría amante al riesgo y dadas las condiciones del mercado no obtendría rentabilidad.

La tasa libre de riesgo utilizada es la tasa de rendimiento referencial de los títulos de deuda interna (bonos del Estado) a un año plazo, la cual es 7,17% dicha tasa se transformó a una temporalidad diaria para la aplicación del modelo.

A través de optimización inversa se obtuvieron los retornos en equilibrio que responden a la capitalización bursátil. Estos son claramente negativos, la mayor pérdida la obtuvo Corporación Favorita C.A. y la menor Banco del Pichincha C.A.

**Tabla 40**

*Exceso de retornos en equilibrio año 2016, fase de recuperación*

<b>Coefficiente de aversión al riesgo (<math>\lambda</math>)</b>		-15,10	
<b>Tasa libre de riesgo diaria</b>		0,0192%	
<b>Empresas</b>	<b>Capitalización bursátil</b>	<b>Pesos (W)</b>	<b>Retornos en equilibrio (<math>\pi</math>)</b>
Corporación Favorita C.A.	\$ 981.000.000,00	0,24	-0,05%
Cervecería Nacional S.A.	\$ 1.382.777.722,50	0,34	-0,08%
Banco Guayaquil S.A.	\$ 133.165.500,00	0,03	-0,12%
Banco Pichincha C.A.	\$ 242.800.000,00	0,06	-0,07%
Holcim Ecuador S.A.	\$ 1.228.853.040,00	0,30	-0,05%
Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.	\$ 133.000.000,00	0,03	-0,04%
<b>Total</b>	<b>\$ 4.101.596.262,50</b>	<b>1,00</b>	

En el año 2016 el coeficiente de aversión al riesgo tiene un valor negativo y superior en relación a la fase anterior, por lo que una inversión en esta fase económica es altamente riesgosa debido a

que el precio de las acciones continuó con una tendencia bajista, por los golpes económicos y desastres naturales que sufrió el país.

Las pérdidas más altas fueron de Banco de Guayaquil S.A. y Cervecería Nacional S.A., los pesos de inversión mayores los obtuvieron nuevamente Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A., ya que poseen los montos de capitalización bursátil más altos. Es decir, la valoración de las empresas en el mercado es elevada en relación a las demás, esto debido a que sus acciones son más costosas, bordeando la primera los \$65,00 y la segunda \$63,00 aproximadamente dicho año.

**Tabla 41**

*Exceso de retornos en equilibrio año 2017, fase de expansión*

<b>Coefficiente de aversión al riesgo (<math>\lambda</math>)</b>		6,55	
<b>Tasa libre de riesgo diaria</b>		0,0190%	
<b>Empresas</b>	<b>Capitalización bursátil</b>	<b>Pesos (W)</b>	<b>Retornos en equilibrio (<math>\pi</math>)</b>
Corporación Favorita C.A.	\$ 1.131.000.000,00	0,23	0,04%
Cervecería Nacional S.A.	\$ 1.842.827.730,00	0,37	0,08%
Banco Guayaquil S.A.	\$ 136.580.000,00	0,03	0,01%
Banco Pichincha C.A.	\$ 340.000.000,00	0,07	0,01%
Holcim Ecuador S.A.	\$ 1.372.219.228,00	0,28	0,03%
Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.	\$ 119.700.000,00	0,02	0,00%
<b>Total</b>	<b>\$ 4.942.326.958,00</b>	<b>1,00</b>	

La situación económica del país mejoró para el año 2017, gracias a lo cual se aprecia un coeficiente de aversión al riesgo positivo, sin embargo, se interpreta que los inversionistas son aversos al riesgo, rehúyen a este y preferirían inversiones más seguras como las de renta fija. Lo cual viene explicado por los dos años precedentes en los cuales se experimentaron pérdidas.

Cervecería Nacional S.A. y Corporación Favorita C.A. obtuvieron los retornos en equilibrio más altos, en cambio Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. y el sector financiero obtuvieron los retornos más bajos. Los precios de las acciones subieron unos en mayor y otros en menor proporción, a excepción de Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. cuyo precio continuó bajando.

Los mayores pesos de inversión en equilibrio de mercado continúan en Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A., a estas dos grandes empresas le sigue Corporación Favorita C.A.

#### 4.2.2. Matriz de expectativas (Q)

Las expectativas sobre el rendimiento en exceso de las acciones pertenecientes a los activos seleccionados, fueron calculadas a través de tracking error que se asemeja a la fórmula de desviación estándar. Las expectativas se basan en el histórico de precios de las acciones, al determinar la tasa de rentabilidad y la media de cada una a través del promedio se puede observar cual es la más y menos rentable de cada sector para aplicar la fórmula de tracking error.

**Tabla 42**

*Matriz Q año 2015, fase de desaceleración*

	<b>Expectativa 1</b>	<b>Expectativa 2</b>	<b>Expectativa 3</b>
<b>Desviación</b>	2,13%	2,40%	2,65%
<b>Factor</b>	10		
<b>Expectativas</b>	0,21%	0,24%	0,27%
<b>Anual</b>	3,38%	3,81%	4,21%
<b>Diario</b>	0,01%	0,02%	0,02%

En 2015 las expectativas calculadas estimaron que Banco del Pichincha C.A. tendrá un rendimiento de 3,38% anual mayor al de Banco Guayaquil S.A. La segunda sugiere que dentro del sector industrial Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A. rentaran 3,81% más que



Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. y la tercera indica que Corporación Favorita C.A. rentará 4,21% más en el largo plazo en base al histórico que ha presentado.

**Tabla 43**

*Matriz Q año 2016, fase de recuperación*

	<b>Expectativa 1</b>	<b>Expectativa 2</b>	<b>Expectativa 3</b>
<b>Desviación</b>	4,82%	2,04%	1,17%
<b>Factor</b>	10		
<b>Expectativas</b>	0,48%	0,20%	0,12%
<b>Anual</b>	7,64%	3,24%	1,85%
<b>Diario</b>	0,03%	0,01%	0,01%

Para 2016, se estimó que la expectativa de crecimiento de retornos en exceso fue superior para Banco del Pichincha C.A. frente Banco Guayaquil S.A. situándose en 7,64%. En cambio, en el sector industrial y de servicios las expectativas de retornos fueron menores en relación a la fase anterior, Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A. rentarían 3,24% más que Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. y Corporación Favorita C.A. rentaría solamente 1,85% más en el próximo periodo.

**Tabla 44**

*Matriz Q año 2017, fase de expansión*

	<b>Expectativa 1</b>	<b>Expectativa 2</b>	<b>Expectativa 3</b>
<b>Desviación</b>	2,73%	1,96%	1,55%
<b>Factor</b>	10		
<b>Expectativas</b>	0,27%	0,20%	0,16%
<b>Anual</b>	4,32%	3,10%	2,46%
<b>Diario</b>	0,02%	0,01%	0,01%

El año 2017 mostró expectativas de rentabilidad más homogéneas entre sí, en relación la fase anterior, la primera expectativa fue que Banco Pichincha C.A. rentaría 4,32% más que Banco Guayaquil S.A., la segunda fue que Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A. rentaría 3,10% más que Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. y la último que Corporación Favorita C.A. rentaría 2,46% más a futuro, esto basado en la información histórica que provee el mercado.

### 4.2.3. Matriz que vincula los activos sobre los cuales se tienen expectativas (P)

En los tres años de aplicación del modelo, las expectativas respecto a las acciones de las empresas fueron calculadas de acuerdo al sector al que pertenecen, la primera vincula el sector financiero Banco Pichincha C.A. es la acción que posee la expectativa positiva ya que su histórico muestra mayor rentabilidad en relación a Banco Guayaquil S.A. La segunda expectativa relaciona a las acciones del sector industrial, los puntajes positivos fueron para Cervecería Nacional S.A. y Holcim Ecuador S.A. y negativo para Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A., ya que la media de rentabilidad de esta última fue baja en los tres años. La tercera muestra netamente la expectativa de crecimiento para Corporación Favorita C.A. ya que es la única acción dentro del sector de servicios en este portafolio, y es la más fuerte dentro de su sector por el alto número de operaciones que se realizan en el mercado bursátil a nivel nacional.

Las dos primeras expectativas fueron relativas ya que vincularon dos o más empresas y al sumar sus ponderaciones el resultado es cero, la tercera es una expectativa absoluta y el resultado es uno. Las puntuaciones para los activos que tuvieron expectativas relativas fueron calculadas en base a la capitalización bursátil de las empresas, a manera de un mini portafolio.

