



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACIÓN

LA EFICIENCIA DE MERCADO COMO MEDIDA DE
SELECCIÓN DE ACTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DE
PORTAFOLIOS ACCIONARIOS EN MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN FINANZAS

PRESENTA:
JUAN CARLOS ALTAMIRANO TORRES

TUTOR
RICARDO CRISTHIAN MORALES PELAGIO
FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

MÉXICO, D.F. ABRIL 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
Planteamiento del Problema	11
Objetivos de investigación	13
Hipótesis de investigación.....	13
Justificación del problema.....	14
Metodología de Investigación	15
Capítulo I: Marco teórico	17
1.1 Teoría de los mercados eficientes	17
1.1.1 Introducción	17
1.1.2 Mercado financiero eficiente	19
1.1.3 Formas de eficiencia del mercado	19
1.2 Pruebas e hipótesis de la eficiencia de mercado	20
1.2.1 Prueba de eficiencia débil.....	20
1.2.2 Prueba de eficiencia semifuerte.....	21
1.2.3 Prueba de eficiencia fuerte	22
1.3 Críticas a la teoría de los mercados eficientes.....	25
1.3.1 Finanzas conductuales	25
1.3.2 La crisis financiera de 2008	28
1.3.3 La necesidad de reformar el análisis económico-financiero	34
1.3.4 La eficiencia del mercado accionario en México	38
1.4 Teoría de portafolios	45
1.4.1 Introducción	45
1.4.2 Portfolios de inversión	46
1.4.3 Riesgo o volatilidad en una inversión	49

1.4.4	Teoría de portafolios y diversificación del riesgo de Markowitz	55
1.4.5	Extensión de desigualdades de Merton y la frontera eficiente.....	58
1.5	Modelos de valuación.....	59
1.5.1	El modelo de valuación de activos financieros (CAPM) y la beta de W. Sharpe	59
1.5.2	El costo promedio ponderado de capital (WACC)	72
1.5.3	El modelo multifactorial APT.....	74
Capítulo II. Diseño de las pruebas de medición de eficiencia de forma débil y semifuerte para las acciones		75
2.1	Medición de la eficiencia de forma débil de las acciones mediante la aplicación de técnicas estadísticas	75
2.1.1	Medición de la normalidad de los rendimientos de las acciones como prueba de aleatoriedad en los precios	75
2.1.2	Determinación de la no dependencia o autocorrelación de los rendimientos de las acciones.....	81
2.2	Medición de la eficiencia de forma semifuerte de las acciones mediante la asociación o correlación del precio de la acción con información pública relevante	92
2.2.1	Relación estadística del EBITDA de la empresa como medida de valor con el precio de la acción	92
Capítulo III. Teoría de estructuración y optimización de un portafolio de acciones mediante el análisis media-varianza de Harry Markowitz.....		102
3.1	Análisis media varianza y la determinación del riesgo y del rendimiento esperado del activo	102
3.1.1	El rendimiento esperado.....	102
3.1.2	El riesgo del activo.....	104
3.1.3	La relación de riesgo y rendimiento del activo	107

3.2	La construcción de un portafolio accionario y la determinación del riesgo y rendimiento global.....	108
3.2.1	El rendimiento esperado del portafolio	108
3.2.2	La varianza de un portafolio	108
3.2.3	La optimización de portafolios y la frontera eficiente	109
3.2.4	Cálculo de la BETA y del rendimiento esperado por CAPM	113
	Capítulo IV. Medición de la eficiencia de mercado y el riesgo de las acciones que conforman la Bolsa Mexicana de Valores de 2003 a 2012 y la estructuración de portafolios accionarios en función de la minimización del riesgo	117
4.1	Acciones con alta y baja eficiencia de mercado en función a pruebas de forma débil y semifuerte.....	118
4.1.1	Pruebas de eficiencia débil.....	118
4.1.2	Pruebas de eficiencia semifuerte.....	131
4.1.3	Conclusión de la eficiencia de las acciones.....	134
4.2	Medición del riesgo de las acciones y de su rendimiento.....	136
4.2.1	Acciones con mayor rendimiento.....	136
4.2.2	Acciones con mayor volatilidad o desviación estándar	138
4.2.3	Acciones con mayor coeficiente de variación	140
4.3	Relación entre la eficiencia de mercado y la volatilidad de las acciones	143
4.4	Estructuración de portafolios de acciones en función de la eficiencia de mercado.....	145
4.4.1	Conformación de un portafolio accionario con las acciones que tuvieron más alta eficiencia de mercado.....	145
4.4.2	Conformación de un portafolio accionario con las acciones que tuvieron más baja eficiencia de mercado.....	148

4.4.3	Comparativo del riesgo y rendimiento de los portafolios creados con acciones con alta y baja eficiencia de mercado	153
Capítulo V. Conclusiones y contrastación de la hipótesis		154
5.1	Contrastación de hipótesis	154
5.2	Áreas de oportunidad	156
Bibliografía.....		157

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.	Split de acciones	22
Ilustración 2.	Efecto de un incremento del rendimiento medio en la distribución ..	47
Ilustración 3.	Efecto de un decremento del rendimiento medio en la distribución .	47
Ilustración 4.	Beneficios de la diversificación	55
Ilustración 5.	Conjunto de oportunidades de inversión	58
Ilustración 6.	Compensación del mercado entre riesgo y rendimiento	66
Ilustración 7.	Relación variabilidad activo - mercado.....	71
Ilustración 8:	Rango de los rendimientos esperados de la acción.....	106

Índice de gráficas

Grafica 1:	Regresión lineal del IPC y una acción	64
Grafica 2:	Distribución normal para prueba de signo	84
Grafica 3:	Distribución normal para la prueba U de Mann-Whitney.....	88
Grafica 4:	Regresión AYER - HOY Walmart.....	91
Grafica 5:	STC = SRC + SEC.....	95
Grafica 6:	Dispersión de EBITDA y PPA de WALMART 2001 a 2011	98

Grafica 7: Frontera eficiente	116
Grafica 8: Frontera eficiente con CML.....	116
Grafica 9: Frontera eficiente y CML con acciones con mejor eficiencia	146
Grafica 11: Frontera eficiente y CML con acciones con mejor eficiencia (observaciones mensuales)	148
Grafica 10: Frontera eficiente y CML con acciones con menor eficiencia (observaciones semanales)	150
Grafica 12: Frontera eficiente y CML con acciones con menor eficiencia (observaciones mensuales)	151

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de varianza – covarianza	54
Tabla 2. Histograma de rendtos. diarios walmart, 2007 - 2011	78
Tabla 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov	80
Tabla 4: Regresión PPA - EBITDA WALMEX	99
Tabla 5: Regresión con función de Excel	100
Tabla 6: Acciones en función de rendimiento, riesgo y riesgo-rendimiento.....	114
Tabla 7: Muestra de acciones	117
Tabla 8: Prueba K-S periodo 203 - 2007	119
Tabla 9: Prueba K-S periodo 2008 - 2012.....	120
Tabla 10: Comportamiento individual de la HEM débil prueba K-S por periodicidad	121
Tabla 11: Comportamiento de la HEM débil prueba K-S de la muestra de acciones	121
Tabla 12: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Diario	123
Tabla 13: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Diario	124

Tabla 14: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Semanal	125
Tabla 15: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Semanal	126
Tabla 16: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Mensual.....	127
Tabla 17: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Mensual.....	128
Tabla 18: Comportamiento individual de la HEM débil prueba AYER-HOY	129
Tabla 19: Comportamiento de la HEM débil prueba AYER - HOY de la muestra de acciones.....	130
Tabla 20: Regresión PRECIO - EBITDA 3m	132
Tabla 21: Regresión PRECIO - EBITDA 12m	133
Tabla 22: Comparativo AYER-HOY mensual y PRECIO-ABITDA 3m	135
Tabla 23: Rendimientos de 2003-2007	136
Tabla 24: Rendimientos de 2008-2012	137
Tabla 25: Comportamiento de los rendimientos de la muestra de acciones	138
Tabla 26: Volatilidad de 2003-2007.....	138
Tabla 27: Volatilidad de 2008-2012.....	139
Tabla 28: Comportamiento de la volatilidad de la muestra de acciones.....	140
Tabla 29: Coeficiente de Variación de 2003 - 2007.....	141
Tabla 30: Coeficiente de Variación de 2008 - 2012.....	142
Tabla 31: Comportamiento del CV de la muestra de acciones.....	142
Tabla 32: Relación eficiencia semifuerte y volatilidad 2003 - 2007	143
Tabla 33: Relación eficiencia semifuerte y volatilidad 2008 - 2012	144
Tabla 34: Portafolios de la frontera eficiente con acciones más eficientes (semanal).....	147
Tabla 35: Portafolios de la frontera eficiente con acciones más eficientes (mensual).....	148

Tabla 36: Portafolios de la frontera eficiente con acciones menos eficientes
 (semanal)..... 149

Tabla 37: Portafolios de la frontera eficiente con acciones menos eficientes
 (mensual)..... 152

Índice de fórmulas

Ecuación 1: Estandarizar los valores en una distribución normal..... 49

Ecuación 2: Coeficiente de correlación 52

Ecuación 3: Varianza – Covarianza 54

Ecuación 4: Rendimiento Esperado CAPM..... 61

Ecuación 5: Compensación al riesgo 66

Ecuación 6: Desviación estándar relativa..... 68

Ecuación 7: Derivación del CAPM..... 70

Ecuación 8: WACC..... 73

Ecuación 9: K_d 73

Ecuación 10: Rendimiento Esperado APT 74

Ecuación 11: Rendimiento efectivo de una acción 77

Ecuación 12. Fórmula K-S 80

Ecuación 13: Error estándar de la proporción distribución binomial..... 83

Ecuación 14: Estadístico U 86

Ecuación 15: Media estadístico U 86

Ecuación 16: Error estándar del estadístico U 87

Ecuación 17: Estandarización de U 87

Ecuación 18: Modelo matemático de la regresión 92

Ecuación 19: Modelo econométrico de la regresión 93

Ecuación 20: Parámetro β	94
Ecuación 21: Parámetro α	94
Ecuación 22: Coeficiente de determinación	94
Ecuación 23: Prueba t.....	97
Ecuación 24: Rendimiento esperado como variable aleatoria.....	104
Ecuación 25: Varianza del rendimiento como variable aleatoria	105
Ecuación 26: Desviación estándar del rendimiento como variable aleatoria.....	105
Ecuación 27: Rendimiento esperado de un portafolio.....	108
Ecuación 28: Varianza de un portafolio.....	109
Ecuación 29: Minimización de la varianza con dos activos	113
Ecuación 30: Rendimiento esperado de un portafolio a través de CAPM.....	113
Ecuación 31: Beta de un portafolio.....	114

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo que se estudiará a la eficiencia de mercado como medida de selección de activos para la conformación de portafolios accionarios en México se abordarán las principales teorías acerca de la eficiencia de mercado así como las principales aportaciones teóricas que se han hecho en la actualidad acerca del tema. Cabe mencionar que este trabajo no se centrara en comprobar la eficiencia de mercado en México, si no de observarla y estudiarla para utilizarla como medida.

Además se tocarán temas como portafolios de inversión, estudiando los principales autores, sus teorías acerca del riesgo y rendimiento de un activo, conjunto de activos y la optimización de los mismos, teóricas y modelos acerca de la volatilidad de los mercados emergentes y que características de eficiencias han mostrado en el largo plazo.

Se explicarán y diseñarán pruebas de eficiencia que se aplicarán para medir la eficiencia de forma débil y semifuerte de las acciones del mercado mexicano, determinando también que parámetros estadísticos indican si una acción es eficiente o no lo es.

Se presentará el modelo tradicional y con mayor aceptación para conformar y optimizar un portafolio de inversión, así como la estimación del riesgo y rendimiento mínimo que este debe proveer ante su riesgo mercado. Bajo un criterio de eficiencia de mercado donde se construirán portafolios comparando cuáles fueron los de mayor y menor riesgo, buscando asociar este criterio con el riesgo de las acciones y el riesgo del portafolio en general en función de su desempeño.

Se buscará validar la hipótesis acerca de la relación e impacto de la eficiencia de mercado en el riesgo de las acciones y portafolios de inversión y se planteará una estrategia de selección y administración de portafolios con base al análisis efectuado para así obtener mejores resultados en la previsión y estimación del riesgo.

Planteamiento del Problema

Toda inversión en un mercado de capitales está sujeto a la obtención de un rendimiento a expensas de un riesgo en función al perfil del inversionista, es decir, si se tiene una alta aversión al riesgo se seleccionarían acciones con baja volatilidad estimada, ó si la aversión es nula se eligen acciones con un alto nivel de riesgo.

El problema es que solo se seleccionan o clasifican las acciones riesgosas en función de su volatilidad medida por la desviación estándar del precio de la acción, algunas veces se relaciona al sector económico en el que se encuentran las empresas emisoras con el riesgo o volatilidad del precio de las acciones.

Recientemente casos a nivel nacional e internacional como Comercial Mexicana y Enron ó WorldCom (Álvarez Gonzalez, 2007, pág. 68) respectivamente, demuestran la limitación o debilidad de sólo contemplar el riesgo en función de la volatilidad de la acción y sector económico de la empresa emisora puesto que el inversionista podría no tener la información adecuada acerca de las acciones más o menos riesgosas al no contemplar la eficiencia de mercado de la acción, es decir, si el precio reacciona o se ajusta de acuerdo a la información pública disponible acerca del valor de la empresa.

Visto de otra forma, la volatilidad o desviación estándar del precio de la acción, nos indican que tanto oscilan o varían el precio, pero no nos indica si esa variación es producto de una oferta o demanda de las acciones o es un comportamiento especulativo derivado de expectativas irracionales, pánico en los mercados o cualquier otro factor que manipule el precio de la acción ajeno al comportamiento de la información relevante acerca de su valor.

La falta de información acerca de la eficiencia de mercado de las acciones a elegir puede representar un peligro mayor debido a que el inversionista con alta aversión al riesgo podría estar seleccionando acciones con mínima desviación estándar pero con baja eficiencia de mercado.

Esto se traduce a que el precio de la acción puede estar manipulado o sesgado, ajeno al valor o desempeño de la empresa emisora, y por tanto, estar sujeto a un incremento de la desviación estándar inesperado o una caída significativa en el precio de la acción, a pesar de haber observado inicialmente una desviación estándar baja.

El problema en la actualidad es más grave debido a que en el medio profesional de inversiones se asume que el mercado es eficiente y que los inversionistas pueden estar seguros que el precio de mercado que pagan por las acciones se da en un contexto de mercado en donde el precio y valor tienden a converger, lo cual no necesariamente es cierto puesto que ante la alta volatilidad que viven los mercados por las entradas y salidas de capital de forma abrupta, puede darse el caso que el precio pierda congruencia o fundamento con el valor y esté sesgado ante este comportamiento, no por la información pública acerca de la empresa que emita la acción y su desempeño en los resultados.

A nivel académico, cuando se estudia la administración de portafolios o valuación de empresas y capital accionario, en las diferentes teorías y modelos que se emplean para ello, se asume como supuesto que existe la eficiencia de mercado, lo cual podría generar resultados equivocados o ajenos a la realidad si este supuesto no se cumple.

El problema central por tanto, es el de investigar si las acciones o activos financieros son o no eficientes, y qué relación o impacto podrían tener en la medición del riesgo y estimación del rendimiento.

Preguntas de investigación

General:

¿Cuál sería la estrategia óptima de selección y administración de portafolios accionarios para la minimización efectiva del riesgo, mediante un criterio de selección tomando como medida la eficiencia de mercado de las acciones?

Particular 1:

¿En qué grado se relaciona la eficiencia de mercado y la volatilidad del precio de una acción?

Particular 2:

¿En qué medida la eficiencia de mercado de las acciones que conforman un portafolio influye en la volatilidad o riesgo del mismo portafolio?

Objetivos de investigación

General:

Determinar cuál sería la estrategia óptima de selección y administración de portafolios accionarios para la minimización efectiva del riesgo, mediante un criterio de selección tomando como medida la eficiencia de mercado de las acciones.

Particular 1:

Identificar en qué grado se relaciona la eficiencia de mercado y la volatilidad del precio de una acción.

Particular 2:

Estimar la medida con la que la eficiencia de mercado de las acciones que conforman un portafolio influye en la volatilidad o riesgo del mismo portafolio.

Hipótesis de investigación

La óptima estrategia de selección y administración de portafolios accionarios para la minimización efectiva del riesgo es mediante el criterio de selección tomando como medida la eficiencia de mercado de las acciones.

La volatilidad o riesgo de una acción y portafolio de acciones se relacionan en gran medida con la eficiencia de mercado.

La eficiencia de mercado de las acciones que conforman un portafolio influye significativamente en la volatilidad o riesgo del mismo portafolio.

Variable independiente

La volatilidad o riesgo de una acción y un portafolio accionario.

Variable dependiente

Eficiencia de mercado de la acción o acciones.

Justificación del problema

Todo inversionista o analista de inversiones tiene la imperiosa necesidad de estimar o prever cuál será el riesgo de la(s) acción(es) en la(s) que desea invertir, si bien, el precio de un activo financiero o acción se determina por la oferta y la demanda del mismo; en teoría estos actúan en función de la información pública disponible con la que cuenta el inversionista. Sin embargo, crisis financieras recientes, han hecho dudar a académicos y profesionales del ámbito financiero acerca de si efectivamente y en qué grado, los activos muestran eficiencia en los mercados financieros.

Por lo anterior, resulta imprescindible profundizar en el estudio de la eficiencia de mercado de los activos financieros e indagar en qué medida influye en el riesgo de las acciones y/o portafolios de inversión, ya que esto permitirá tener una mejor y mayor apreciación del riesgo al que se está expuesto al invertir en determinado conjunto de acciones.

Actualmente los administradores y analistas de portafolio, no cuentan con alguna herramienta o estrategia que considere la eficiencia de mercado como factor relevante para la determinación del riesgo de una acción o portafolios de inversión, por lo que la evidencia y propuesta de análisis considerando la eficiencia de mercado, aportará una base que ayude a contemplar el riesgo de una manera más completa.

En general, cualquier método o modelo que ayude a tomar mejores decisiones y a obtener una mayor certeza del riesgo y rendimiento en una inversión será de vital importancia para los inversionistas, analistas e instituciones participantes en los mercados financieros.

El presente trabajo de investigación, se orientará a obtener resultados y evidencia que respalde la importancia de analizar la eficiencia de mercado de las acciones para considerarlas como un criterio relevante en cualquier metodología o estrategia de administración de portafolios.

Metodología de Investigación

El presente trabajo de investigación se desarrollará bajo el tipo de estudio descriptivo al mostrar la eficiencia de mercado de las principales acciones del mercado de capitales mexicano y la volatilidad o riesgo de estas.

Un estudio mas por aplicar es el de correlación debido a que se pretende saber de qué manera se comportará una variable al conocer el comportamiento de otra variable relacionada, es decir, intentar identificar si la eficiencia de mercado se correlaciona e influye sobre la volatilidad y/o riesgo de una acción o portafolio de acciones y analizar e interpretar dicha correlación. De conocer su magnitud de asociación, es posible predecir con mayor exactitud, el valor aproximado que tendrá una variable al saber el valor de otra.

Tales correlaciones se someterán a pruebas empíricas observando y estudiando las principales acciones que conforman el IPC en México y las empresas listadas en la BMV.

De igual forma, se describirán las variables y los métodos de análisis del fenómeno de correlación entre las variables y los resultados que arrojen. Por lo que el tipo de estudio aplicado será explicativo de manera parcial.

Se hará uso del método inductivo, desarrollando la investigación en medida que se observe los resultados de correlación entre la eficiencia de mercado y la volatilidad y/o riesgo de una acción o portafolio de acciones, y concluir con propuestas de cómo desarrollar una estrategia de selección y administración de portafolios optima, basada en la eficiencia de mercado de las acciones que lo conforman, y que pueda tener satisfactorios resultados en la disminución y/o administración del riesgo.

El trabajo de investigación será longitudinal abarcando 10 años de observación (2003 -2012) de la medición de la eficiencia y el riesgo de las acciones listadas en la BMV, en determinadas observaciones se ampliará el periodo por motivos que se detallaran.

Y por último se realizará un trabajo de síntesis que relacionara los resultados y creará explicaciones a partir de su análisis.

Capítulo I: Marco teórico

1.1 Teoría de los mercados eficientes

1.1.1 Introducción

Al referirnos a eficiencia de mercado, es decir, la asimilación de la información pública disponible por parte de los precios de los activos financieros, es necesario estudiar y analizar las teorías de Eugene Francis Fama¹ (1970) quien sintetiza en la Hipótesis de los Mercados Eficientes (HME por sus siglas en inglés) los resultados de contribuciones previas como la de Samuelson² (1965) según los cuales, los cambios en los precios son aleatorios y no son predecibles en la medida en que incorporan las expectativas e información de todos los participantes del mercado.

En el libro *Caída Libre* Joseph E. Stiglitz, explica que el modelo walrasiano o modelo de equilibrio general de Léon Walras (1874) fue empleado para evaluar la eficiencia de la economía de mercado, donde la economía se encontraba en equilibrio con precios y cantidades determinados por oferta y la demanda.

“La economía era eficiente, en el sentido de que nadie podía beneficiarse sin perjudicarla a otros a menos que se diera una condiciones muy concretas” (Stiglitz, 2010, pág. 286) Esta noción de eficiencia se denomina óptimo o eficiencia de Pareto, por Wilfredo Pareto, economista italiano que fue el primero en formular la idea, en su libro *Manual of Political Economy* (Stiglitz, 2010, pág. 409).

De acuerdo con la HME, un mercado es eficiente, si los precios reflejan plenamente la información disponible, ajustándose de inmediato a la nueva información que surge y llega al mercado. Siendo racionales en el sentido de que los precios de las acciones reflejan en forma total la información disponible.

¹ Académico de la University of Chicago Booth School of Business, en 2005, Fama fue el primer ganador del Premio Deutsche Bank en Economía Financiera.

² Economista estadounidense de la escuela neoclásica, en 1970 obtuvo el Premio Nobel de Economía por sus contribuciones a la teoría económica estática y dinámica.

Los supuestos de Fama establecen que se pueden distinguir tres formas o niveles de eficiencia (tres subconjuntos de información):

- a) El historial de precios y de hechos del mercado,
- b) Toda la información que está públicamente disponible y
- c) La información privada que únicamente poseen ciertos agentes.

Se dice que el mercado es eficiente en forma débil cuando no existe posibilidad de obtener ganancias extraordinarias con base en el análisis del historial de precios, o de otros datos históricos del mercado como los volúmenes de operaciones, pues bajo la hipótesis de la eficiencia débil esa información debe estar contenida en los precios presentes.

Un mercado es eficiente en forma semifuerte si los precios reflejan toda la información públicamente disponible acerca de los fundamentales que determinan el desempeño histórico y esperado de los activos.

Si los precios reflejan toda la información, incluyendo la privilegiada como puede ser aquella de que disponen únicamente los altos ejecutivos de una empresa, se dice que en el mercado hay eficiencia en su forma fuerte.

Se tiene entonces que la eficiencia en forma fuerte implica a la eficiencia en forma semifuerte y ésta, a su vez, a la eficiencia en forma débil es por ello que también se les llama niveles.

La idea central de la HME es que en un mercado eficiente los precios corresponden al valor de los activos. Si el mercado es perfectamente eficiente, la correspondencia entre precio y valor se mantiene en todo momento y sólo ocurren cambios en los precios cuando está disponible nueva información y no se puede anticipar, debido a que la llegada de la nueva información al mercado se da de manera aleatoria, haciendo aleatorios los cambios en los precios.

1.1.2 Mercado financiero eficiente

Un mercado financiero es eficiente cuando los precios de los activos incorporan rápida y plenamente nueva información relevante disponible. La EMH ha revolucionado, la práctica y la regulación en el ámbito de las finanzas.

Las razones que Graham, Smart, & Megginson (2011) explican por qué los mercados financieros son perfectamente más competitivos que los mercados de productos y servicios por tres razones:

1. Los activos financieros son mucho más parecido entre sí, por lo tanto, al comparar instrumentos financieros similares puedes identificar y explotar discrepancias en los precios, y en el proceso, cambiar los precios relativos de tal manera que los activos similares ofrezcan rendimientos parecidos,
2. El tamaño y la transparencia de los mercados financieros modernos deben hacerlos más competitivos y
3. Hay muchos más analistas estudiando y elaborando informes sobre activos financieros.

De modo que los mercados financieros son más grandes y eficientes que los mercados de productos, por lo que hay menos oportunidades de obtener ganancias superiores utilizando estrategias financieras que con el gasto inteligente de inversiones de capital, es decir, que en teoría se encuentra bajo la existencia de eficiencia de mercado.

Las oportunidades financieras existentes para crear valor, se presentan en los mercados financieros que no son perfectamente competitivos o que no existen restricciones para realizar transacciones.

1.1.3 Formas de eficiencia del mercado

Los tres niveles que Fama describe en su HME se observa cómo cada vez cada uno es más riguroso que el anterior en base a la información que reflejan los precios de los activos (Graham, Smart, & Megginson, 2011, pág. 357):

Eficiente en forma débil: los precios de los activos incorporan toda la información del registro histórico y la información sobre la tendencia de los precios o patrones repetitivos. Esto indica que el análisis basado en estos elementos no puede generar constantemente rendimientos superiores a los del mercado.

Los precios en un mercado eficiente de forma débil serán impredecibles y solo variarán con la llegada de nueva información, además, no tiene conexión con los cambios del pasado y sin tendencias en el futuro.

Eficiencia de forma semifuerte: los precios de los activos incorporan toda la información pública disponible como por ejemplo, comunicado de prensa, reportes periódicos, bases de datos informáticas, noticias, etc. En los precios se debe de reflejar toda información histórica, actual y previsible en el futuro que se puedan obtener de fuentes públicas, y dichos precios cambian al instante con la creación de nueva información relevante.

Eficiencia de forma fuerte: los precios de los activos reflejan toda la información, tanto pública como privada y los precios reaccionan en cuanto se genera nueva información y no cuando se da a conocer al público, es decir, antes de que el consejo de administración publique sus decisiones o noticias.

1.2 Pruebas e hipótesis de la eficiencia de mercado

“En 1991 Fama clasifica las pruebas empíricas de eficiencia de mercado en tres categorías: 1) pruebas de previsibilidad de rendimiento, 2) pruebas de ajuste rápido de los precios (o pruebas de ajuste rápido de los precios), 3) pruebas de información privadas” (Graham, Smart, & Megginson, pág. 159).

1.2.1 Prueba de eficiencia débil

Pruebas de previsibilidad del rendimiento

Investigaciones han examinado la validez de la predicción de la eficiencia en forma débil, en cuanto a que los cambios en precios en el pasado no predican los cambios en el futuro, a su vez, esta clasificación según Fama se divide en cuatro.

Primera, pruebas de las reglas de transacción simples, un inversionista puede formular una estrategia de transacciones con base en las tendencias de los rendimientos crecientes.

Segunda, pruebas de la eficacia del análisis técnico, es redituable comprar o vender acciones con base en patrones históricos.

Tercera, pruebas de previsibilidad del rendimiento, existe tendencia aprovechable de que los cambios de los precios de las acciones continúen de un periodo al siguiente ó que se invierta la dirección.

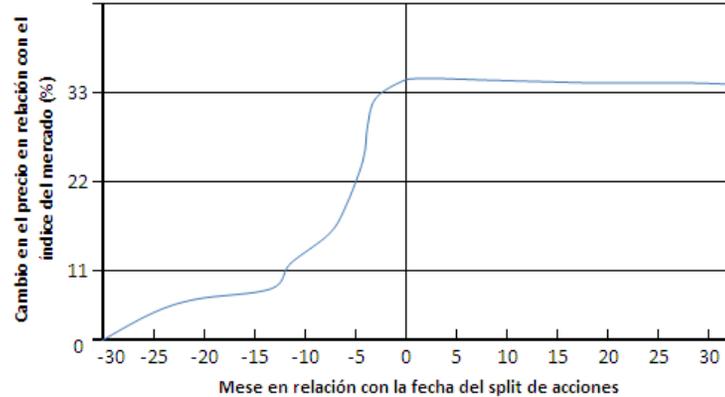
Cuarta, pruebas de desempeño de las acciones recién emitidas, las empresas que emiten acciones tienen un desempeño inferior al de los índices del mercado en los años siguientes.

1.2.2 Prueba de eficiencia semifuerte

Pruebas de ajuste rápido de los precios

Fama (1969) (citado en Graham, Smart, & Megginson, 2011) examinó como los mercados de valores respondían a la publicación de nueva información por medio de un análisis de la respuesta del mercado a un split de acciones. La innovación de este estudio consistió en comparar las empresas en el tiempo del acontecimiento (un split) en lugar de en el tiempo calendario, la ilustración 1 muestra como las empresas que dividen sus acciones lo hacen después de un periodo prolongado de rendimientos superiores a los del mercado, y después de la división, las acciones ganan rendimientos similares a los del mercado. Esto indica que los mercados son eficientes, pues los inversionistas que compran acciones después del anuncio de la división no ganan rendimientos superiores.

Ilustración 1. Split de acciones



Fuente: (Fama, Fisher, Jensen, & Roll, 1969) (citado en Graham, Smart, & Megginson, 2011)

1.2.3 Prueba de eficiencia fuerte

Pruebas de información privada

Son examen para ver si personal de una empresa que posea información privilegiada, podría ganar rendimientos excesivos si realiza transacciones en base a la información privada que conoce y se clasifican en 4 grupos (Graham, Smart, & Megginson, 2011):

- a) Pruebas de rentabilidad de las transacciones basadas en información confidencial

Es la prueba más directa de la eficiencia de forma fuerte, consiste en que las personas de una empresa que cuenta con información confidencial puede ganar utilidades anormales cuando realizan transacciones de su propia empresa. Los estudios documentan que los funcionarios o socios si ganan rendimientos excesivos con estas transacciones, esta aseveración contradice la eficiencia de forma fuerte.

Jaffe (1974) señala que los inversionistas pueden beneficiarse al imitar las transacciones de los que se basan en información confidencial, lo cual es un rechazo a la forma semifuerte de la eficiencia, pero Seyhun (1986) menciona que no se puede descubrir ni imitar las transacciones basadas en información confidencial con tanta rapidez como indica Jaffe.

Pero Graham, Smart, & Megginson (2011) indican que “aunque no es una prueba de la eficiencia del mercado, la encuesta sobre las leyes contra el uso de información confidencial en las operaciones bursátiles y su aplicación en todo mundo, que se presenta en Bhattacharya y Daouk (2001), muestra que este tipo de operaciones son un problema grave en casi todos los mercados fuera de Estados Unidos y también en algunos otros países industrializados avanzados. De hecho, el problema del uso de la información confidencial para realizar transacciones es tan grave en México que Bhattacharya et al. (2000) concluye que los precios de las acciones no reaccionan en absoluto a los anuncios de noticias específicas de una empresa” (pág. 361). Por lo que los precios de las acciones ya contemplan la información de los anuncios ya que anteriormente se realizaron transacciones en base a esa información privilegiada.

b) Pruebas de desempeño de las inversiones en fondos de inversión

Investigaciones sobre el desempeño de los fondos de inversión administrados por profesionales ofrecen la prueba quizá más convincente de que es sumamente difícil adelantarse al mercado.

Hay dos sesgos cruciales en la mayoría de las pruebas que obtienen resultados de desempeño superior.

Sesgo de supervivencia: que consiste seleccionar un periodo y luego comparar los rendimientos de los fondos que existen al final del periodo seleccionado con un indicador del mercado, sin embargo esta estrategia no considera a los fondos que se liquidaron por tener resultados negativos durante el periodo, este sesgo probó la sobrevaluación de los rendimientos promedios de la industria.

Algunas personas o fondos tienen rendimientos a largo plazo que parecen inexplicablemente altos, pero es lo que podría esperarse como resultado de este sesgo.

Sesgo de incubadora: que consiste en que una administradora de fondos lanza en privado cierta cantidad de fondos y después de algunos años lanza al público 3 de los más exitosos, se liquidan los que tuvieron un mal desempeño y sus rendimientos no se consideran para los promedios del fondo.

c) Pruebas del desempeño de las inversiones en fondos de pensiones y fondos de cobertura

Que sustenta que la administración activa en Estados Unidos produce un rendimiento total promedio que es 1.10% anual menor de lo que puede lograrse con una estrategia pasiva de compra de acciones del índice del mercado.

Los fondos de cobertura han adquirido importancia en los Estados Unidos, esto difiere en su estructura organizativa en cuanto a los fondos de inversión, su apetito por el riesgo es mayor con compensaciones basadas en el desempeño porque en su mayor parte no están regulados. En “un estudio empírico realizado por McEnally y Ravenscraft (1999), muestra que han tenido un desempeño sistemáticamente mejor que los fondos de inversión, pero no que los índices de mercado estándar” (Graham, Smart, & Megginson, 2011, pág. 365).

En resumen no existe pruebas de que puedan lograr rendimientos netos positivos sustanciales mejor (después de deducir comisiones y gastos) para los accionistas de los fondos.

d) Pruebas de la sagacidad de los analistas de valores para seleccionar acciones

En apariencia hay pruebas a favor de la sagacidad para seleccionar acciones de los analistas de valores, lo que iría en contra de la eficiencia de mercado. El detalle es que se requiere una exagerada rotación al año para lograr esos rendimientos, pero los costos de transacción harían que esta estrategia sea mucho menos rentable.

En general no existen suficientes pruebas empíricas que indiquen que el consejo dado por los analistas supere al portafolio del mercado.

Hasta aquí, junto con otras pruebas empíricas descritas, la hipótesis de eficiencia de mercado solo resulta un poco perjudicada. Sin embargo hay quienes se niegan a esta hipótesis y buscan comprobar su imperfección, uno de ellos son los seguidores de las finanzas conductuales que se abordará en el siguiente capítulo donde se describen algunas críticas a la HME.

1.3 Críticas a la teoría de los mercados eficientes

1.3.1 Finanzas conductuales

En los últimos años especialistas han propuesto alternativas a la eficiencia de mercado que se conoce como finanzas conductuales y sostienen que los operadores de mercados financieros, son seres humanos sujetos a flaquezas y modas pasajeras que perturban el juicio humano en ámbitos diferentes de la vida. Estos errores ocasionan que los precios de las acciones se desvíen de su valor fundamental. (Graham, Smart, & Megginson, 2011, pág. 367)

La EMH predomina entre profesionales, y en mayor grado entre los académicos, ya que Proporciona un modelo teórico congruente, Es congruente de cómo funcionan los mercados y Pruebas científicas se inclinan a su favor.

Sin embargo en los últimos 20 años grupos de economistas respetados que rechazan a la EMH como un modelo de comportamiento del inversionista y desempeño del mercado.