**Tabla 45**

*Matriz (P) año 2015, fase de desaceleración*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Expectativa 1</b>	0	0	-1	1	0	0
<b>Expectativa 2</b>	0	0,49	0	0	0,51	-1
<b>Expectativa 3</b>	1	0	0	0	0	0

**Tabla 46***Matriz (P) año 2016, fase de recuperación*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Expectativa 1</b>	0	0	-1	1	0	0
<b>Expectativa 2</b>	0	0,53	0	0	0,47	-1
<b>Expectativa 3</b>	1	0	0	0	0	0

**Tabla 47***Matriz (P) año 2017, fase de expansión*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Expectativa 1</b>	0	0	-1	1	0	0
<b>Expectativa 2</b>	0	0,57	0	0	0,43	-1
<b>Expectativa 3</b>	1	0	0	0	0	0

#### 4.2.4. Matriz de incertidumbre acerca de las expectativas ( $\Omega$ ) e incertidumbre de

##### retornos en exceso Tau ( $\tau$ )

La diagonal de la matriz ( $\Omega$ ) está conformada por elementos cuyos valores deberán ser menores para que exista mayor grado de confianza en las expectativas matriz (Q), y el resto de elementos de la matriz estuvo conformada por ceros ya que las expectativas no necesariamente se relacionan entre sí. Tau ( $\tau$ ) expresa la incertidumbre sobre el cálculo de los retornos en exceso ( $\pi$ ). Su fórmula es 1 dividido para el número de observaciones, que pueden ser días, meses, etc.

**Tabla 48***Matriz ( $\Omega$ ) año 2015, fase de desaceleración*

1,82307E-06	0,00	0,00
0,00	1,9574E-06	0,00
0,00	0,00	2,80781E-06

El valor que suma la diagonal de la matriz ( $\Omega$ ) es 0,000007, lo cual es favorable debido a que las expectativas fueron lo más certeras posible y no fueron sobre o sub estimadas. El valor de Tau ( $\tau$ ) de acuerdo a la metodología descrita fue 0,00403, ya que se basó en los datos del año 2015.

**Tabla 49**

*Matriz ( $\Omega$ ) año 2016, fase de recuperación*

9,26445E-06	0,00	0,00
0,00	1,42548E-06	0,00
0,00	0,00	5,41715E-07

La diagonal de matriz ( $\Omega$ ) sumó 0,000011, es decir que las expectativas calculadas son confiables. Tau ( $\tau$ ) obtuvo el valor de 0,004, de acuerdo al número de observaciones para dicho año.

**Tabla 50**

*Matriz ( $\Omega$ ) año 2017, fase de expansión*

2,99706E-06	0,00	0,00
0,00	1,08838E-06	0,00
0,00	0,00	9,70047E-07

Los elementos de la diagonal de la matriz ( $\Omega$ ) sumaron 0,000005 entre los tres años fue el valor que más se acerca a cero, lo que muestra que existe alto grado de confianza en las expectativas estimadas, además el valor de Tau fue 0,00404 resultado de la división de uno para el número de las tasas de rentabilidad diarias calculadas en este caso 247.

#### 4.2.5. Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman

Para calcular las rentabilidades de las acciones seleccionadas, a través del modelo Black Litterman se realizan cálculos matriciales de los elementos antes expuestos, es importante señalar que para los cálculos de acuerdo a la fórmula del modelo también se incluye la matriz de varianza covarianza estimada en el modelo de Markowitz, ya que el cálculo de dicha matriz es el mismo.

Para obtener las rentabilidades se debe añadir la tasa libre de riesgo descontada al inicio para determinar los retornos en equilibrio.

**Tabla 51**

*Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2015, fase de desaceleración*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Rentabilidad diaria</b>	-0,08%	-0,04%	0,01%	0,02%	-0,04%	-0,03%
<b>Rentabilidad anual</b>	-18,96%	-9,34%	1,75%	5,42%	-8,97%	-6,69%
<b>Riesgo diario</b>	0,86%					
<b>Riesgo anual</b>	13,66%					

En la fase de desaceleración económica año 2015, las rentabilidades obtenidas por el método Black Litterman fueron positivas para el sector financiero. Los retornos en equilibrio ( $\pi$ ) de Banco Pichincha C.A. y Banco Guayaquil S.A. fueron mayores en relación a las demás 0,00% y -0,01% respectivamente, los pesos (W) para estos activos estuvieron entre los más bajos con 0,08 y 0,04. El resultado de mayor pérdida fue el de Corporación Favorita C.A. -18,96% anual, su retorno en equilibrio ( $\pi$ ) fue el más bajo -0,21% y su peso (W) estuvo entre los más altos 0,25. Adicional a esto se debe tomar en cuenta el coeficiente de aversión al riesgo, las expectativas de los inversionistas y las incertidumbres sobre los retornos en equilibrio y sobre las expectativas. El riesgo anual es 13,66% calculado de manera global debido a que este modelo responde a los pesos (W) de los activos planteada inicialmente.

**Tabla 52***Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2016, fase de recuperación*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Rentabilidad diaria</b>	0,00%	-0,06%	-0,08%	-0,04%	-0,03%	-0,04%
<b>Rentabilidad anual</b>	-0,18%	-14,05%	-21,24%	-11,19%	-7,48%	-9,86%
<b>Riesgo diario</b>			0,65%			
<b>Riesgo anual</b>			10,24%			

En la fase de recuperación del ciclo económico ecuatoriano año 2016, los resultados fueron inferiores en relación a la fase anterior, todas las acciones presentaron pérdidas la menor fue la obtenida por Corporación Favorita C.A. -0,18% anual, esta empresa tenía entre los retornos en equilibrio diarios ( $\pi$ ) más altos (-0,05%), la mayor pérdida fue de Banco Guayaquil S.A. -21,24% anual, el mismo tuvo los retornos en equilibrio más bajos (-0,12%). En este año el coeficiente de aversión al riesgo fue -15,10 mayormente negativo en comparación al año precedente el cual fue -11,66; esto quiere decir que, en caso de ejecutar alguna inversión bursátil en estos activos, el inversor se encontraría expuesto a un riesgo alto y además no obtendría alguna rentabilidad. También para este año, la capitalización bursátil fue menor que en 2015, pasó de \$4.600'190.854,71 a \$ 4.101'596.262,50, esto debido a que los precios de las acciones continuaron bajaron notablemente a excepción de Cervecería Nacional S.A. cuyos precios se mantuvieron al alza. El riesgo anual global de los activos para este año fue 10,24%.

**Tabla 53**

*Rentabilidades de acciones modelo Black Litterman año 2017, fase de expansión*

	<b>Corporación Favorita C.A.</b>	<b>Cervecería Nacional S.A.</b>	<b>Banco Guayaquil S.A.</b>	<b>Banco Pichincha C.A.</b>	<b>Holcim Ecuador S.A.</b>	<b>Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.</b>
<b>Rentabilidad diaria</b>	0,04%	0,08%	0,02%	0,03%	0,04%	0,03%
<b>Rentabilidad anual</b>	10,89%	20,91%	5,46%	7,82%	10,75%	7,07%
<b>Riesgo diario</b>	0,87%					
<b>Riesgo anual</b>	13,81%					

En la fase de expansión económica año 2017, los resultados obtenidos por el modelo Black Litterman en base al comportamiento de las acciones fueron positivos, las seis empresas que forman el portafolio obtuvieron rentabilidades, en este año el coeficiente de aversión al riesgo fue 6,55; aunque es positivo quiere decir que los inversionistas son rehuientes al riesgo y al ejecutar una operación preferirán inversiones con el menor grado de riesgo para un nivel de rentabilidad esperado. Esto viene dado por el cambio al alza en los precios de las acciones, al cual le acompaña un mayor nivel de riesgo. Además, la capitalización bursátil fue de \$4.942'326.958,00 la mayor de los tres años. La rentabilidad más alta fue la obtenida por Cervecería Nacional S.A. 20,91% anual y la menor fue de Banco Guayaquil S.A. 5,46% anual. La primera tuvo un retorno en equilibrio de mercado ( $\pi$ ) de 0,08% y peso ( $W$ ) 0,37 más altos y la segunda el caso opuesto se encontró entre los más bajos con 0,01% de retorno en equilibrio ( $\pi$ ) y 0,03 peso ( $W$ ). El riesgo anual global de estos activos fue 13,81%, el cual es calculado en base a los pesos ( $W$ ) de donde parte el modelo. Aunque este nivel de riesgo es mayor en relación a las dos fases anteriores, se encuentra compensado por la rentabilidad generada. Los pesos iniciales ( $W$ ) no son rígidos, sino que pueden ser cambiados para encontrar otras opciones de portafolios con pesos tácticos para los activos, en los cuales se minimice el riesgo para el nivel de rentabilidad deseado.

#### 4.2.6. Portafolios y frontera eficiente modelo Black Litterman

Para encontrar la mejor combinación de activos a través del modelo Black Litterman, se construyeron diez portafolios de inversión utilizando el complemento Solver de Microsoft Excel que resolvió los problemas de optimización. El primer portafolio calculado fue de mínima varianza y el décimo de máxima rentabilidad, a partir de los dos riesgos obtenidos de cada portafolio, se calculó una tasa incremental para conseguir los ocho portafolios adicionales que permitieron formar la frontera eficiente en cada fase del ciclo económico. Las diez carteras fueron a manera de ilustración gráfica y demostración aplicativa del modelo, pero se pueden generar infinitos portafolios.

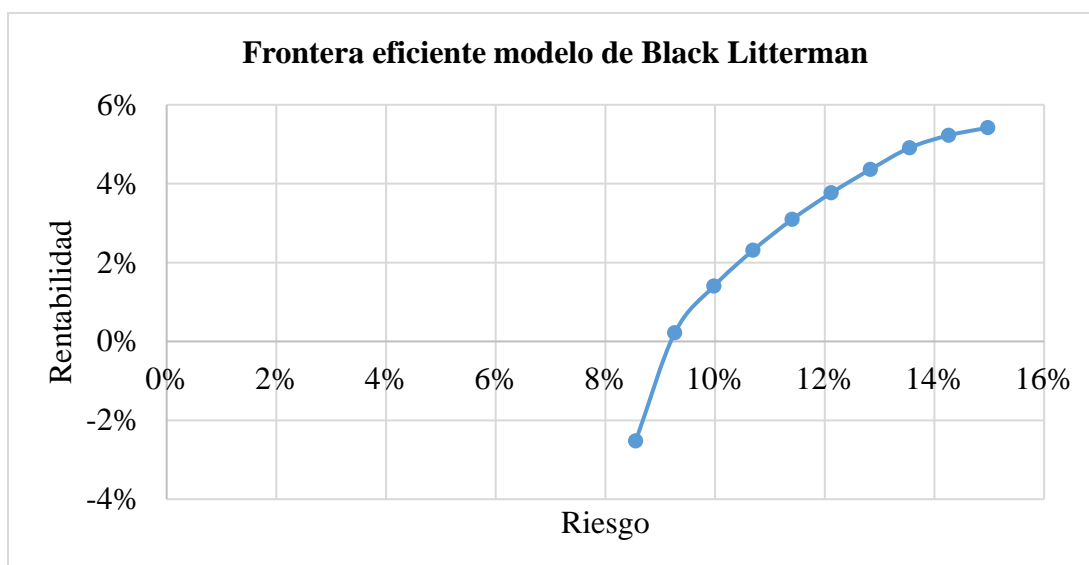
**Tabla 54**

*Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2015, fase de desaceleración*

Pesos Black Litterman								
N.	Riesgo	Rendimiento	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	8,55%	-2,52%	4,52%	23,53%	7,75%	42,03%	17,19%	4,97%
2	9,27%	0,22%	0,44%	19,63%	9,87%	56,80%	9,99%	3,26%
3	9,98%	1,40%	0,00%	17,14%	11,03%	63,95%	5,65%	2,22%
4	10,69%	2,31%	0,00%	15,07%	11,98%	69,65%	1,95%	1,35%
5	11,41%	3,10%	0,00%	12,30%	12,71%	74,64%	0,00%	0,35%
6	12,12%	3,77%	0,00%	7,92%	13,19%	78,89%	0,00%	0,00%
7	12,83%	4,36%	0,00%	3,80%	13,56%	82,64%	0,00%	0,00%
8	13,55%	4,91%	0,00%	0,00%	13,92%	86,08%	0,00%	0,00%
9	14,26%	5,22%	0,00%	0,00%	5,36%	94,64%	0,00%	0,00%
10	14,97%	5,42%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%



En el año 2015, las empresas que mostraron rentabilidades fueron las del sector financiero. El riesgo de las inversiones se encontró entre los rangos de 8,55% a 14,97% anual. En el caso del portafolio diversificado de mínima varianza el resultado fue una pérdida de -2,52% anual. Además, se pudo notar que, al requerir el incremento de la rentabilidad de la cartera, se fue eliminando la participación de los activos que presentaron las mayores pérdidas como fueron Corporación Favorita C.A. (-18,96%), Cervecería Nacional S.A. (-9,34%), Holcim Ecuador S.A. (-8,97%), Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. (-6,69%). Las acciones de Banco Guayaquil S.A., fueron las únicas que estuvieron presentes en nueve de los diez portafolios de inversión. Finalmente, la inversión de máxima rentabilidad, se concentró en Banco Pichincha C.A. con un rendimiento anual de 5,42%.



**Figura 22.** Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2015, fase de desaceleración

La frontera eficiente se encuentra formada por los diez portafolios de inversión calculados, la cartera diversificada de mínima varianza obtuvo una pérdida de -2,52% anual para un riesgo de 8,55% y la de máxima rentabilidad alcanzó 5,42% anual asociada a un riesgo de 14,97% esta última

se concentra únicamente en acciones de Banco Pichincha C.A ya que figuraba como la más rentable en este periodo.

**Tabla 55**

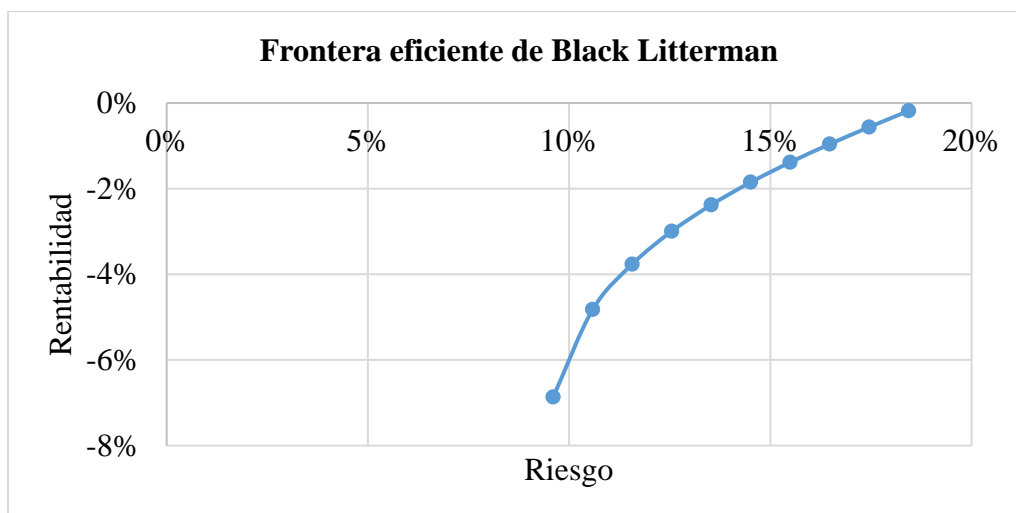
*Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2016, fase de recuperación*

Pesos Black Litterman								
N.	Riesgo	Rendimiento	Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	9,60%	-6,87%	29,29%	22,59%	0,36%	5,26%	35,30%	7,20%
2	10,59%	-4,82%	46,47%	6,57%	0,00%	3,54%	36,24%	7,18%
3	11,57%	-3,76%	54,48%	0,00%	0,00%	2,60%	36,08%	6,84%
4	12,55%	-3,00%	63,13%	0,00%	0,00%	0,72%	32,15%	4,00%
5	13,53%	-2,38%	70,38%	0,00%	0,00%	0,00%	28,19%	1,44%
6	14,51%	-1,85%	77,17%	0,00%	0,00%	0,00%	22,83%	0,00%
7	15,49%	-1,38%	83,54%	0,00%	0,00%	0,00%	16,46%	0,00%
8	16,47%	-0,96%	89,36%	0,00%	0,00%	0,00%	10,64%	0,00%
9	17,46%	-0,56%	94,81%	0,00%	0,00%	0,00%	5,19%	0,00%
10	18,44%	-0,18%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

En 2016, ninguno de los activos financieros obtuvo rentabilidades, debido a que los precios de las acciones continuaron hacia una tendencia bajista. La línea de frontera eficiente no supera el margen 0% en el eje de las ordenadas; por consiguiente, son portafolios deficientes ya que para el nivel de riesgo asumido retribuyen pérdidas. El riesgo en las carteras de inversión incrementó en relación a la fase anterior, el cual osciló entre 9,60% y 18,44% anual.