Estos economistas basan sus ideas en los descubrimientos de la investigación psicológica y sus investigaciones colectivas se denominan finanzas conductuales de modo que ellos mismos se autodenominan conductistas.

Graham, Smart, & Megginson (2011), comenta que los conductistas argumentan que los mercados financieros en general y los de valores en particular, son demasiado volátiles para que los precios se basen en valuaciones racionales, también creen que los inversionistas son criaturas emotivas que procesan la información financiera de manera sistemáticamente sesgada ya que los procesos cognitivos humanos causan que exageren su reacción a algunos tipos de información y que reacciones muy poco a otros. Además es interesante saber que los conductistas señalan que el proceso de arbitraje es difícil y costoso y especifica como las finanzas conductuales critican a la EMH en base a tres categorías:

- 1) Burbujas, modas pasajeras y cascadas, evidencia empírica de las finanzas conductuales

Los conductistas aseguran que los mercados financieros son irracionalmente volátiles, en consecuencia son propensos a burbujas, modas pasajeras y cascadas de información recurrentes, los dos primeros conceptos son fáciles de entender.

Una cascada de información se produce cuando una noticia se difunde con gran velocidad entre un grupo grande de participantes del mercado, influye en las transacciones que ellos llevan a cabo y actúan en base a ella como si fuera indudablemente correcta aunque no lo sea.

Estos tres conceptos son incompatibles con la eficiencia del mercado a largo plazo, pues los mercados no pueden ser engañados en el largo plazo ya que es insostenible económicamente una burbuja, una moda pasajera o una cascada de información.

2) Fundamentos teóricos de las finanzas conductuales

La teoría de los conductistas intenta explicar cómo los sesgos en la cognición humana pueden ocasionar que inversionistas calculen mal el precio de los activos financieros y el motivo principal de esta teoría es explicar la reacción exagerada o moderada del inversionista ante anuncios de información específica.

Sin importar si la noticia es positiva o negativa, el *exceso de confianza* en la precisión de la información puede causar que los inversionistas reaccionen exageradamente a una nueva información. Cuando la situación se aclare con el tiempo, los inversionistas volverán a la valuación racional y en consecuencia los precios volverán a su estado anterior.

El sesgo de autoatribución tiene el efecto contrario al de exceso de confianza, los inversionistas apenas reaccionan a las señales de información pública que contradicen sus creencias existentes, a medida que más noticias aparecen la opinión del inversionista cambian poco a poco.

3) Evaluación de las finanzas conductuales y la eficiencia de mercado

Los conductistas presentan pruebas convincentes de que las burbujas de precios ocurren por razones conductuales. Los acontecimientos de 2008 sustentan la idea que los mercados financieros sufren arrebatos ocasionales de irracionalidad. Sin embargo los inversionistas y agentes de mercado deben de tomar en serio la hipótesis de los mercados eficientes, aunque la evidencia de cuestionar la validez de EMH ha aumentado, los precios de los activos financieros son todavía impredecibles en gran medida.

Una cosa es presentar evidencia empírica contra la EMH como lo han hecho los conductistas, y otra muy distinta es desarrollar todo un modelo teórico para sustituirla, pero al menos los conductistas han explicado por qué los mercados pueden ser algo menos que completamente eficientes.

Hasta que las finanzas conductuales ofrezcan una alternativa congruente para sustituir el modelo del mercado eficiente, será difícil que el punto de vista conductista pueda ocupar el lugar de la visión de los mercados eficientes en las finanzas.

Al igual que las pruebas empíricas de Fama descritas anteriormente intentan demostrar que la hipótesis de la eficiencia de mercado no es tan perfecta como muchos creen, los conductistas hacen lo suyo, proporcionan evidencia empírica observable, que para ellos como ya se indicó la hipótesis de la eficiencia de mercado no es completamente eficiente.

Economistas importantes han dedicado capítulos enteros a demostrar como los acontecimientos alrededor del mundo ponen en duda esta teoría, como lo veremos en las siguientes páginas.

1.3.2 La crisis financiera de 2008

Stiglitz (2010) explica de manera detallada cuales fueron las causas principales de la crisis financiera que llevo al mundo entero a una Gran Recesión, desde la perspectiva de un estadounidense crítico:

Las teorías económicas que apoyan el sistema económico que Estados Unidos emplea y que contribuyó al colapso de los mercados mundiales, tienen como premisa en sus modelos económicos, que los mercados son eficientes, se autocorrigien y que la intervención del gobierno debe ser mínima.

Se ejemplifica eventos como en los años 30"s economistas como John Maynard Keynes y sus discípulos, entre ellos, Paul Samuelson, (citados en Stiglitz, 2010), proponían alternativas para estimular la economía como incrementar el déficit y lograr salir de los problemas económicos en los que se encontraban, pero sea como fuere, la Gran Depresión mostró que la economía de mercado no se autoregulaba, al menos en espacio de tiempo razonable, esto nos lleva a un fallo en contra de una de las premisas de los modelos económicos.

Las posteriores crisis financieras a la segunda guerra mundial, la mayoría asociadas al excesivo adelgazamiento del crédito por parte de la Reserva Federal (FED por sus siglas en inglés), confirmó los prejuicios de los economistas conservadores de que los responsables de cualquier desvío de la perfección eran fallos del gobierno, no fallos del mercado.

Hasta aquí tenemos un punto en contra de los economistas de derecha ya que quedo demostrado que los mercados no se autorregulan, al menos en espacio de tiempo razonables; y aparentemente un punto a su favor ya que la medida postguerra que tomo el gobierno de los Estados Unidos referente al crédito por parte de la FED contribuyo a afectar los mercados.

Charles Kindleberg³ (citado en Stiglitz, 2010), comenta que las crisis financieras se han dado a razón de 10 años entre cada una, a excepción de los posteriores veinticinco años posteriores a la segunda guerra mundial que no hubo ni una crisis en el mundo salvo la de Brasil en 1962.

Franklin Allen y Douglas Gale (citados en Stiglitz, 2010), explican que no hubo crisis en este periodo debido a que en el mundo entero coincidieron que debía de haber una regulación, un argumento a favor de la participación del gobierno en los mercados - En todos los países exitosos el gobierno ha tenido un papel determinante en el éxito, tal es el ejemplo de las exitosas economías de Asia oriental -.

³ Nobel de economía en 1999.

Sin embargo, este periodo de tranquilidad al parecer hizo olvidar parcialmente los conflictos del pasado o tal vez completamente, por lo que los economistas de las universidades de Estados Unidos, políticos y el mercado volvieron a confiar en la década de los 80"s en que *los mercados se autorregulaban y eran eficientes*.

Al parecer la lección que aprendieron los agentes del mercado, la dejaron de lado y miraron al futuro con altas esperanzas de progreso, pero analicemos algunos de los eventos después de esta década.

La ruptura de la burbuja tecnológica o conocida como punto-com, en la primavera de 2000, la cual había permitió a finales de la década de los noventas un fuerte crecimiento. Los precios de las acciones de las empresas tecnológicas cayeron un 78 por ciento entre marzo de 2000 y octubre de 2002, y como era de esperarse afectaron al resto de la economía debido a que gran parte de las inversiones se habían realizado en el sector de alta tecnología y para marzo de 2001, Estados Unidos entraba en recesión.

El presidente de la Reserva Federal Alan Greenspan en el periodo de 1987 a 2006 creyó conveniente bajar los tipos de interés inundando de liquidez el mercado, porque había poca presión inflacionista, pero no condujo a mayores inversiones en maquinaria y equipo, aunque si fomentó el auge del consumo y del sector inmobiliario, remplazando la burbuja tecnológica por una burbuja de la vivienda y así la economía estadounidense se volvió a sostener por el auge del consumo sostenido por la burbuja inmobiliaria basada en los bajos tipos de interés.

El sistema bancario en muchos países no se centró en prestar dinero a las pequeñas y medianas empresas que son la base de la creación de empleo en cualquier economía, sino que por el contrario, se concentro en promover la titularización especialmente en el mercado hipotecario con las buenas notas de las agencias de calificación.

Después, los bancos se implicaron directamente en una apuesta que incluía no solo hacer de intermediarios para los activos de riesgo que estaban creando, sino teniendo efectivamente en su poder los activos, creían que habían trasladado a terceros los indeseables riesgos pero cuando llegó el día del ajuste de cuentas resultó que también a ellos los encontró desprevenidos, pues su estrategia era comprar las hipotecas y revenderlas en paquetes a inversores incautos.

Bien dice Stiglitz (2010) que un mercado desregulado, inundado de liquidez, tipos de interés bajos, una burbuja inmobiliaria, mundial, créditos de alto riesgo en aumento, definitivamente era una combinación peligrosa, añadiendo el déficit público y comercial de Estados Unidos, la acumulación en China de ingentes reservas de dólares – los países vías de desarrollo acumulan cientos de miles de millones de dólares en reservas para protegerse del elevado nivel de volatilidad global que ha caracterizado la era de la desregulación – evidentemente las cosas no estaban bien.

La última vez que Estados Unidos había exportado una crisis importante fue en la Gran Depresión de los años treinta.

Para sostener la economía global como hasta ahora se necesitaba un consumo permanente para crecer, pero los ingresos de muchos estadounidenses llevaban mucho tiempo estancados, la solución que encontraron fue pedir prestado y consumir como si no pasara nada.

Que la mayoría de los ciudadanos no conozcan y sepan interpretar las variables económicas no es excusa, pero no es justo que los que dominan temas como estos no compartan sus conocimientos con la gente menos informada, ó ¿será que a algunos agentes no les convenía que los ciudadanos promedio lo supieran?

Las tasas de ahorro cayeron a cero o fueron negativas, los bajos tipos de interés y una desregulación laxa aumentaron la burbuja inmobiliaria, cuando estallo los efectos se vieron amplificadas porque los bancos habían creado productos complejos que se apoyaban en las hipotecas y altos apalancamientos, ya que habían financiado sus inversiones con fuertes endeudamientos. Los bancos se negaron a prestarse unos a otros, o exigían elevados tipos de interés, de ese modo los mercados mundiales de créditos empezaron a desmoronarse a falta de confianza.

Los economistas radicales han llevado su modelo de racionalidad más allá de lo sensato suponiendo que los individuos no eran racionales si no superracionales, que podían usar estadísticas sofisticadas al predecir el futuro con todos los datos del pasado –esto es ignorar la forma débil de eficiencia de mercado-, pero no supieron ver la burbuja hipotecaria que se estaba formando –o no quisieron verla- y se atuvieron irracionalmente a la idea de que los mercados eran racionales, siempre eficientes y se autocorrigien. Los que pedían créditos, los que los daban y los que lo titularizaban creían que los precios de las casa subirían indefinidamente aunque los salarios reales estaban bajando, las probabilidades de pago se basaban en datos históricos, sumado a esto, las reaseguradoras estaban disminuyendo sus exigencias para colocar primas.

“Los banqueros centrales suponían ingenuamente que una inflación baja era necesaria y casi suficiente para asegurar la prosperidad económica, podía desencadenar una avalancha de liquidez con la confianza de que todo estaba controlado, pero eso era falso. La avalancha de liquidez estaba creando burbujas en el precio de los activos, que al estallar se llevaron por delante el sistema financiero y la economía” (Stiglitz, 2010, pág. 309) estadounidense y de paso la economía mundial.

Al pincharse la burbuja, muchas familias y bancos sufrieron grandes pérdidas, aunque el periodo de caída libre se frenase y el crecimiento fuera positivo, el desempleo sería elevado e incluso crecería, la recesión solo pasará cuando se haya restaurado el pleno empleo y los sueldos incrementasen.

La forma en cómo esta crisis estadounidense impacta la economía mexicana la describe Saavedra (2008) explicando como un sistema financiero puede pasar de un sistema financiero robusto a uno frágil ocasionando crisis financiera, donde la sensibilidad a las condiciones del mercado financiero varía de un tipo de empresa a otra pues la elevación de tasas de interés repercuten en la baja de valor de mercado diferentes grados de intensidad dependiendo la empresa.

Puesto que el valor de mercado de una empresa es la capitalización de sus resultados futuros las empresas cubiertas son las menos afectadas por un alza en los tipos de interés, pues no requiere nuevos financiamientos y por lo tanto sus flujos no se encuentran en riesgo, para empresas especulativas, es decir, sus flujos solo alcanzan para cubrir sus intereses, pero no las amortizaciones, de modo que requieren refinanciamiento, por lo que el alza en los tipos de interés pueden llegar a significar utilidad netas negativas, ya que necesitan mayores flujos para cubrir sus obligaciones.

Así pues, un sistema financiero con predominio de empresas cubiertas no se ve fuertemente afectado por cambios pequeños en las tasas de interés a las utilidades, por lo tanto será un sistema fuerte. Por el contrario en un sistema que predominan las empresas especulativas, cambios modestos en esas variables pueden afectar severamente su capacidad para cumplir sus compromisos financieros.

Un sistema inicialmente robusto tiende a convertirse en uno frágil ya que las empresas cubiertas son las más solventes y los banqueros las persuaden para llevar a cabo proyectos de largo plazo financiados con crédito, esto les conviene a las empresas pues le ayuda a incrementar su rentabilidad (si la tasa de interés es menor que la tasa de rentabilidad calculada).

En una primera etapa, aumentan el crédito, la inversión y las utilidades. Sin embargo el crédito tiende a crecer más rápido que la generación de ingresos pues usualmente existe un periodo de maduración de las inversiones y algunas empresas requieren temporalmente financiamiento para cubrir el servicio de sus deudas.

Cuando el crédito aumenta con mayor rapidez que las utilidades, las tasas de interés empiezan a subir, lo que eleva el precio de los bienes de capital (en el mercado real) y reduce el precio de los activos en el mercado financiero.

La baja de valor de mercado de las empresas reduce el colateral de los préstamos de los bancos y obliga a éstos a restringir el crédito para mantener sus márgenes de seguridad. La escasez de financiamiento de nuevo afecta negativamente la inversión, el ingreso y las utilidades en un círculo vicioso que presiona a las empresas y a los bancos a obtener liquidez mediante la venta de activos. La caída de los precios hace aún más difícil el cumplimiento de los compromisos de pago; las primeras moratorias exacerbaban la contracción crediticia y acelera la deflación de las deudas, extendiendo la insolvencia hasta llegar a la crisis.

1.3.3 La necesidad de reformar el análisis económico-financiero

Stiglitz (2010) reflexiona como en los últimos veinticinco años los modelos económicos han supuesto que los mercados son estables, eficientes y se autorregulan, después de crisis de 2008 se deberán de revisar los supuestos, aunque esta idea de los mercados eficientes convenía a los intereses de muchos, como los financieros que veían buenas oportunidades en la desregulación de los mercados.

Quitar restricciones podrían permitir a la primera empresa aprovechar la nueva oportunidad y hacer un beneficio mayor, pero eso desaparecería rápidamente, al final los beneficios bajarían a cero, eso es lo que diría la *teoría de los mercados eficientes y competitivos*. La única manera de realizar beneficios a la larga es ser más eficiente que la competencia ó arreglárselas para que los mercados funcionen de manera imperfecta.

En el mismo sentido el mecanismo de los precios es la esencia del proceso a través del cual el mercado reúne, procesa y transmite información. La hipótesis más extrema de los mercados eficientes sostiene que los precios reflejan fielmente en el mercado toda la información accesible, ofreciendo a todo el mundo datos relevantes para tomar decisiones, pero pocos hombres de negocio se fiarían solo de la información que ofrecen los precios. Naturalmente, los precios de las acciones influyen en las decisiones, ya que el mercado influye en el costo de capital de las empresas.

Un agente verdaderamente racional no se dejaría influir por desbocados impulsos motivados por los movimientos abruptos de las acciones que estén analizando.

El argumento de que los precios del mercado vehiculan toda la información relevante, da a entender que alguien que simplemente mire el precio del mercado estará tan perfectamente informado como alguien que se gaste mucho dinero comprando investigación y analizando datos. En este caso no habría incentivos para reunir información, lo cual significaría que los precios vehiculados por el mercado no serían muy informativos.

Si la hipótesis de los mercados eficientes fuesen ciertas y los agentes del mercado fuesen totalmente racionales, todos sabrían que no pueden superar al mercado y lo que simplemente harían es comprar el mercado, que es lo que precisamente hacen los fondos indexados, pero si bien, estos han crecido enormemente durante los últimos treinta años, lo que indica que aún hay una gran industria fuera tratando de ganarle al mercado; en este punto sería necesario considerar lo que indican las pruebas de información privada empíricas de la eficiencia de mercado en su forma fuerte, a lo que se refiere a las pruebas de desempeño de las inversiones en fondos de inversión.

El mismo hecho de que los agentes gasten miles de millones intentando batir al mercado refuta la débil hipótesis de que los mercados son eficientes y que la mayoría de los agentes son racionales.

Stiglitz (2010) afirma que quizá sea difícil batir al mercado por dos razones:

- El mercado podría ser totalmente eficiente, con precios que reflejasen toda la información accesible ó
- El mercado podría no ser más que un casino de juegos para gente rica.

En ambos casos lo futuros precios son impredecibles.

Al cabo de los años, se ha demostrado que la teoría de los mercados eficientes es falsa. La crisis actual ha reforzado una conclusión basada en innumerables episodios anteriores. Por ejemplo el 19 de octubre de 1989, los mercados de mercancías de todo el mundo se desplomaron, cayendo un 20% o más, no se podía predecir algo así, pero tampoco se podía decir que esa volatilidad del mercado reflejase el procesamiento de información relevante por parte del mercado.

El hecho de que el desempleo en 1933 se disparase en E.U. el 25% fue una prueba suficiente de que los mercados no eran eficientes.

Si los mercados fueran eficientes, nunca habrían burbujas, pero las ha habido, a mediados de 2006 ya estaba muy claro que lo que estaba ocurriendo en la economía se parecía mucho a una burbuja, cuanto más subían los precios y más inalcanzables eran las viviendas, más probable resultaba que se tratase de una burbuja.

Había una extraña incoherencia en las ideas de muchos de los defensores de la eficiencia de los mercados. Creían que los mercados ya eran totalmente eficientes. Defendían la introducción de innovaciones en los mercados financieros y declaraban que sus altísimas primas eran la justa retribución por los beneficios sociales que esas innovaciones habían conllevado, pero las ventajas que hacían esas innovaciones solo era rebajar los costos de las transacciones, posibilitando que los individuos racionales manejaran a mejor costo los riesgos.

Los fondos de coberturas (hedge funds) o fondos libres, aparentemente así batieron al mercado, pero solo hay una manera de hacerlos que sea coherente con la hipótesis de los mercados eficientes, y es tener información privilegiada. Hubo muchos casos en la caída de 2009 que hicieron pensar que muchas cifras en la industria de los fondos de inversión en E.U. se basaban en una información privilegiada.

Manejar información privilegiada es ilegal, si los agentes de mercado creen que otros tienen información privilegiada estarán menos dispuestos a participar, unos pocos grandes bancos, casi por su mismo tamaño y el alcance de sus transacciones, tenían información privilegiada tal vez no violaban ninguna ley, pero la competencia era desleal.

El mercado valoró muy mal el riesgo de impago de las hipotecas de alto riesgo, confiar en las agencias de calificación y en los bancos de inversión cuando estos las reempaquetaron dándoles una calificación AAA.

Quienes argumentaron a favor de la desregulación dice Stiglitz (2010), aducen que los costos de la regulación exceden a los beneficios pero los resultados de esta crisis donde los costos hacen a billones de dólares refutan tal teoría, además los pro desregulación argumentan que el costo real de la regulación es el estrangulamiento de la innovación, pero la triste realidad de los mercados financieros estadounidenses es que las innovaciones estaban concebidas para aludir la normatividad y los estándares contables y fiscales, los mercados financieros no innovaron de una forma que ayudara a los ciudadanos corrientes en la sencilla de gestionar el riesgo de adquirir una vivienda. Una buena regulación podría haber reorientado a las innovaciones.

El gobierno tiene un importante papel intentando evitar la explotación de las irracionalidades individuales, y también ayudar a los ciudadanos a tomar mejores decisiones a través de la psicología humana para evitar abusos, los discursos emotivos sobre la economía y estabilidad no son suficientes ya que la confianza en la banca y en el gobierno ha ido mermando por lo que es necesario acciones

eficientes y basadas en la realidad, reconociendo los errores y aprender de ellos, esto sucedió en Estados Unidos y se expandió a todo el mundo, pero bien podría volver a suceder, por lo que la tarea de las generaciones presentes y futuras de todo el mundo tienen una gran responsabilidad social de no olvidar estos acontecimientos globales casi cataclísmicos.

Como se mencionó, la confianza en los mercados está destrozada lo que dificultará la cooperación mutua para que el desarrollo alcance a la sociedad en general, la avaricia y el solo interés por los beneficios propios no ayuda en nada a que las economías prosperen en conjunto, lo que sería sostenible a largo plazo, por lo que es indispensable que los mayores dueños de los recursos y los de mayor acceso a ellos, los administren de forma correcta en favor de la sociedad y que las instituciones se reformen para que la confianza regrese y pueda empezar el despegue del progreso en cada parte del mundo.

Ya que se ha probado el colapso provocado por algunos de los factores que se han venido mencionando, la conciencia en cada uno de los individuos deberá evolucionar para prevenir futuros desastres, hacer frente a problemas inherentes y aprovechar tal oportunidad para hacer que los resultados se potencialicen a favor de la humanidad.

1.3.4 La eficiencia del mercado accionario en México

Existen trabajos realizados acerca de la HME por investigadores mexicanos, lo que se intenta exponer en esta sección son algunos de estos trabajos y sus resultados, tomarlo como antecedente y poder reforzar este trabajo de investigación.

Sansores Guerrero (2008), donde determina la validez desde el punto de vista estadístico, de los supuestos del CAPM concernientes a: la estandarización del marco que rodea la decisión, la eficiencia de mercado y las evaluaciones que realizan los inversionistas acerca de las distintas combinaciones de riesgo-rendimiento de sus inversiones.

Guerrero comenta que puede resultar inadecuado utilizar el modelo CAPM en México dadas las características distintivas de los mercados emergentes, sin embargo los analistas del mercado de valores lo utilizan como instrumento principal.

La hipótesis que plantea es que este modelo no es compatible con el mercado financiero mexicano pues considera que no es informativamente eficiente y por lo tanto el modelo no es lineal, existen otros factores que afectan los rendimientos de las acciones, no existe una relación positiva entre riesgo y rendimiento.

Durante el periodo de análisis de este trabajo comprendido entre 1997 y 2006, resalta que el mercado accionario mexicano carece de inversionistas locales, lo que ha provocado que desde hace varios años deje de ser una alternativa de financiamiento real. Su demanda local depende de los grandes fondos institucionales extranjeros y los instrumentos bursátiles se caracterizan por su escasa o nula variedad. Información publicada por la BMV en este periodo demuestra que la inversión extranjera representó más del 45% del valor de capitalización de la Bolsa, lo que significó el 75% de las transacciones realizadas en dicho periodo.

Para ese entonces la operatividad del mercado está concentrada en ocho emisoras (America Movil, Cemex, Banorte, Accival, Telmex, BBA.Bancomer, Wal-Mart, Grupo Modelo y Grupo México), que en promedio intercambian acciones diariamente con un valor en promedio de cincuenta millones de pesos, lo que representa el 80% de la actividad de la bolsa. De las 21 casas de bolsa operantes en ese periodo cinco canalizaban el 52.24% del importe operado en el mercado (GBM, Accival, Banorte, BBV-Bancomer y Merrill Lynch), además el número de empresas inscritas en la bolsa ha ido disminuyendo, esto ha originado problemas estructurales en el mercado de valores accionario, lo que ha impedido cumplir con su función principal que es canalizar los recursos a proyectos productivo.

En el trabajo de investigación se utilizó una serie de datos históricos diarios de los precios ajustados de las acciones que conforman el IPC del 1 de octubre de 1997 al 10 de diciembre de 2006, utilizó una tasa semanal del CETE 28 como tasa libre de riesgo del mismo periodo, comenta que una tasa alternativa es la tasa diaria ponderada de fondeo gubernamental pero por su reciente creación (1998) podría distorsionar el análisis, por lo que no fue utilizada.

Para comprobar la pertinencia del CAPM en México analizó el modelo propuesto por Fama y MacBeth, posteriormente siguió el modelo establecido por Black, Jensen y Scholes,

Las conclusiones a las que se llegó es que la eficiencia como herramienta de pronóstico del CAPM no se ha comprobado en mercados eficientes, de modo que el análisis a través de este modelo resulta inadecuado y, por tanto, distorsiona el funcionamiento del mercado de valores. Se abordará en el apartado de modelos de valuación el CAPM.

Para el caso de México de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, existen otros factores de riesgo que afectan los rendimientos de las acciones, como la inflación, inseguridad, clima político, entre otros.

Además la prima de riesgo que paga el mercado es relativamente baja con respecto a la calculada a través del modelo, es decir, existe un desequilibrio en el mercado ya que se tiene acciones sobrevaluadas y subvaluadas, por otra parte el nivel de las tasas de descuento de los CETES dista mucho de la tasa de interés libre de riesgo, en otras palabras no representa lo que Sharpe denomina tasa libre de riesgo.

Otro trabajo de investigación desarrollado por López Herrera (1998) explica la HME y las tres modalidades o niveles que actualmente son aceptadas, mismas que se han descrito renglones atrás.

Se remonta a las investigaciones relacionadas al tema de periodos anteriores en Estados Unidos de los conocidos Economistas y Financieros como Moor, Fama, Granger Morgenstern, Fisher, Jensen, Roll, Irwin Friend y Sharpe. Donde dichas investigaciones concluyen en consenso que: si es posible probar la eficiencia de mercado en su forma débil, encontrándose evidencia en el mercado accionario estadounidense, pero López no asegura que pueda generalizarse como un principio universal, por lo que decidió practicar pruebas de eficiencia débil al mercado accionario mexicano.

Los supuestos e información con los que desarrollo su trabajo fueron: 2,742 datos correspondientes al cierre diario del IPC del periodo de 1 de enero de 1987 al 31 de diciembre de 1997, partiendo de la hipótesis de que los rendimientos en el mercado accionario mexicano siguen una caminata aleatoria.

La desventaja de utilizar el IPC es que no incluye todas las acciones que cotizan en Bolsa, pero si las que tienen mayor volumen de operación, razón por la cual para él puede considerarse representativo de lo que sucede en el mercado accionario mexicano.

Su prueba consistió en una aleatoriedad del recorrido histórico de los rendimientos del IPC, el modelo autorregresivo que se utiliza como base el efecto de rezago al cierre diario durante una serie de tiempo, utilizando E-Views, se aplicaron las pruebas de Dickey-Fuller y también la de Phillips-Perron.

A las conclusiones que se lograron llegar después de las pruebas elaboradas es que “no se puede afirmar que los rendimientos del IPC de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) sigan una caminata aleatoria” (López Herrera, 1998, pág. 82), por lo que “es posible considerar la posibilidad de que en esta serie exista una tendencia determinantica” (López Herrera, 1998), es decir que no cumplen con la prueba de la eficiencia de mercado en su forma débil.

Sin embargo López indica que el modelo es deficiente por lo que sugiere modelos más complejos que incluyan variables relevantes, así como procedimientos econométricos y estadísticos más robustos.

Tres pruebas de eficiencia del mercado accionario mexicano fueron desarrolladas por (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993) efectuadas en los mercados de Chile, España y México.

1. Teoría de las expectativas racionales (Abel y Mishkin (1983))
2. Inversionistas ruidosos – relación entre el índice bursátil y el volumen de operaciones (Karpoff (1987) y Lang et al. (1992))
3. Relación entre el índice bursátil y la oferta monetaria utilizando la metodología de cointegración desarrollada por Engle y Granger (1987)

En la primera prueba se analiza si los mercados son racionales o no, en la segunda prueba que el mercado bursátil mexicano está conformado por ruidosos y la tercera es una corrección a una prueba existente.

Los resultados de las diferentes pruebas siguieron la ineficiencia del mercado financiero mexicano.

Expectativas racionales en el mercado mexicano de valores:

La hipótesis de eficiencia se cumple si existen expectativas racionales en los mercados financieros.

La prueba se realizó aplicando la prueba F de MCO, utilizando las principales acciones del mercado accionario (Alfa, Apasco, Bimbo, Cemex, Cifra, Condumex, Kimberly, San Luis, Sidek, Tamsa, Telmex, Tolmex y Vitro). Solamente las acciones Cemex y Condumex resultaron ineficientes pero es suficiente para concluir que existe ineficiencia en el mercado mexicano pues es suficiente para introducir ruido en el mercado.

Precios y volumen operado en un mercado de ruidosos

“Cuando los mercados son eficientes, el precio de una acción se debe incrementar ante la aparición de una buena noticia, sin que para ello haya necesidad de que se ejecuten un gran número de transacciones en el mercado. En cambio, si el precio se incrementa a la par del volumen operado, esto indica que el mercado es ruidoso, ya que la diversidad de interpretaciones hace que la demanda por acciones se incremente cuando el peso de los optimistas es mayor al del resto de los inversionistas.

Si el mercado accionario fuera eficiente y, por ende, los precios revelaran toda la información privada de los inversionistas, las variables de cambio en los precios y volúmenes operados serían independientes; sin embargo, con la hipótesis de los mercados ruidosos, en donde las demandas divergentes determinan el comportamiento de los precios, esperaríamos una correlación positiva entre estas dos variables.

Tanto en mercados ruidosos como en mercados eficientes, el volumen se mueve con los ruidosos. Sin embargo, solo en mercados ruidosos el precio se mueve con el ruido, ya que en mercados eficientes el cambio en precios debe ser, en el largo plazo, proporcional al cambio en el valor del activo. Tomando una muestra de varios años no es de esperarse una alta correlación entre el cambio en el valor y el volumen, es decir, si se supone un mercado eficiente, puede ser que existan ruidosos que muevan el volumen y el precio, pero en el largo plazo estos tendrán que salirse, ya que los precios se revierten hacia los fundamentos y, de esta forma, en series mensuales no debe haber una relación congruente entre el cambio en el precio y el volumen operado.

Para el periodo muestral considerado, que abarca los meses comprendidos entre enero 1987 y diciembre 1991 (sin incluir sociedades de inversión, el análisis favorece a la hipótesis de un mercado de ruidos sobre la de un mercado eficiente” (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993).

Relación entre el acervo de dinero y el mercado accionario

“Si existe una relación estable de largo plazo entre el agregado monetario y el índice bursátil, es decir, si las dos variables están cointegradas, entonces el mercado en cuestión es ineficiente (Cornelius, 1991, p. 9). Para el caso mexicano, el autor no rechaza la hipótesis de no cointegración y sugiere, por tanto, que el mercado mexicano es eficiente” (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993).

El trabajo que desarrollan (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993) se enfoca a analizar agregados monetarios reducidos (M1 y M2), siendo que agregados más amplios representan de mejor manera la liquidez del sistema y, por tanto, la posible influencia sobre el mercado bursátil.

En todos los casos se utilizan datos mensuales de enero de 1988 a diciembre de 1991 poniendo en práctica la técnica de regresión de cointegración. Los resultados alcanzados presentan una relación a largo plazo entre el índice bursátil y la oferta monetaria, por lo tanto, el mercado bursátil mexicano es ineficiente en su forma semifuerte.

Cornelius (1991) citado en (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993) analiza la relación entre el acervo de dinero y el mercado accionario. Este autor sugiere que una relación directa entre ambas variables implica la existencia de oportunidades de arbitraje para obtener rendimiento en exceso. El análisis de cointegración para el caso mexicano no revela la existencia de una relación directa entre el agregado M1 y el mercado accionario. Sin embargo, se encuentra una relación positiva considerando el agregado M2. Este último resultado sugiere que el grado de liquidez del sistema es determinante para comprobar la hipótesis de ineficiencia en el mercado bursátil.

La eficiencia del mercado bursátil mexicano en su forma débil ha sido estudiada por Mejía, Grados y Meunier (1993) citado en (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993), los autores analizan el comportamiento de los precios de 32 acciones. Para corroborar la aleatoriedad en los precio, se realizan pruebas de corridas, pruebas de autocorrelación mediante la instrumentación de modelos de series de tiempo y un cálculo de rendimientos en exceso mediante la aplicación del modelo de fijación de precios de activos de capital. Las tres pruebas alternativas realizadas rechazan la hipótesis de eficiencia en su forma débil.

Armas y Unda (1991) citado en (Arellano, Castañeda, & Hernández, 1993), realizan las pruebas de correlación serial de los rendimiento, regla de filtro y por ciento” y analizan las características de la distribución de frecuencias (hasta el cuarto momento) de las series respectivas. Los resultados sugieren que el mercado accionario mexicano no cumple con el criterio de eficiencia débil.

1.4 Teoría de portafolios

1.4.1 Introducción

Al hablar de portafolios de inversión y la estimación de su riesgo, es fundamental abordar como marco teórico las teorías de selección de portafolio y diversificación del riesgo de Harry Markowitz en el año 1952 (Markowitz, 1989)⁴, quien describe en su teoría cómo puede eliminarse parte del riesgo de una inversión mediante la diversificación del portafolio, es decir, seleccionar e integrar activos poco correlacionados para evitar así una alta volatilidad global. Mediante la diversificación del riesgo y las alternativas de inversión, Markowitz proponía la selección de portafolios óptimos y la identificación de un conjunto de ellos llamado frontera eficiente.

⁴ En 1990 obtuvo el Premio Nobel de Economía por sus aportaciones al análisis de carteras de inversión y a los métodos de financiación corporativa junto con William Forsyth Sharpe y Merton Miller.

Además William Forsyth Sharpe⁵ (1964) que continua con los estudios acerca del riesgo de los activos financieros, construyendo el modelo de valuación de activos financieros (CAPM, por sus siglas en inglés) el cuál mediante un coeficiente llamado *beta*, se determina cuál es el rendimiento mínimo esperado para una inversión en función de su riesgo mercado o riesgo no diversificable. Markowitz aborda la eliminación del riesgo diversificable, sin embargo siempre habrá una parte del riesgo que no se pueda eliminar y que Sharpe demuestra su medición y compensación en su modelo.

Es necesario abordar teóricamente a otros estudiosos de las inversiones en mercados de capitales como Merton Howard Miller⁶ y James Tobin⁷, los cuales también hicieron contribuciones respecto al riesgo y rendimiento esperado.

Así mismo, se indagará en investigaciones recientes las aportaciones teóricas y evidencia encontrada acerca del comportamiento y rendimiento de los activos en los mercados financieros.

1.4.2 Portfolios de inversión

Podemos definir un portafolio como un conjunto de activos financieros (títulos de deuda, títulos representativos de capital, divisas, derivados, etc.) en posiciones cortas y/o largas diseñado con un fin específico (González Herrera, 2003).