El portafolio de mínima varianza obtuvo una pérdida de -6,87%, en este caso la mayor ponderación la tuvo Holcim Ecuador S.A. con 35,30%. En este año los pesos de inversión en acciones del sector financiero son escasas, ya que generaron altas pérdidas. Holcim Ecuador S.A. tuvo presencia en nueve de los diez portafolios estructurados, aunque sus resultados no fueron

favorables, tuvo la segunda pérdida menos fuerte (-7,48%). Y por último el portafolio de máxima rentabilidad fue negativo, se ubicó en -0,18% anual para Corporación Favorita C.A.



**Figura 23.** Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2016, fase de recuperación

La frontera eficiente se encuentra formada por diez posibles portafolios de inversión, los cuales no supera los márgenes negativos en esta fase del ciclo económico ecuatoriano, lo cual los convierte en deficientes ya que el nivel de riesgo va desde 9,60% hasta 18,44% anual, sin embargo, no retribuyen resultados económicos favorables. Las acciones que ofrecieron una menor pérdida fueron las de Corporación Favorita C.A. con -0,18%. Y las acciones con mayores pérdidas fueron las de Banco Guayaquil S.A, las cuales estuvieron presentes únicamente en el portafolio el de mínima varianza con una ponderación baja de 0,36%.

**Tabla 56**

*Portafolios de inversión modelo de Black Litterman año 2017, fase de expansión*

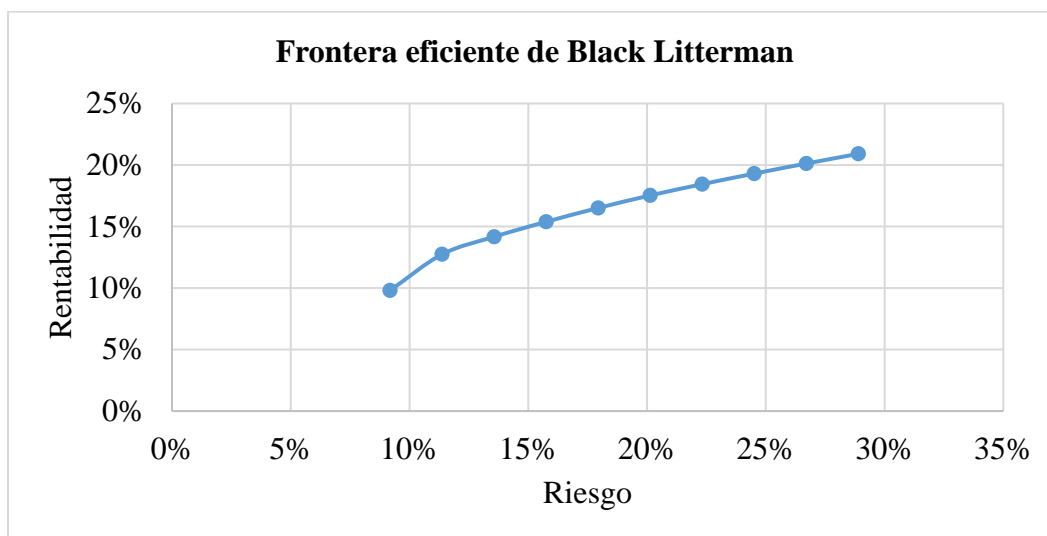
N.	Riesgo	Rendimiento	Pesos Black Litterman					
			Corporación Favorita C.A.	Cervecería Nacional S.A.	Banco Guayaquil S.A.	Banco Pichincha C.A.	Holcim Ecuador S.A.	Soc. Agr. Ind. San Carlos S.A.
1	9,19%	9,81%	14,34%	9,89%	5,16%	15,90%	21,38%	33,33%

**CONTINÚA**

<b>2</b>	11,38%	12,75%	15,53%	30,02%	1,03%	10,37%	23,50%	19,55%
<b>3</b>	13,57%	14,17%	15,96%	40,00%	0,00%	7,31%	24,48%	12,25%
<b>4</b>	15,76%	15,39%	16,22%	48,67%	0,00%	4,41%	25,24%	5,45%
<b>5</b>	17,95%	16,51%	16,18%	56,87%	0,00%	1,40%	25,55%	0,00%
<b>6</b>	20,14%	17,53%	12,35%	66,56%	0,00%	0,00%	21,09%	0,00%
<b>7</b>	22,33%	18,45%	8,17%	75,63%	0,00%	0,00%	16,20%	0,00%
<b>8</b>	24,52%	19,30%	4,29%	84,12%	0,00%	0,00%	11,59%	0,00%
<b>9</b>	26,71%	20,12%	0,64%	92,24%	0,00%	0,00%	7,12%	0,00%
<b>10</b>	28,90%	20,91%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

En 2017 todas las acciones seleccionadas para construir los portafolios de inversión alcanzaron rentabilidades, el nivel de riesgo de las carteras osciló entre 9,19% y 28,90% anual. Corporación Favorita C.A. y Holcim Ecuador S.A. tuvieron presencia en nueve de los diez portafolios estructurados, ya que sus niveles de rentabilidad se encontraron entre los más altos 10,89% y 10,75% anual respectivamente. Banco de Guayaquil S.A. tuvo el rendimiento más bajo 5,46% anual, por lo cual solamente tiene participación en las dos primeras carteras.

Los valores obtenidos en el cuarto portafolio se entienden de la siguiente manera, el inversor por cada dólar invertido obtiene una rentabilidad de 15 centavos de dólar. Para lo cual debe invertir su dinero en Cervecería Nacional S.A. (48,67%), Holcim Ecuador S.A. (25,24%) en mayor proporción y en Corporación Favorita C.A. (16,22%), Sociedad Agrícola Industrial San Carlos S.A. (5,45%) y Banco Pichincha C.A. (4,41%) en menor medida. Las acciones más rentables fueron las de Cervecería Nacional S.A. como se aprecia en el décimo portafolio que tiene un peso de inversión del 100% en estos activos.



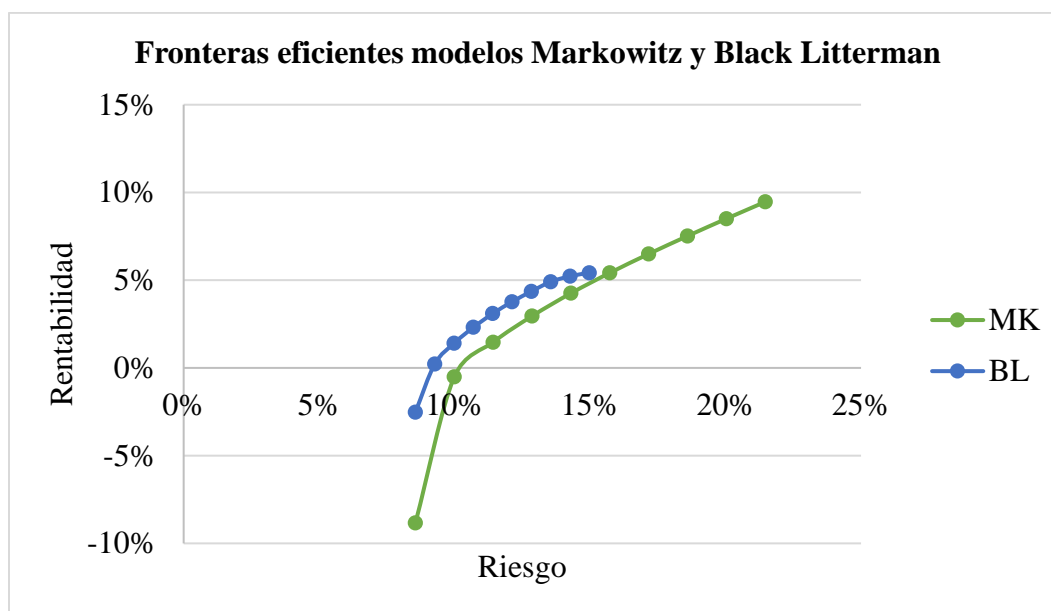
**Figura 24.** Frontera eficiente modelo de Black Litterman año 2017, fase de expansión

La frontera eficiente formada por los diez portafolios de inversión calculados muestra diferentes niveles de rentabilidad para las carteras estructuradas, la menor fue cercana al 10% y la mayor superó el 20% anual.

#### **4.3. Confrontación portafolios de inversión modelos de Markowitz y Black Litterman**

Al realizar una comparación de las fronteras eficientes de los modelos de Markowitz y Black Litterman en las fases de desaceleración, recuperación y expansión de la economía en Ecuador, se puede identificar de manera gráfica la mejor relación riesgo rendimiento de los portafolios estructurados a través de cada método. Además, a través del ratio de Sharpe se puede determinar que cartera tuvo el mejor desempeño en cada fase del ciclo económico.

### 4.3.1. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2015, fase de desaceleración



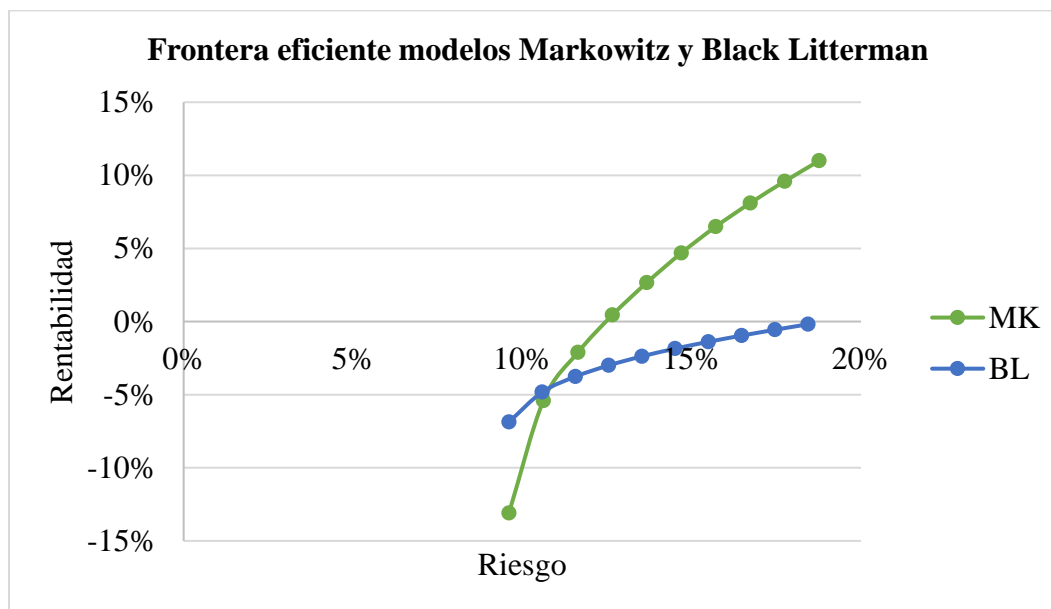
**Figura 25.** Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2015, fase de desaceleración

En la fase de desaceleración año 2015, los portafolios estructurados utilizando el modelo Black Litterman alcanzaron una relación superior riesgo rentabilidad, ya que para el nivel de riesgo 14% Markowitz ofrece 4% de rentabilidad y Black Litterman 5%. Sin embargo, a partir del sexto portafolio el modelo de Markowitz alcanza mayor rentabilidad y riesgo debido a que Cervecería Nacional S.A. logró 9,46% de rentabilidad anual, en cambio a través de Black Litterman el activo más rentable fue Banco Pichincha C.A. con 5,42% anual.

El ratio de Sharpe en el portafolio de mínima varianza calculó menor pérdida para la cartera de Black Litterman (-1,13) sobre la de Markowitz (-1,87). En los portafolios de la quinta posición, la solución mostró para Markowitz (-0,20) un valor superior que Black Litterman (-0,36). Finalmente,

el portafolio de máxima rentabilidad reveló un mejor desempeño a través del modelo de Markowitz (0,11) frente al de Black Litterman (-0,12).

#### 4.3.2. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2016 fase de recuperación

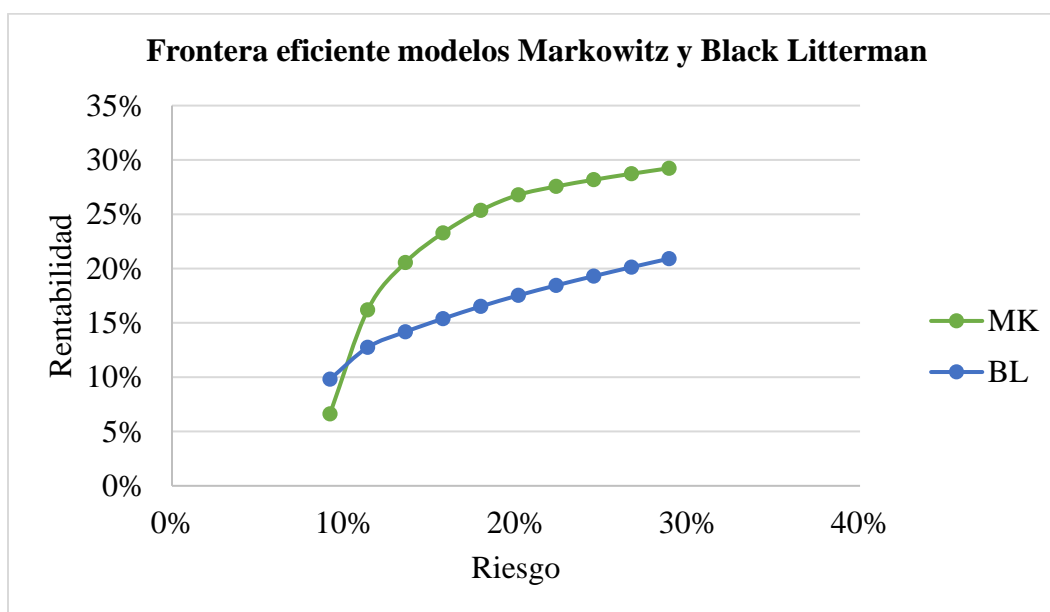


**Figura 26.** Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2016 fase de recuperación

En la fase de recuperación año 2016, el portafolio de mínima varianza usando el modelo Black Litterman tuvo un mejor resultado que el de Markowitz para el mismo nivel de riesgo dado. Posterior a esta cartera, el modelo de Markowitz refleja mayores niveles de rentabilidad que Black Litterman. A través de este último modelo los portafolios no se generaron rentabilidades, por lo que son deficientes en relación a los diseñados por Markowitz. En el caso de Black Litterman la empresa con menor pérdida fue Corporación Favorita C.A. con -0,18% anual y para Markowitz la más rentable fue Cervecería Nacional S.A. 10,99% anual.

El ratio de Sharpe en el portafolio de mínima varianza calculó menor pérdida para la cartera de Black Litterman (-1,46) sobre la de Markowitz (-2,11), sin embargo ambos poseen un bajo desempeño dadas las condiciones del mercado. En los portafolios de la quinta posición, la solución mostró para Markowitz (-0,33) un valor superior que Black Litterman (-0,71). Finalmente, el portafolio de máxima rentabilidad reveló un mejor desempeño a través del modelo de Markowitz (0,20) frente al de Black Litterman (-0,40).

#### 4.3.3. Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2017, fase de expansión



**Figura 27.** Fronteras eficientes modelos de Markowitz y Black Litterman año 2017, fase de expansión

En la fase de expansión año 2017, el portafolio de mínima varianza utilizando el modelo Black Litterman tuvo un mejor rendimiento para el mismo nivel de riesgo en comparación con el modelo de Markowitz. Lo contrario sucedió con los restantes nueve portafolios de inversión, los cuales obtuvieron mayor rentabilidad a través del modelo de Markowitz que de Black Litterman. Bajo los



dos modelos las acciones más rentables fueron las de Cervecería Nacional S.A., sin embargo, usando Markowitz el rendimiento alcanzó un nivel de 29,23% y con Black Litterman 20,91% anual.

El ratio de Sharpe en el portafolio de mínima varianza arrojó un resultado mayor para la cartera de Black Litterman (0,29) sobre la de Markowitz (-0,06). A partir del segundo portafolio el mejor desempeño se invirtió hacia Markowitz y se mantuvo hasta el décimo. En las carteras que ocupan la quinta posición, el ratio mostró para Markowitz (1,01) un desempeño superior en relación a Black Litterman (0,52). Finalmente, el portafolio de máxima rentabilidad reveló un alto desempeño a través del modelo de Markowitz (0,76) frente al de Black Litterman (0,48).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La construcción de portafolios de inversión utilizando el modelo de Markowitz parte de rendimientos esperados y riesgos calculados para cada activo, los mismos que a través de condicionantes como minimización de riesgo y maximización de rentabilidad genera porcentajes de inversión para cada activo, de esta manera el inversionista busca obtener un portafolio óptimo; sin embargo, la selección dependerá del grado de diversificación, disminución de la varianza e incremento de la rentabilidad que se ajuste a su perfil riesgo-rentabilidad, por tanto la decisión final dependerá únicamente de los intereses del gestor de la cartera.
- El modelo de Black Litterman al estructurar portafolios, parte de porcentajes de inversión para cada activo, los mismos que se basan en la capitalización bursátil de cada empresa, a partir de este componente y utilizando optimización inversa se generan retornos en equilibrio de mercado, los cuales tienen descontada una tasa libre de riesgo. Un recurso destacado que incorpora el modelo son las expectativas del inversionista acerca del incremento de la rentabilidad de las acciones, las mismas que cuando existe un mercado desarrollado son dadas por expertos analistas y en el caso de mercados poco desarrollados se recurre a metodologías sugeridas para calcularlas.
- El modelo de Markowitz tiene un enfoque media varianza, mientras que el modelo Black Litterman utiliza estadística bayesiana, es decir a partir de las distribuciones a priori y condicional generan una distribución a posteriori de rendimientos de los activos.