La posición larga se refiere a que al comprar un instrumento se mantenga su tenencia, y posición corta que al venderlos no sea saldada la deuda para entregar el instrumento.

El rendimiento en un activo se considera como la variación de los precios de un activo al final respecto al inicio de un periodo expresado en porcentaje obviamente considerando cualquier ganancia adicional en el periodo analizado.

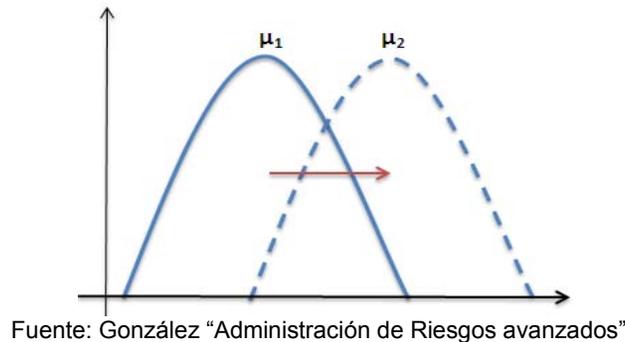
⁵ En 1990 obtuvo el Premio Nobel de Economía por sus aportaciones al análisis de carteras de inversión y a los métodos de financiación corporativa junto con Harry Markowitz y Merton Miller.

⁶ En 1990 obtuvo el Premio Nobel de Economía por sus aportaciones al análisis de carteras de inversión y a los métodos de financiación corporativa junto con Harry Markowitz y William Forsyth Sharpe.

⁷ Economista estadounidense galardonado con el Premio Nobel de Economía en 1981.

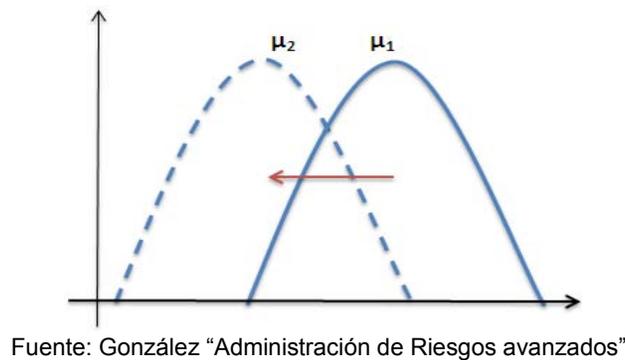
Por lo que el rendimiento de un portafolio en un periodo se considera como la suma de los rendimientos de cada activo de forma individual que conforma el portafolio, ponderados por la participación de cada uno de ellos en el mismo.

Ilustración 2. Efecto de un incremento del rendimiento medio en la distribución



El rendimiento promedio de un activo se incrementa mientras que la desviación estándar se mantiene constante la curva en una gráfica de dispersión normal se desplazará a la derecha. Y cuando disminuye se mueve a la izquierda.

Ilustración 3. Efecto de un decremento del rendimiento medio en la distribución



Con un determinado número de observaciones históricas de los rendimientos de un activo o un portafolio, podemos definir un rendimiento esperado con base en la frecuencia que ha ocurrido considerando la dispersión, de modo que se podrá asignar probabilidades de ocurrencia de rendimientos futuros en base a comportamientos pasados.

Los gráficos utilizados anteriormente son una manera práctica de utilizar la distribución de probabilidades normal, que se define como una curva simétrica con forma de campana determinada por una media y una desviación estándar; para el portafolio se sustituye la media por el rendimiento y la desviación estándar por la volatilidad de los rendimientos.

Se coloca las observaciones individuales en el eje horizontal y la frecuencia con la que ocurren en el eje vertical, el 50% de las observaciones están por encima de la media (lado derecho) y otro 50% de observaciones están por debajo de ella (lado izquierdo).

Tal como lo indica la teoría la forma y posición de una distribución normal están determinadas por dos parámetros, la media (μ) y la desviación estándar (σ), que indica el grado en el cual las observaciones están dispersas por encima y por debajo de μ .

La regla empírica de la distribución normal es que sin considerar el valor de la media y de la desviación estándar:

- El 68% de todas las observaciones están a una σ de la μ
- El 95.5% de todas la observaciones están a dos σ de la μ
- El 99.7% de todas la observaciones están a tres σ de la μ

Lo más útil es asumir que los rendimientos se asemejan a una distribución normal para establecer probabilidades de rendimientos futuros. A menos estrecha sea la distribución mayor será la volatilidad o riesgo y viceversa.

De modo que si se utiliza una distribución normal lo mejor será que sea posible definir la probabilidad de obtener rendimiento dentro de un cierto rango al determinar el área bajo la curva correspondiente al rango definido y así ocupar las tablas estadísticas correspondientes a distribución normal estándar y utilizar la fórmula para estandarizar los valores.

Ecuación 1: Estandarizar los valores en una distribución normal

$$Z = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

Donde

Z	=	Variable estandarizada que representa el número de desviaciones estándar respecto de la media
X_i	=	Observaciones i del rendimiento del activo
μ	=	Rendimiento medio del activo
σ	=	Volatilidad de los rendimientos del activo

1.4.3 Riesgo o volatilidad en una inversión

No es correcto considerar el rendimiento sin analizar el riesgo implícito, por lo que el riesgo se puede considerar como “la posibilidad de que el rendimiento real de una inversión difiera de lo esperado” (Gitman, 2008, pág. 143) ó “la probabilidad de obtener rendimientos distintos a los esperados como consecuencia de movimientos en las variables financieras” (Jorion, 2002, pág. 67). Aunque en finanzas es común entenderse como la probabilidad de enfrentar pérdidas.

La relación entre riesgo y rendimiento es directa, es decir, mientras más amplia es la oportunidad de obtener rendimientos mayores, sus riesgo tenderán a ser más grandes y viceversa. Por lo que rendimientos muy superiores a los esperados es una alerta de que en el futuro se puedan enfrentar pérdidas extraordinarias.

El riesgo en una inversión es el resultado de diferentes causas, (Gitman, 2008) por ejemplo (págs. 143-147):

Riesgo de negocio. Grado de incertidumbre relacionado con la ganancia de una inversión y su capacidad para pagar rendimientos (intereses, dividendos y principal) a los inversionistas.

Riesgo financiero. Grado de incertidumbre de pago como consecuencia de la mezcla de deuda y capital propio de una empresa; cuanto mayor sea la proporción de deuda en el financiamiento, mayor será este riesgo.

Riesgo de poder adquisitivo. Posibilidad de que los cambios en los niveles de precios (inflación o deflación) afecten negativamente los rendimientos de inversión, es decir, la posibilidad de que los aumentos constantes de precios, reduzcan el poder adquisitivo.

Riesgo de tasa de interés. Posibilidad de que los cambios en las tasas de interés afectan negativamente el valor de un título. Casi todos los instrumentos de inversión están sujetos al riesgo de tasa de interés.

Riesgo fiscal. Posibilidades de que la autoridad fiscal realice cambios desfavorables en las leyes fiscales, reduciendo los rendimientos después de impuestos y los valores de mercado de ciertas inversiones. Algunos cambios no gratos pueden ser la eliminación de exenciones, restricción de deducciones e incrementos en tasas impositivas.

Riesgos de mercado. Riesgos de disminución de los rendimientos (precios) de inversión debido a factores de mercado independientes de una inversión determinada (acontecimientos políticos económicos y sociales, cambios en gustos y preferencias de los inversionistas). Este riesgo incluye a los riesgos de poder adquisitivo, tasas de interés y fiscal.

Riesgo de liquidez. Riesgos de no tener la capacidad de liquidar una inversión convenientemente y a un precio razonable.

Riesgo de evento. Riesgo debido a un acontecimiento inesperado que tiene un efecto significativo y generalmente inmediato en el valor subyacente de una inversión en su condición financiera. No significa que el desempeño de la empresa sea deficiente.

Además (González Herrera, 2003), enlista más riesgos a la anterior clasificación en su libro Administración de Riesgos Avanzados.

Riesgo de crédito y contraparte. Incumplimiento de la contraparte en una operación y/o disminución en el valor de los instrumentos por reducción en la calificación crediticia.

Riesgo Legal. Incapacidad legal de la contraparte para pactar contratos y obligaciones.

Moral Hazard. Mala fe de la contraparte desde que se pacta la transacción, o que la contraparte proporcione información falsa sobre su información financiera o crediticia, o también que la contraparte tiene incentivos para exponerse a riesgos excesivos.

Modelos. Incorporación de sesgos sistemáticos u ocasionales en los criterios, supuestos, metodologías, o modelos de valuación, que conducen a decisiones erróneas.

Contables. Incertidumbre sobre el reporte financiero de la administración de riesgos ó la oposición reglamentaria al neteo de pérdidas y ganancias generado por una posición de cobertura.

Medidas de riesgo

El riesgo de un activo se puede medir estadísticamente con la desviación estándar como medida absoluta y el coeficiente de variación como medida relativa.

La desviación estándar como medida más común de dispersión indicara que tan disperso están los posibles rendimientos de un rendimiento promedio esperado. El coeficiente de variación es útil para comparar el riesgo de activos con diferentes rendimientos promedios; en cuanto sea mayor el valor de estas dos medidas mayor será el riesgo.

Si bien medir el riesgo ayuda a tomar decisiones de inversión también es necesario considerar el vencimiento, además de conocer bien el instrumento que más se adecua a las necesidades del inversionista.

Para evaluar el riesgo de un portafolio es preciso analizarlo y medirlo con la varianza y covarianza de cada activo y entre ellos (González Herrera, 2003).

La covarianza es otra medida estadística todavía más conveniente para estimar el riesgo que representa un par de activos, la cual permite determinar si los comportamientos de dos variables aleatorias están relacionados contemplando no sólo su correlación sino también la dispersión o desviación estándar de las acciones. Sean x y y , su covarianza se define como:

$$\begin{aligned} Cov(x, y) &= \sigma_{x,y} = E[(x - E(x))(y - E(y))] \\ &= \sum_{i=1}^n [x - E(x)] [y - E(y)] p_i \end{aligned}$$

Ya que la covarianza indica si existe o no asociación entre las variables, en caso que su valor sea igual a cero, no permite saber si la asociación es fuerte o débil ni permite comparar el grado de asociación entre diferentes pares de variables. La solución a esta cuestión es la incorporación del coeficiente de correlación.

Correlación y Volatilidad

Al estimar la covarianza se enfrenta la dificultad de interpretar la magnitud resultante, por lo que la alternativa utilizada es estandarizar la covarianza a través del cuadrado de las desviaciones de cada variable. El coeficiente determinado, conocido como coeficiente de correlación, delimita por lo tanto los valores estandarizados de la covarianza a un rango entre -1 y +1.

Es posible deducir la correlación entre dos variables como el cociente de dividir la covarianza entre ambas variables entre el producto de las desviaciones de cada variable.

Ecuación 2: Coeficiente de correlación

$$\rho_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

La correlación entre dos activos mide que tan paralelamente se desplazan sus rendimientos, es decir, permite medir el grado de asociación que existe entre dos variables, estimando la relación que existe entre ellas, el signo del coeficiente define si la asociación es directa (signo positivo), inversa (signo negativo) o independiente.

En la correlación positiva los rendimientos de activos tienden a desplazarse simultáneamente en la misma dirección, mientras que el valor de la correlación se acerque a 1, mas fuerte será la tendencia a desplazarse en la misma dirección.

En la correlación negativa, los rendimientos de activos tienden a desplazarse simultáneamente en dirección opuesta, y mientras que el valor de la correlación se acerque a -1, más fuerte será la tendencia a desplazarse en sentido opuesto.

Además en la correlación nula, los rendimientos de activos se desplazan de forma independiente, mientras que el valor de la correlación mas se acerque a cero "0", mayor independencia habrá entre los rendimientos.

Si la correlación es positiva, los activos del portafolio se desplazarán simultáneamente tanto a favor como en contra, por lo que si los rendimientos fluctúan sobre márgenes más amplios, el riesgo del portafolio será mayor. Si los activos están negativamente correlacionados, uno de los activos perderá mientras que el otro gana y viceversa, por lo que los rendimientos del portafolio fluctuarán márgenes menores incluso a los de la fluctuación de cada uno de los activos por separado, disminuyendo por lo tanto el riesgo del portafolio.

Si los rendimientos de los activos del portafolio están independientemente correlacionados entre sí, se comportarán algunas ocasiones en forma opuesta y otras en forma paralela, por lo que los rendimientos del portafolio fluctuarán en rangos moderados, es decir, sin incrementar ni reducir significativamente el riesgo del portafolio.

Matriz de Correlación

Cuanto el portafolio está constituido por más de dos activos, el análisis se realiza a través del análisis de las parejas posibles, por lo que se utiliza una matriz de correlaciones que presenta las correlaciones de cada par de activos posibles dentro del portafolio.

Matriz de Varianza – Covarianza

Para determinar la volatilidad de un portafolio, debemos conocer previamente la matriz de varianza – covarianza, a partir de las volatilidades de cada activo individual y de las correlaciones entre ellos. Para obtenerla, se multiplicará cada elemento de la matriz de correlación por la volatilidad (desviación estándar) de los activos de la pareja correspondiente y que puede despejarse de la ecuación del coeficiente de correlación.

Ecuación 3: Varianza – Covarianza

$$\rho_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \therefore \sigma_{xy} = \rho_{x,y} \sigma_x \sigma_y$$

La matriz de varianza – covarianza para dos activos tendrá una forma como la que a continuación se ilustra, donde la covarianza en una mezcla de activo A con el mismo activo A es igual a la varianza del activo A y del mismo modo para el activo B y la covarianza entre el activo A y el activo B es determinada como ilustra la ecuación anterior.

Tabla 1: Matriz de varianza – covarianza

	Activo A	Activo B
Activo A	$\sigma_{AA} = \sigma_A \sigma_A = \sigma_A^2$	$\sigma_{AB} = \rho_{A,B} \sigma_A \sigma_B$
Activo B	$\sigma_{AB} = \rho_{A,B} \sigma_A \sigma_B$	$\sigma_{BB} = \sigma_B \sigma_B = \sigma_B^2$

A partir de esta matriz de covarianza podremos encontrar una combinación adecuada de acciones para minimizar el riesgo, a esta combinación se le llamará Portafolio de Mínima Varianza Global (PMVG), que servirá de base para crear una frontera eficiente que teóricamente se escribirá en este apartado.

Niveles del riesgo

A continuación se define tres niveles de riesgos: (Gitman, pág. 151):

Indiferente al riesgo. El rendimiento requerido por unidad de riesgo no cambia a medida que el riesgo incrementa.

Aversión al riesgo. El rendimiento requerido aumenta con un incremento en el riesgo. El tipo de inversionista que caracteriza a este tipo de nivel es que exigen rendimientos esperados más altos como compensación por asumir mayores riesgos.

Amante al riesgo. El rendimiento requerido disminuye por un incremento en el riesgo.

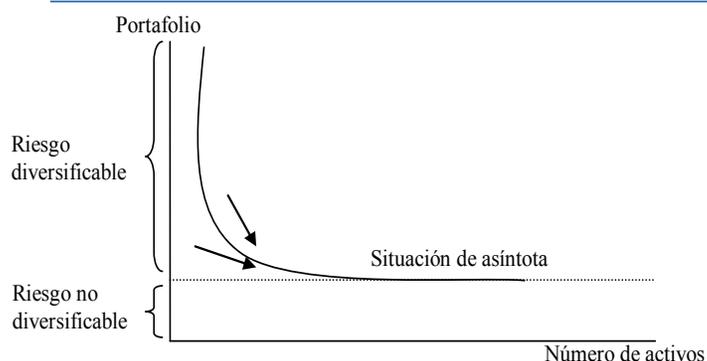
Sin embargo casi todos los inversionistas tienen aversión al riesgo, esperan un mayor rendimiento por asumir riesgos más grandes.

1.4.4 Teoría de portafolios y diversificación del riesgo de Markowitz

Diversificación

(Valdivieso Martinez, 2004) explica que las acciones riesgosas pueden ser combinadas de tal manera que la combinación de valor, llamada portafolio de valores sea menos riesgosa que cualquiera de las acciones tomadas de manera individual. Además un portafolio diversificado compuesto de muchos valores es menos riesgoso que la inversión en muy pocas acciones.

Ilustración 4. Beneficios de la diversificación



Fuente: IPADE,
"Diversificación del
CAPM y el costo de
capital"

“La diversificación beneficia al inversionista, pues se reduce el riesgo de su portafolio a pesar de que los activos puedan estar correlacionados” (López Herrera & Carrillo, pág. 23).

También puede decirse que la importancia del riesgo individual de los activos tiende a disminuir a medida que aumenta el número de activos, es decir, a medida que se diversifica el portafolio. El riesgo que no se puede eliminar es el que se deriva de las relaciones existentes entre los activos dado por las covarianzas o, alternativamente, por las correlaciones.

El riesgo que se intenta disminuir o anular con la diversificación en un portafolio de acciones, es el *riesgo no sistemático*, como: la pérdida de personal clave, huelgas, competidores con bajos costos, etc. Riesgos que afectan a determinado sector o empresas.

Selección de portafolios por Markowitz

Una de las reglas que describe Markowitz indica que el inversor diversifique y al mismo tiempo maximice el rendimiento esperado. Afirma que el inversor diversifica sus fondos entre todos aquellos títulos que dan un rendimiento máximo esperado aunque también debe considerarse la desviación de esos rendimientos máximos esperados.

Pero basándose en la regla rendimiento esperado-varianza del rendimiento que supone que existe una cartera que produce el máximo rendimiento esperado y la mínima varianza, se recomienda esta cartera al inversor. Sin embargo la diversificación no puede eliminar todo el riesgo ya que se puede estar expuesto al riesgo inherente del rendimiento global del mercado, conocido como *riesgo sistemático* que se buscara como administrarlo en el apartado de modelo de valuación de activos financieros (CAPM) y la beta de W. Sharpe.

No solo la hipótesis de rendimiento esperado-varianza del rendimiento, implica diversificación, sino que implica la clase adecuada de diversificación por la razón correcta. La diversificación no solo depende del número correcto de activos en un portafolio sino también de los distintos sectores a los que pertenece cada uno de los activos en el portafolio, no es lo mismo invertir en acciones de cinco empresas de transportes que pueden tener covarianzas elevadas que invertir en cinco empresas de diferentes sectores con diferentes características económicas que tengan covarianzas reducidas.

Al seleccionar un portafolio el principal motivo es optimizarlo maximizando el rendimiento con una minimización del riesgo, y el análisis varianza - covarianza es el principal elemento para llegar a los resultados deseados calculando un conjunto de combinaciones de rendimiento esperado – varianza del rendimiento eficientes, y así elegir la combinación preferible.

Las principales conclusiones de Markowitz que Juan González Herrera nos ayuda a resumir son:

- Aun cuando el rendimiento de un portafolio es un promedio simple ponderado de los rendimientos de cada activo, el riesgo del portafolio será típicamente menor a los riesgos individuales de cada activo.
- Mientras menores sean las correlaciones entre los activos que compongan un portafolio, menor será el riesgo del portafolio.
- Puede interpretarse que el riesgo individual de cada activo del portfolio se compone de dos elementos: Una parte de este riesgo es diversificable, es decir, puede reducirse o anularse del todo a través de una óptima combinación de tales activos o algunos otros disponibles en el mercado. Por otra parte será el riesgo remanente que tendrá que ser asumido por el tenedor del portafolio.

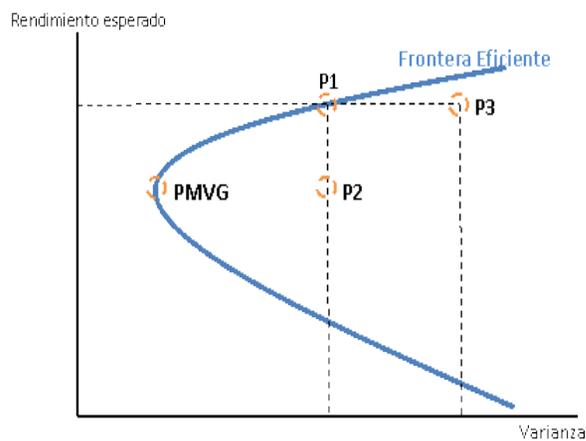
- El evaluar un activo, no puede hacerse de forma aislada, ya que al incluirlo o no a un portafolio no dependerá solo de las características individuales del activo si no de la contribución que pueda hacer al portafolio en cuanto al rendimiento esperado y al desviación estándar.

Podemos considerar como muchos inversores, la regla de que el rendimiento esperado es algo deseable y la varianza es algo indeseable, esto tiene una relación directa con los niveles de riesgo que un inversionista puede asumir.

1.4.5 Extensión de desigualdades de Merton y la frontera eficiente

Se definen como portafolios de inversión óptimos aquellos portafolios que tienen el mínimo riesgo posible (varianza o desviación estándar) dado un rendimiento esperado, o alternativamente, el mayor rendimiento esperado dado un nivel de riesgo. La siguiente gráfica, riesgo-rendimiento esperado, permite caracterizar la „frontera eficiente“ de un conjunto de oportunidades de inversión, es decir, la ubicación de los portafolios eficientes en el sentido de media y varianza:

Ilustración 5. Conjunto de oportunidades de inversión



Fuente: Herrera y Carrillo p. 26.

Donde la hipérbola dentro del plano representa la frontera del conjunto de oportunidades de inversión dentro del espacio riesgo-rendimiento, a su vez, la línea gruesa representa el conjunto de todos los portafolios óptimos en el sentido de Markowitz. El Portafolio de Mínima Varianza Global (PMVG), es decir, de todos los portafolios óptimos, es el que tiene menor nivel de riesgo y rendimiento.

El portafolio P1 domina al portafolio P2, pues ofrece un mejor rendimiento esperado dado el nivel de riesgo de ambos portafolios. P1 también domina al portafolio P3 ya que ofrece un menor nivel de riesgo para el nivel de rendimiento esperado que es igual para los dos activos.

1.5 Modelos de valuación

1.5.1 El modelo de valuación de activos financieros (CAPM) y la beta de W. Sharpe

El Capital Asset Pricing Model (CAPM) lo podemos entender como un modelo de un solo periodo cuyo único factor de riesgo sistemático es el riesgo del mercado.

Para este modelo el riesgo puede ser visto como la variabilidad del rendimiento, una inversión con rendimientos reales que muy probablemente difieren poco del rendimiento promedio o esperado.

En el tema de diversificación y selección de portafolios de Markowitz se analiza los fundamentos de cómo administrar el riesgo no sistemático elaborando un portafolio diversificado en base al análisis de riesgo esperado – varianza del rendimiento, la correlación entre los activos y sus covarianzas, ahora se explicará de que manera es posible administrar el riesgo sistemático a través del modelo CAPM, el cual anuncia: que el rendimiento de un valor está relacionado a aquella porción de riesgo que no puede ser eliminada por la combinación de activos en un portafolio.

Un riesgo sistemático pueden ser por ejemplo: países productores de petróleo declara un boicot, el legislativo vota por el aumento general de impuestos, el país sigue una política monetaria restrictiva, existe un alza en los intereses a largo plazo (Velarde Dabrowski), incremento de inflación, etc.

Supuestos sobre los que descansa el CAPM:

- a) Entorno al inversionista:
 - i. Este no tiene preferencia específica de los activos de su inversión y

- ii. Se rige por el principio de no saciedad.
- b) En cuanto a las condiciones del mercado:
- i. Un mercado de capitales perfecto,
 - ii. Donde todos los activos son negociables,
 - iii. Hay competencia perfecta, ya que todos los agentes son tomadores de precios,
 - iv. Hay ausencia de fricciones, al no haber impuestos, regulaciones, ventas en corto, ni costos de transacción y
 - v. Toda información sobre el activo, está disponible y puede conseguirse sin costo.
- c) En torno a las oportunidades de inversión:
- i. Los activos están dados exógenamente,
 - ii. Son infinitamente divisibles,
 - iii. Existe un activo libre de riesgo que se puede comprar o vender por cualquier agente que lo desee y cuya tasa es igual para todos los agentes.

Caracterización del CAPM

Es importante mencionar que el modelo busca responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál debería ser el rendimiento esperado adecuado de un activo? En otras palabras, ¿Cuál debería ser su prima (compensación) por el riesgo?
2. ¿Cuál sería la medida de riesgo apropiada para ese activo?
3. ¿Cuál debería ser el rendimiento esperado adecuado de un portafolio?
4. ¿Cuál sería la medida de riesgo apropiada para tal portafolio?

Se puede adelantar que, por el riesgo asumido, el inversionista debiera recibir un rendimiento esperado superior a la que ofrece un instrumento libre de riesgo de referencia y más adelante se verá que existe una medida de sensibilidad llamada „beta“ que nos permite determinar una medida de riesgo para cada uno de nuestros activos.

Cualquier inversionista en acciones de una empresa espera obtener un rendimiento y/o dividendo por su aportación, dicha compensación o beneficio del accionista representa para la empresa un costo, puesto que debe de invertir y generar utilidades y un rendimiento que compense al accionista en función del riesgo asumido, es decir, el accionista espera un rendimiento por su inversión el cual debe ser generado y otorgado por la empresa.

El CAPM es uno de los principales modelos para la valuación de activos financieros, usado por profesionales financieros, así como el modelo de valuación por arbitraje (APT por sus siglas en inglés) que el siguiente subtema se abordara. El CAPM ofrece la oportunidad de conocer el rendimiento esperado de los accionistas y consiste en contemplar un rendimiento libre de riesgo y una prima adicional por el riesgo asumido que resume la siguiente fórmula:

Ecuación 4: Rendimiento Esperado CAPM

$$E(R) = R_f + \beta * R_p$$

Donde:

E (R)	=	Rendimiento esperado
R _f	=	Tasa de rendimiento para un activo libre de riesgo
β	=	La Beta del activo la cual representa la sensibilidad del rendimiento del activo en función al rendimiento del mercado
R _p	=	Premio al riesgo, o dicho de otra manera, el rendimiento que paga el mercado por encima de la tasa libre de riesgo

En el CAPM se relaciona el riesgo del mercado o riesgo no diversificable con los rendimientos esperados de un activo financiero, en seguida se describirán los elementos que forman este modelo.

Como se observa la primera parte de la formula es la tasa libre de riesgo mientras que la segunda parte es considerada la compensación por el riesgo, esta relación es válida no sólo para empresas publicas que cotizan en bolsa sino también para empresas privadas puesto que la lógica financiera indica que un inversionista debe estar compensado en función al riesgo de la empresa. De esta forma el inversionista por definición debe de recibir la tasa libre de riesgo más una sobretasa de acuerdo al riesgo de la inversión.

Tasa de rendimiento para un activo libre de riesgo

Cuando los beneficios reales de un activo financiero son iguales a los beneficios esperados, el bien es considerado libre de riesgo. Dado que el riesgo y los beneficios están inversamente relacionados, un valor que no tiene riesgo, debería tener una tasa libre de riesgo conocida también como Risk Free Rate (Rf).

En México en teoría, los rendimientos que otorgan los instrumentos del gobierno federal tales como CETES y Bondes, deberían ser tasas libres de riesgo, sin embargo aunque la probabilidad de impago es mínima, no por ser bonos gubernamentales en este caso de México pero de cualquier país en general no están libres de riesgo puesto que no cumplen todos los requisitos que debería cumplir una tasa libre de riesgo, misma critica que hace (Sansores Guerrero, 2008), por ejemplo en México, en la década de los 80's cuando la economía del país estaba en situaciones críticas, la tasa libre de riesgo no se determinaba mediante subasta sino por disposición oficial.

Al igual si consideramos que es tasa libre de riesgo por ser emitida por el gobierno, basta recordar a principios del 2000 como el gobierno argentino derivado de la crisis cayó en impago de sus obligaciones y deudas.

Para el presente trabajo se considera como la tasa libre de riesgo los CETES a 360 días.

Beta

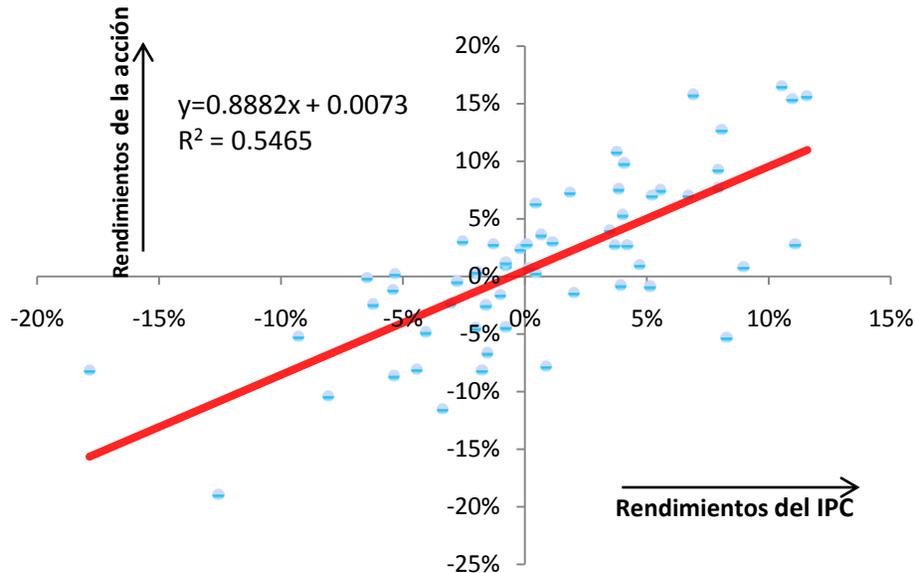
El coeficiente de riesgo Beta (β) es una medida de cómo se espera que los rendimientos de un activo financiero, cambien en relación a los movimientos en una inversión de riesgo promedio en este caso el IPC, dicho en otras palabras, representa la sensibilidad del rendimiento del activo en función al rendimiento del mercado.

Una acción con $\beta = 1$ tiende a subir y a bajar el mismo porcentaje que el del mercado, acciones con $\beta > 1$ tienden a subir y a bajar en un porcentaje mayor al del mercado, son muy sensitivos a los cambios del mercado, de manera similar, acciones con $\beta < 1$ tienen un bajo nivel de riesgo sistemático y son menos sensitivos a los movimiento del mercado.

Entre mayor sea el coeficiente beta mayor será el riesgo mercado y por ende mayor el rendimiento a exigir. Un coeficiente beta de 1 (neutral) indica que la acción de la empresa tiende a tener el mismo riesgo que el mercado, un coeficiente mayor a 1 (agresiva) significa que la acción tiene más riesgo mercado y un coeficiente menor a 1 (defensiva) significa que la acción tienen menos riesgo que el mercado.

Matemáticamente es posible representarla con una gráfica de dispersión y graficando una regresión lineal del IPC y la acción de una empresa, tomando observaciones mensuales de los rendimientos de ambos, durante cinco años (60 observaciones), lo que dará a conocer la Beta de la acción respecto al mercado. En el eje de las ordenadas (x) será representado por los rendimientos del IPC y en el eje de las abscisas (y) será representado por los rendimientos de la acción, la pendiente que corresponde a la Beta medirá el riesgo de la acción respecto al IPC ó dicho de otra manera, es el coeficiente de sensibilidad de un activo en cuestión respecto a los movimientos del mercado.

Grafica 1: Regresión lineal del IPC y una acción



Fuente: Propia - Regresión lineal de 60 rendimientos mensuales históricos (2006-2011) entre IPC y WALMEX.

Mientras que la Beta se aproxime a 1 el riesgo no diversificable de la acción será menor, por lo que una Beta de 1.5 será más riesgosa que el mercado y viceversa. Mientras que la empresa sea madura tenderá a ser más grande y diversificada y su Beta tenderá al promedio, es decir uno.

También la Beta mide el riesgo de capital y cuando es usado en el modelo de cotización del bien de capital, proporciona un estimado del rendimiento esperado, también conocido como el costo de capital. Mientras que el resultado del CAPM representa un beneficio esperado desde la perspectiva del inversionista por asumir el riesgo, desde la perspectiva del administrador, representa un costo esperado, es decir, un costo de capital (Equity).

Cabe destacar que cuando se calcula el rendimiento del accionista mediante el modelo CAPM, se asume que es un inversionista marginal, es decir, que incorporará la acción a un portafolio de inversión bien diversificado por lo que elimina el riesgo no sistemático y sólo estará sujeto y compensado por el riesgo sistemático o mercado de la acción.

Determinantes de Beta (Morales Pelagio, 2010, pág. 31):

Cuando se compara el riesgo de una compañía con el de otra, es importante comprender cómo tres factores fundamentales determinan la Beta de una empresa. Si un cambio toma lugar en cualquiera de esos tres factores, el analista debe ajustar la Beta de acuerdo a:

Tipo de negocios

Dado que las Betas miden el riesgo de una empresa relativo a un índice de mercado, lo más sensible de un negocio son las condiciones del mercado. A esto también se le conoce como riesgo del negocio.

Grado de apalancamiento de operación

El apalancamiento operativo es el porcentaje de los costos totales de una empresa, que están fijos. Otras cosas permanecen igual, un alto apalancamiento de operación reduce la habilidad de la empresa para responder a caídas económicas, y por lo mismo incrementan la variación de los ingresos y a su vez la Beta.

Cantidad de apalancamiento Financiero

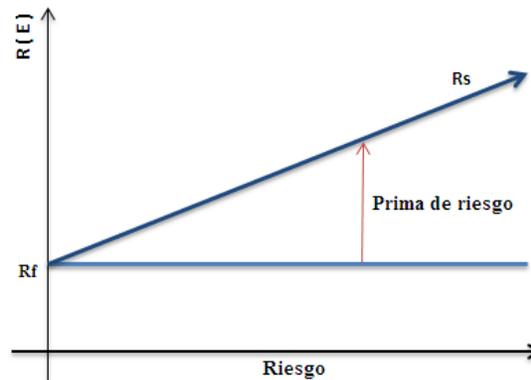
El apalancamiento financiero es la cantidad de deuda contratada. Como los préstamos de la empresa que generan costos fijos en forma de pagos de intereses. Esto hace más volátiles los ingresos, lo cual incrementa la Beta. Esto es conocido como riesgo financiero.

Premio al riesgo

Ya se ha mencionado que el inversionista presenta aversión hacia el riesgo por lo que busca ser compensado por asumirlo. Los valores riesgosos son valorados en el mercado de tal manera que ofrezcan un rendimiento esperado por arriba que los que son valorados con bajo riesgo.

“La recompensa extra, llamada prima de riesgo (risk premium), es necesaria para inducir a los inversionistas con aversión hacia el riesgo, debe existir una relación positiva entre el riesgo y el rendimiento esperado para lograr un equilibrio” (Velarde Dabrowski, 1998, pág. 6).