- La estructuración de portafolios de inversión en la fase de desaceleración económica utilizando el modelo de Markowitz, mostró que, al buscar el inversionista los pesos de los activos para un portafolio de mínimo riesgo, no obtiene rentabilidades. Y a medida que desea generar mayores ganancias, la cartera pierde diversificación y se va concentrando en menos activos, lo que aumenta el nivel de riesgo.
- Dado el comportamiento de las acciones en la fase de recuperación económica, al utilizar el modelo de Markowitz, en los portafolios de reducido riesgo dentro de la frontera eficiente, se obtuvo rentabilidades negativas mayores que en la fase de desaceleración; sin embargo, en los portafolios de mayor rentabilidad los niveles de riesgo son menores que los observados en la fase de desaceleración, debido a que en el periodo de recuperación el mercado percibe con mayor optimismo los resultados de las empresas.
- El modelo de Markowitz en la fase de expansión sugiere una combinación de activos de la cual se obtienen portafolios más eficientes que en las otras fases del ciclo económico, puesto que se aproximan a compensar por cada punto de rentabilidad una unidad de riesgo, lo que no sucede en las fases anteriores en donde el riesgo es mayor por cada unidad de rentabilidad generada.
- Las rentabilidades de los activos utilizando el modelo Black Litterman son distintas al modelo de Markowitz debido a que utiliza datos históricos, el coeficiente de aversión al riesgo y expectativas de los inversionistas sobre los retornos, lo que lo hace más sensible ante los escenarios económicos que inciden en el comportamiento de las acciones.
- El modelo Black Litterman en la fase de desaceleración al existir mayores posibilidades de pérdidas debido al entorno económico, combina los activos de forma más adecuada que la

ponderación de activos sugerida por el modelo de Markowitz, de manera que permite obtener portafolios con menores pérdidas o con un nivel de rentabilidad moderado.

- En la fase de recuperación económica el modelo de Markowitz recomienda una mejor combinación de activos que Black Litterman. El primer modelo propuso ponderaciones óptimas que originaron portafolios rentables, en cambio los pesos de inversión para los activos sugeridos por el segundo modelo generaron pérdidas, por ser más sensible ante la información histórica, expectativas de inversionistas y coeficiente de aversión al riesgo.
- En la fase de expansión económica el modelo de Markowitz recomienda mejores asignaciones de inversión para los activos que el modelo Black Litterman. Para los mismos niveles de riesgo, los portafolios construidos utilizando Markowitz generan mayores rentabilidades, que las combinaciones de títulos valores propuestas por Black Litterman.
- Los modelos de estructuración de portafolios de Markowitz y Black Litterman, son aplicables en las fases de desaceleración, recuperación y expansión del ciclo económico ecuatoriano, sin embargo, la utilización de determinado método para obtener carteras óptimas, varía según el periodo de análisis.
- En la fase de desaceleración las combinaciones de activos utilizando Black Litterman muestran rentabilidades superiores que las ponderaciones sugeridas por Markowitz. Y en las fases de recuperación y expansión el modelo de Markowitz consiguió mejores asignaciones de pesos para los activos que Black Litterman, logrando así portafolios más eficientes.
- En las tres fases del ciclo económico para inversionistas aversos al riesgo que buscan portafolios de mínima varianza, conviene utilizar el modelo Black Litterman ya que en su

combinación de activos los protege de posibles pérdidas o genera cierto nivel de rentabilidad superior que las ponderaciones indicadas por Markowitz.

- Las ventajas del modelo de Markowitz radican en que es más sencillo en cuanto a su aplicación ya que utiliza únicamente datos históricos de las acciones, además en las fases de recuperación y expansión económica combina de mejor manera los activos para hallar portafolios de mayor rentabilidad, entre las desventajas del modelo están el no considerar más elementos que reporten información del mercado, no funciona de manera adecuada en la fase de desaceleración ya que se puede incurrir en altas pérdidas por lo que no protege al inversionista en situaciones críticas de la economía en donde se requieren mayores análisis.
- Las ventajas del modelo Black Litterman se encuentran en que para su aplicación considera las expectativas de los inversionistas, su coeficiente de aversión al riesgo y las incertidumbres en el cálculo de los retornos y expectativas, el modelo es utilizado alrededor del mundo en mercados bursátiles y centros de investigación académica, es apreciado al realizar análisis más completos para los inversionistas considerando otro tipo de información que ayuda en la toma de decisiones, las desventajas en cuanto a su aplicación es que emplea optimización inversa y estadística bayesiana lo que implica mayor tiempo de estudio y es bastante sensible el modelo ante variables del mercado que influyen en el mismo.

## 5.2. Recomendaciones

- Si se desea aplicar los modelos de Markowitz y Black Litterman para estructurar portafolios eficientes, conviene seleccionar empresas cuyas acciones marquen precios de cotización diarios o posean mayor transaccionalidad. En caso de que los activos muestran una tendencia estática, por falta de negociaciones que generen movimiento en el precio, no se llegará a los resultados deseados. Adicional a esto se debe considerar la utilización de un determinado modelo según la fase del ciclo económico y el perfil de riesgo del inversionista.
- Analizar la situación económica que atraviesa el país, en cierto periodo en el cual se estructuran portafolios de inversión, ayuda a comprender de mejor manera el comportamiento del mercado bursátil. Y si se acompaña de noticias relevantes acerca de las empresas, contribuye a la toma de decisiones del inversor.
- Para una mejor utilización de las herramientas de diversificación, es importante realizar investigaciones acerca de la estimación de las expectativas sobre el exceso de retorno en títulos de renta variable como son las acciones, ya que en la actualidad esta información no la proveen las Bolsas de Valores del Ecuador, y constituyen datos importantes en la aplicación del modelo Black Litterman.
- Indagar sobre mecanismos que permitan una participación más activa por parte de los actores del mercado de valores ecuatoriano, de manera que se pueda incrementar las transacciones en Bolsa para títulos de renta variable y con ello desarrollar la actividad bursátil del país.

## REFERENCIAS

- Auðunsdóttir, E. (Enero de 2011). *Modern Portfolio Theory: Does it work? (Tesis de posgrado)*. Viðskiptafræðideild Háskóla Íslands, Reykjavík. Obtenido de [https://skemman.is/bitstream/1946/7233/1/Meistarapr%C3%B3fsritger%C3%B0\\_Engilbj%C3%B6rt%20Au%C3%B0unsd%C3%B3ttir.pdf](https://skemman.is/bitstream/1946/7233/1/Meistarapr%C3%B3fsritger%C3%B0_Engilbj%C3%B6rt%20Au%C3%B0unsd%C3%B3ttir.pdf)
- Banco Central del Ecuador. (2014). *Sistema de indicadores del ciclo de crecimiento económico*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/NotasTecnicas/nota77.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Producto Interno Bruto (PIB) Trimestral*. Obtenido de <https://sintesis.bce.fin.ec/BOE/OpenDocument/1602171408/OpenDocument/opendoc/opendocument.faces?logonSuccessful=true&shareId=0>
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Producto Interno Bruto Anual*. Obtenido de <https://sintesis.bce.fin.ec/BOE/OpenDocument/1602171408/OpenDocument/opendoc/opendocument.faces?logonSuccessful=true&shareId=2>
- Banco Central del Ecuador. (Enero de 2019). *Resultados del ciclo económico del Ecuador*. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IDEAC/CicloEconIIT2018.pdf>
- Banco Guayaquil. (2018). *Informe a los accionista de Banco Guayaquil*. Obtenido de <https://www.bancoguayaquil.com/Portals/0/archivos/accionistas/InformealosAccionistas2018.pdf>
- Banco Pichincha C.A. (2017). *Informe anual y memoria de sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.pichincha.com/portal/Portals/0/Transparencia/Informe%20Anual%20y%20Memoria%20de%20Sostenibilidad%202017.pdf?ver=2018-05-20-154343-503>
- Banco Pichincha C.A. (2018). *Informe anual y memoria de sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.pichincha.com/portal/Portals/0/Transparencia/Memoria%20Sostenibilidad%202018.pdf?ver=2019-03-08-131911-743>
- Bernal Aguas, C. M. (Febrero de 2013). *Black-Litterman vs. Markowitz: un ejercicio de optimización de portafolios de inversión en Colombia (Tesis de posgrado)*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12087/BernalAguasCarlosMauricio2013.pdf;jsessionid=BF949F2A084D982B01E35894E8B499DA?sequence=1>
- Berosca Rincón, I., Arango Buelvas, L., Jiménez Martínez, A., & María Alzamora, E. (Agosto de 2018). Consideraciones técnicas y metodológicas de la teoría de juegos en condición de