Ilustración 6. Compensación del mercado entre riesgo y rendimiento



Fuente: (Velarde Dabrowski)

Se entiende la compensación del riesgo como la diferencia entre el rendimiento del mercado (R_s), representado por el índice de precios y cotizaciones (IPC) y el rendimiento a largo plazo en bonos libres de riesgo (R_f).

La forma de calcular la compensación al riesgo es utilizando los rendimientos históricos del índice del mercado representativo de la inversión en consideración y el promedio de los rendimientos a largo plazo de los bonos libres de riesgo suponiendo que los resultados del pasado son una fiel representación de los rendimientos futuros esperados:

Ecuación 5: Compensación al riesgo

$$R_p = \mu R_m - \mu R_f$$

Donde

R_p	= Premio al riesgo
μR_m	= Promedio de los rendimientos del mercado
μR_f	= Promedio de la tasa libre de riesgo

“La prima al riesgo es difícil de estimar, un aproximado común es asumir que los inversionistas esperan que los rendimientos en el futuro sean similares a los del pasado” (Velarde Dabrowski, pág. 11).

Esta sobretasa o prima del mercado se puede calcular histórica, usualmente se utiliza la promedio anual de un período para que en función del análisis media varianza, este promedio sea considerado como un valor esperado a largo plazo.

Existe un debate tanto académico como profesional acerca de cuál deba ser la metodología para calcular la prima de riesgo (R_p), cuestiones como si el promedio es un buen indicador del comportamiento futuro de la empresa, qué temporalidad y período debe de utilizarse para calcular el promedio, son algunos de los aspectos que se discuten todavía al día de hoy.

No es el objetivo del presente trabajo y capítulo abordarlos sin embargo para calcular esta prima se desarrollará una metodología comúnmente aceptada a nivel teórico y profesional.

La Teoría financiera establece que para mercados emergentes como el mexicano no existe una base de datos histórico robusta ni tampoco estabilidad en las variables puesto que debido a la alta inflación y tasas de interés en la década de los ochentas y noventas la prima de riesgo es demasiada volátil y con valores poco realistas o congruentes a esperar en el presente y futuro cercano.

Inclusive, si se toma a partir del año 2002 hasta el año 2012, en este periodo existe estabilidad, sin embargo la prima de riesgo del mercado es muy alta producto que en el período considerado, se caracterizo por haber una tendencia o ciclo alcista y cuyo valor difícilmente puede ser sostenible a mediano y largo plazo, en el cuadro siguiente se puede apreciar cómo se estima en este periodo una tasa promedio de R_p de 17.61%.

Fecha	IPC	Rendimiento	Fecha	CETES 360
2002	6,127.09		2002	
2003	8,795.28	43.55%	2003	6.95%
2004	12,917.88	46.87%	2004	8.58%
2005	17,802.71	37.81%	2005	7.92%
2006	26,448.32	48.56%	2006	7.25%
2007	29,536.83	11.68%	2007	7.85%
2008	22,380.32	-24.23%	2008	8.05%
2009	32,120.47	43.52%	2009	5.07%
2010	38,550.79	20.02%	2010	4.85%
2011	37,077.52	-3.82%	2011	4.57%
2012	43,705.83	17.88%	2012	4.61%
	Promedio	24.18%	Promedio	6.57%

R_m	=	24.18%
R_f	=	6.57%
R_p	=	17.61%

Por lo anterior, se propone la metodología para calcular el R_p basándonos en una prima de riesgo de un mercado maduro e incluir una prima por el riesgo del mercado del país de que se trate:

Prima de Riesgo = Prima de riesgo de un mercado maduro + Prima del país emergente

Una manera de saber que tanto debe ser mayor la prima del país con respecto a la prima del mercado maduro es considerando que tanto supera el riesgo del país emergente, para ello se utiliza la medida de desviación estándar relativa la cual se determina de la siguiente manera:

Ecuación 6: Desviación estándar relativa

$$\sigma_{relativa} = \frac{\sigma_{rendimientos \text{ mercado emergente}}}{\sigma_{rendimientos \text{ mercado maduro}}}$$

La manera en que se determinara la $\sigma_{relativa}$ en el presente trabajo es tomando una serie de tiempo que abarque once años comprendidos en el periodo de enero de 2003 a enero 2013, con periodicidades semanales.

El índice representativo del mercado maduro, es este caso el estadounidense con el S&P500 y el índice representativo del mercado emergente, el IPC de la BMV, se presentan de manera resumida en la siguiente tabla⁸, las observaciones se realizan en dólares pues es la moneda en que cotiza el S&P500:

Fecha	S&P500	Variación	Fecha	IPC USD	Variación
03/01/2003	908.60		03/01/2003	599.02	
10/01/2003	927.57	2.088%	10/01/2003	613.13	2.355%
17/01/2003	901.78	-2.780%	17/01/2003	591.61	-3.510%
24/01/2003	861.40	-4.478%	24/01/2003	555.37	-6.126%
.
21/12/2012	1,430.15	1.172%	21/12/2012	3,381.76	0.365%
28/12/2012	1,402.43	-1.938%	28/12/2012	3,366.33	-0.456%
04/01/2013	1,466.47	4.566%	04/01/2013	3,492.43	3.746%
Desviación estándar		2.572%	Desviación estándar		4.088%

Desv Est MX usd	=	4.09%
Desv Est USA usd	=	2.57%
Desv Est relativa	=	1.59

Con esta medida se puede calcular la prima de riesgo a partir del mercado maduro o desarrollado en función de la siguiente fórmula:

$$R_p \text{ mercado emergente} = R_p \text{ mercado maduro} * \sigma \text{ relativa}$$

El R_p del mercado maduro es obtenido de la diferencia del promedio de los rendimientos históricos del índice del mercado (S&P500) mas dividendos y el promedio de los rendimientos de T.Bills resultando en 3.08%.

$$R_p \text{ mercado emergente} = 3.08\% * 1.59 = 4.90\%$$

Es importante señalar que esta prima de riesgo obtenida estaría en términos de la moneda del mercado desarrollado pues su porcentaje es de acuerdo a su moneda, por lo que es necesario convertir esta prima de riesgo obtenido a moneda del país emergente mediante la siguiente fórmula:

⁸ Ver anexo 1 con el total de cotizaciones de ambos índices.

$$(1 + R_p \text{ mercado emergente}) * \frac{(1 + \text{tasa inflación mercado emergente})}{(1 + \text{tasa de inflación del mercado maduro})} - 1$$

Las tasas de inflación se obtendrán a partir de los índices nacionales de precios de cada país:

México			U.S.		
Fecha	INPC	Inflación	Fecha	Cierre	Inflación
2002	70.96		2002	180.90	
2003	73.78	3.977%	2003	184.30	1.879%
2004	77.61	5.191%	2004	190.30	3.256%
2005	80.20	3.333%	2005	196.80	3.416%
2006	83.45	4.053%	2006	201.80	2.541%
2007	86.59	3.759%	2007	210.04	4.081%
2008	92.24	6.528%	2008	210.23	0.091%
2009	95.54	3.574%	2009	215.95	2.721%
2010	99.74	4.402%	2010	219.18	1.496%
2011	103.55	3.819%	2011	225.67	2.962%
2012	107.25	3.568%	2012	229.60	1.741%
	Promedio	4.220%		Promedio	2.418%

Por lo tanto la prima de riesgo para México es la siguiente:

$$(1 + 4.90\%) * \frac{(1 + 4.220\%)}{(1 + 2.418\%)} - 1 = 6.74\%$$

Una vez realizado lo anterior, se tendrá la prima de riesgo de mercado que multiplicada por la beta de la acción de la empresa determinará la compensación por el riesgo que debe generar o proporcionar la inversión en la acción y que se deberá sumar a la tasa libre de riesgo para obtener el rendimiento mínimo esperado.

Derivación del CAPM

Ecuación 7: Derivación del CAPM

$$Z = W_i + W_M$$

Donde

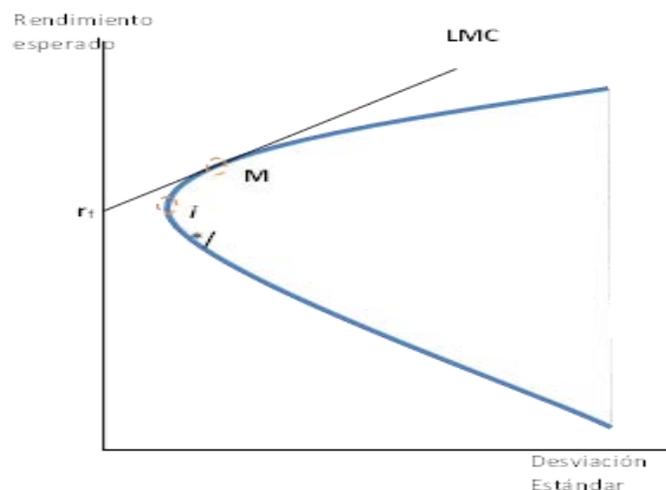
W_i	= Proporción a invertir en el activo de riesgo "i"
W_M	= Proporción a invertir en un portafolio que representa al mercado (portafolio del mercado)
Z	= Portafolio que se construye con el activo "i" y con el portafolio del mercado

Por lo que se deberá analizar cuál es la relación de variabilidad que tiene un activo con el portafolio del mercado que se considera óptimo.

De acuerdo con la ilustración 7, el portafolio óptimo es aquél que maximiza la prima por el riesgo que un portafolio paga por encima de la tasa libre de riesgo – en este caso la pendiente –, y que se caracteriza por la tangencia de la Línea del Mercado de Valores (LMV) y el conjunto de oportunidades de inversión. Con esto podemos decir entonces que el portafolio óptimo es el punto „M“.

Como puede verse, si es cierto lo que afirma el CAPM, el rendimiento esperado de un activo por su riesgo es proporcional a la prima de riesgo del mercado. La proporción está dada por la volatilidad relativa del activo respecto de la volatilidad del mercado.

Ilustración 7. Relación variabilidad activo - mercado



Fuente: Herrera y Carrillo, *op cit.*, pp. 51

Si el CAPM describe correctamente el comportamiento del mercado, los inversionistas mantienen portafolios diversificados para minimizar el riesgo.

También se puede decir que el CAPM provee una visión de cómo el mercado pone precios a los valores determinando los rendimientos esperados.

“Pruebas empíricas demuestran que existe una fuerte relación entre los rendimientos y el riesgo medido por la beta. Sin embargo, la naturaleza y estabilidad de las relaciones precedidas por el LMV no están completamente soportadas por estas pruebas. Los estimados de la beta también están sujetos de error por lo que no se debe confiar solamente en el CAPM. Pero el modelo indica mucho acerca de la manera en que los rendimientos son determinados en el mercado de valores” (Velarde Dabrowski, pág. 13 y 14).

1.5.2 El costo promedio ponderado de capital (WACC)

Toda empresa, proyecto o inversión, requiere recursos para poder llevarse a cabo y poder así operar y generar los ingresos y utilidades necesarios para justificar su existencia y viabilidad a futuro.

Dichos recursos provienen de dos fuentes, a través de los acreedores vía préstamos o créditos y de los accionistas o socios vía aportaciones de capital a la empresa. Para la determinación del costo promedio ponderado de capital (WACC), nos enfocaremos a las fuentes de financiamiento con costo financiero, es decir, aquellas que de forma explícita implica el pago de un interés, rendimiento y/o dividendo por el capital aportado a la empresa.

De esta manera, por el lado del pasivo, se considera sólo el pasivo con costo, es decir, la deuda financiera tanto a corto como a largo plazo y por el lado del capital accionario a todos los recursos que son aportados por los accionistas; en ambos casos a valor mercado.

Es necesario determinar los costos de cada una de estas fuentes para poder estimar WACC una vez conocido la proporción de la deuda y del capital accionario con los que se financia a la empresa, estimado mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 8: WACC

$$WACC = K_e \frac{E}{(D + E)} + K_d \frac{D}{(D + E)}$$

Donde:

WACC	=	Costo promedio ponderado de capital
K_e	=	Costo del capital accionario
K_d	=	Costo de la deuda después de impuestos
E	=	Valor del capital accionario de la empresa
D	=	Valor de la deuda contraída por la empresa

El costo de la deuda después de impuestos (K_d)

Para calcular el costo de la deuda de la empresa, se tiene que apoyar en la información divulgada por la empresa ya sea en los estados financieros y/o en su informa anual. Es necesario determinar la tasa de interés que paga la empresa por la deuda y la tasa marginal o efectiva de impuesto para que con la siguiente fórmula se estime el costo de la deuda después de impuestos:

Ecuación 9: K_d

$$K_d = Tasa\ i * (1 - t)$$

Donde:

K_d	=	Costo de la deuda después de impuestos
Tasa i	=	Tasa de interés pagada por la deuda
t	=	Tasa efectiva o marginal de impuestos

Una manera de conocer la tasa de interés que paga la empresa por la deuda contraída es revisando la tasa en las notas a los estados financieros consolidados de interés, plazo y moneda a las que tiene contraída la empresa todas sus deuda para después ponderar la proporción de cada deuda en pesos por la tasa de interés contratada y así estimar una sola tasa representativa de toda la deuda.

Otra manera de aproximada de calcular la tasa de interés que paga la empresa por su deuda contraída es mediante un sencillo cálculo el cual consiste en dividir los gastos financieros del año entre el saldo promedio de la deuda en el año.

Para la obtención de la tasa de impuestos marginal, se verifica cuál es la tasa de impuesto respectiva mientras que la tasa de impuestos efectiva se calcula dividiendo los impuestos pagados entre el resultado o utilidad antes de impuestos

1.5.3 El modelo multifactorial APT

Modelo por valuación por arbitraje (Arbitrage Pricing Theory (APT)), al igual que el CAPM considera para determinar un rendimiento esperado, una tasa libre de riesgo, sin embargo el rendimiento no solo está en función del riesgo mercado, si no de más factores, representado con la siguiente fórmula: (Morales Pelagio, 2010, pág. 25)

Ecuación 10: Rendimiento Esperado APT

$$R(E) = R_f + (\beta_1)(Rp_1) + (\beta_2)(Rp_2) + \dots \dots \dots (\beta_n)(Rp_n)$$

Donde

R(E)	= Rendimiento esperado
R _f	= Tasa de rendimiento para un activo libre de riesgo
β _n	= Beta del activo en función al factor seleccionado, sensibilidad del rendimiento del activo en función al rendimiento o variación de un factor de riesgo determinado
Rp _n	= Premio al riesgo al activo en función de la variación o rendimiento de la variable determinada, es decir, el rendimiento o variación que tiene la variable determinada por encima de la tasa libre de riesgo

En el modelo se busca incluir todos los factores o variables que influyen en el rendimiento esperado por el accionista y no solo el factor de riesgo del mercado accionario. Aswath Damodaran considera que hay una estrecha relación con el modelo CAPM.

“El CAPM puede ser considerado una caso especial del APT, en el cual hay solo un factor económico derivado de los rendimientos del mercado” (Damodaran, Applied Corporate Finance, a user’s manual, 2006, pág. 71).

“La principal crítica a este modelo y por la cual no ha desplazado la popularidad y uso del CAPM es que no especifica ni determina cuales son los factores o variables de riesgo a contemplar, dejando a criterio esta decisión y sobre todo la imposibilidad de establecer esas variables en general para cualquier activo” (Morales Pelagio, pág. 26), por lo que al determinar mas factores se corre el riesgo de errar al momento de determinarlos y medirlos por lo que la imprecisión en el resultado esperado puede elevarse.

Aún cuando se ha avanzado empíricamente al respecto, y se ha logrado identificar por ejemplo que el modelo consiste básicamente en descomponer la matriz de covarianza completa original de Markowitz en riesgos relacionados a factores diversos y riesgos residuales, no hay consenso en la identificación de los factores pertinentes.

La intención del presente trabajo no es desarrollar el modelo APT, sin embargo se considera conveniente mencionarlo como un modelo de valuación existente.

Capítulo II. Diseño de las pruebas de medición de eficiencia de forma débil y semifuerte para las acciones

2.1 Medición de la eficiencia de forma débil de las acciones mediante la aplicación de técnicas estadísticas

2.1.1 Medición de la normalidad de los rendimientos de las acciones como prueba de aleatoriedad en los precios

Tal como se describió en el capítulo anterior, la hipótesis de los mercados eficientes (HME) de forma débil establece que los precios de los activos incorporan toda la información histórica y la información sobre la tendencia de los precios o patrones repetitivos, por lo que los cambios en precios en el pasado no predicen los cambios en el futuro de modo que una estrategia basada en el análisis de estos elementos no puede generar constantemente rendimientos superiores a los del mercado.

Al medir la normalidad en los rendimientos de las acciones se puede saber que tan aleatorios puede ser la evolución de los precios o que tendencia presentan en base a los resultados históricos disponibles, encajando en la HME de forma débil cuando expresa que el comportamiento en el pasado no impacta en los resultados en el futuro, es decir, que los resultados futuros no presentan una tendencia definida por su comportamiento anterior y que pueden tener resultado tan aleatorios como las condiciones de mercado lo permitan.

Si se presentará una tendencia en el comportamiento de la acción (no sigue un comportamiento aleatorio) existirían oportunidades financieras para beneficiarse de la deficiencia en el mercado, contradiciendo la HME. Como ya se ha mencionado esta deficiencia se presenta en los mercados financieros que no son perfectamente competitivos o que no existen restricciones para realizar transacciones; por lo que medir la normalidad en los rendimientos de las acciones ayudará en esta investigación a comprobar si se distribuyen de forma aleatoria y se comprueba la eficiencia de mercado de forma débil en los rendimiento de las acciones.

En este apartado se planteará la(s) pruebas(s) para medir la eficiencia de mercado de forma débil de las acciones del mercado mexicano. A continuación se describirá de forma práctica algunas técnicas y pruebas de cómo medir la normalidad en los rendimientos de las acciones.

Recuérdese que la distribución normal es una distribución continua por lo que se pueden utilizar variables como precios y rendimiento y otras medidas divisibles infinitamente, ideal para este propósito.

La normalidad en los rendimientos de las acciones puede ser observada de manera descriptiva para suponer que la muestra proviene de una población con distribución normal, y así aplicar técnicas que se basan en el supuesto de que la población presenta aproximadamente dicha distribución, por ejemplo, un histograma.

Aunque esta opción ofrecen una sencilla y previa visión de la distribución normal de la variable, no pueden tomarse como una prueba sólida y definitiva para asegurar que efectivamente dicha variable sigue una distribución normal, sin embargo, la exposición de ellas es con el objetivo de ejemplificar de forma gráfica lo que se pretende comprobar a través de métodos no paramétricos más comunes y efectivos como el de Kolmogorov-Smirnov.

2.1.1.1. Histograma

Se dibujará el histograma de una muestra de una población con distribución desconocida, como los rendimientos diarios de Walmart por el periodo de 2007 a 2011, sin considerar los días en que no hubo cotización, determinando el rendimiento efectivo de una acción de la siguiente manera:

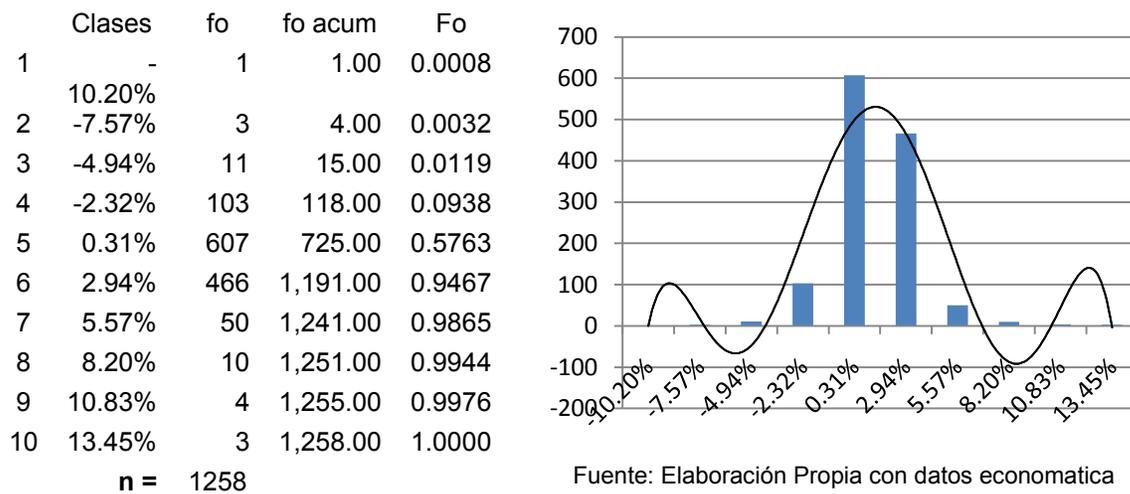
Ecuación 11: Rendimiento efectivo de una acción

$$R_{acción} = \frac{(P_{final} - P_{inicial})}{P_{inicial}}$$

En primer lugar se identifica el valor máximo y mínimo de los datos observados, se establece un número de clases y se determina la frecuencia de clase para graficar un histograma y se finaliza trazando una línea sobrepuesta sobre el histograma para observar la forma de la campana y compararla con la de una distribución normal.

Si los datos son aproximadamente normales, la forma de la gráfica será similar a la de la curva normal (con forma de joroba y simétrica alrededor de la media). En este caso hay un cierto parecido, por lo que en principio, podría suponerse que la muestra provenga de una población y concluir que se asemeja a la curva normal teórica.

Tabla 2. Histograma de rendtos. diarios walmart, 2007 - 2011



Esta técnica proporciona evidencia de forma descriptiva acerca de la distribución de la variable en estudio, y puede inferirse que su comportamiento es aleatorio, pero es necesario desarrollar para este trabajo de investigación una prueba más contundente que podría ser la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) siendo ampliamente utilizada por su certeza y sencillez.

2.1.1.2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

(Levin & Rubin, pág. 655) explican que esta prueba es conocida como K-S en honor a sus desarrolladores, se trata de un método no paramétrico sencillo para probar si existe una diferencia significativa entre una distribución de frecuencias observada y una distribución de frecuencias teórica, por consiguiente es una medida de bondad de ajuste de una distribución de frecuencias.

Porque la distribución de probabilidad de D_n , depende del tamaño de la muestra n , pero es independiente de la distribución de frecuencias esperada (D_n , es un estadístico de “distribución libre”) (Levin & Rubin, pág. 655).

“La ventaja de utilizar métodos paramétricos como este es que (Levin & Rubin, pág. 653)”

1. No requiere la suposición de que una población está distribuida en forma de curva normal u otra forma específica,

2. Generalmente, es más sencillo realizarlas y entenderlas y
3. Algunas veces ni siquiera se requiere un ordenamiento o clasificación formal.

Aunque también presenten ciertas desventajas como:

1. Ignoran cierta cantidad de información y
2. A menudo no son tan eficientes o “claras” como las pruebas paramétricas.

Para ilustrar esta prueba se empleará de igual manera los rendimientos diarios de Walmart por el periodo de 2007 a 2011 con una media de 0.05% y una desviación estándar de 2.09% y se desea probar esta hipótesis al nivel de significancia del 0.05, por lo que hipótesis se formula de la siguiente manera:

H_0 : Una distribución normal con μ de 0.05% y σ de 2.09% es una buena descripción de la distribución que sigue los rendimientos diarios de Walmart por el periodo analizado.

H_1 : Una distribución normal con μ de 0.05% y σ de 2.09% no es una buena descripción de la distribución que sigue los rendimientos diarios de Walmart por el periodo analizado.

$\alpha = 0.05$ (nivel de significancia para probar la hipótesis)

Al comparar las frecuencias esperadas con las observadas, es posible examinar la magnitud de la diferencia entre ellas: la desviación absoluta. En la siguiente tabla se enumeran las frecuencias acumuladas observadas relativas F_0 , las frecuencias acumuladas relativas esperadas F_e , y las desviaciones absolutas para $x = 1$ a 10.

Tabla 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Clases	f _o	f _o acum	F ₀	Z	Prob acum	Prob	f _e	f _e acum	F _e	(F _e - F ₀)	
1	-10.20%	1	1.00	0.0008	-4.89	0.0000	0.00	0.00	0.0000	0.0008	
2	-7.57%	3	4.00	0.0032	-3.64	0.0001	0.17	0.17	0.0001	0.0030	
3	-4.94%	11	15.00	0.0119	-2.38	0.0086	10.58	10.76	0.0086	0.0034	
4	-2.32%	103	118.00	0.0938	-1.13	0.1293	151.89	162.65	0.1293	-0.0355	
5	0.31%	607	725.00	0.5763	0.13	0.5497	528.93	691.58	0.5497	0.0266	
6	2.94%	466	1,191.00	0.9467	1.38	0.9162	460.97	1,152.55	0.9162	0.0306	
7	5.57%	50	1,241.00	0.9865	2.63	0.9958	100.15	1,252.70	0.9958	-0.0093	
8	8.20%	10	1,251.00	0.9944	3.89	0.9999	5.24	1,257.94	0.9999	-0.0055	
9	10.83%	4	1,255.00	0.9976	5.14	1.0000	0.06	1,258.00	1.0000	-0.0024	
10	13.45%	3	1,258.00	1.0000	6.40	1.0000	0.00	1,258.00	1.0000	0.0000	
n =		1258				1.0000					

Para calcular el estadístico K-S simplemente se elije D_n, la desviación absoluta máxima de F_e, alejada de F₀, que es 0.0306 en x = 2.94%.

La prueba K-S siempre debe ser de una cola por lo que se identifica el valor crítico buscando n = 1,258 y la columna para un nivel de significancia de 0.05, encontrando que el valor crítico de D_n, debe calcularse usando la formula:

Ecuación 12. Fórmula K-S

$$\frac{x}{\sqrt{n}} = \frac{1.36}{\sqrt{1,258}} = \frac{1.36}{35.4683} = 0.0383$$

El siguiente paso es comparar el valor calculado de D_n (0.0306) con el valor crítico de D_n que se encuentra en la tabla (0.0383). Si el valor de la tabla para el nivel de significancia elegido es mayor que el valor calculado de D_n, entonces se acepta la hipótesis nula. Obviamente, 0.0383 > 0.0306, así que se acepta H₀ y se llega a la conclusión de que una distribución normal con una μ de 0.05% y σ de 2.09% es una buena descripción de la distribución que siguen los rendimientos diarios de Walmart por el periodo analizado.

2.1.2 Determinación de la no dependencia o autocorrelación de los rendimientos de las acciones

2.1.2.1 Prueba de signo para datos por pares

Esta es una de las pruebas más sencillas de la pruebas no paramétricas. Su nombre se debe a que está basada en la dirección de un par de observaciones y no es su magnitud numérica.

Considérese los rendimientos diarios de Walmart por el año 2011 (252 observaciones) sin incluir los días que no hubo cotización por suspensión de operaciones en la BMV, considerando el signo que posea cada rendimiento podrá deducirse que subió o si no subió el rendimiento de la acción, si el rendimiento es positivo es porque “Subió” y si es negativo o se mantuvo se refiere a que “No subió”. En este caso, la prueba de signo nos puede ayudar a determinar si los rendimientos se comportan de acuerdo a una tendencia marcada por sus resultados históricos o si se comportan de forma aleatoria al ser iguales las probabilidades que sus resultados suban o no suban.

En la siguiente tabla se refleja las veces en que subió la acción y en las que no subió.

Subió	126
No subió	126
Total muestra	<u>252</u>

Para el año 2011 es evidente que la probabilidad de que suba y la que no suba es idéntica, no hay diferencia entre los dos posibles resultados, al establecer la hipótesis versaría de la siguiente manera:

$H_0: p = 0.5 \rightarrow$ Hipótesis nula: la probabilidad que ocurra cualquier resultado es la misma

$H_1: p \neq 0.5 \rightarrow$ Hipótesis alternativa: la ocurrencia de los resultados esta sesgada

Esto es similar al lanzamiento de una moneda no cargada, que al lanzarla 20 veces y $p = 0.5$, se esperaría aproximadamente 10 caras y 10 cruces. En este caso se utiliza la distribución binomial como la distribución de muestreo apropiada.

Donde

P_{H_0}	=	0.5	→	Proporción hipotética de que el rendimiento de la acción suba
P_{H_1}	=	0.5	→	Proporción hipotética de que el rendimiento de la acción no suba
n	=	252		
p	=	0.50	→	Proporción de éxitos de la muestra (126/252)
q	=	0-50	→	Proporción de fracaso de la muestra (126/252)

Los resultados de esta prueba quieren decir que existe la misma probabilidad de que el rendimiento de la acción suba o que no suba, y es precisamente lo que asegura la HME en su forma débil, que los precios de los activos incorporan toda la información histórica y la información sobre la tendencia de los precios o patrones repetitivos, por lo que los cambios en precios en el pasado no predicen los cambios en el futuro, en este caso no puede asegurarse que sucederá el día de mañana con el precio de la acción solamente observando su comportamiento en el pasado, por lo tanto la eficiencia en su forma débil se cumple en el precio de la acción de Walmart por el año 2011.

Ahora se analizara los rendimientos del mismo activo para el año 2010, 2009, 2008 y 2007 donde esta vez no coincide a la perfección el número de veces que subió y no subió, sin embargo se pretende comprobar que estadísticamente si son iguales, y así llegar a las mismas conclusiones que en el periodo de 2011.

	2011	2010	2009	2008	2007
Subio	126	134	137	119	139
No subio	126	118	114	133	112
N	252	252	251	252	251

La probabilidad esperada al igual que para el año 2011 es de 0.5 para ambos resultados por lo que al establecer la hipótesis quedaría de la siguiente manera:

$H_0: p = 0.5$ → Hipótesis nula: la probabilidad que ocurra cualquier resultado es la misma en cada año.

$H_1: p \neq 0.5 \rightarrow$ Hipótesis alternativa: la ocurrencia de los resultados esta sesgada para cada uno de los años.

Es este caso también se utilizará la distribución normal para aproximar a la binomial.

$P_{H_0} = 0.5 \rightarrow$ Proporción hipotética de que el rendimiento de la acción suba.

$P_{H_1} = 0.5 \rightarrow$ Proporción hipotética de que el rendimiento de la acción no suba.

	2011	2010	2009	2008	2007
$p = 0.50$	0.50	0.53	0.55	0.47	0.55
$q = 0.50$	0.50	0.47	0.45	0.53	0.45

Lo que se desea es probar la hipótesis de que no hay diferencia en los resultados a un nivel de significancia de 0.05, por lo que el primer paso es calcular el error estándar de la proporción:

Ecuación 13: Error estándar de la proporción distribución binomial

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}} =$$

	2011	2010	2009	2008	2007
σ_p	0.03150	0.03143	0.03143	0.03145	0.03148

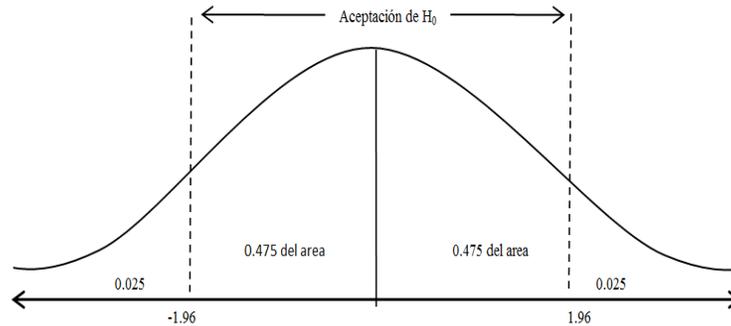
Lo que se quiere saber es si la proporción verdadera es mayor o menor que la proporción hipotética, de modo que se trata de una prueba de dos colas. Ahora se deberá de estandarizar la proporción de la muestra:

$$z = \frac{p - p_{H_0}}{\sigma_p}$$

	2011	2010	2009	2008	2007
Z	0.0000	1.0099	1.4579	-0.8833	1.7142

Al colocar los valores estándar en la escala z, se ve que la proporción de la muestra se encuentra en la región de aceptación como se ilustra en la siguiente gráfica:

Grafica 2: Distribución normal para prueba de signo



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto se debe aceptar que los rendimientos diarios de Walmart por los años de 2007 a 2011 tienen la misma probabilidad de subir y de no subir y que no siguen una tendencia o presentan un sesgo en su comportamiento, por lo que basar una estrategia de inversión analizando únicamente su comportamiento pasado o su tendencia no se podría predecir su evolución y obtener ganancias extraordinarias en base a ello.

2.1.2.2 Prueba U de Mann-Whitney

Al utilizar las pruebas no paramétricas no debe satisfacerse la suposición de normalidad, por lo que no conocer el tipo de distribución de una variable no es un problema. Esta prueba permite determinar si dos muestras independientes se obtuvieron de la misma población (o de distintas poblaciones con la misma distribución), al hablar de dos muestras independientes se supone que ninguna de las dos influye en la otra o que una está en función de la otra. Se remarca este aspecto puesto que este apartado de la misma manera que en el anterior se pretende observar la eficiencia de forma débil, dado que las variables a evaluar son los rendimientos del día de hoy (Y) y los rendimientos del día anterior (X), de una acción, tal como indica la HME de forma débil, el comportamiento de los cambios en precios de una acción en el pasado no predicen los cambios en el futuro.

Nuevamente considérese los rendimientos diarios de Walmart por el año 2011 (252 observaciones) sin incluir los días que no hubo cotización por suspensión de operaciones en la BMV, se desea probar la hipótesis de que los rendimientos de las acciones tiene la misma probabilidad de subir que de no subir, que el comportamiento no está sesgado.

Para comenzar con la prueba se debe de obtener los rendimientos diarios de la acción de Wal-Mart y posteriormente identificar los rendimientos de hoy y de ayer. Por ejemplo:

Fecha	Precio	Rendimiento	Resultado	Hoy	Ayer
31/12/2010	17.3453				
03/01/2011	17.3600	0.0846%	Subió		
04/01/2011	17.3991	0.2254%	Subió	0.2254%	0.0846%
05/01/2011	17.5996	1.1523%	Subió	1.1523%	0.2254%
06/01/2011	17.6240	0.1389%	Subió	0.1389%	1.1523%
...
28/12/2011	15.5800	-1.5171%	No subió	-1.5171%	-0.0632%
29/12/2011	15.8800	1.9255%	Subió	1.9255%	-1.5171%
30/12/2011	15.8200	-0.3778%	No subió	-0.3778%	1.9255%

Las muestra se refiere a los 251 rendimientos de ayer y los 251 rendimientos de hoy, el siguiente paso es clasificarlos en orden ascendente, indicando junto a cada rendimiento el símbolo de hoy y ayer.

Rango	Rendimiento	Día
1	-4.9645%	Hoy
2	-4.9645%	Ayer
3	-4.2098%	Hoy
...
500	3.8790%	Ayer
501	4.4808%	Hoy
502	4.4808%	Ayer

Los símbolos utilizados para la prueba U de Mann Whitney, en el contexto de este problema:

Donde

n_1	=	número de elementos de la muestra 1, es decir, el numero de rendimientos de hoy
n_2	=	número de elementos de la muestra 2, es decir, el numero de rendimientos de ayer
R_1	=	Suma de los rangos de los elementos en la muestra 1: la suma de los rangos de todos los rendimientos de hoy
R_2	=	Suma de los rangos de los elementos en la muestra 2: la suma de los rangos de todos los rendimientos de ayer

$$R_1 \quad 62,954$$

$$R_2 \quad 63,299$$

$$\hline 126,253$$

En este caso tanto n_1 como n_2 son iguales a 251, pero no es necesario que ambas muestras sean del mismo tamaño.

Ahora se puede determinar el estadístico U , una medida de la diferencia entre las observaciones clasificadas de las dos muestras de rendimientos:

Ecuación 14: Estadístico U

$$\begin{aligned} U &= n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1 \\ &= (251)(251) + \frac{251(251 + 1)}{2} - 62,954 \\ &= 63,001 + 31,626 - 62,954 = 31,673 \end{aligned}$$

Si la hipótesis nula de que n_1 y n_2 observaciones provienen de poblaciones idénticas es cierta, entonces el estadístico U tiene una distribución muestral con media de:

Ecuación 15: Media estadístico U

$$\mu_U = \frac{n_1 n_2}{2} = \frac{(251)(251)}{2} = 31,500$$

Y un error estándar de:

Ecuación 16: Error estándar del estadístico U

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{(251)(251)(251 + 251 + 1)}{12}} = \sqrt{\frac{31,689,503}{12}} = 1,625$$

La distribución muestral del estadístico U puede aproximarse por la distribución normal cuando tanto n_1 como n_2 son mayores a 10. Ya que se cumple con este supuesto se puede usar la tabla de distribución de probabilidad normal estándar para hacer la prueba. Se desea probar a un nivel de significancia del 0.05 la hipótesis de que estas muestras, fueron extraídas de poblaciones idénticas.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 \rightarrow$ Hipótesis nula: no hay diferencia entre las poblaciones, tienen la misma media

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \rightarrow$ Hipótesis alternativa: existe una diferencia entre las poblaciones, tienen distintas medias

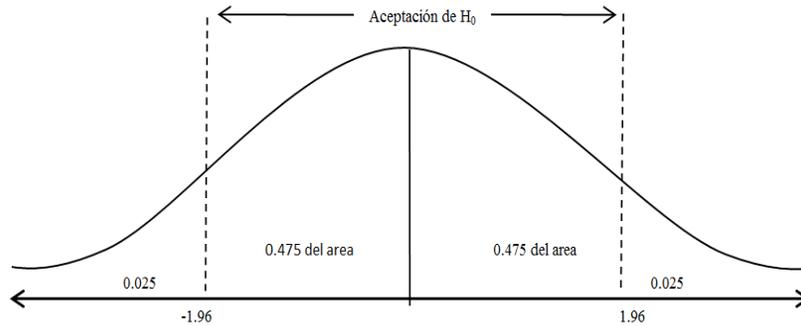
Lo que se desea saber es si tiene la misma probabilidad de subir como de no subir el precio de la acción o si tiene alguna tenencia, y ya que se está usando la distribución normal como distribución de la muestra se puede determinar el valor crítico para un área de 0.475 que es de 1.96. Por lo que se deberá de estandarizar U .

Ecuación 17: Estandarización de U

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U}$$

$$z = \frac{31,673 - 31,500}{1,625} = 0.1062$$

Grafica 3: Distribución normal para la prueba U de Mann-Whitney



Fuente: Propia elaboracion

El valor estandarizado de la muestra U y los valores críticos de z para la prueba demuestran que el estadístico de la muestra está dentro de los valores críticos y concluir con el supuesto de que ambas muestras son independientes y que provienen de una población con distribución normal, pero esto era predecible, en primer lugar porque el número de veces que sube y no sube son las mismas, y en segundo porque la prueba de signo dio un resultado preciso de que la probabilidad era idéntica para ambos resultados. Por lo que repitiendo los mismos pasos anteriores pero ahora con los periodos de 2007 a 2010 donde no son iguales el número de veces que sube y no sube, aunque ya se tiene un antecedente con la prueba de signo que en estos años las probabilidades de que suba el precio de la acción es la misma que no suba, con los siguientes resultados podremos confirmar esa hipótesis y asegurar que los rendimientos del día de hoy son independientes de los de ayer planteado la misma hipótesis como se hizo al analizar el periodo 2011.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 \rightarrow$ Hipótesis nula: no hay diferencia entre las poblaciones, tienes la misma media

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \rightarrow$ Hipótesis alternativa: existe una diferencia entre las poblaciones, tienes distintas medias

También se está usando la distribución normal como distribución de la muestra por lo que se puede determinar el valor crítico para un área de 0.475 que es de 1.96 tal como se hizo anteriormente. Estandarizando U en cada uno de los años se tiene que el valor de Z para contrastarlo con los valores críticos:

	2011	2010	2009	2008	2007
Z	0.1062	0.1043	0.1467	-0.0360	0.0830

Por lo que se puede concluir que las poblaciones son similares con una misma media y que provienen de una población con una distribución normal, resultados que concuerdan con la HME, que como repetidas veces se ha dicho que los cambios en precios en el pasado no predicen los cambios en el futuro de modo que una estrategia basada en el análisis de estos elementos así como en tendencias no puede generar constantemente rendimientos superiores a los del mercado.

2.1.2.3 Prueba de regresión AYER - HOY

En las dos pruebas no paramétricas anteriores se aprecia cómo se contrasta la muestra observada con una distribución normal para suponer normalidad en los rendimientos y descarta o comprobar una tendencia entre dos muestras observadas, ahora se incorporará el concepto de correlación entre las muestras para comparar el comportamiento entre las diferentes acciones que se sometan a pruebas que midan su eficiencia, así como la validación de las hipótesis planteadas y los parámetros que soporte la evidencia de las hipótesis aceptadas.

Esta prueba de igual manera pretende comprobar la aleatoriedad de los rendimientos de las acciones con la ventaja de medir de forma comprensible a través del coeficiente de correlación y determinación, pues una regresión ayudará a relacionar y estimar la dependencia entre los rendimientos de una acción y poder identificar una influencia en el comportamiento pasado de la misma o presumir una aleatoriedad en la evolución.

Las variables a relacionar son los rendimientos del día de HOY con los rendimientos del día de AYER, validado el parámetro β para soportar la hipótesis a probar, y soportarlo con el p-value.

Para ejemplificar la prueba se realizará utilizando la herramienta de análisis de datos de Excel, interpretando los estadísticos obtenidos. Para mayor detalle de cada elemento de esta prueba favor de remitirse a la explicación detallada de la regresión entre el EBITDA y Precio de la Acción del siguiente subtema donde puede apreciarse cada uno de los elementos de la prueba estadística regresión lineal simple.

Para homologar con las pruebas anteriores se consideran los rendimientos diarios de Walmart por el año 2011 (252 observaciones) sin incluir los días que no hubo cotización por suspensión de operaciones en la BMV.

WALMEXV

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	11.2202%
Coefficiente de determinación R²	0.012589
R ² ajustado	0.0086397
Error típico	0.0156982
Observaciones	252

ANÁLISIS DE VARIANZA

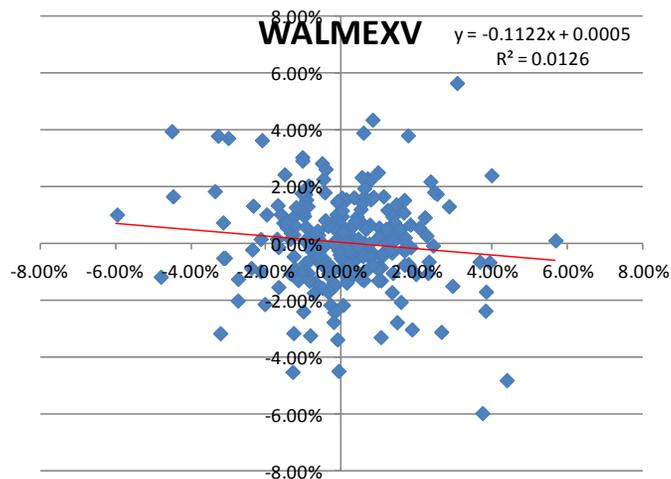
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	0.00079	0.00079	3.18747	0.07542			
Residuos	250	0.06161	0.00025					
Total	251	0.06239						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	0.0005	0.0010	0.5466	0.5851	-0.0014	0.0025	-0.0014	0.0025
AYER (X)	-0.1122	0.0628	-1.7853	0.0754	-0.2360	0.0116	-0.2360	0.0116

La eficiencia de forma débil es medida considerando R y R², al ser esto dos coeficientes cercanos a cero indicaría una mejor eficiencia de mercado, pues indicaría que el rendimiento de HOY no está determinado o influenciado por el rendimiento de AYER, en este caso apreciamos una correlación del 11.22%

solamente, y un R^2 indicando que tan bien se ajusta la línea de regresión a los datos.

El validar el parámetro β con la $H_0: \beta = 0$, indicando que los rendimientos de HOY tienen una baja o nula sensibilidad respecto a los rendimientos de AYER, arroja una $B = -0.1122$ contrastado con un Estadístico-t de -1.7853 posicionándose entre los valores críticos o zona de aceptación no rechazando $H_0: \beta = 0$, y soportado con el p-value de 0.0754 , indicando que el valor obtenido en β es probable en un 92%.

Grafica 4: Regresión AYER - HOY Walmart



Fuente: Elaboración propia con datos de economática.

El gráfico aporta de forma visual la descripción de los parámetros y coeficientes descritos anteriormente y puede apreciarse la dispersión de los datos ejemplificando una eficiencia alta en su forma débil.

Ya que se explicaron las tres pruebas para verificar la aleatoriedad de los precios y la dependencia entre los rendimientos:

- Prueba de diseño para dos datos
- Prueba U de Mann-Whitney
- Prueba de regresión AYER - HOY

En donde los dos primeros son pruebas no paramétricas y el último incorpora validación de parámetros, además que en cada uno es posible identificar la

aleatoriedad a través de la contrastación de una hipótesis nula se deberá optar por el más riguroso al momento de elaborar las pruebas a cada una de las acciones que conformen la muestra a analizar.

2.2 Medición de la eficiencia de forma semifuerte de las acciones mediante la asociación o correlación del precio de la acción con información pública relevante

2.2.1 Relación estadística del EBITDA de la empresa como medida de valor con el precio de la acción

Como se mencionó en el marco teórico al abordar la teoría e hipótesis de mercados eficientes, la eficiencia de forma semifuerte implica que los precios de los activos incorporan toda la información pública disponible, es decir, los precios deben de reflejar toda información histórica, actual y previsible en el futuro que se puedan obtener de fuentes públicas.

Por lo anterior, se esperaría que la información financiera acerca del desempeño de la empresa tuviera alguna relación o impacto en el comportamiento del precio de su acción. Una prueba para medir la eficiencia de forma semifuerte de la acción de una empresa consistiría en estimar estadísticamente la relación que existe entre el precio de la acción y una variable financiera fundamental de la empresa, encontrando evidencia de la eficiencia de mercado de la acción de forma semifuerte si esta relación es estadísticamente significativa.

En este apartado, se plantea como prueba estadística una regresión lineal simple construida mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios para relacionar y estimar la dependencia del precio de la acción con alguna variable financiera fundamental y así determinar qué tan representativa es esta variable en el comportamiento del precio de la acción.

El modelo matemático que representa esta relación es como sigue:

Ecuación 18: Modelo matemático de la regresión

$$y = a + bx$$

Donde

y	=	Variable dependiente
α	=	Constante
b	=	Pendiente de la recta
x	=	Variable independiente

El objetivo de la regresión es estimar o predecir el valor promedio de la variable con base en los valores conocidos o determinados de los valores explicativos.

De modo que el modelo económico se representa:

$$\text{Precio de la acción} = a + b (\text{variable financiera fundamental})$$

La variable financiera fundamental a relacionar con el precio de la acción es la utilidad antes de intereses, impuestos, amortización y depreciación (EBITDA, por sus siglas en inglés), el cual representa el flujo de efectivo operativo, es decir, el efectivo realmente generado por la empresa antes de partidas o cargos virtuales, base para la estimación del flujo de efectivo libre para una empresa. La razón de utilizar esta variable es la importancia que tiene al estimar la ganancia neta, rentabilidad y generación de valor de la empresa.

De esta manera, la relación lineal planteada entre el precio de la acción y la variable financiera se representa con el modelo econométrico siguiente:

Ecuación 19: Modelo econométrico de la regresión

$$PPA = \alpha + \beta (EBITDA) + \varepsilon_i$$

Donde

PPA	=	Variable dependiente y significa el precio por acción de la empresa
α	=	Parte del precio de la acción de la empresa que no es explicada por la variable independiente
β	=	Sensibilidad del precio de la acción ante los valores de la variable independiente
EBITDA	=	Variable independiente y significa la utilidad antes de intereses, impuestos, amortización y depreciación
ε_i	=	Perturbación o error estocástico (Gujarati Damodar, 2003, pág. 43)

Los parámetros α y β se obtienen a partir de:

Ecuación 20: Parámetro β

$$\hat{\beta} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2}$$

Ecuación 21: Parámetro α

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X}$$

Por la construcción del modelo se tiene que: $E(\varepsilon_i) = 0$, $E(\varepsilon_i)^2 = \sigma_i^2$; y por hipótesis: Covarianza $(\varepsilon_i, X) = 0$, $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$.

Para el análisis de la dependencias se tomara en cuenta dos aspectos fundamentales, el primero es el coeficiente de determinación r^2 el cual representa una medida que indica que tan bien se ajusta la línea de regresión muestral a los datos, es decir, mide la proporción o el porcentaje de la variación total en Y explicada por el modelo de regresión (Gujarati Damodar, 2003, pág. 78).

Los límites del coeficiente de determinación son $0 \leq r^2 \leq 1$, un r^2 de 1 significa un ajuste perfecto, es decir $\hat{Y} = Y_i$. Por otro lado, un r^2 de cero significa que no hay relación alguna entre la variable dependiente y la variable independiente, es decir, $\hat{\beta} = 0$. El coeficiente de determinación se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

Donde

\hat{Y}	=	y estimada
Y_i	=	y observada

Ecuación 22: Coeficiente de determinación

$$r^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2} = \frac{SEC}{STC}$$

ó

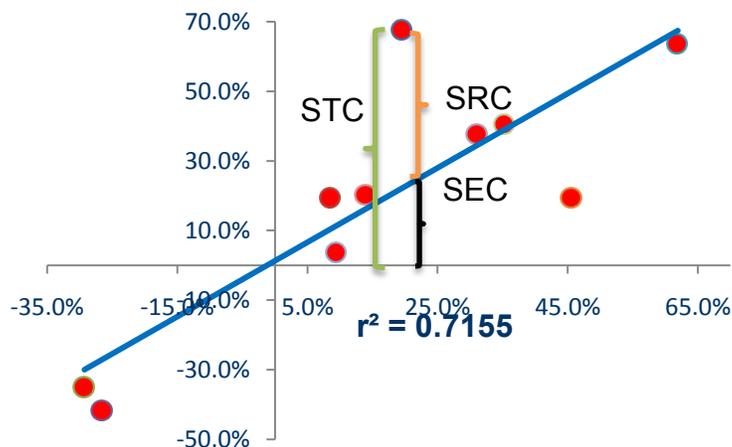
$$r^2 = 1 - \frac{SRC}{STC}$$

Donde

$\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2$	= Suma explicada de los cuadrados ó SEC
$\sum (Y_i - \bar{Y}_i)^2$	= Suma total de cuadrados ó STC
$\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	= Suma de residuos al cuadrado ó SRC

Por ejemplo, en la siguiente gráfica se puede apreciar que 10 datos están distribuidos a lo largo de una línea de tendencia el r^2 es de 0.07155 lo que indica que siete de los diez (o el 7%) datos observados se ajustan a la recta, estadísticamente representa una buena bondad de ajuste.

Grafica 5: STC = SRC + SEC



Fuente: Damodar, N. Gujarati, "Econometría", p. 57

El segundo aspecto fundamental es evidenciar que tan significativa es la variable independiente (EBITDA) en el precio de la acción por lo que se validará el parámetro β , es decir, si es estadísticamente significativo en la regresión, como ya se indicó dicho parámetro mide la sensibilidad de la variable dependiente (PPA) antes los valores y cambios en la variable independiente (EBITDA).

Para validar el parámetro β se establecerá la siguiente prueba de hipótesis:

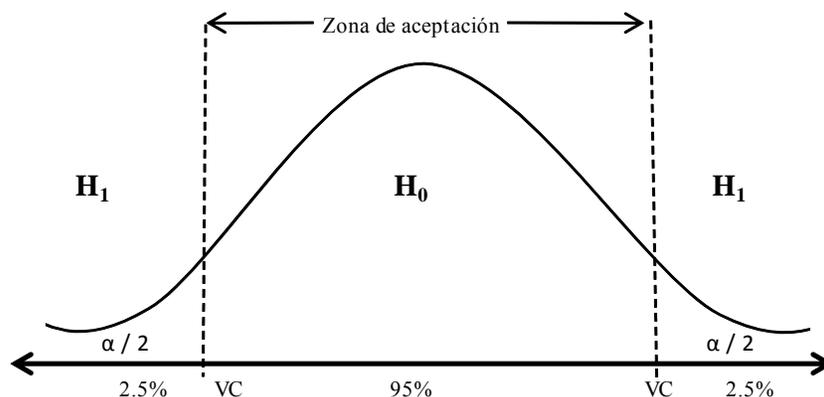
$$H_0: \beta_1 = 0 \quad \text{vs} \quad H_a: \beta_1 \neq 0$$

H_0 = Hipótesis nula establece que el parámetro β no es estadísticamente significativo, pues tienda a cero.

H_1 = Hipótesis alternativa establece que el parámetro β si es significativamente estadístico en la regresión pues es diferente a cero.

Para aceptar o rechazar las hipótesis se contrasta con la *prueba t* para constatar la significancia del parámetro β . En el lenguaje de pruebas de significancia, se dice que un parámetro es estadísticamente significativo si el valor del estadístico de prueba se encuentra en la región crítica, en este caso, se rechaza la hipótesis nula.

De la misma manera, se dice que un parámetro es estadísticamente no significativo si el valor del estadístico de prueba se encuentra en la región de aceptación (Gujarati Damodar, 2003, pág. 126).



Donde

α	= Nivel de significancia
$100(1 - \alpha)\%$	= Región de aceptación

En otras palabras “cuando se rechaza H_0 , se dice que el hallazgo es estadísticamente significativo. Por otra parte, cuando no se rechaza, se dice que el hallazgo no es estadísticamente significativo” (Gujarati Damodar, 2003, pág. 123 y 126)

Para el determinar el estadístico de prueba t:

Ecuación 23: Prueba t

$$t_{\beta} = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sigma_{\hat{\beta}}}$$

Donde

$\hat{\beta}$	=	Estimador
β	=	Parámetro
$\sigma_{\hat{\beta}}$	=	Error estándar estimado del estimador

Debe tenerse claro que para rechazar o no una hipótesis nula (el estadístico de prueba t se encuentre en la región de aceptación o fuera) depende del nivel de significancia (α), el cual representa la probabilidad de cometer un error tipo I, es decir, la probabilidad de rechazar una hipótesis cuando es verdadera (en el caso de la hipótesis alternativa es el error tipo II, es decir, la probabilidad de aceptar una hipótesis cuando es falsa). Por lo que la regla de decisión es:

Si p-value > α Se acepta H_0

Si p-value < α Se rechaza H_0

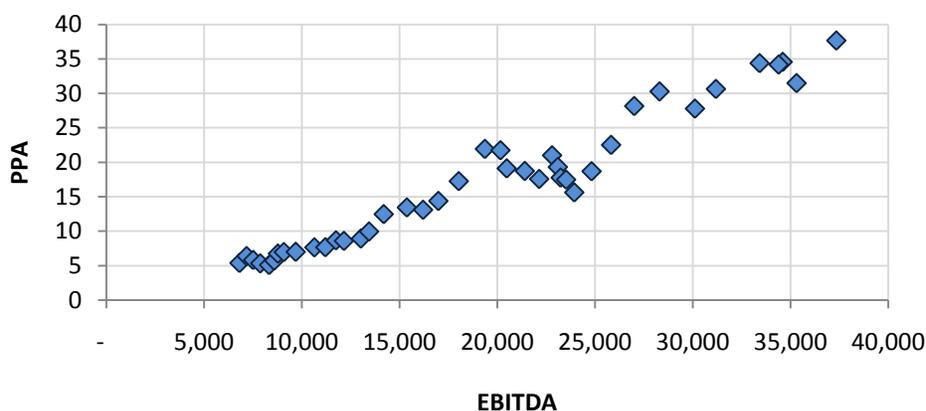
Respecto a lo anterior, es conveniente contemplar el *valor-p* (valor de probabilidad) el cual representa la probabilidad real de obtener un valor del estadístico de prueba tan grande o mayor que el obtenido, es decir, es el nivel observado o exacto de significancia, o probabilidad exacta de cometer un error tipo I. Más técnicamente, el *valor-p* se define como el nivel de significancia mínimo al cual puede rechazarse una hipótesis nula (Gujarati Damodar, pág. 131).

Para ejemplificar la prueba a desarrollar anterior, se utilizara la acción de Wal-Mart (WALMEXV) en el presente capítulo, se tomara la información trimestral ya que la información financiera de las empresas se reporta cada tres meses, por tanto, el precio de la acción y el monto del EBITDA (acumulado 12 meses) se tomará en periodos trimestrales desde el 31 de diciembre de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2011 para tener una muestra de 40 trimestres (10 años).

Fecha	EBITDA	PPA	Fecha	EBITDA	PPA
31/12/2001	6,806.00	5.38	31/03/2007	20,161.00	21.74
31/03/2002	7,170.00	6.38	30/06/2007	20,479.00	19.11
30/06/2002	7,505.00	5.81	30/09/2007	21,404.00	18.74
30/09/2002	7,869.00	5.32	31/12/2007	22,139.00	17.58
31/12/2002	8,322.00	5.08	31/03/2008	22,800.00	21.01
31/03/2003	8,583.00	5.72	30/06/2008	23,095.00	19.31
30/06/2003	8,772.00	6.74	30/09/2008	23,239.00	17.77
30/09/2003	9,076.00	6.96	31/12/2008	23,518.00	17.48
31/12/2003	9,684.00	6.99	31/03/2009	23,935.00	15.62
31/03/2004	10,639.00	7.64	30/06/2009	24,820.00	18.69
30/06/2004	11,200.00	7.66	30/09/2009	25,820.00	22.52
30/09/2004	11,743.00	8.66	31/12/2009	27,002.00	28.16
31/12/2004	12,150.00	8.58	31/03/2010	28,300.00	30.28
31/03/2005	13,017.00	8.93	30/06/2010	30,110.00	27.79
30/06/2005	13,436.00	9.95	30/09/2010	31,181.00	30.65
30/09/2005	14,186.00	12.47	31/12/2010	33,419.00	34.39
31/12/2005	15,369.00	13.44	31/03/2011	34,599.00	34.58
31/03/2006	16,200.00	13.10	30/06/2011	34,390.00	34.19
30/06/2006	16,982.00	14.38	30/09/2011	35,310.00	31.50
30/09/2006	18,025.00	17.26	31/12/2011	37,343.00	37.68
31/12/2006	19,362.00	21.94			

Mediante un gráfico de dispersión se puede observar la relación de las variables y dar una idea gráfica de la tendencia del EBITDA y el PPA de la empresa.

Grafica 6: Dispersión de EBITDA y PPA de WALMART 2001 a 2011



Fuente: Elaboración propia con datos de economática, cifras del EBITDA en millones de pesos corrientes y del PPA en pesos corrientes

Con la información de la variable EBITDA y la variable PPA se procede a realizar el cuadro correspondiente para poder calcular los indicadores mencionados que nos permitirán ver la relación o dependencia entre ambos y estimar en función a estos que tanta eficiencia de forma semifuerte podría existir en la acción de la empresa.

Tabla 4: Regresión PPA - EBITDA WALMEX

	Y_i	$y_i = Y_i - \bar{Y}_i$	$(Y - \bar{Y}_i)^2$	X_i	$x_i = X_i - \bar{X}_i$	$(X - \bar{X}_i)^2$	$x_i y_i$	\hat{Y}_i	$\hat{Y}_i - \bar{Y}_i = e$	$(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2$
31/12/2001	5.38	-11.63	135.21	6,806.00	-12,441.80	154,798,508.62	144,674.92	3.96	-13.04	170.14
31/03/2002	6.38	-10.63	112.91	7,170.00	-12,077.80	145,873,370.67	128,338.68	4.34	-12.66	160.33
30/06/2002	5.81	-11.19	125.25	7,505.00	-11,742.80	137,893,466.40	131,420.50	4.69	-12.31	151.56
30/09/2002	5.32	-11.69	136.57	7,869.00	-11,378.80	129,477,200.45	132,974.91	5.08	-11.93	142.31
31/12/2002	5.08	-11.93	142.25	8,322.00	-10,925.80	119,373,212.23	130,312.62	5.55	-11.45	131.20
31/03/2003	5.72	-11.28	127.26	8,583.00	-10,664.80	113,738,063.09	120,309.13	5.82	-11.18	125.01
30/06/2003	6.74	-10.27	105.38	8,772.00	-10,475.80	109,742,487.84	107,539.75	6.02	-10.98	120.62
30/09/2003	6.96	-10.04	100.86	9,076.00	-10,171.80	103,465,614.48	102,153.39	6.34	-10.66	113.72
31/12/2003	6.99	-10.01	100.20	9,684.00	-9,563.80	91,466,363.75	95,734.11	6.98	-10.03	100.53
31/03/2004	7.64	-9.36	87.66	10,639.00	-8,608.80	74,111,521.43	80,599.35	7.98	-9.03	81.46
30/06/2004	7.66	-9.34	87.24	11,200.00	-8,047.80	64,767,163.36	75,166.67	8.57	-8.44	71.19
30/09/2004	8.66	-8.34	69.56	11,743.00	-7,504.80	56,322,096.26	62,593.94	9.14	-7.87	61.90
31/12/2004	8.58	-8.42	70.95	12,150.00	-7,097.80	50,378,834.09	59,787.89	9.56	-7.44	55.37
31/03/2005	8.93	-8.08	65.25	13,017.00	-6,230.80	38,822,929.43	50,331.47	10.47	-6.53	42.67
30/06/2005	9.95	-7.06	49.81	13,436.00	-5,811.80	33,777,075.94	41,017.78	10.91	-6.09	37.12
30/09/2005	12.47	-4.54	20.58	14,186.00	-5,061.80	25,621,868.62	22,964.53	11.70	-5.31	28.16
31/12/2005	13.44	-3.57	12.72	15,369.00	-3,878.80	15,045,127.28	13,834.72	12.94	-4.07	16.54
31/03/2006	13.10	-3.91	15.26	16,200.00	-3,047.80	9,289,114.57	11,904.87	13.81	-3.20	10.21
30/06/2006	14.38	-2.62	6.87	16,982.00	-2,265.80	5,133,871.75	5,939.87	14.63	-2.38	5.64
30/09/2006	17.26	0.25	0.06	18,025.00	-1,222.80	1,495,251.77	-308.49	15.72	-1.28	1.64
31/12/2006	21.94	4.93	24.35	19,362.00	114.20	13,040.53	563.48	17.12	0.12	0.01
31/03/2007	21.74	4.74	22.47	20,161.00	913.20	833,925.33	4,329.08	17.96	0.96	0.92
30/06/2007	19.11	2.11	4.43	20,479.00	1,231.20	1,515,841.43	2,592.13	18.30	1.29	1.67
30/09/2007	18.74	1.73	3.00	21,404.00	2,156.20	4,649,177.40	3,735.22	19.26	2.26	5.11
31/12/2007	17.58	0.57	0.33	22,139.00	2,891.20	8,359,009.23	1,651.41	20.04	3.03	9.19
31/03/2008	21.01	4.01	16.06	22,800.00	3,552.20	12,618,090.18	14,237.05	20.73	3.72	13.87
30/06/2008	19.31	2.31	5.33	23,095.00	3,847.20	14,800,910.31	8,884.95	21.04	4.03	16.27
30/09/2008	17.77	0.76	0.58	23,239.00	3,991.20	15,929,638.50	3,051.44	21.19	4.18	17.51
31/12/2008	17.48	0.48	0.23	23,518.00	4,270.20	18,234,566.38	2,034.10	21.48	4.48	20.04
31/03/2009	15.62	-1.38	1.91	23,935.00	4,687.20	21,969,798.11	-6,470.16	21.92	4.91	24.15
30/06/2009	18.69	1.69	2.85	24,820.00	5,572.20	31,049,358.48	9,404.56	22.85	5.84	34.13
30/09/2009	22.52	5.52	30.43	25,820.00	6,572.20	43,193,748.72	36,254.84	23.89	6.89	47.47
31/12/2009	28.16	11.16	124.51	27,002.00	7,754.20	60,127,541.99	86,525.88	25.13	8.13	66.09
31/03/2010	30.28	13.28	176.34	28,300.00	9,052.20	81,942,236.53	120,205.99	26.49	9.49	90.06
30/06/2010	27.79	10.79	116.38	30,110.00	10,862.20	117,987,282.87	117,180.62	28.39	11.39	129.68
30/09/2010	30.65	13.64	186.07	31,181.00	11,933.20	142,401,145.82	162,779.70	29.51	12.51	156.51
31/12/2010	34.39	17.39	302.30	33,419.00	14,171.20	200,822,771.18	246,389.87	31.86	14.86	220.72
31/03/2011	34.58	17.57	308.74	34,599.00	15,351.20	235,659,191.67	269,736.54	33.10	16.09	259.01
30/06/2011	34.19	17.18	295.27	34,390.00	15,142.20	229,286,073.11	260,196.12	32.88	15.87	252.01
30/09/2011	31.50	14.49	210.05	35,310.00	16,062.20	257,994,112.14	232,789.82	33.84	16.84	283.56
31/12/2011	37.68	20.67	427.34	37,343.00	18,095.20	327,436,086.50	374,068.88	35.98	18.97	359.89
$\Sigma =$			3,830.85			3,307,416,688.44	3,467,432.07			3,635.19

Donde:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{697.18}{40} = 17.0044$$

$$\bar{X}_i = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{789,160}{40} = 19,247.80$$

Con los datos obtenidos de la tabla anterior se calculan los parámetros:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} = \frac{3,467,432}{3,307,416,688} = 0.0010484$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta}\bar{X} = 17.0044 - (0.0010484)(19,247.80) = -3.1746$$

El coeficiente de determinación (r^2) resulta:

$$r^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2} = \frac{3,635}{3,830.85} = 0.94892$$

El estadístico de prueba t para la prueba de significancia y validar el parámetro β resulta:

$$t_{\beta} = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sigma_{\hat{\beta}}} = \frac{0.0010484}{0.00003895} = 26.9181$$

Para realizar la prueba de regresión lineal de todas las acciones estudiadas con las variables determinadas, es posible simplificar el proceso y construcción mediante el uso de la herramienta de análisis de datos de Excel, la cual determina la siguiente información:

Tabla 5: Regresión con función de Excel

Resumen						
<u>Estadísticas de la regresión</u>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.974127945					
Coefficiente de determinación R ²	0.948925254					
R ² ajustado	0.947615645					
Error típico	2.239846768					
Observaciones	41					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	3635.189129	3635.189129	724.5867	8.40352E-27	
Residuos	39	195.6596282	5.016913544			
Total	40	3830.848758				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-3.174634283	0.827242314	-3.837611098	0.000443563	-4.847889799	1.50137877
X	0.001048381	0.00003895	26.91814927	8.40352E-27	0.000969603	0.00112716

Como se observa, los indicadores son los mismos que los calculados anteriormente con la ventaja de haber simplificado su cálculo, con esto se puede observar y determinar la relación entre las variables.

Es posible observar que la relación o asociación entre el EBITDA y PPA de WALMEXV es de 94.89% y el parámetro β que mide la sensibilidad del precio de la acción ante los valores del EBITDA, es significativo a un 99.99% de confianza.

Capítulo III. Teoría de estructuración y optimización de un portafolio de acciones mediante el análisis media-varianza de Harry Markowitz

3.1 Análisis media varianza y la determinación del riesgo y del rendimiento esperado del activo

3.1.1 El rendimiento esperado

El rendimiento en una inversión es el nivel de beneficios, producto de una inversión, es decir, la retribución por destinar recursos a un proyecto (inversión); supóngase que se tiene \$100 en una cuenta de ahorro que genera 5% anual, si se mantiene esa cantidad durante el año el rendimiento será de \$5 (\$100 x 5%), si se decide prestar ese dinero a otra persona el rendimiento dependerá de la cantidad de interés que se desee ganar, influenciado por el riesgo que se presente.

Los rendimientos se componen de ingresos corrientes, por ejemplo, los dividendos que paga una acción y de ganancias o pérdidas de capital o cambio de valor de mercado de la acción, por ejemplo es adquirida una acción en \$100, y al cabo de cierto tiempo su valor es de \$105 debido a ingresos corrientes y ganancias de capital, el rendimiento obtenido será de \$5, por lo general es preferible representar el rendimiento en términos de porcentaje ya que permiten una comparación directa entre inversiones de diferentes volúmenes, se recordará que la formula aritmética empleada para determinar un rendimiento es :

$$R_{acción} = \frac{(P_{final} - P_{inicial})}{P_{inicial}} \quad \text{ó} \quad r = \frac{P_f}{P_i} - 1$$

Donde

r	= Rendimiento
P _i	= Valor de la inversión en el tiempo 0, es decir el día de hoy
P _f	= Valor de la inversión al terminar el periodo de inversión

Sustituyendo con los importes del ejemplo:

$$r = \frac{105}{100} - 1 = 0.5 \rightarrow \text{presentado en porcentaje} = 5\%$$

Cuando se toman medidas de inversión lo que importa es lo que se espera obtener en el futuro y lo que se cree que la inversión generará en el futuro es lo que determina lo que se estará dispuesto a pagar por ella en el presente.

Para ejemplificar y explicar el rendimiento esperado se tomaran algunos conceptos estadísticos. (López Herrera, 1998):

Una variable aleatoria toma diversos valores con base en una ley de probabilidad siendo los precios de las acciones considerada variable aleatoria continua ya que puede tomar cualquier valor en un intervalo determinado, plasmando los componentes del rendimiento de una acción en una formula se representa de la siguiente manera:

$$r_{acción} = \frac{[(P_{final} - P_{inicial}) + Dividendos]}{P_{inicial}} \rightarrow r_{acción} = \frac{[(P_1 - P_0) + D]}{P_{i0}} =$$

Donde

P = Precio de la acción

El valor esperado para una variable discreta y acotada se define como:

$$E(\tilde{X}) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n$$

Donde

P = Probabilidad de que se observe el valor x_i .