- equilibrio. *Tlatemoani*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/28/teoria-juegos.html>
- Bolsa de Valores de Guayaquil. (2019). *Curvas de rendimiento*. Obtenido de <https://www.bolsadevaloresguayaquil.com/normativa/index.asp>
- Bolsa de Valores de Quito. (2006). *Guía del inversionista bursátil*. Obtenido de <http://files.gerenciafinanciera.webnode.es/200000080-4cf494dcde/GuiaInver%20final.pdf>
- Bolsa de Valores de Quito. (2019). Obtenido de <https://www.bolsadequito.com/>
- Bolsa de Valores de Quito. (2019). Conferencia teórica y práctica sobre la bolsa y su funcionamiento. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Brun, X., & Moreno, M. (2008). Análisis y selección de inversiones en mercados financieros. Barcelona: Bresca.
- Burns, A., & Mitchell, W. (1946). *National bureau of economic research*. Obtenido de [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Lic\\_virt/Mercadotecnia/DMKT017/Unidad%205/51\\_lec\\_ciclo\\_economico.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Lic_virt/Mercadotecnia/DMKT017/Unidad%205/51_lec_ciclo_economico.pdf)
- Cardona, D. (Marzo de 2018). *Construcción de la frontera eficiente de Markowitz*. Obtenido de [http://cermics.enpc.fr/scilab\\_new/site/Tp/Economics/ES\\_frontera/ES\\_frontera.pdf](http://cermics.enpc.fr/scilab_new/site/Tp/Economics/ES_frontera/ES_frontera.pdf)
- Carrillo Flores, A. L. (Septiembre de 2015). *Población y muestra*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>
- CEPAL. (2016). *Estudio económico de América Latina y el Caribe*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40326/91/1600548EE\\_Ecuador\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40326/91/1600548EE_Ecuador_es.pdf)
- CEPAL. (2017). *Estudio económico de América Latina y el Caribe*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/21/EEE2017\\_Ecuador\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42001/21/EEE2017_Ecuador_es.pdf)
- Chamba Macas, J. X. (2014). *Validación del modelo media-varianza de Markowitz mediante la estructuración de un portafolio de inversión conformado por tres acciones representativas que coticen en la Bolsa de Valores de Quito (Tesis de pregrado)*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/8171/T-ESPE-047823.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Código Orgánico Monetario y Financiero. (12 de Septiembre de 2014). Registro Oficial N° 332. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional. Obtenido de <http://www.pge.gob.ec/documents/Transparencia/antilavado/REGISTROOFICIAL332.pdf>
- Contreras, O., Stein, R., & Vecino, C. (2015). Estrategia de inversión optimizando la relación rentabilidad-riesgo: evidencia en el mercado accionario colombiano. *Estudios*



*Gerenciales*, 383-392. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-estudios-gerenciales-354-articulo-estrategia-inversion-optimizando-relacion-rentabilidad-riesgo-S0123592315000534>

Cruz Rodríguez, O. C. (2018). *Optimización de portafolios de inversión en renta variable a través de logaritmo genético*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/9455/T332.632%20C957.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cruz, E., Restrepo, J., & Sánchez, J. (2005). Portafolio de inversión en acciones optimizado. *Scientia et Technica*, 175-180. doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.6929>

Diario El Universo. (2018). *Cervecería Nacional anuncia "nueva cabeza" e inversión de \$84 millones*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/12/31/nota/7117929/cn-anuncia-nueva-cabeza-e-inversion-84-millones>

Diario La Hora. (2016). *Se concreta fusión de Cervecería Nacional y Ambev*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1101944190/se-concreta-fusin-de-cervecera-nacional-y-ambev>

Duarte Duarte, J. B., & Pérez Iñigo, J. M. (2013). La eficiencia de los mercados de valores: una revisión. *Análisis Financiero*, 21-35. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/313988317\\_The\\_efficiency\\_of\\_stock\\_markets\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/313988317_The_efficiency_of_stock_markets_a_review)

Duqui, A., Franci, L., & Torluccio, L. (2014). The Black-Litterman Model: The definition of views based on volatility forecasts. *Applied Economics*, 1-29. Obtenido de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2736053](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2736053)

Eismann, K. (Junio de 2018). *Markowitz vs Black-Litterman: A comparison of two portfolio optimisation models (Tesis de Pregrado)*. Mälardalen University, Västerås. Obtenido de <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1212283/FULLTEXT01.pdf>

Franco Arbeláez, L., Avendaño Rúa, C., & Barbutín Díaz, H. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la optimización de portafolios de inversión. *TecnoLógicas*, 71-88. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992011000100005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992011000100005&lng=en&tlng=es)

García García, P. (2015). *Formación y análisis de carteras eficientes en el entorno del IBEX 35 (Tesis de grado)*. Universidad Pontificia Comillas ICAI ICADE. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11531/4328>

Giraldo Cárdenas, L., Díaz Zapata, J., Arboleda Ríos, S., Galarcio Padilla, C., Lotero Botero, J., & Isaza Cuervo, F. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman. 111-130. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a08.pdf>

- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=9UDXPe4U7aMC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=evaluar+la+relaci%C3%B3n+que+existe+entre+dos+o+m%C3%A1s+conceptos,+categor%C3%ADas+o+variables+\(en+un+contexto+en+particular\).+Los+estudios+cuantitativos+correlacionales+miden+el+grado](https://books.google.com.ec/books?id=9UDXPe4U7aMC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=evaluar+la+relaci%C3%B3n+que+existe+entre+dos+o+m%C3%A1s+conceptos,+categor%C3%ADas+o+variables+(en+un+contexto+en+particular).+Los+estudios+cuantitativos+correlacionales+miden+el+grado)
- González Segura, M. (Junio de 2014). *Algunas cuestiones sobre racionalidad y teoría de la utilidad (Tesis de pregrado)*. Universidad de Almería, Almería. Obtenido de [http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3448/1969\\_ECONOMIA%20EXPERIMENTAL.ALGUNAS%20CUESTIONES%20SOBRE%20RACIONALIDAD%20Y%20TEORIA%20DE%20LA%20UTILIDAD.pdf?sequence=1](http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3448/1969_ECONOMIA%20EXPERIMENTAL.ALGUNAS%20CUESTIONES%20SOBRE%20RACIONALIDAD%20Y%20TEORIA%20DE%20LA%20UTILIDAD.pdf?sequence=1)
- Grajales Bedoya, D. D. (2009). Gestión de portafolios. Una mirada crítica más allá de Markowitz. *AD-minister*, 154-162. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322327246008>
- Granja, N., & Sosa, M. (2017). El cilo económico y su impacto en el sector de la construcción en Ecuador: período 2007-2015. *Revista Científica Ecociencia*, IV, 52-74. Obtenido de <http://ecociencia.ecotec.edu.ec/upload/php/files/junio17/03.pdf>
- Guihur Ramírez, A. L., & Catalán Cantillo, C. A. (2016). *Relación entre capitalización Bursátil y el crecimiento económico en el contexto colombiano (Tesis de grado)*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/165457.pdf>
- He & Litterman, R. (1999). *The intuition behind Black-Litterman model portfolios*. Goldman Sachs.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Holcim Ecuador S.A. (2017). *Hecho relevante Holcim Ecuador S.A.* Obtenido de <http://noticiasbvg.com/wp-content/uploads/2017/12/2.-HOLCIM-ECUADOR-S.A..pdf>
- Holcim Ecuador S.A. (2019). *Boletín informativo oficial de Holcim Ecuador S.A. para sus colaboradores*. Obtenido de [http://holcimecuador.com/sites/default/files/boletin\\_enero\\_2019\\_final\\_0.pdf](http://holcimecuador.com/sites/default/files/boletin_enero_2019_final_0.pdf)
- Hueso, A., & Cascant, J. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de [https://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_mdl/pos/MD/IM/AM/07/Metodologia.pdf](https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_mdl/pos/MD/IM/AM/07/Metodologia.pdf)
- Idzorek, T. (2004). *A step-by-step guide to the Black-Litterman Model*. Obtenido de [https://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Teaching/BA453\\_2006/Idzorek\\_onBL.pdf](https://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Teaching/BA453_2006/Idzorek_onBL.pdf)