De acuerdo con los axiomas básicos de la probabilidad la sumatoria de las probabilidades deberá ser 1.

Como ya se mencionó una variable aleatoria puede ser el rendimiento de una acción, de tal forma que se puede sustituir en la fórmula anterior, obteniendo:

Ecuación 24: Rendimiento esperado como variable aleatoria

$$E(\tilde{r}) = \sum_{i=1}^n r_i p_i = r_1 p_1 + r_2 p_2 + \dots + r_n p_n$$

Siguiendo en el mismo orden de ideas, una forma práctica de determinar el rendimiento esperado de una acción en función del análisis media-varianza es considerando como rendimiento esperado el promedio de los rendimientos históricos de la acción a evaluar, contemplando que éste valor tendrá una mayor probabilidad de ocurrencia en el futuro en el sentido que el promedio como medida de tendencia central indica hacia qué valor mayormente tienden los datos.

Cabe señalar que dicho promedio puede ser diario, semanal, mensual, trimestral y anual, además de construirlo considerando un histórico de un mes, tres meses, medio año, 5 años o el periodo de tiempo que se desee, no existe regla, sin embargo en función de la periodicidad del rendimiento y del histórico contemplado, el rendimiento esperado a obtener se considera a corto, mediano o largo plazo.

3.1.2 El riesgo del activo

Dentro del marco teórico se ha dicho que el riesgo de un activo puede ser definido como la posibilidad de que el rendimiento real de una inversión difiera de lo esperado como consecuencia de movimientos en variables financieras, y que en el ámbito de las inversiones se entiende como la probabilidad de no obtener el rendimiento esperado, es decir, al referirse el riesgo del activo, se está haciendo referencia a la probabilidad de que el precio del activo no se comporte como se esperaba o adopte el valor que se tenía previsto para un periodo futuro.

Por tanto, entre mayor sea la volatilidad o variación del precio de la acción, mayor será el riesgo al que se está sujeto, puesto que existe una mayor probabilidad de que el rendimiento esperado no sea el que efectivamente se dé o que existan un mayor número de rendimientos que se puedan adoptar ya sea por variables externas perteneciente al entorno económico en el que se encuentra la empresa emisora de la acción o por condiciones internas acerca del valor que genera la empresa.

Se ha indicado que el riesgo es medido estadísticamente por la varianza y desviación como medida absoluta. De acuerdo a (López Herrera, 1998) la varianza proporciona una medida del grado de la dispersión en la distribución de probabilidades de una variable aleatoria y su representación matemática se representa:

$$\sigma_r^2 = E[x - E(x)]^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - E(x))^2 P_i$$

Sustituyendo la variable x por rendimiento de un activo riesgoso, la varianza del rendimiento se representa:

Ecuación 25: Varianza del rendimiento como variable aleatoria

$$\sigma_r^2 = E[r - E(r)]^2 = \sum_{i=1}^n (r_i - E(r))^2 P_i$$

Al ser el valor esperado de los cuadrados de las desviaciones de los valores que toma la variable aleatoria respecto a su media, se expresa como unidades al cuadrado, por lo que se toma la desviación estándar que se expresa en términos de las unidades de la variable x, resultando más intuitiva.

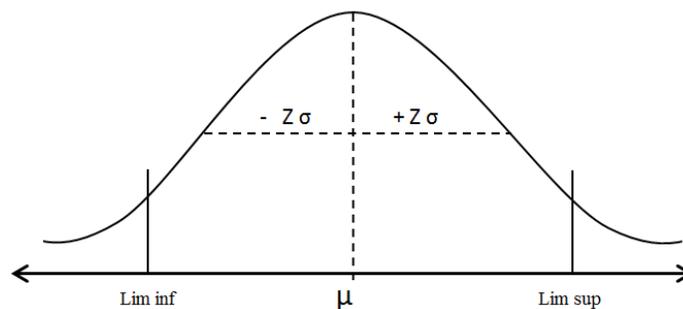
Ecuación 26: Desviación estándar del rendimiento como variable aleatoria

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_r^2}$$

De esta manera, dentro del análisis de media-varianza considerado, la desviación estándar de los rendimientos se toma como medida del riesgo de la acción, ya que representa la dispersión de los rendimientos observados y/o esperados con respecto al valor esperado que es el promedio de los rendimientos. A mayor desviación estándar se considera un mayor riesgo ya que hay más posibilidades de obtener rendimientos diferentes al esperado.

Por lo anterior, adoptando el promedio como valor esperado y a la desviación estándar como medida de riesgo y asumiendo como supuesto un comportamiento de los rendimientos en función de una distribución de probabilidad normal, se puede determinar un intervalo de confianza o rango de los rendimientos esperados de la acción contemplando una dispersión respecto al promedio a un determinado número de desviaciones estándar (Z):

Ilustración 8: Rango de los rendimientos esperados de la acción



Fuente: Propia

A mayor número de desviaciones estándar y/o mayor desviación estándar mayor será el rango y por lo tanto mayor el número probable de valores que puede adoptar el rendimiento esperado, es decir, mayor riesgo (volatilidad) en los rendimientos de la acción. La fórmula para calcular los límites inferior y superior en función a la volatilidad respecto al promedio es:

$$\text{Límites} = \mu \pm Z \cdot \sigma$$

Donde:

μ	=	Promedio
Z	=	Número de desviaciones estándar
σ	=	Desviación estándar

Hasta el momento se ha hablado del rendimiento y riesgo pero de un solo activo o acción, más adelante se retomara el tema pero considerando no sólo una acción sino un conjunto de acciones o portafolio accionario por lo que se deberán considerar otras medidas estadísticas para poder estimar el riesgo en conjunto.

3.1.3 La relación de riesgo y rendimiento del activo

Cuando los beneficios reales de un activo financiero son iguales a los beneficios esperados, el bien es considerado como un activo libre de riesgo, sin embargo, cualquier activo financiero en especial las acciones que son el objeto de estudio no están libre de riesgo, razón por la que se describió la forma de medir el riesgo a través de la desviación estándar del rendimiento esperado en los dos apartados anteriores, seguramente a mayor riesgo se demandará un rendimiento más elevado para compensar la incertidumbre que se asume por parte del inversionista. Viéndolo desde el punto de vista del emisor, el rendimiento se ofrecerá en base al riesgo que presenta su negocio.

En el tema anterior se mencionó que es posible esperar un rendimiento promedio utilizando los resultados históricos basados en la idea de que los rendimientos históricos podrían ser una representación de los beneficios futuros. Como se ha mencionado en el marco teórico, una inversión con rendimientos reales que muy probablemente difieran del rendimiento promedio esperado se apreciará como una inversión de bajo riesgo, en otras palabras se podría decir que su desviación estándar es pequeña; por el contrario si su volatilidad es elevada, la inversión se considerará como riesgosa, y en base a la lógica de la compensación al riesgo se exigirá un rendimiento mayor, sin embargo esto no es una ley inquebrantable, pues se verá que existen activos demasiados riesgosos que por ciertas circunstancias no pueden ofrecer un rendimiento que compense la volatilidad de estos.

Una medida estadística para relacionar el riesgo y rendimiento es el coeficiente de variación, el cual estima cuanto representa la desviación estándar con respecto al promedio. Aplicado al riesgo y rendimiento del portafolio esta medida nos indica cuántas unidades de riesgo estuvo sujeta cada unidad de rendimiento, en otras palabras, cuál fue el costo de riesgo unitario por cada unidad de rendimiento.

3.2 La construcción de un portafolio accionario y la determinación del riesgo y rendimiento global

3.2.1 El rendimiento esperado del portafolio

Ya que se conoce como determinar el rendimiento esperado de un activo, lo que corresponde en este apartado es obtener el rendimiento del conjunto de activos cuyos rendimientos son aleatorios, es decir una cartera o un portafolio como se le llamará:

Ecuación 27: Rendimiento esperado de un portafolio

$$E(R_p) = w_1E(r_1) + w_2E(r_2) + \dots + w_nE(r_n)$$

Donde

w_i = Proporción que se ha invertido en el activo i-ésimo.

Por lo tanto, el rendimiento esperado de un portafolio de inversión conformado de acciones es igual a la sumatoria del producto de la proporción del activo 1 por el rendimiento esperado del activo 1, más el producto de la proporción del activo 2 por el rendimiento esperado del activo 2, más el producto de la proporción del activo N por el rendimiento esperado del activo N, es decir, un promedio ponderado.

3.2.2 La varianza de un portafolio

Para calcular la varianza o riesgo del portafolio es un poco más complicado puesto que no sólo se debe contemplar la proporción de los activos a invertir y la varianza de cada uno sino también la correlación que existe entre ellos.

La fórmula de la varianza de un portafolio está dada por la siguiente función:

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n w_i w_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}\end{aligned}$$

Tomando en cuenta la relación entre la covarianza y el coeficiente de correlación, la varianza del portafolio puede escribirse alternativamente como:

Ecuación 28: Varianza de un portafolio

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

3.2.3 La optimización de portafolios y la frontera eficiente

De acuerdo al principio de diversificación cuya lógica es que al invertir en diversos activos, el riesgo del portafolio se reduce, pero surgen las preguntas: ¿en que invertir? y ¿cuánto invertir? el propósito del presente apartado es responder a estas interrogantes, dado un conjunto de acciones, se pueda obtener la combinación optima entre estas para formar un portafolio demostrando que la diversificación es un beneficio para cualquier inversionista.

Ya que se ha definido el rendimiento esperado de un portafolio y la varianza del mismo y suponiendo que $w_i = w_j = 1/n$, lo que significa que se invierte lo mismo en el activo i como en el activo j , es decir, activos con la misma ponderación; por lo tanto la varianza del portafolio se obtiene calculando:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n}\right)^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \left(\frac{1}{n}\right)^2 \sigma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{n} \frac{1}{n} \sigma_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sigma_i^2}{n} + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{1}{n} \frac{1}{n} \sigma_{ij} = \frac{\sigma_i^2}{n} + \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sigma_{ij} = \frac{\sigma_i^2}{n} + \frac{n(n-1)}{n(n-1)} \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sigma_{ij} \\
 &= \frac{\sigma_i^2}{n} + \frac{n(n-1)}{n^2} \left\{ \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sigma_{ij} \right\} = \frac{\sigma_i^2}{n} + \frac{(n-1)}{n} \sigma_{ij}
 \end{aligned}$$

A medida que se incorporan más activos independientes y con la misma ponderación al portafolio, la varianza tiende a cero.

El efecto de las relaciones entre los activos para determinar el nivel de riesgos del portafolio se puede entender si se analiza el caso de un portafolio con dos activos riesgosos. En este caso, el rendimiento esperado, la varianza y la desviación estándar está dada por:

$$E(R_p) = w_1 E(r_1) + w_2 E(r_2) = w_1 E(r_1) + (1 - w_1) E(r_2)$$

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{1,2}$$

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{1,2}} = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + (1 - w_1)^2 \sigma_2^2 + 2w_1 (1 - w_1) \sigma_{1,2}}$$

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + (1 - w_1)^2 \sigma_2^2 + 2w_1 (1 - w_1) \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2}$$

Considerando una correlación perfecta positiva el coeficiente de correlación es 1, entonces $\sigma_{1,2} = \sigma_1 \sigma_2$ y es posible expresar la varianza del portafolio:

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + (1 - w_1)^2 \sigma_2^2} = w_1 \sigma_1 + (1 - w_1) \sigma_2$$

Tal como se ha mencionado anteriormente un portafolio de inversión óptimo es aquel que tiene el mínimo riesgo posible dado un rendimiento esperado, o alternativamente, el mayor rendimiento esperado dado un nivel de riesgo.

Por lo que se pretende una relación entre $E(R_p)$ y σ_p . Entonces se despeja de la desviación estándar la ponderación w_1 y se sustituye en la expresión del rendimiento esperado de la cartera.

$$w_1 = \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2}$$

$$E(R_p) = \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} E(r_1) + \left(1 - \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2}\right) E(r_2)$$

$$E(R_p) = \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} E(r_1) + E(r_2) - \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} E(r_2)$$

$$E(R_p) = E(r_2) + \frac{\sigma_p - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_2} [E(r_1) - E(r_2)]$$

Considerando ahora una correlación perfecta negativa el coeficiente de correlación es -1 por ser, $\sigma_{1,2} = -\sigma_1 \sigma_2$, el rendimiento esperado del portafolio y la desviación estándar del portafolio son:

$$E(R_p) = E(r_1) + (1 - w_1)E(r_2)$$

$$\sigma_p = w_1\sigma_1 - (1 - w_1)\sigma_2 \quad \text{ó} \quad \sigma_p = -w_1\sigma_1 + (1 - w_1)\sigma_2$$

Se quiere encontrar la expresión que relacione $E(R_p)$ y σ_p . Esta debe ser aquella que para cualquier w_1 de $\sigma_p \geq 0$. Hay que darse cuenta de que cuando la correlación entre dos activos es perfectamente negativa, existe una ponderación $0 < w < 1$ tal que hace que la desviación estándar de ese portafolio sea 0 (sin riesgo) expresada:

$$w_1 = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

Para el caso de que el coeficiente de correlación sea 0 la expresión de la desviación estándar quedará de la siguiente forma:

$$\sigma_p = w_1\sigma_1 + (1 - w_1)\sigma_2$$

En este caso no es posible simplificar la expresión y por lo tanto la representación de la relación entre $E(R_p)$ y σ_p no es simple como antes. Pero se puede identificar la cartera cuya desviación estándar sea mínima (no 0). Para ello se debe minimizar la expresión de la desviación:

$$\frac{\partial \sigma_p}{\partial w} = \frac{2w_1^2\sigma_1^2 - 2\sigma_2^2 + 2w_1\sigma_2^2}{2\sqrt{w_1^2\sigma_1^2 + (1 - w_1)^2\sigma_2^2}}$$

Igualando a 0 encontramos w_1 que minimiza la desviación estándar:

$$w_1 = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

De ese modo se encuentra la ponderación óptima para el activo 1, que otorgue el mínimo riesgo posible dado un rendimiento esperado, la ponderación para el activo 2 será $(1-w_1)$ como se ha expresado y el portafolio con dos activos será el de mínima varianza, donde a cualquier valor de rendimiento esperado es posible encontrar la cartera cuya desviación estándar sea la más pequeña.

La derivación de la frontera eficiente se puede encontrar minimizando la varianza del portafolio y la sumatoria de las ponderaciones de los activos sea igual a uno y cuando se permiten ventas en corto:

$$\begin{aligned} \text{Min } \sigma_p^2 &= w_1^2\sigma_1^2 + (1 - w_1)^2\sigma_2^2 + 2w_1(1 - w_1)^2\sigma_{1,2} \\ &= w_1^2\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2w_1\sigma_2^2 + w_1^2\sigma_2^2 + 2w_1\sigma_{1,2} - 2w_1^2\sigma_{1,2} \end{aligned}$$

Que tiene como condición de primer orden (CPO):

$$\frac{d\sigma_p^2}{dw_1} = 2w_1^2\sigma_1^2 - 2\sigma_2^2 + 2w_1\sigma_2^2 + 2\sigma_{1,2} - 4w_1\sigma_{1,2} = 0$$

Al resolver la condición de primer orden:

$$w_1(2\sigma_1^2 + 2\sigma_2^2 - 4\sigma_{1,2}) = 2\sigma_2^2 - 2\sigma_{1,2}$$

$$w_1 2(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_{1,2}) = 2(\sigma_2^2 - \sigma_{1,2})$$

De lo que resulta:

Ecuación 29: Minimización de la varianza con dos activos

$$w_1^* = \frac{\sigma_2^2 - \sigma_{1,2}}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_{1,2}}$$

Aunque no sea posible definir como un portafolio accionario, uno que contenga solo dos acciones, ya que un portafolio de inversión se integra con un número mayor de acciones para cumplir con el principio de diversificación.

3.2.4 Cálculo de la BETA y del rendimiento esperado por CAPM

En este apartado se mencionará la aplicación del modelo de activos financieros (CAPM, por sus siglas en inglés) para la determinación del rendimiento esperado de un portafolio en función del riesgo mercado o sistemático.

Como en el capítulo 2 se abordó detalladamente los componentes del CAPM y su obtención, en el presente apartado sólo se hará mención a su aplicación y cálculo en el análisis de portafolio.

Se deberá tener presente que el rendimiento esperado en función del riesgo sistémico puede determinarse a través del modelo CAPM y para un portafolio es exactamente la misma situación sólo que la beta es la estimada para el portafolio global:

Ecuación 30: Rendimiento esperado de un portafolio a través de CAPM

$$E(R) = R_f + \beta_{portafolio} * R_p$$

Donde esta ves

$$\beta_{portafolio} = \text{Beta del portafolio}$$

Para la obtención de la beta del portafolio no es más que la beta ponderada de cada acción que conforma el portafolio, es decir, la beta de cada acción por la proporción que conforma del total cada acción:

Ecuación 31: Beta de un portafolio

$$\beta_{\text{portafolio}} = \beta_{\text{accion1}} * W_{\text{accion1}} + \beta_{\text{accion2}} * W_{\text{accion2}} \dots \beta_{\text{accion n}} * W_{\text{accion n}}$$

Donde

β_{accion}	= Beta de la acción
$W_{\text{acción n}}$	= Proporción de la acción con respecto al total del portafolio

A continuación expondremos un ejercicio práctico de como se realiza la construcción y optimización de un portafolio, se simplifica los cálculos mediante el uso de Excel sin embargo la lógica y metodología es la aquí expuesta:

En primera instancia, se determinan los rendimientos de las acciones, en este caso utilizamos las acciones que conforman el IPC de la bolsa, posteriormente se organizan en función del rendimiento, riesgo y riesgo-rendimiento:

Tabla 6: Acciones en función de rendimiento, riesgo y riesgo-rendimiento

	Por Rendimiento	Por Riesgo	Por Riesgo-Rendimiento
1	COMERCIUBC	LIVEPOLC-1	AC
2	LABB	CHDRAUIB	COMERCIUBC
3	ALFAA	AC	LIVEPOLC-1
4	GMEXICO	AMXL	LABB
5	GRUMAB	KIMBERA	ALFAA
6	PE&OLES	WALMEXV	MEXCHEM
7	MEXCHEM	TLEVISACPO	GMEXICOB
8	AC	GMODELOC	PE&OLES
9	ELEKTRA	BOMBOA	FEMSAUBD
10	FEMSAUBD	GAPB	WALMEXV
11	BOLSAA	AZTECACPO	GMODELOC
12	ALSEA	FEMSAUBD	GRUMAB

La primera columna, la del criterio por rendimiento, se ordenó en función de las 12 acciones que tuvieron un mayor rendimiento promedio durante el periodo observado.

La segunda columna, la del criterio por riesgo, se organizó en función de las 12 acciones con menor desviación estándar y la tercera columna, la de riesgo y rendimiento se ordeno en función de las acciones con menor coeficiente de variación.

Una vez seleccionadas las acciones dado un determinado perfil de inversionista , se procede a sacar las medidas estadísticas necesarias para la determinación del rendimiento y el riesgo del portafolio, las cuales son el promedio de los activos como rendimiento esperado, las desviaciones estándar y las covarianzas entre las acciones:

	FEMSAUBD	AC
Promedio	0.7438%	0.8748%
Desv Est	4.3544%	3.2603%
Correl	0.2803	
Covar	0.0004	

	FEMSAUBD	AC
FEMSAUBD	0.00189605	0.00039800
AC	0.00039800	0.00106297

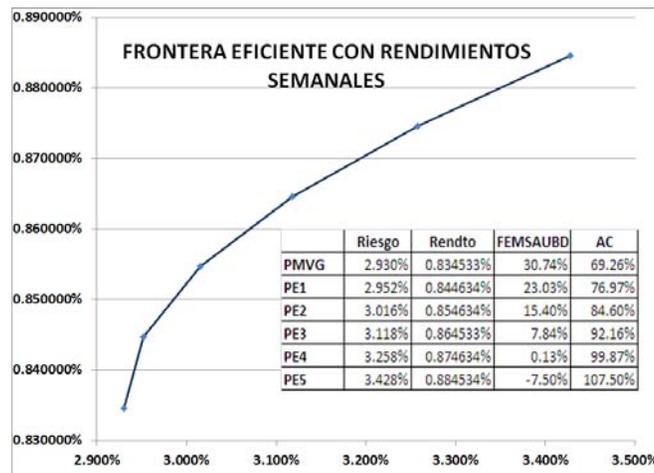
Con estos datos y con las fórmulas abordadas se determina el riesgo y el rendimiento del portafolio dada las proporciones óptimas a invertir en cada acción:

	Ws
FEMSAUBD	30.74%
AC	69.26%
Total	100.00%

E (R)	0.834533%
Var port	0.085854%
Desv Est	2.930%
L inf	-2.095554%
L sup	3.764619%

Para construir la frontera eficiente se deben sacar más portafolios óptimos y estimar la curva de riesgo-rendimiento del portafolio:

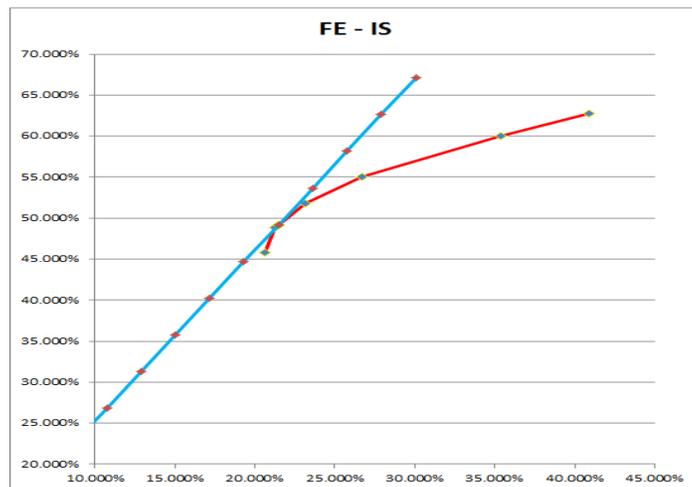
Grafica 7: Frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia

Considerando la inclusión de un activo libre de riesgo podemos obtener la línea de mercado de capitales (Capital Market Line) y ver en donde hace la tangencia con la frontera eficiente:

Grafica 8: Frontera eficiente con CML



Fuente: Elaboración propia

En el capítulo siguiente se realizarán las pruebas para medir la eficiencia y también el riesgo de las acciones para que posteriormente se busque estimar o determinar si existe relación entre estas dos variables y si a la hora de conformar el portafolio esta relación influye o se ve neutralizada por la diversificación.

Capítulo IV. Medición de la eficiencia de mercado y el riesgo de las acciones que conforman la Bolsa Mexicana de Valores de 2003 a 2012 y la estructuración de portafolios accionarios en función de la minimización del riesgo

La medición de la eficiencia se realizará sobre las acciones listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). A la fecha de la elaboración de este trabajo de investigación existen un total de 142 acciones activas que pertenecen a 125 empresas listadas, de las cuales solo 35 conforman el IPC con una participación que va desde 0.2% hasta 23.41%.

El criterio de selección de acciones es basado en el número de operaciones anuales, por lo que se descartaron las acciones por debajo de diez mil operaciones en cada uno de los últimos diez años del periodo de estudio, resultando una total de veintiún acciones la mayoría forma parte del IPC:

Tabla 7: Muestra de acciones

No.	Codigo	Particip IPC %	No.	Codigo	Particip IPC %
1	AMXL	23.41	12	BIMBOA	1.82
2	WALMEXV	11.15	13	ELEKTRA	1.70
3	FEMSAUBD	8.30	14	ICA	0.63
4	GMEXICOB	6.69	15	AZTECACPO	0.35
5	TLEVISACPO	6.28	16	GEOB	0.32
6	GFNORTEO	6.25	17	ARA	0.00
7	CEMEXCPO	4.21	18	COMERCIUBC	0.00
8	ALFAA	3.53	19	GCARSOA1	0.00
9	GFINBURO	2.86	20	SORIANAB	0.00
10	GMODELOC	2.69	21	TELMEXL	0.00
11	KIMBERA	1.94			

Como es sabido, el mercado financiero mexicano es un mercado emergente, pocas empresas se encuentran listadas en bolsa, además que el número de observaciones es limitado y el número de operaciones son pocas o concentradas en ciertas acciones.

Para propósitos del presente trabajo las acciones seleccionadas servirán para aplicar las pruebas planeadas y utilizar los resultados para probar la hipótesis planteada.

En el caso de TELMEXL aunque en el año 2012 fue disminuyendo sus operaciones hasta desenlistarla y fusionarla con AMXL, se tomará en consideración ya que es de las acciones que en años anteriores presento un adecuado volumen de operaciones, elemento necesario para aplicar las pruebas planeadas.

4.1 Acciones con alta y baja eficiencia de mercado en función a pruebas de forma débil y semifuerte

4.1.1 Pruebas de eficiencia débil

4.1.1.1 Normalidad en los rendimientos

A través de la prueba Kolmogorov-Smirnov se determinó la normalidad de los rendimientos, comparando el comportamiento de los rendimientos con la distribución normal e intentando relacionarla con la eficiencia de mercado en su forma débil, ya que de haber aleatoriedad en los rendimientos los precios no estarían influenciados por una tendencia definida de los últimos resultados o del comportamiento pasado.

La prueba abarca dos periodos consecutivos de cinco años cada uno, el primero de ellos comprende de 2003 a 2007 y el segundo de 2008 a 2012, se utilizó el software SPSS para obtener los estadísticos de la prueba, y definir la aleatoriedad de los rendimientos en diferentes periodicidades de tiempo, las cuales son: diaria, semanal, mensual y trimestral.

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la prueba del primer lustro de 2003 a 2007 considerando que a mayor valor del estadístico mayor probabilidad se tiene que la distribución se asemeje a una normal y por ende el rendimiento tenga un comportamiento aleatorio, las acciones se encuentran ordenadas de mayor a menor valor del estadístico en cada uno de las periodicidades.

Tabla 8: Prueba K-S periodo 203 - 2007

K-S 2003 – 2007								
	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	CEMEXCPO	0.034	TLEVISACPO	1.000	SORIANAB	0.991	CEMEXCPO	0.986
2	TLEVISACPO	0.029	GFNORTEO	0.873	ARA	0.948	GFINBURO	0.985
3	AMXL	0.012	WALMEXV	0.699	KIMBERA	0.939	TLEVISACPO	0.980
4	GMEXICOB	0.009	GMEXICOB	0.695	GMODELOC	0.936	ICA	0.976
5	TELMEXL	0.004	AMXL	0.641	FEMSAUBD	0.932	AZTECACPO	0.972
6	GMODELOC	0.002	TELMEXL	0.588	TELMEXL	0.917	TELMEXL	0.962
7	WALMEXV	0.002	AZTECACPO	0.543	WALMEXV	0.898	ELEKTRA	0.956
8	COMERCIUBC	0.002	FEMSAUBD	0.542	GMEXICOB	0.892	GFNORTEO	0.954
9	GFINBURO	0.001	KIMBERA	0.493	TLEVISACPO	0.866	COMERCIUBC	0.941
10	GFNORTEO	0.001	CEMEXCPO	0.384	GEOB	0.865	GMODELOC	0.912
11	ALFAA	0.001	GFINBURO	0.334	CEMEXCPO	0.853	AMXL	0.890
12	FEMSAUBD	0.001	GMODELOC	0.266	GFINBURO	0.849	WALMEXV	0.886
13	GEOB	0.000	SORIANAB	0.266	GFNORTEO	0.832	ALFAA	0.871
14	SORIANAB	0.000	ALFAA	0.263	AZTECACPO	0.700	ARA	0.846
15	ARA	0.000	GEOB	0.251	BIMBOA	0.696	GCARSOA1	0.811
16	AZTECACPO	0.000	GCARSOA1	0.191	ELEKTRA	0.683	GMEXICOB	0.794
17	BIMBOA	0.000	BIMBOA	0.183	AMXL	0.659	KIMBERA	0.703
18	GCARSOA1	0.000	ARA	0.158	GCARSOA1	0.649	BIMBOA	0.674
19	KIMBERA	0.000	COMERCIUBC	0.146	COMERCIUBC	0.536	GEOB	0.668
20	ELEKTRA	0.000	ELEKTRA	0.110	ALFAA	0.287	FEMSAUBD	0.229
21	ICA	0.000	ICA	0.014	ICA	0.057	SORIANAB	0.166

Puede apreciarse que a medida que el periodo de observaciones se amplia, de acuerdo a la prueba K-S, la probabilidad de que el comportamiento de los rendimientos sea aleatorio se incrementa, además, las acciones no muestran una consistencia al medir la normalidad de un periodo a otro, es decir, es una periodicidad diaria puede tener resultados satisfactorio mientras que en el semanal o mensual no los tienen.

Para el segundo lustro 2008-2012 los resultados parecen mejorar al tener un comportamiento más congruente entre las diferentes periodicidades, al ver que la mayoría de las acciones que presentan altos resultados de forma semanal, los vuelve a presentar de forma mensual o trimestral.

Tabla 9: Prueba K-S periodo 2008 - 2012

K-S 2008 – 2012								
	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	GCARSOA1	0.000	WALMEXV	0.529	GEOB	0.982	KIMBERA	0.998
2	GFINBURO	0.000	BIMBOA	0.201	SORIANAB	0.975	BIMBOA	0.990
3	WALMEXV	0.000	GFINBURO	0.200	TLEVISACPO	0.969	AZTECACPO	0.987
4	SORIANAB	0.000	AMXL	0.127	KIMBERA	0.954	GCARSOA1	0.958
5	TLEVISACPO	0.000	GMEXICOB	0.116	GFINBURO	0.846	AMXL	0.917
6	BIMBOA	0.000	TLEVISACPO	0.102	GCARSOA1	0.808	FEMSAUBD	0.911
7	KIMBERA	0.000	GCARSOA1	0.082	GMEXICOB	0.803	CEMEXCPO	0.842
8	GEOB	0.000	SORIANAB	0.052	AZTECACPO	0.791	WALMEXV	0.781
9	AMXL	0.000	KIMBERA	0.048	GMODELOC	0.782	SORIANAB	0.747
10	ALFAA	0.000	AZTECACPO	0.037	FEMSAUBD	0.739	GMEXICOB	0.746
11	GMEXICOB	0.000	ELEKTRA	0.035	ICA	0.675	GFINBURO	0.677
12	CEMEXCPO	0.000	GEOB	0.028	WALMEXV	0.672	ARA	0.640
13	ARA	0.000	FEMSAUBD	0.017	AMXL	0.647	TLEVISACPO	0.613
14	AZTECACPO	0.000	GMODELOC	0.016	CEMEXCPO	0.588	GEOB	0.603
15	COMERCIUBC	0.000	ALFAA	0.011	GFNORTEO	0.489	GMODELOC	0.600
16	ELEKTRA	0.000	GFNORTEO	0.008	ALFAA	0.444	ALFAA	0.578
17	FEMSAUBD	0.000	CEMEXCPO	0.003	ARA	0.438	COMERCIUBC	0.566
18	GFNORTEO	0.000	TELMEXL	0.002	ELEKTRA	0.369	TELMEXL	0.565
19	GMODELOC	0.000	ARA	0.001	BIMBOA	0.277	ELEKTRA	0.537
20	ICA	0.000	ICA	0.000	TELMEXL	0.226	GFNORTEO	0.532
21	TELMEXL	0.000	COMERCIUBC	0.000	COMERCIUBC	0.052	ICA	0.274

Analizando el comportamiento de la normalidad de los rendimientos de las acciones de un lustro a otro, se aprecia que en su mayoría la aleatoriedad de los rendimientos se vio afectada por las condiciones financieras y económicas que sufrió el país en el segundo lustro.

En la siguiente tabla se resume el comportamiento individual indicando su la eficiencia Empeoro (E) o Mejoro (M) por cada una de las periodicidades analizadas (diario, semanal, mensual y trimestral):

Tabla 10: Comportamiento individual de la HEM débil prueba K-S por periodicidad

		Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
1	ALFAA	E	E	M	E
2	AMXL	M	E	E	M
3	ARA	M	E	E	E
4	AZTECACPO	M	E	M	M
5	BIMBOA	M	M	E	M
6	CEMEXCPO	M	E	E	E
7	COMERCIUBC	M	E	E	E
8	ELEKTRA	M	E	E	E
9	FEMSAUBD	M	E	E	M
10	GCARSOA1	M	E	M	M
11	GEOB	M	E	M	E
12	GFINBURO	M	E	E	E
13	GFNORTEO	M	E	E	E
14	GMEXICOB	M	E	E	E
15	GMODELOC	M	E	E	E
16	ICA	M	E	M	E
17	KIMBERA	M	E	M	M
18	SORIANAB	M	E	E	M
19	TELMEXL	M	E	E	E
20	TLEVISACPO	M	E	M	E
21	WALMEXV	M	E	E	E

En la siguiente tabla se ilustra el número y porcentaje de acciones en que su normalidad aumentó o disminuyó por cada una de las periodicidades analizadas:

Tabla 11: Comportamiento de la HEM débil prueba K-S de la muestra de acciones

Normalidad	Diario	%	Semanal	%	Mensual	%	Trimestral	%
Empeoro	19	90%	20	95%	14	67%	14	67%
Mejoro	2	10%	1	5%	7	33%	7	33%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

Lo que este resumen nos indica es que la eficiencia de mercado disminuye para el segundo periodo ya que la normalidad se reduce para el segundo lustro.

Claramente puede apreciarse que esta prueba no puede ser tan contundente como para basar un juicio adecuado en la medición de la eficiencia de mercado en

su forma débil, por lo que se desarrollará la siguiente prueba para soportar en mayor medida evidencia de la eficiencia.

4.1.1.2 Prueba AYER-HOY

Esta prueba consiste en la regresión de los rendimientos con desfase de un día de cada una de las acciones seleccionadas; la prueba se realizó por dos periodos consecutivos de cinco años cada uno, de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012, con periodicidades diaria, semanal y mensual. Fue utilizada la herramienta de Excel “Análisis de datos” para el desarrollaron de las regresiones. Se observó y analizó los coeficientes de correlación (R), determinación (R^2) y el parámetro β , este último sometido a validaciones con el estadístico de prueba t a través del p-value.

La eficiencia de forma débil es medida considerando R y R^2 , al ser esto dos coeficientes cercanos a cero indicaría una mejor eficiencia de mercado, pues indicaría que el rendimiento de HOY no está determinado o influenciado por el rendimiento de AYER, validando el parámetro β con la $H_0: \beta = 0$, indicando que los rendimientos de HOY tienen una baja o nula sensibilidad respecto a los rendimientos de AYER.

Los resultados de las regresiones se encuentran resumidos en las siguientes tablas por ambos periodos analizados y para que periodicidad (diaria, semanal y mensual):

Al final se compara el comportamiento de la eficiencia de mercado un su forma débil de un lustro a otro en cada periodicidad tanto de manera individual como la muestra de acciones en general.

Tabla 12: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Diario

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
GMODELOC	0.51%	0.00	-0.01	-0.18	Z acep	0.8560	14%
GCARSOA1	1.31%	0.00	0.01	0.47	Z acep	0.6409	36%
AZTECACPO	1.48%	0.00	-0.01	-0.53	Z acep	0.5984	40%
AMXL	1.84%	0.00	0.02	0.65	Z acep	0.5136	49%
FEMSAUBD	2.33%	0.00	0.02	0.83	Z acep	0.4085	59%
GFINBURO	4.11%	0.00	-0.04	-1.46	Z acep	0.1443	86%
BIMBOA	4.37%	0.00	-0.04	-1.55	Z acep	0.1208	88%
WALMEXV	5.18%	0.00	0.05	1.84	Z acep	0.0658	93%
COMERCIUBC	5.43%	0.00	0.05	1.93	Z acep	0.0535	95%
KIMBERA	6.02%	0.00	0.06	2.14	Z acep	0.0324	97%
SORIANAB	6.60%	0.00	0.07	2.35	Z acep	0.0190	98%
CEMEXCPO	6.72%	0.00	0.07	2.39	Z acep	0.0169	98%
TLEVISACPO	7.97%	0.01	0.08	2.84	Z acep	0.0046	99.99%
GFNORTEO	9.21%	0.01	0.09	3.28	Z acep	0.0011	99.99%
TELMEXL	9.34%	0.01	0.09	3.33	Z acep	0.0009	99.99%
ALFAA	9.97%	0.01	0.10	3.56	Z acep	0.0004	99.99%
ARA	11.23%	0.01	0.11	4.01	Z acep	0.0001	99.99%
ICA	11.70%	0.01	0.12	4.18	Z acep	0.0000	99.99%
GMEXICOB	12.70%	0.02	0.13	4.55	Z acep	0.0000	99.99%
ELEKTRA	17.46%	0.03	0.17	6.30	Z acep	0.0000	99.99%
GEOB	19.49%	0.04	0.19	7.06	Z acep	0.0000	99.99%

Los resultados arrojados por la regresión por el periodo de 2003 a 2007 se aprecia que 5 de las 21 acciones (24%) tienen un R mayor a 10%, además, el 100% de las acciones refleja un R² que tiende a cero presumiendo que no existe relación entre los rendimientos de AYER y HOY, al igual que el estimador β de todas las acciones tiende a cero. El estadístico t corrobora que el estimador se encuentra dentro de la zona de aceptación de $H_0: \beta = 0$. Por otro lado el p-value arroja que el rendimiento de HOY de 14 de las 21 acciones (67%) no es influenciado por el comportamiento del rendimiento de AYER con una probabilidad del 90% o más. Y 16 acciones en total (76%) con una probabilidad del 80% o más. Estas cifras pueden traducirse como una aceptable eficiencia de mercado tomando a las acciones seleccionadas en su conjunto.

Tabla 13: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Diario

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
BIMBOA	0.03%	0.00	0.00	-0.0093	Z acep	0.9926	1%
TELMEXL	0.09%	0.00	0.00	0.0316	Z acep	0.9748	3%
GCARSOA1	0.37%	0.00	0.00	0.1294	Z acep	0.8970	10%
TLEVISACPO	0.39%	0.00	0.00	0.1377	Z acep	0.8905	11%
GFINBURO	1.02%	0.00	0.01	0.3590	Z acep	0.7196	28%
GFNORTEO	2.47%	0.00	0.02	0.8670	Z acep	0.3861	61%
FEMSAUBD	2.55%	0.00	0.03	0.8926	Z acep	0.3723	63%
GMODELOC	2.77%	0.00	-0.03	-0.9721	Z acep	0.3312	67%
AMXL	3.38%	0.00	-0.03	-1.1867	Z acep	0.2356	76%
ARA	3.43%	0.00	0.03	1.2042	Z acep	0.2288	77%
WALMEXV	3.68%	0.00	0.04	1.2899	Z acep	0.1973	80%
AZTECACPO	5.18%	0.00	-0.05	-1.8168	Z acep	0.0695	93%
KIMBERA	5.29%	0.00	0.05	1.8556	Z acep	0.0637	94%
GMEXICOB	5.35%	0.00	0.05	1.8770	Z acep	0.0608	94%
COMERCIUBC	5.89%	0.00	0.06	2.0690	Z acep	0.0388	96%
ALFAA	6.54%	0.00	0.07	2.2952	Z acep	0.0219	98%
SORIANAB	10.90%	0.01	0.10	3.8439	Z acep	0.0001	99.99%
ICA	11.18%	0.01	0.11	3.9410	Z acep	0.0001	99.99%
CEMEXCPO	11.95%	0.01	0.11	4.2176	Z acep	0.0000	99.99%
GEOB	16.02%	0.03	0.16	5.6858	Z acep	0.0000	99.99%
ELEKTRA	23.54%	0.06	0.23	8.4867	Z acep	0.0000	99.99%

Para el segundo periodo de 2008 a 2012 se destaca que al igual que el lustro anterior solo 5 de las 21 (24%) acciones tienen un R mayor a 10%. También el 100% de las acciones tienen un R² de cero presumiendo que no existe relación entre los rendimientos de AYER y HOY, corroborado por el estimador β que tiende a cero en todos los casos siendo el mayor ELEKTRA con 0.23. Validando el parámetro β con el estadístico t demuestra que se encuentra dentro de la zona de aceptación donde $H_0: \beta = 0$. Analizando el p-value se observa que en 10 de 21 acciones (48%) el rendimiento de AYER no influye en el rendimiento de HOY con una probabilidad del 90% o más. Y 11 acciones en total (52%) con una probabilidad del 80% o más. Nótese como disminuye la eficiencia de mercado respecto al periodo anterior.

Tabla 14: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Semanal

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
TELMEXL	0.31%	0.00	0.00	-0.05	Z acep	0.9609	4%
COMERCIUBC	0.46%	0.00	0.00	0.07	Z acep	0.9413	6%
ALFAA	0.53%	0.00	-0.01	-0.09	Z acep	0.9316	7%
FEMSAUBD	1.28%	0.00	-0.01	-0.21	Z acep	0.8376	16%
ICA	2.05%	0.00	0.02	0.33	Z acep	0.7421	26%
CEMEXCPO	2.82%	0.00	-0.03	-0.45	Z acep	0.6508	35%
AMXL	4.13%	0.00	-0.04	-0.66	Z acep	0.5073	49%
ARA	4.93%	0.00	-0.05	-0.79	Z acep	0.4283	57%
AZTECACPO	5.03%	0.00	-0.05	-0.81	Z acep	0.4191	58%
SORIANAB	5.27%	0.00	-0.05	-0.85	Z acep	0.3977	60%
GFINBURO	5.34%	0.00	-0.05	-0.86	Z acep	0.3909	61%
TLEVISACPO	5.37%	0.00	-0.05	-0.86	Z acep	0.3887	61%
ELEKTRA	5.66%	0.00	0.06	0.91	Z acep	0.3632	64%
GMEXICOB	6.79%	0.00	-0.07	-1.09	Z acep	0.2756	72%
GEOB	9.80%	0.01	-0.10	-1.58	Z acep	0.1148	89%
KIMBERA	10.88%	0.01	-0.11	-1.76	Z acep	0.0800	92%
BIMBOA	11.09%	0.01	-0.11	-1.79	Z acep	0.0741	93%
WALMEXV	12.48%	0.02	-0.12	-2.02	Z acep	0.0445	96%
GCARSOA1	15.29%	0.02	-0.15	-2.49	Z acep	0.0136	99%
GFNORTEO	16.81%	0.03	-0.17	-2.74	Z acep	0.0066	99%
GMODELOC	22.44%	0.05	-0.22	-3.70	Z acep	0.0003	99.99%

Para el segundo lustro, 7 de las 21 acciones (29%) tienen un R mayor a 10%. Considerando que el 100% de las acciones tienen un R² de cero presumiendo que no existe relación entre los rendimientos de AYER y HOY. El estimador β tiende a cero en todos los casos siendo el mayor -0.22 de GMODELOC. Sometido el parámetro β al estadístico t corrobora que el estimador se encuentra dentro de la zona de aceptación donde $H_0: \beta = 0$. Por otro lado el p-value indica que el rendimiento de AYER en 6 de 21 acciones (29%) no influye en el rendimiento de HOY con una probabilidad del 90% o más. Y 7 (33%) acciones en total con una probabilidad del 80% o más. Comparándolo con los resultados de periodicidad diaria se aprecia una disminución en la eficiencia de mercado debido a que existen menos cantidad de datos al momento de obtener los estadísticos.

Tabla 15: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Semanal

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
GEOB	0.10%	0.00	0.00	-0.0161	Z acep	0.9872	1%
ALFAA	0.74%	0.00	-0.01	-0.1171	Z acep	0.9069	9%
GMEXICOB	2.03%	0.00	0.02	0.3222	Z acep	0.7476	25%
GMODELOC	2.33%	0.00	-0.02	-0.3694	Z acep	0.7121	29%
ELEKTRA	6.77%	0.00	0.07	1.0775	Z acep	0.2823	72%
TELMEXL	6.79%	0.00	-0.07	-1.0802	Z acep	0.2811	72%
CEMEXCPO	7.20%	0.01	-0.07	-1.1465	Z acep	0.2527	75%
WALMEXV	9.30%	0.01	-0.09	-1.4835	Z acep	0.1392	86%
GFNORTEO	10.88%	0.01	-0.11	-1.7379	Z acep	0.0835	92%
BIMBOA	11.11%	0.01	-0.11	-1.7747	Z acep	0.0772	92%
GCARSOA1	12.84%	0.02	-0.13	-2.0549	Z acep	0.0409	96%
ICA	13.26%	0.02	-0.13	-2.1231	Z acep	0.0347	97%
AZTECACPO	14.86%	0.02	-0.15	-2.3858	Z acep	0.0178	98%
SORIANAB	17.14%	0.03	-0.17	-2.7621	Z acep	0.0062	99%
ARA	18.94%	0.04	-0.19	-3.0629	Z acep	0.0024	99.99%
GFINBURO	22.56%	0.05	-0.23	-3.6755	Z acep	0.0003	99.99%
KIMBERA	23.51%	0.06	-0.23	-3.8397	Z acep	0.0002	99.99%
FEMSAUBD	24.77%	0.06	-0.25	-4.0579	Z acep	0.0001	99.99%
TLEVISACPO	26.45%	0.07	-0.26	-4.3544	Z acep	0.0000	99.99%
AMXL	28.78%	0.08	-0.29	-4.7707	Z acep	0.0000	99.99%
COMERCIUBC	30.91%	0.10	-0.31	-5.1588	Z acep	0.0000	99.99%

Para el segundo lustro con periodicidad semanal se destaca que 13 de las 21 acciones (62%) tienen un R mayor a 10%, sin embargo tienen un R² que tienden a cero presumiendo que no existe relación entre las variables: rendimiento de AYER y HOY. Los resultados del estimador β tiende a cero en todos los casos, siendo el mayor -0.31 de COMERCIUBC. Al validar β con el estadístico t se corrobora que el estimador β se encuentra dentro de la zona de aceptación donde $H_0: \beta = 0$. Por otro lado en 13 de 21 acciones (62%) el rendimiento de AYER no influye en el rendimiento de HOY con una probabilidad del 90% o más. Y 14 acciones en total (67%) con una probabilidad del 80% o más. Es este caso la eficiencia de mercado mejora en el segundo periodo. Nótese que sucede el caso contrario en la periodicidad diaria.

Tabla 16: Regresión AYER - HOY 2003 - 2007 Mensual

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
BIMBOA	0.95%	0.00	0.01	0.0716	Z acep	0.9432	6%
ELEKTRA	1.21%	0.00	-0.01	-0.0917	Z acep	0.9273	7%
AMXL	2.38%	0.00	-0.02	-0.1794	Z acep	0.8583	14%
COMERCIUBC	3.41%	0.00	0.03	0.2579	Z acep	0.7974	20%
GMEXICOB	3.80%	0.00	0.04	0.2872	Z acep	0.7750	22%
GMODELOC	3.81%	0.00	0.04	0.2876	Z acep	0.7747	23%
CEMEXCPO	3.92%	0.00	0.04	0.2965	Z acep	0.7679	23%
TLEVISACPO	5.12%	0.00	-0.05	-0.3868	Z acep	0.7004	30%
SORIANAB	5.78%	0.00	0.06	0.4371	Z acep	0.6637	34%
FEMSAUBD	6.44%	0.00	0.07	0.4870	Z acep	0.6281	37%
ARA	6.71%	0.00	-0.07	-0.5078	Z acep	0.6135	39%
ALFAA	9.80%	0.01	-0.10	-0.7438	Z acep	0.4600	54%
GFNORTEO	10.32%	0.01	-0.10	-0.7834	Z acep	0.4366	56%
AZTECACPO	11.42%	0.01	-0.11	-0.8682	Z acep	0.3889	61%
WALMEXV	16.25%	0.03	-0.16	-1.2437	Z acep	0.2187	78%
GCARSOA1	17.18%	0.03	-0.17	-1.3170	Z acep	0.1931	81%
ICA	18.96%	0.04	-0.19	-1.4577	Z acep	0.1504	85%
TELMEXL	21.01%	0.04	-0.21	-1.6221	Z acep	0.1103	89%
GFINBURO	22.30%	0.05	-0.22	-1.7268	Z acep	0.0896	91%
GEOB	24.45%	0.06	0.24	1.9036	Z acep	0.0620	94%
KIMBERA	28.80%	0.08	-0.29	-2.2702	Z acep	0.0270	97%

Los resultados encontrados para el periodo de 2003 a 2007 con periodicidad mensual indican que 9 de las 21 acciones (43%) tienen un R mayor a 10%, aunque el 100% de las acciones tienen un R² de cero presumiendo que no existe relación entre los rendimientos de AYER y HOY. El estimador β tiende a cero en todos los casos, siendo el mayor -0.29 de KIMBERA. Validándolo el parámetro β con el estadístico t corrobora que se encuentra dentro de la zona de aceptación donde $H_0: \beta = 0$. Y el p-value indica que en 3 de 21 acciones (14%) el rendimiento de AYER no influye en el rendimiento de HOY con una probabilidad del 90% o mayor. Y 6 acciones en total (29%) con una probabilidad del 80% o superior. Si se compara con la periodicidad semanal vuelve a disminuir la eficiencia de mercado por la misma razón que existe menos cantidad de datos al momento de obtener los estadísticos.

Tabla 17: Regresión AYER - HOY 2008- 2012 Mensual

Acciones	R	R ²	β	Estadístico t		p-value	1- α
FEMSAUBD	0.31%	0.00	0.00	-0.0236	Z acep	0.9813	2%
BIMBOA	3.72%	0.00	0.04	0.2784	Z acep	0.7818	22%
AZTECACPO	5.73%	0.00	0.06	0.4292	Z acep	0.6694	33%
ARA	5.89%	0.00	0.06	0.4416	Z acep	0.6605	34%
WALMEXV	8.30%	0.01	0.08	0.6233	Z acep	0.5356	46%
AMXL	8.94%	0.01	0.09	0.6720	Z acep	0.5043	50%
GCARSOA1	9.06%	0.01	0.09	0.6807	Z acep	0.4989	50%
GMODELOC	9.52%	0.01	-0.09	-0.7155	Z acep	0.4773	52%
GFINBURO	10.63%	0.01	-0.10	-0.8004	Z acep	0.4269	57%
CEMEXCPO	11.91%	0.01	0.12	0.8980	Z acep	0.3730	63%
GMEXICOB	12.73%	0.02	0.13	0.9604	Z acep	0.3410	66%
ELEKTRA	13.58%	0.02	0.13	1.0260	Z acep	0.3093	69%
SORIANAB	13.72%	0.02	0.14	1.0368	Z acep	0.3043	70%
GFNORTEO	16.05%	0.03	0.16	1.2168	Z acep	0.2288	77%
TLEVISACPO	17.00%	0.03	-0.17	-1.2911	Z acep	0.2020	80%
GEOB	17.01%	0.03	0.17	1.2920	Z acep	0.2017	80%
COMERCIUBC	19.71%	0.04	0.20	1.5041	Z acep	0.1382	86%
KIMBERA	20.51%	0.04	-0.20	-1.5684	Z acep	0.1224	88%
ALFAA	22.08%	0.05	0.22	1.6944	Z acep	0.0957	90%
TELMEXL	24.47%	0.06	-0.24	-1.8887	Z acep	0.0641	94%
ICA	30.81%	0.09	0.31	2.4236	Z acep	0.0186	98%

Los resultados encontrados para el periodo de 2008 a 2012 con periodicidad mensual indican que 13 de las 21 acciones (62%) tienen un R mayor a 10%, mientras que el 100% de las acciones tienen un R² de cero presumiendo que no existe relación entre los rendimientos de AYER y HOY. El estimador β tiende a cero en todos los casos siendo el mayor 0.31 de ICA. Validando el parámetro β con el estadístico t se corrobora que se encuentra dentro de la zona de aceptación donde $H_0: \beta = 0$. El p-value indica que en 3 de 21 acciones (14%) el rendimiento de AYER no influye en el rendimiento de HOY con una probabilidad del 90% o mayor. Y 5 acciones en total (24%) con una probabilidad del 80% o mayor. La eficiencia de mercado se mantiene estable comparado con el periodo anterior.

Después de analizar los resultados de las periodicidades podemos llegar a una conclusión general de que al ampliarse la periodicidad (diario, semanal y mensual), la correlación se incrementa debilitando ligeramente la eficiencia de mercado. Además se observa también que el número de acciones con un $R > 10\%$ se eleva. Aunque en las tres periodicidades el coeficiente de determinación tiende a 0, indicando la baja relación entre los rendimientos de AYER y HOY, reforzado este hecho validando el parámetro β donde $H_0: \beta = 0$, con la prueba del estadístico t y el p-value. Lo anterior muestra la poca correlación entre los rendimientos en la mayoría de las acciones.

En la siguiente tabla se resume el comportamiento individual indicando su la eficiencia Empeoro (E) o Mejoro (M) por cada una de las periodicidades analizadas (diario, semanal y mensual):

Tabla 18: Comportamiento individual de la HEM débil prueba AYER-HOY

	Acciones	Diario	Semanal	Mensual
1	ALFAA	M	E	E
2	AMXL	E	E	E
3	ARA	M	E	M
4	AZTECACPO	E	E	M
5	BIMBOA	M	E	E
6	CEMEXCPO	E	E	E
7	COMERCIUBC	E	E	E
8	ELEKTRA	E	E	E
9	FEMSAUBD	E	E	M
10	GCARSOA1	M	M	M
11	GEOB	M	M	M
12	GFINBURO	M	E	M
13	GFNORTEO	M	M	E
14	GMEXICOB	M	M	E
15	GMODELOC	E	M	E
16	ICA	M	E	E
17	KIMBERA	M	E	M
18	SORIANAB	E	E	E
19	TELMEXL	M	E	E
20	TLEVISACPO	M	E	E
21	WALMEXV	M	M	M

El comportamiento de la correlación y por ende la eficiencia de mercado en forma débil de un periodo a otro por cada una de las periodicidades puede apreciarse en la tabla siguiente:

Comportamiento de la HEM débil prueba AYER - HOY de la muestra de acciones

Tabla 19: Comportamiento de la HEM débil prueba AYER - HOY de la muestra de acciones

Correlación	Diario	%	Semanal	%	Mensual	%
Aumento	8	38%	15	71%	13	62%
Disminuyó	13	62%	6	29%	8	38%
Total	21	100%	21	100%	21	100%

Para las periodicidades semanal y mensual se aprecia la congruencia que de un periodo a otro la correlación aumenta en la mayoría de las acciones indicando que la eficiencia de mercado medida a través de esta prueba se debilita de un lustro a otro, sin embargo en la periodicidad diaria se aprecia lo contrario ya que la eficiencia mejora al disminuir la correlación de los rendimientos de AYER y HOY.

Utilizando los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov refuerza la evidencia del comportamiento de la eficiencia en las periodicidades semanal y mensual, pues la eficiencia de mercado disminuye para el segundo periodo ya que la normalidad empeora para el segundo lustro.

Lo que se intenta medir en este capítulo no es si el mercado mexicano es eficiente o no, si no que tan eficientes son las acciones más representativas de este mercado a través de las pruebas elegidas.

4.1.2 Pruebas de eficiencia semifuerte

La prueba semifuerte fue aplicada sobre cada una de las acciones seleccionadas abarcando dos periodos consecutivos, de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012, con la intención de hacer coincidir el periodo de observación con el de la prueba de eficiencia débil.

La prueba consiste en una regresión entre el precio de la acción como variable dependiente y el EBITDA como variable independiente, las observaciones de las variables son los datos reportados cada trimestre, de modo que la periodicidad es de forma trimestral, es decir, la cotización de cada acción al cierre de los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. El resultado EBITDA fue determinado a partir de los ingresos, costos y gastos y depreciación y amortización reportada por cada una de las empresas desde el año 2003; para las acciones pertenecientes a grupos financieros el EBITDA fue determinado en base al margen neto financiero, la depreciación y el repomo, por los años en que fue determinado este último.

Los resultados arrojados por la regresión son lo que se muestran en la siguiente tabla, donde el coeficiente “R” de correlación indica que tan sensible es el precio de la acción a la evolución del EBITDA de la empresa, mientras que el coeficiente de determinación o “R²” estadísticamente determina que tan bien se ajusta la línea de regresión muestral a los datos observados, o en otras palabras, la proporción o porcentaje de la variación total del precio de la acción explicada por el modelo de regresión, mientras más se acerque a 1 se infiere de un ajuste perfecto, en el caso de alejarse a 1 la relación entre el precio de la acción y el EBITDA disminuirá.

Tabla 20: Regresión PRECIO - EBITDA 3m

2003 - 2007				2008 - 2012		
Acción	R	R ²		Acción	R	R ²
AMXL	98.59%	0.972	1	ALFAA	95.96%	0.921
ARA	88.28%	0.779	2	GMEXICOB	79.37%	0.630
ALFAA	85.89%	0.738	3	WALMEXV	77.22%	0.596
COMERCIUBC	83.63%	0.699	4	ARA	74.40%	0.553
WALMEXV	82.10%	0.674	5	AMXL	67.64%	0.458
GMODELOC	79.75%	0.636	6	GMODELOC	66.26%	0.439
CEMEXCPO	79.08%	0.625	7	COMERCIUBC	64.61%	0.417
GMEXICOB	77.43%	0.599	8	FEMSAUBD	63.86%	0.408
BIMBOA	76.70%	0.588	9	SORIANAB	51.76%	0.268
ICA	72.31%	0.523	10	AZTECACPO	49.12%	0.241
ELEKTRA	69.94%	0.489	11	KIMBERA	48.63%	0.236
FEMSAUBD	69.13%	0.478	12	ICA	47.53%	0.226
SORIANAB	69.12%	0.478	13	TLEVISACPO	44.87%	0.201
GFNORTEO	68.73%	0.472	14	GFINBURO	43.11%	0.186
TLEVISACPO	68.59%	0.470	15	ELEKTRA	36.58%	0.134
GEOB	62.34%	0.389	16	GFNORTEO	33.49%	0.112
GCARSOA1	43.48%	0.189	17	BIMBOA	29.77%	0.089
KIMBERA	33.54%	0.113	18	CEMEXCPO	29.45%	0.087
AZTECACPO	3.89%	0.002	19	TELMEXL	24.86%	0.062
TELMEXL	3.49%	0.001	20	GCARSOA1	12.95%	0.017
GFINBURO	0.57%	0.000	21	GEOB	8.25%	0.007

La lista en cada periodo las encabeza las acciones con coeficientes R y R² más altos, por consiguiente los resultados más bajos ocupan los últimos lugares. En otras palabras, las primeras acciones presentan una mejor eficiencia de mercado de forma semifuerte pues el precio es congruente con una variable fundamental de la empresa, que para este estudio es el EBITDA.

El 71%, de las acciones es decir 15 de las 21 acciones sufrieron bajas en sus coeficientes de un periodo a otro debido a las crisis financieras y económicas que caracterizaron al periodo de 2008 a 2012, siendo solo 6 acciones del total de la muestra las que mejoraron sus coeficientes.

La evolución de la eficiencia de mercado en su forma semifuerte fue negativa en la mayoría de las acciones de la muestra, es necesario resaltar que ese comportamiento de manera general caracteriza a la prueba de forma débil en las periodicidades semanal y mensual.

Se puede apreciar que en el segundo periodo (2008-2012) las ocho acciones que encabezan la lista con excepción de CEMEXCPO también presentaron una buena eficiencia de mercado en el periodo previo, asegurando congruencia en la prueba.

Anteriormente se puntualizó que estos resultados son obtenidos de observaciones al cierre de cada trimestre desde el año 2003. Un método adicional es considerar los resultados acumulados de doce meses al cierre de cada trimestre, es decir, el EBITDA acumulado de un año a partir del mes observado. Se espera que los resultados sean similares aunque con una correlación más alta.

En la tabla siguiente se muestra los resultados de las regresiones entre el EBITDA doce meses y el precio de la acción, con el objetivo de contrastar y corroborar los resultados del primer método de la tabla anterior.

Tabla 21: Regresión PRECIO - EBITDA 12m

2003 – 2007				2008 – 2012		
Acción	R	R ²		Acción	R	R ²
AMXL	98.98%	0.980	1	ALFAA	97.68%	0.954
ARA	95.72%	0.916	2	GMODELOC	96.97%	0.940
CEMEXCPO	95.30%	0.908	3	WALMEXV	93.48%	0.874
WALMEXV	95.27%	0.908	4	GFINBURO	85.02%	0.723
TLEVISACPO	94.01%	0.884	5	FEMSAUBD	79.62%	0.634
GMODELOC	92.91%	0.863	6	ARA	79.53%	0.633
BIMBOA	92.18%	0.850	7	AZTECACPO	79.29%	0.629
COMERCIUBC	92.15%	0.849	8	AMXL	78.74%	0.620
SORIANAB	91.69%	0.841	9	KIMBERA	78.49%	0.616
ALFAA	90.99%	0.828	10	SORIANAB	76.33%	0.583
FEMSAUBD	90.35%	0.816	11	GMEXICOB	73.76%	0.544
GFNORTEO	89.66%	0.804	12	BIMBOA	72.48%	0.525
GEOB	88.66%	0.786	13	TLEVISACPO	69.85%	0.488
GMEXICOB	88.26%	0.779	14	CEMEXCPO	64.93%	0.422
ICA	82.98%	0.689	15	GFNORTEO	59.53%	0.354

ELEKTRA	82.15%	0.675	16	COMERCIUBC	51.77%	0.268
KIMBERA	70.97%	0.504	17	GEOB	41.28%	0.170
GCARSOA1	66.96%	0.448	18	ICA	38.66%	0.149
TELMEXL	17.37%	0.030	19	TELMEXL	32.23%	0.104
AZTECACPO	6.71%	0.005	20	ELEKTRA	32.22%	0.104
GFINBURO	0.57%	0.000	21	GCARSOA1	28.37%	0.081

Como era de suponer las correlaciones son mayores, aunque el orden de las acciones no es idéntico, la mayoría de ellas si se comporta de manera similar. De esta forma se puede confiar que los resultados de la primera regresión son congruentes y con un juicio más estricto para tomarla como medida de la eficiencia de mercado semifuerte de cada una de las acciones.

4.1.3 Conclusión de la eficiencia de las acciones

De acuerdo a la HME la eficiencia de mercado es medida en niveles, pues si una acción es eficiente en su forma semifuerte lo deberá ser en su forma débil, de lo contrario no podrá hablarse de que existe eficiencia en un mercado.

A continuación se comparará el comportamiento de cada acción de un período a otro utilizando los resultados de las pruebas de eficiencia de forma débil y semifuerte, teniendo por un lado la prueba de AYER y HOY para la eficiencia de forma débil y la prueba EBITDA vs PPA para la eficiencia de forma semifuerte:

Debido a que las periodicidades en cada una de las pruebas son distintas, se tomara la trimestral para la prueba semifuerte y la mensual para la prueba débil.

En la tabla siguiente se observa si la eficiencia de mercado para ambas pruebas mejoró o empeoró comparando los periodos estudiados (2003-2007 y 2008-2012). Se evidencia que 7 acciones no se ajustan a la HME pues en la prueba débil empeora la eficiencia, mientras que en la prueba semifuerte mejora, esto representa el 33% de la muestra. Por otro lado se presume que el 67% de las acciones representativas del mercado accionario mexicano siguen la HME al observarse que la eficiencia semifuerte de 14 acciones mejora de un periodo a otro de la misma manera la eficiencia en su forma débil mejora.

Tabla 22: Comparativo AYER-HOY mensual y PRECIO-ABITDA 3m

	Acciones	Regresión AYER - HOY mensual			Regresión PRECIO - EBITDA 3m			¿Cumple con la HME?
		2003-2007	2008-2012	Comportamiento de la eficiencia	2001-2008	2005-2012	Comportamiento de la eficiencia	
		R	R		R	R		
1	ALFAA	9.80%	22.08%	Empeoro	69.89%	93.56%	Mejoro	No
2	AMXL	2.38%	8.94%	Empeoro	95.74%	79.58%	Empeoro	Si
3	ARA	6.71%	5.89%	Mejoro	89.89%	91.64%	Mejoro	Si
4	AZTECACPO	11.42%	5.73%	Mejoro	13.75%	29.23%	Mejoro	Si
5	BIMBOA	0.95%	3.72%	Empeoro	80.42%	70.79%	Empeoro	Si
6	CEMEXCPO	3.92%	11.91%	Empeoro	46.96%	45.66%	Empeoro	Si
7	COMERCIUBC	3.41%	19.71%	Empeoro	85.44%	63.60%	Empeoro	Si
8	ELEKTRA	1.21%	13.58%	Empeoro	17.53%	43.86%	Mejoro	No
9	FEMSAUBD	6.44%	0.31%	Mejoro	82.87%	67.30%	Empeoro	No
10	GCARSOA1	17.18%	9.06%	Mejoro	25.65%	18.93%	Empeoro	No
11	GEOB	24.45%	17.01%	Mejoro	65.06%	32.08%	Empeoro	No
12	GFINBURO	22.30%	10.63%	Mejoro	12.86%	62.74%	Mejoro	Si
13	GFNORTEO	10.32%	16.05%	Empeoro	80.57%	34.60%	Empeoro	Si
14	GMEXICOB	3.80%	12.73%	Empeoro	77.76%	71.15%	Empeoro	Si
15	GMODELOC	3.81%	9.52%	Empeoro	87.97%	75.63%	Empeoro	Si
16	ICA	18.96%	30.81%	Empeoro	63.33%	26.08%	Empeoro	Si
17	KIMBERA	28.80%	20.51%	Mejoro	54.05%	71.23%	Mejoro	Si
18	SORIANAB	5.78%	13.72%	Empeoro	81.14%	74.44%	Empeoro	Si
19	TELMEXL	21.01%	24.47%	Empeoro	4.61%	41.54%	Mejoro	No
20	TLEVISACPO	5.12%	17.00%	Empeoro	78.44%	50.78%	Empeoro	Si
21	WALMEXV	16.25%	8.30%	Mejoro	86.85%	86.70%	Empeoro	No

Aunque no es el objetivo del presente trabajo de investigación medir la eficiencia del mercado mexicano. De acuerdo a las pruebas desarrolladas es sencillo inferir que definitivamente no es eficiente, ya que para asegurar esta hipótesis debería realizarse un trabajo adicional y más exhaustivo que aporte evidencia suficiente.

4.2 Medición del riesgo de las acciones y de su rendimiento

4.2.1 Acciones con mayor rendimiento

El rendimiento de las acciones seleccionadas fue determinado utilizando la *Ecuación 11: Rendimiento efectivo de una acción*, por los periodos que abarcan de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012 con periodicidades diarias, semanales, mensuales y trimestrales.