- Landazuri Aguilera, Y., Valenzuela Reynaga, R., Ruiz Pérez, R., & Chávez Rivera, M. (2012). Estructura de portafolios de inversión en acciones, caso Bolsa Mexicana de Valores, BMV\*. *Cuadernos de Contabilidad*, 65-96. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v13n32/v13n32a04.pdf>
- Ley de Mercado de Valores. (18 de Abril de 2017). Registro Oficial Suplemento 215. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional. Obtenido de <https://www.bolsadequito.com/uploads/normativa/mercado-de-valores/ley-de-mercado-de-valores.pdf>
- López, A. (2003). *Metodología de la investigación contable*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=BLO9spGHxrwC&pg=PA23&lpg=PA23&dq=realiza+a+trav%C3%A9s+de+la+consulta+de+libros,+revistas,+peri%C3%B3dicos,+memorias,+anuarios,+registros,+c%C3%B3dices,+constituciones,+etc&source=bl&ots=0r-u0-v5mf&sig=ACfU3U2QA4jwZXXKn>
- López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. (v. O.-1. 1815-0276, Ed.) *Scielo*, 69-74. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 77-91.
- Mendoza Yllanes, R. (2014). Eficiencia financiera en los portafolios de inversión de las AFP en el Perú: Un enfoque robusto de Multifondos. Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-05-2014.pdf>
- Montoya, J. M., & Maya, C. (2016). *Comparación de metodologías de optimización de carteras: Markowitz vs Black-Litterman, para activos financieros colombianos*. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11504>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pinos Luzuriaga, L. G., & Molina Palacios, J. P. (2010). *Modelo de precios de los activos de capital CAPM: Aplicación, validación empírica y pertenencia al caso ecuatoriano (Tesis de grado)*. Universidad del Azuay. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2037/1/07838.pdf>
- Polovenco, T. (2017). Black-Litterman Model. *Institute of Financial and Actuarial Mathematics at Vienna University of Thechnology*, 1-22. Obtenido de [http://www.fam.tuwien.ac.at/~sgerhold/pub\\_files/sem16/s\\_polovenko.pdf](http://www.fam.tuwien.ac.at/~sgerhold/pub_files/sem16/s_polovenko.pdf)
- Pulgarin Molano, A., Sánchez Muñoz, E., & Rodríguez Avellaneda, A. (Noviembre de 2015). *Desarrollo de una metodología ajustada para la estructuración de un portafolio óptimo, alternativa de inversión y diversificación del riesgo*. Obtenido de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00002794.pdf>

- Ramírez Morales, J. J., Ruíz Yepes, E. A., & Gutiérrez Castañeda, B. E. (2015). Hipótesis de mercados eficientes en el mercado accionario colombiano a través del estudio de eventos. *XX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática* (págs. 1-18). Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xx/docs/13.03.pdf>
- Ramos, S. (2015). *Los ciclos económicos*. Obtenido de [https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/5530/mod\\_folder/content/0/7.1\\_Los\\_ciclos\\_economicos.pdf?forcedownload=1](https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/5530/mod_folder/content/0/7.1_Los_ciclos_economicos.pdf?forcedownload=1).
- Revista iT ahora. (2017). *Ingenio San Carlos: IT impulsará estrategias comerciales en el 2017*.
- Revista Líderes. (Febrero de 2015). *El mercado bursátil marcó un récord de transacciones el 2014*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/mercado-bursatil-record-transacciones.html>
- Revista Líderes. (2018). *Corporación Favorita adquiere el control accionario del Grupo Rey, de Panamá*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/corporacion-favorita-adquiere-grupo-rey.html>
- Ross, S., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2012). *Finanzas Corporativas* (Novena ed.). México: McGrawHill. Obtenido de <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/923fadb1a071a4533d1fa4b240c25592.pdf>
- Ruiz Medina, M. I., Borboa Quintero, M., & Rodríguez Valdez, J. C. (2013). El enfoque mixto de investigación en estudios fiscales. *Tlatemoani*. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/13/estudios-fiscales.pdf>
- Sánchez, Y. (Octubre de 2015). *Evaluación del modelo de Markowitz con parámetros estimados por diferentes métodos (Tesis de posgrado)*. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18516/tesis%20completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sharpe, W. F. (1994). The sharpe ratio. *Journal of portfolio management*, 49-58. Obtenido de <http://web.stanford.edu/~wfsarpe/art/sr/sr.htm>
- Silva, V. (2016). *¿La información de tenencia accionaria de las AFPs y las recomendaciones de analistas generan valor económico? Aplicación del Modelo Black-Litterman al mercado accionario Chileno* (Tesis de posgrado). Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144166>
- Sistema Integrado de Mercado de Valores. Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. (Noviembre de 2018). *Boletín ¿Quiénes y Cuántos Somos?* Obtenido de <http://portal.supercias.gob.ec/wps/portal/Inicio/Inicio/MercadoValores/Estadisticas/QuienesCuantosSomos>

- Sotelo Rojas, A. F. (2015). *Administración y gestión de portafolios de renta variable: Una aplicación comparativa de los modelos de optimización de Markowitz y de expectativas Black-Litterman*. (Tesis de posgrado). Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <https://docplayer.es/52272975-Universidad-de-buenos-aires-facultad-de-cienciaseconomicas-escuela-de-estudios-de-posgrado-maestria-en-gestion-economica-y-financierade-riesgos.html>
- Stein, D. (2014). *Introducing Tracking Error*. Obtenido de Parametric Portfolio Associates: <https://customcore.parametricportfolio.com/Content/Download?filename=Parametric%20Introducing%20Tracking%20Error.CA.PDF>
- Superintendencia de Bancos. (2019). *Sistema de Información*. Obtenido de Balances Generales: <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/>
- Superintendencia de Compañías Valores y Seguro. (2018). *Resolución No. SCVS-IRQ-DRMV-SAR-2018-00005732*. Obtenido de <https://www.pichincha.com/portal/Portals/0/Transparencia/Resolucion%20SCVS-IRQ-DRMV-SAR-2018-5732%20Reforma%20OCAS%20Banco%20Pichincha%202012.pdf?ver=2018-07-09-165647-273>
- Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. (2015). *Guía estudiantil de Mercado de Valores*. Obtenido de <http://ate.ec/docs/GU%C3%8DA+ESTUDIANTIL+DE+MERCADO+DE+VALORES+2015.pdf>
- Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. (2019). *Funciones y atribuciones de la Intendencia Nacional de Mercado de Valores y de la Dirección Regional de Mercado de Valores*. Obtenido de <http://portal.supercias.gob.ec/wps/portal/Inicio/Inicio/MercadoValores/SuperintendenciaCompa%C3%B1asValoresSeguros/Funciones>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2019). *Portal de Documentos*. Obtenido de <https://www.supercias.gob.ec/portalscvs/>
- Tamayo Jaramillo, M., & Luna Ramírez, S. (2015). *Aplicación del modelo Black-Litterman al mercado de renta variable colombiano*. Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/programas-academicos/pregrados/ingenieria-matematica/practicas-investigativas/Documents/aplicacion-modelo-black-litterman-mercado-renta.pdf>
- Terán Rodríguez, F. J. (2015). *Construcción de un portafolio óptimo de acciones de empresas que cotizan en las bolsas de valores ecuatorianas* (Tesis de posgrado). Universidad Andina Simón Bolívar, Quito. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4638/1/T1695-MFGR-Teran-Construccion.pdf>

- Torres Daza, L. X. (2016). *Conformación de un portafolio eficiente según la teoría de Markowitz a partir del análisis de las acciones más representativas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, según el índice COLCAP de los últimos 3 años (Tesis de pregrado)*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1623/1/TGT-358.pdf>
- Tucker, I. (2002). *Fundamentos de Economía*. Thomson InternationalI. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/04/Fun-Econ/11.pdf>
- Useche Arévalo, A. J. (2015). Construcción de portafolios de inversión desde las finanzas del comportamiento: Una revisión crítica. *Cuadernos de Administración*, 11-43. doi:<https://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-51.cpiif>
- Valverde Velásquez, E. A., & Viteri Tapia, M. G. (Junio de 2018). *Construcción de un nuevo índice bursátil -Vvshare Ecu20 Market Index Fund (VVECU20)- para el mercado de valores del Ecuador (Tesis de pregrado)*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19486/1/CD-8884.pdf>