Se observa que durante el primer lustro las 10 acciones con mayor rendimiento considerando los cuatro tipos de periodicidades son repetitivas tal como puede apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla 23: Rendimientos de 2003-2007

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	GMEXICOB	0.28%	GMEXICOB	1.35%	GMEXICOB	5.96%	GMEXICOB	18.52%
2	AMXL	0.23%	ELEKTRA	1.10%	ELEKTRA	5.00%	ELEKTRA	15.66%
3	ELEKTRA	0.22%	AMXL	1.09%	AMXL	4.78%	AMXL	15.06%
4	GEOB	0.19%	GEOB	0.94%	ICA	4.12%	GEOB	13.03%
5	ICA	0.18%	ICA	0.90%	GEOB	4.09%	GFNORTEO	11.67%
6	GFNORTEO	0.18%	GFNORTEO	0.88%	GFNORTEO	3.72%	ICA	11.11%
7	COMERCIUBC	0.15%	COMERCIUBC	0.74%	COMERCIUBC	3.22%	COMERCIUBC	10.10%
8	GCARSOA1	0.15%	GCARSOA1	0.72%	GCARSOA1	3.08%	GCARSOA1	9.23%
9	ALFAA	0.14%	ALFAA	0.68%	ALFAA	2.97%	ALFAA	9.14%
10	GFINBURO	0.14%	BIMBOA	0.64%	SORIANAB	2.77%	SORIANAB	8.78%
11	BIMBOA	0.13%	SORIANAB	0.64%	GFINBURO	2.76%	BIMBOA	8.35%
12	SORIANAB	0.13%	FEMSAUBD	0.63%	BIMBOA	2.70%	GFINBURO	8.31%
13	FEMSAUBD	0.13%	GFINBURO	0.62%	FEMSAUBD	2.68%	FEMSAUBD	8.19%
14	TLEVISACPO	0.13%	TLEVISACPO	0.61%	TLEVISACPO	2.64%	TLEVISACPO	8.03%
15	CEMEXCPO	0.11%	CEMEXCPO	0.57%	CEMEXCPO	2.37%	CEMEXCPO	7.42%
16	WALMEXV	0.11%	WALMEXV	0.54%	ARA	2.35%	AZTECACPO	7.02%
17	AZTECACPO	0.11%	ARA	0.53%	WALMEXV	2.25%	WALMEXV	6.89%
18	ARA	0.11%	AZTECACPO	0.52%	AZTECACPO	2.22%	ARA	6.77%
19	TELMEXL	0.09%	TELMEXL	0.46%	TELMEXL	1.94%	TELMEXL	5.87%
20	KIMBERA	0.09%	KIMBERA	0.45%	KIMBERA	1.90%	KIMBERA	5.75%
21	GMODELOC	0.08%	GMODELOC	0.39%	GMODELOC	1.58%	GMODELOC	4.81%
	Promedio	0.15%		0.71%		3.10%		9.51%

Para el segundo lustro de 2008 a 2012 el orden de los rendimientos de mayor a menor de las acciones es similar en cada una de las periodicidades observando claramente que el promedio incrementa a medida que la periodicidad aumenta, es decir, el promedio del rendimiento trimestral es mayor al promedio del rendimiento diario:

Tabla 24: Rendimientos de 2008-2012

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	COMERCIUBC	0.147%	COMERCIUBC	0.94%	ALFAA	3.33%	COMERCIUBC	10.98%
2	ALFAA	0.146%	ALFAA	0.73%	COMERCIUBC	3.23%	ALFAA	10.96%
3	FEMSAUBD	0.136%	FEMSAUBD	0.66%	FEMSAUBD	2.68%	FEMSAUBD	7.88%
4	GCARSOA1	0.131%	GCARSOA1	0.63%	GCARSOA1	2.45%	GCARSOA1	7.51%
5	GMEXICOB	0.108%	GFINBURO	0.53%	ELEKTRA	2.37%	GMEXICOB	7.13%
6	GFINBURO	0.106%	GMEXICOB	0.51%	GMEXICOB	2.05%	ELEKTRA	6.25%
7	GMODELOC	0.098%	GMODELOC	0.46%	GFINBURO	1.99%	GMODELOC	5.82%
8	KIMBERA	0.090%	ELEKTRA	0.45%	GMODELOC	1.98%	GFINBURO	5.64%
9	GFNORTEO	0.087%	KIMBERA	0.44%	KIMBERA	1.74%	GFNORTEO	5.09%
10	WALMEXV	0.083%	GFNORTEO	0.41%	WALMEXV	1.61%	KIMBERA	4.94%
11	ELEKTRA	0.077%	WALMEXV	0.38%	GFNORTEO	1.51%	WALMEXV	4.79%
12	BIMBOA	0.076%	BIMBOA	0.36%	BIMBOA	1.48%	BIMBOA	4.22%
13	SORIANAB	0.058%	SORIANAB	0.29%	SORIANAB	1.04%	SORIANAB	3.07%
14	AZTECACPO	0.048%	AZTECACPO	0.23%	AZTECACPO	0.91%	AZTECACPO	2.94%
15	TLEVISACPO	0.035%	TLEVISACPO	0.16%	TLEVISACPO	0.55%	TLEVISACPO	1.64%
16	AMXL	0.020%	CEMEXCPO	0.16%	TELMEXL	0.28%	CEMEXCPO	0.77%
17	TELMEXL	0.015%	AMXL	0.10%	AMXL	0.19%	TELMEXL	0.58%
18	CEMEXCPO	0.010%	TELMEXL	0.07%	CEMEXCPO	0.06%	AMXL	0.57%
19	ICA	-0.009%	ICA	0.03%	ICA	-0.20%	ICA	0.38%
20	GEOB	-0.014%	GEOB	-0.03%	GEOB	-0.37%	GEOB	-0.51%
21	ARA	-0.055%	ARA	-0.22%	ARA	-1.14%	ARA	-3.11%
	Promedio	0.07%		0.35%		1.32%		4.17%

Analizando el comportamiento de un lustro a otro de los rendimientos de las acciones que conforman la muestra, se aprecia que en su mayoría los rendimientos se vieron afectados por las condiciones financieras y económicas que sufrió el país en el segundo lustro. En la siguiente tabla se muestra el número y porcentaje de acciones en que aumentaron o disminuyeron sus rendimientos de un lustro a otro por cada una de las periodicidades analizadas:

Tabla 25: Comportamiento de los rendimientos de la muestra de acciones

Rendimientos	Diario	%	Semanal	%	Mensual	%	Trimestral	%
Disminuyó	18	86%	17	81%	17	81%	18	86%
Aumentó	3	14%	4	19%	4	19%	3	14%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

Además el comportamiento revela que de las 10 acciones con los mejores rendimientos en el primer periodo (2003 – 2007) no todas pudieron mantenerse con los mismos records para el segundo periodo (2008 – 2012) viéndose seriamente afectas ICA, GEO y ARA que tuvieron rendimientos negativos en cada una de las periodicidades.

4.2.2 Acciones con mayor volatilidad o desviación estándar

La volatilidad de las acciones fue determinada a través de la desviación estándar utilizando la *Ecuación 28: Desviación estándar del rendimiento como variable aleatoria*, y al igual que en los rendimientos se abarcan los periodos de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012 con periodicidades diarias, semanales, mensuales y trimestrales.

Se observa que durante el primer lustro las 10 acciones con mayor volatilidad son casi las mismas en los cuatro tipos de periodicidades como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 26: Volatilidad de 2003-2007

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	ICA	2.455%	ICA	5.920%	ICA	14.616%	GEOB	20.74%
2	GMEXICOB	2.267%	GMEXICOB	5.412%	GMEXICOB	11.065%	ELEKTRA	20.26%
3	GEOB	2.048%	GEOB	5.011%	ELEKTRA	10.926%	GMEXICOB	19.53%
4	ARA	1.907%	ELEKTRA	4.580%	GEOB	10.498%	COMERCIUBC	17.38%
5	GFNORTEO	1.897%	ARA	4.372%	ARA	9.311%	ICA	16.26%
6	AZTECACPO	1.897%	GFNORTEO	4.186%	COMERCIUBC	8.688%	SORIANAB	15.93%
7	ELEKTRA	1.869%	AZTECACPO	4.048%	ALFAA	8.115%	AZTECACPO	15.41%
8	COMERCIUBC	1.854%	COMERCIUBC	4.004%	GFNORTEO	7.753%	GFNORTEO	15.26%
9	AMXL	1.804%	ALFAA	3.807%	AZTECACPO	7.665%	ALFAA	14.84%
10	GFINBURO	1.770%	CEMEXCPO	3.774%	SORIANAB	7.460%	CEMEXCPO	14.31%
11	CEMEXCPO	1.724%	SORIANAB	3.700%	CEMEXCPO	7.397%	ARA	13.95%
12	ALFAA	1.715%	AMXL	3.684%	AMXL	6.934%	AMXL	13.77%
13	SORIANAB	1.679%	GCARSOA1	3.541%	GCARSOA1	6.721%	BIMBOA	11.85%
14	BIMBOA	1.675%	GFINBURO	3.442%	TLEVISACPO	6.642%	FEMSAUBD	11.82%

15	GCARSOA1	1.673%	FEMSAUBD	3.422%	GFINBURO	6.591%	TLEVISACPO	11.52%
16	WALMEXV	1.628%	TLEVISACPO	3.410%	FEMSAUBD	6.553%	WALMEXV	10.45%
17	TLEVISACPO	1.553%	WALMEXV	3.398%	BIMBOA	6.136%	KIMBERA	10.15%
18	FEMSAUBD	1.529%	BIMBOA	3.305%	KIMBERA	5.957%	GFINBURO	10.05%
19	GMODELOC	1.410%	KIMBERA	3.299%	TELMEXL	5.806%	GCARSOA1	9.79%
20	TELMEXL	1.405%	TELMEXL	3.234%	WALMEXV	5.666%	TELMEXL	9.72%
21	KIMBERA	1.377%	GMODELOC	3.047%	GMODELOC	5.349%	GMODELOC	9.47%
	Promedio	1.768%		3.933%		7.897%		13.926%

Para el segundo lustro de 2008 a 2012 las 10 acciones más volátiles del lustro anterior se mantienen dentro de las más riesgosas, contrario a lo que sucedió con los rendimientos que no lograron conservar sus buenos resultados de un periodo a otro; vale la pena mencionar que el promedio de la volatilidad de las acciones incrementa a medida que la periodicidad aumenta, tal como puede observarse en la tabla siguiente donde se enlista las desviaciones de las acciones ordenados de mayor a menor por cada periodicidad:

Tabla 27: Volatilidad de 2008-2012

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	COMERCIUBC	4.205%	CEMEXCPO	9.668%	ELEKTRA	17.801%	COMERCIUBC	32.974%
2	CEMEXCPO	3.734%	COMERCIUBC	9.311%	COMERCIUBC	17.301%	CEMEXCPO	30.256%
3	GFNORTEO	3.078%	ELEKTRA	7.304%	CEMEXCPO	15.673%	ALFAA	29.283%
4	GEOB	3.057%	ICA	7.286%	ICA	13.262%	ELEKTRA	28.819%
5	GMEXICOB	2.992%	GEOB	7.102%	ALFAA	13.256%	ICA	27.886%
6	ICA	2.988%	GFNORTEO	6.619%	GEOB	13.155%	GEOB	27.127%
7	ELEKTRA	2.793%	GMEXICOB	6.487%	GMEXICOB	11.909%	GMEXICOB	26.226%
8	GCARSOA1	2.585%	ARA	6.384%	GFNORTEO	11.711%	GFNORTEO	24.630%
9	ARA	2.558%	ALFAA	5.836%	ARA	11.636%	ARA	21.596%
10	ALFAA	2.532%	GCARSOA1	5.716%	GCARSOA1	8.885%	GCARSOA1	17.428%
11	GFINBURO	2.304%	GFINBURO	5.164%	GMODELOC	8.299%	AZTECACPO	14.601%
12	SORIANAB	2.162%	SORIANAB	5.048%	GFINBURO	8.042%	GMODELOC	14.586%
13	FEMSAUBD	2.049%	FEMSAUBD	4.655%	SORIANAB	8.000%	SORIANAB	13.941%
14	AMXL	2.017%	BIMBOA	4.368%	BIMBOA	7.788%	WALMEXV	12.368%
15	BIMBOA	1.988%	AMXL	4.366%	AZTECACPO	7.252%	BIMBOA	12.338%
16	GMODELOC	1.976%	TLEVISACPO	4.124%	FEMSAUBD	7.190%	TLEVISACPO	12.010%
17	TLEVISACPO	1.955%	KIMBERA	4.107%	WALMEXV	7.017%	AMXL	11.449%
18	WALMEXV	1.900%	AZTECACPO	4.040%	TELMEXL	6.673%	FEMSAUBD	10.940%
19	KIMBERA	1.841%	GMODELOC	4.035%	KIMBERA	6.628%	GFINBURO	10.918%
20	AZTECACPO	1.821%	WALMEXV	3.841%	TLEVISACPO	6.483%	TELMEXL	8.826%
21	TELMEXL	1.571%	TELMEXL	3.420%	AMXL	6.238%	KIMBERA	8.705%
	Promedio	2.481%		5.661%		10.200%		18.900%

Analizando el comportamiento de la volatilidad de los rendimientos de las acciones de un lustro a otro, se aprecia que en su mayoría los riesgos se vieron incrementados por las condiciones financieras y económicas que sufrió el país en el segundo lustro. En la siguiente tabla se aprecia el número y porcentaje de acciones en que aumentó o disminuyó su riesgo por cada una de las periodicidades analizadas, comparándolo con el comportamiento de los rendimientos es congruente más no idéntico:

Tabla 28: Comportamiento de la volatilidad de la muestra de acciones

Volatilidad	Diario	%	Semanal	%	Mensual	%	Trimestral	%
Disminuyó	1	5%	1	5%	4	19%	6	29%
Aumentó	20	95%	20	95%	17	81%	15	71%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

Cabe mencionar que AZTECACPO es la única acción que disminuyó su volatilidad de un periodo a otro en cada una de las periodicidades, sin embargo, la disminución es mínima ya que es una de las acciones más volátiles en el IPC, por lo que este comportamiento no indica que la volatilidad mejore conforme pasa el tiempo.

4.2.3 Acciones con mayor coeficiente de variación

La relación entre el riesgo y rendimiento es medido con el Coeficiente de Variación (CV) y representa que tan bien es compensado el riesgo asumido por el rendimiento esperado, además de volver comparables las diferentes acciones, ya que un CV bajo indica que la volatilidad es bien compensada por el rendimiento esperado, mientras que un CV alto indica que el riesgo es tan alto que el rendimiento esperado no compensará adecuadamente la volatilidad del activo.

Lo ideal es tener acciones con rendimiento alto y CV bajo, pues se esperaría un beneficio alto con un riesgo aceptable, en cambio, al elegir acciones con riesgo alto y CV bajo se esperaría que el rendimiento compense lo suficiente la exposición al riesgo.

Elegir acciones con riesgo bajo y CV bajos indicaría que se tiene alta aversión al riesgo y que se busca compensar aceptablemente la exposición al riesgo. El CV de las acciones fue determinado a través del cociente resultante de dividir la desviación estándar entre el rendimiento esperado, en cada uno de los periodos de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012 por las periodicidades diarias, semanales, mensuales y trimestrales al igual que en los dos apartados anteriores.

Al analizar los resultados de los CV en las diferentes periodicidades se aprecia que al igual que en las acciones más riesgosas durante el primer lustro las 10 acciones con mayor CV se mantienen en los cuatro tipos de periodicidades como puede apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla 29: Coeficiente de Variación de 2003 - 2007

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	GMODELOC	18.083	ARA	8.230	ARA	3.955	AZTECACPO	2.196
2	ARA	17.472	GMODELOC	7.859	ICA	3.550	ARA	2.060
3	AZTECACPO	17.341	AZTECACPO	7.722	AZTECACPO	3.446	GMODELOC	1.970
4	KIMBERA	15.128	KIMBERA	7.324	GMODELOC	3.382	CEMEXCPO	1.929
5	CEMEXCPO	15.097	TELMEXL	6.990	KIMBERA	3.127	SORIANAB	1.813
6	TELMEXL	15.002	CEMEXCPO	6.674	CEMEXCPO	3.117	KIMBERA	1.766
7	WALMEXV	14.604	ICA	6.558	TELMEXL	2.989	COMERCIUBC	1.720
8	ICA	13.575	WALMEXV	6.303	ALFAA	2.735	TELMEXL	1.656
9	GFINBURO	13.061	SORIANAB	5.795	COMERCIUBC	2.698	ALFAA	1.624
10	SORIANAB	12.744	ALFAA	5.630	SORIANAB	2.695	GEOB	1.591
11	BIMBOA	12.649	TLEVISACPO	5.616	GEOB	2.564	WALMEXV	1.517
12	TLEVISACPO	12.333	GFINBURO	5.538	WALMEXV	2.524	ICA	1.463
13	ALFAA	12.300	FEMSAUBD	5.421	TLEVISACPO	2.516	FEMSAUBD	1.442
14	COMERCIUBC	12.229	COMERCIUBC	5.402	FEMSAUBD	2.446	TLEVISACPO	1.435
15	FEMSAUBD	11.976	GEOB	5.329	GFINBURO	2.384	BIMBOA	1.419
16	GCARSOA1	11.323	BIMBOA	5.144	BIMBOA	2.271	GFNORTEO	1.307
17	GEOB	10.920	GCARSOA1	4.927	ELEKTRA	2.184	ELEKTRA	1.294
18	GFNORTEO	10.625	GFNORTEO	4.736	GCARSOA1	2.182	GFINBURO	1.210
19	ELEKTRA	8.314	ELEKTRA	4.145	GFNORTEO	2.086	GCARSOA1	1.061
20	GMEXICOB	8.238	GMEXICOB	4.000	GMEXICOB	1.856	GMEXICOB	1.054
21	AMXL	7.919	AMXL	3.387	AMXL	1.451	AMXL	0.914

Para el segundo lustro de 2008 a 2012 las 10 acciones con el CV más alto del lustro anterior no conservaron sus posiciones o tendencias, por influencia de lo que sucedió con los rendimientos que tampoco lograron conservar sus buenos resultados de un periodo a otro, en la tabla siguiente puede observarse los CV de las acciones ordenados de mayor a menor por cada periodicidad:

Tabla 30: Coeficiente de Variación de 2008 - 2012

	Diario		Semanal		Mensual		Trimestral	
1	CEMEXCPO	379.43	ICA	247.59	CEMEXCPO	257.72	ICA	72.92
2	TELMEXL	102.81	CEMEXCPO	60.86	AMXL	33.49	CEMEXCPO	39.34
3	AMXL	101.39	TELMEXL	47.85	TELMEXL	24.01	AMXL	19.99
4	TLEVISACPO	55.51	AMXL	44.05	TLEVISACPO	11.88	TELMEXL	15.28
5	AZTECACPO	38.30	TLEVISACPO	25.14	AZTECACPO	8.00	TLEVISACPO	7.30
6	SORIANAB	37.41	AZTECACPO	17.50	GFNORTEO	7.75	AZTECACPO	4.97
7	ELEKTRA	36.27	SORIANAB	17.36	SORIANAB	7.68	GFNORTEO	4.84
8	GFNORTEO	35.21	ELEKTRA	16.37	ELEKTRA	7.52	ELEKTRA	4.61
9	COMERCIUBC	28.61	GFNORTEO	16.08	GMEXICOB	5.82	SORIANAB	4.55
10	GMEXICOB	27.59	GMEXICOB	12.68	COMERCIUBC	5.35	GMEXICOB	3.68
11	BIMBOA	26.07	BIMBOA	12.20	BIMBOA	5.25	COMERCIUBC	3.00
12	WALMEXV	22.83	WALMEXV	10.12	WALMEXV	4.36	BIMBOA	2.92
13	GFINBURO	21.67	COMERCIUBC	9.93	GMODELOC	4.19	ALFAA	2.67
14	KIMBERA	20.49	GFINBURO	9.78	GFINBURO	4.04	WALMEXV	2.58
15	GMODELOC	20.17	KIMBERA	9.31	ALFAA	3.98	GMODELOC	2.50
16	GCARSOA1	19.68	GCARSOA1	9.02	KIMBERA	3.80	GCARSOA1	2.32
17	ALFAA	17.34	GMODELOC	8.79	GCARSOA1	3.62	GFINBURO	1.94
18	FEMSAUBD	15.07	ALFAA	7.98	FEMSAUBD	2.68	KIMBERA	1.76
19	ARA	-46.81	FEMSAUBD	7.03	ARA	-10.24	FEMSAUBD	1.39
20	GEOB	-220.91	ARA	-29.63	GEOB	-35.13	ARA	-6.95
21	ICA	-347.22	GEOB	-207.30	ICA	-67.28	GEOB	-53.65

En la siguiente tabla se observa como la mayor parte de las acciones presentaron un aumento en su CV de un periodo a otro debido al incremento en la volatilidad de las mismas. Analizando el comportamiento se aprecia una gran similitud con el comportamiento de los rendimientos pero en sentido contrario

Tabla 31: Comportamiento del CV de la muestra de acciones

CV	Diario	%	Semanal	%	Mensual	%	Trimestral	%
Disminuyó	3	14%	2	10%	3	14%	4	19%
Aumentó	18	86%	19	90%	18	86%	17	81%
Total	21	100%	21	100%	21	100%	21	100%

El comportamiento tan abrupto de los CV de ICA, GEO y ARA en cada una de las periodicidades, fue debido a sus resultados negativos en los rendimientos y precisamente fueron esos las tres acciones que disminuyeron sus CV de un periodo a otro, soportando que el escenario general del primer lustro al segundo fue pesimista sin duda alguna, confirmando lo que se apreció en los dos apartados anteriores.

4.3 Relación entre la eficiencia de mercado y la volatilidad de las acciones

En este caso se comparan los resultados arrojados en las pruebas de eficiencia semifuerte con periodicidad trimestral en los periodos de cinco años de 2003 a 2007 y de 2008 a 2012, con los resultados de la medición de la volatilidad de cada una de las acciones con la misma periodicidad y los mismos periodos de cinco años.

En la siguiente tabla se aprecia que las acciones con mejor eficiencia de mercado de forma semifuerte no poseen las menores volatilidades, pues solo 5 de las 10 acciones con más alta eficiencia, tienen un riesgo bajo en comparación con el resto

Tabla 32: Relación eficiencia semifuerte y volatilidad 2003 - 2007

2003 – 2007			
Eficiencia Semifuerte		Volatilidad	
Acción	R	Acción	Des Vest
AMXL	98.59%	GMODELOC (1)	9.47%
ARA	88.28%	TELMEXL	9.72%
ALFAA	85.89%	GCARSOA1	9.79%
COMERCIUBC	83.63%	GFINBURO	10.05%
WALMEXV	82.10%	KIMBERA	10.15%
GMODELOC	79.75%	WALMEXV (2)	10.45%
CEMEXCPO	79.08%	TLEVISACPO	11.52%
GMEXICOB	77.43%	FEMSAUBD	11.82%
BIMBOA	76.70%	BIMBOA (3)	11.85%
ICA	72.31%	AMXL (4)	13.77%
ELEKTRA	69.94%	ARA (5)	13.95%
FEMSAUBD	69.13%	CEMEXCPO	14.31%
SORIANAB	69.12%	ALFAA	14.84%
GFNORTEO	68.73%	<i>GFNORTEO</i>	15.26%
TLEVISACPO	68.59%	<i>AZTECACPO</i>	15.41%
GEOB	62.34%	<i>SORIANAB</i>	15.93%
GCARSOA1	43.48%	ICA	16.26%
KIMBERA	33.54%	COMERCIUBC	17.38%
AZTECACPO	3.89%	GMEXICOB	19.53%
TELMEXL	3.49%	<i>ELEKTRA</i>	20.26%
GFINBURO	0.57%	<i>GEOB</i>	20.74%

Del mismo modo, las acciones con mayor volatilidad no precisamente son las de menor eficiencia, ya que de las 11 acciones más riesgosas solo 5 se encuentran dentro de las menos eficientes.

El comportamiento es similar para el periodo de 2008 a 2012, solo 5 de las 10 acciones más eficientes son las de menor riesgo, y 5 de las 11 acciones más riesgosas se encuentran dentro de las menos eficientes

Tabla 33: Relación eficiencia semifuerte y volatilidad 2008 - 2012

2008 – 2012			
Eficiencia Semifuerte		Volatilidad	
Acción	R	Acción	Trimestral
ALFAA	95.96%	KIMBERA	8.70%
GMEXICOB	79.37%	TELMEXL	8.82%
WALMEXV	77.22%	GFINBURO	10.91%
ARA	74.40%	FEMSAUBD (1)	10.94%
AMXL	67.64%	AMXL (2)	11.44%
GMODELOC	66.26%	TLEVISACPO	12.01%
COMERCIUBC	64.61%	BIMBOA	12.33%
FEMSAUBD	63.86%	WALMEXV (3)	12.36%
SORIANAB	51.76%	SORIANAB (4)	13.94%
AZTECACPO	49.12%	GMODELOC (5)	14.58%
KIMBERA	48.63%	AZTECACPO	14.60%
ICA	47.53%	GCARSOA1	17.42%
TLEVISACPO	44.87%	ARA	21.59%
GFINBURO	43.11%	<i>GFNORTEO</i>	24.63%
ELEKTRA	36.58%	GMEXICOB	26.22%
GFNORTEO	33.49%	<i>GEOB</i>	27.12%
BIMBOA	29.77%	<i>ICA</i>	27.88%
CEMEXCPO	29.45%	<i>ELEKTRA</i>	28.81%
TELMEXL	24.86%	ALFAA	29.28%
GCARSOA1	12.95%	<i>CEMEXCPO</i>	30.25%
GEOB	8.25%	COMERCIUBC	32.97%

La prueba de eficiencia de mercado semifuerte aplicada de manera individual a cada acción *no muestra* la relación esperada de que *una mala eficiencia de mercado contribuye a una alta volatilidad*. Al contrastar la eficiencia y la volatilidad en las tablas anteriores no nos permite definir una relación congruente entre ellas.

4.4 Estructuración de portafolios de acciones en función de la eficiencia de mercado

4.4.1 Conformación de un portafolio accionario con las acciones que tuvieron más alta eficiencia de mercado

Basándose en la medición de la eficiencia de mercado de forma semifuerte se eligieron las acciones con mejor eficiencia, es decir las que poseían un R más alto para desarrollar el Portafolio de Mínima Varianza Global (PMVG) pues la relación entre el precio de la acción y su EBITDA es alto y presume que las cotizaciones de las acciones siguen el comportamiento de una variable fundamental de la empresa y no se mueve por factores irracionales como la especulación.

La elaboración de portafolios es con la expectativa de recibir beneficios a largo plazo por lo que se tomaran observaciones semanales y mensuales por un periodo de los últimos 5 años (2008 – 2012) para comparar su comportamiento de acuerdo a las periodicidades observadas.

Las acciones con eficiencia de mercado más alta son: AMXL, WALMEXV, FEMSAUBD, GMEXICOB, ALFAA, GMODELOC, ARA y COMERCIUBC, ténganse en cuenta que el criterio de medición fue en base a la eficiencia de mercado en su nivel semifuerte, pues la teoría indica que si la acción es eficiente en su forma semifuerte también lo será en su forma débil aunque en las pruebas aplicadas no se cumplió a la perfección la HME.

Partiendo del portafolio de mínima varianza global (PMVG) se obtendrá un abanico de opciones en base al rendimiento esperado y el riesgo tolerable, así como la inclusión de un activo libre de riesgo para representar la Capital Market Line (CML).

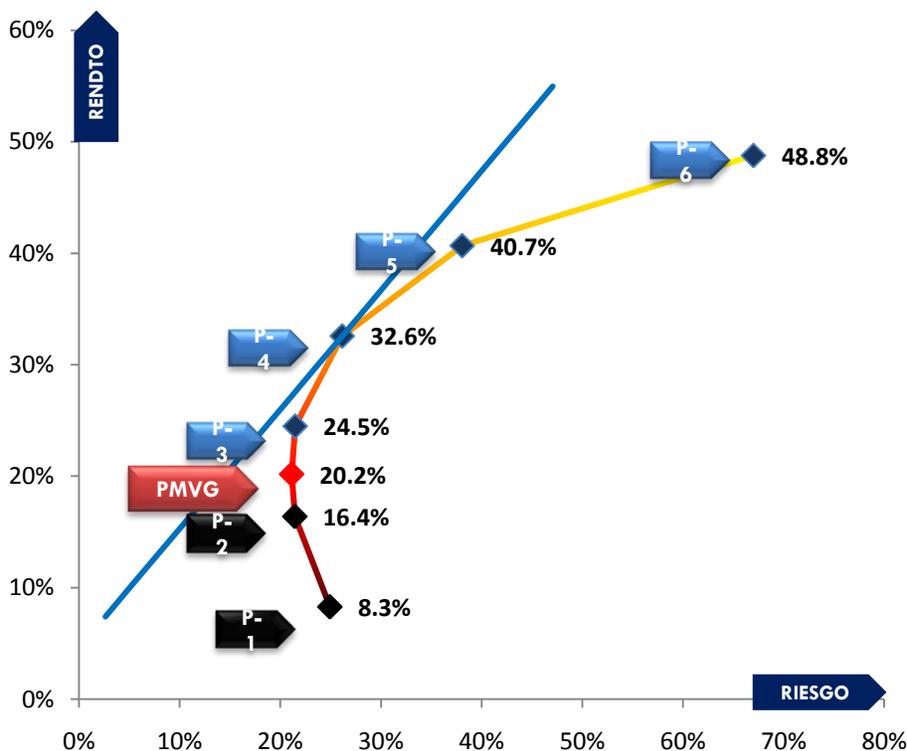
Para obtener el PMVG con las acciones elegidas con una periodicidad semanal se debe invertir en las siguientes proporciones en cada acción.

PMVG	
AMXL	17%
WALMEXV	39%
FEMSAUBD	9%
GMEXICOB	0%
ALFAA	2%
GMODELOC	33%
ARA	0%
COMERCIUBC	0%
	100%

Como se observa no se invierte en las acciones GMEXICOB, ARA y COMERCIUBC, por la razón de que poseen la mayor volatilidad entre estas acciones y el objetivo del PMVG es minimizar el riesgo a través de la diversificación se invierte en mayor proporción en WALMEXV y GMODELOC para obtener un riesgo más bajo.

El abanico de opciones se resume en la siguiente grafica:

Grafica 9: Frontera eficiente y CML con acciones con mejor eficiencia (observaciones. semanales)



Fuente: Elaborado con datos de economatca

Tabla 34: Portafolios de la frontera eficiente con acciones más eficientes (semanal)

Portafolios	E (R)	Riesgo	AMXL	WALMEX	FEMSA	GMEXIC	ALFAA	GMODEL	ARA	COMERCI
P-1	8.3%	24.9%	39%	26%	0%	0%	0%	14%	21%	0%
P-2	16.4%	21.4%	29%	37%	0%	0%	0%	32%	1%	0%
PMVG	20.2%	21.1%	17%	39%	9%	0%	2%	33%	0%	0%
P-3	24.5%	21.5%	4%	41%	17%	0%	7%	31%	0%	1%
P-4	32.6%	26.2%	0%	18%	39%	0%	19%	13%	0%	10%
P-5	40.7%	38.1%	0%	0%	36%	0%	27%	0%	0%	37%
P-6	48.8%	67.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Como se observa el PMVG es el que ofrece el mejor rendimiento con el menor riesgo, sin embargo al incluir un activo libre de riesgo como el CETE 360, *el portafolio de mercado*, es decir, el portafolio que mejor compensa el riesgo asumido es el portafolio cuatro (P-4), pues es donde hace tangente la CML con la curva de portafolios eficientes. Un portafolio posterior, por ejemplo P-5, se vuelve más riesgoso de lo que pudiera tolerarse considerando el rendimiento esperado y un portafolio anterior como P-3 que ofrece un menor riesgo pero con un rendimiento que no alcanza a compensarlo.

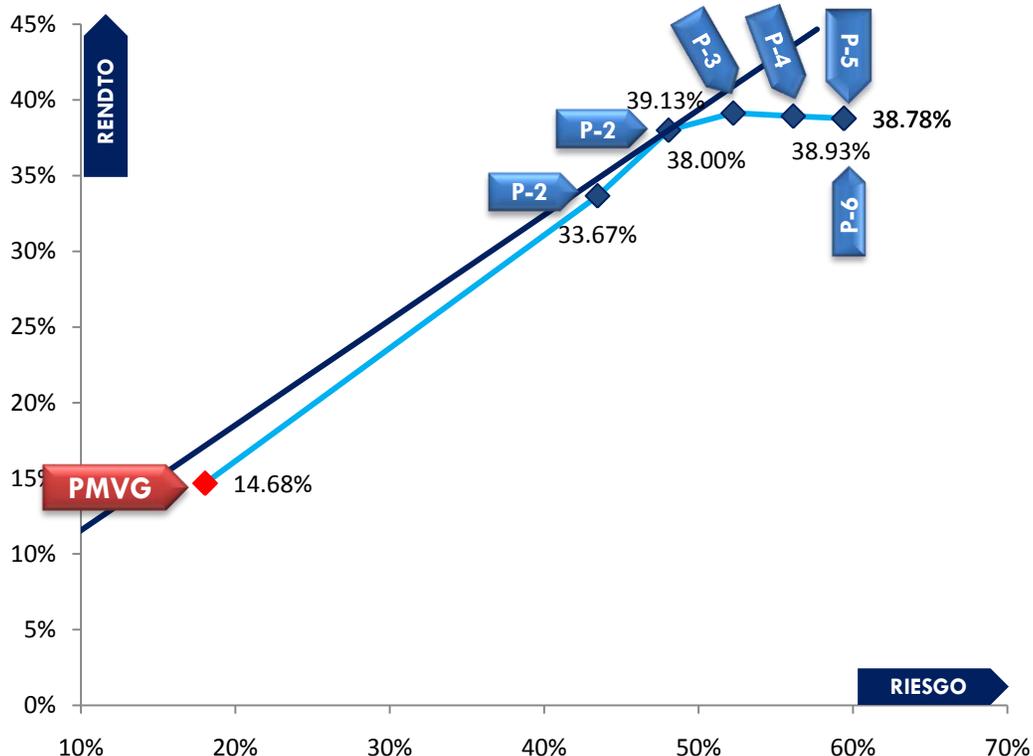
Ahora es el momento de observar el PMVG con las mismas acciones cambiando la periodicidad a observaciones mensuales por el mismo periodo de cinco años. Claramente se aprecia que las proporciones cambian aunque las acciones que poseen la mayoría de los recursos a invertir son las mismas:

PMVG	
AMXL	41%
WALMEXV	28%
FEMSAUBD	11%
GMEXICOB	1%
ALFAA	0%
GMODELOC	20%
ARA	0%
COMERCIUBC	0%
	100%

En este caso no se invierte en ALFAA y COMERCIUBC por ser las acciones más riesgosas y en ARA por tener rendimientos negativos considerando una periodicidad mensual en las observaciones (ver tabla de rendimiento de 2008 – 2012). Y se concentra en gran proporción en AMXL ya que es una de las acciones que posee la volatilidad más baja en el periodo.

El abanico de opciones se resume en la siguiente grafica:

Grafica 10: Frontera eficiente y CML con acciones con mejor eficiencia (observaciones mensuales)



Fuente: Elaborado con datos de economática

Tabla 35: Portafolios de la frontera eficiente con acciones más eficientes (mensual)

Portafolios	E (R)	Riesgo	AMXL	WALMEXV	FEMSA	GMEXICO	ALFAA	GMODELOC	ARA	COMERCI
PMVG	14.68%	18.05%	41%	28%	11%	1%	0%	20%	0%	0%
P-1	33.67%	43.46%	0%	0%	0%	0%	38%	11%	7%	43%
P-2	38.00%	48.06%	0%	0%	0%	0%	48%	1%	2%	49%
P-3	39.13%	52.26%	0%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	70%
P-4	38.93%	56.14%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	87%
P-5	38.78%	59.42%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
P-6	38.78%	59.42%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Si bien el PMVG ofrece el mejor rendimiento con el menor riesgo, al incluir el activo libre de riesgo la opción recomendada es incrementar el riesgo significativamente con la esperanza de obtener un rendimiento más sustancial, solo si la tolerancia al riesgo es amplia.

4.4.2 Conformación de un portafolio accionario con las acciones que tuvieron más baja eficiencia de mercado

Las acciones con eficiencia de mercado más baja son: TLEVISACPO, GFNORTEO, CEMEXCPO, GFINBORO, BIMBOA, ELEKTRA, ICA y GCARSOA1, de igual manera que en el apartado anterior el criterio de medición fue en base a la eficiencia de mercado en su nivel semifuerte.

Se obtiene el PMVG con las acciones de menor eficiencia con una periodicidad semanal y las siguientes proporciones para cada acción.

PMVG	
TLEVISACPO	47%
GFNORTEO	0%
CEMEXCPO	0%
GFINBURO	18%
BIMBOA	31%
ELEKTRA	2%
ICA	0%
GCARSOA1	2%
	100%

Se nota que en las acciones de GFNORTEO, CEMEXCPO e ICA, no se invierte por la razón que poseen las volatilidades más altas y sus rendimientos no compensan el riesgo asumido. Se concentra en TLEVISACPO por tener la volatilidad más baja seguida de BIMBO.

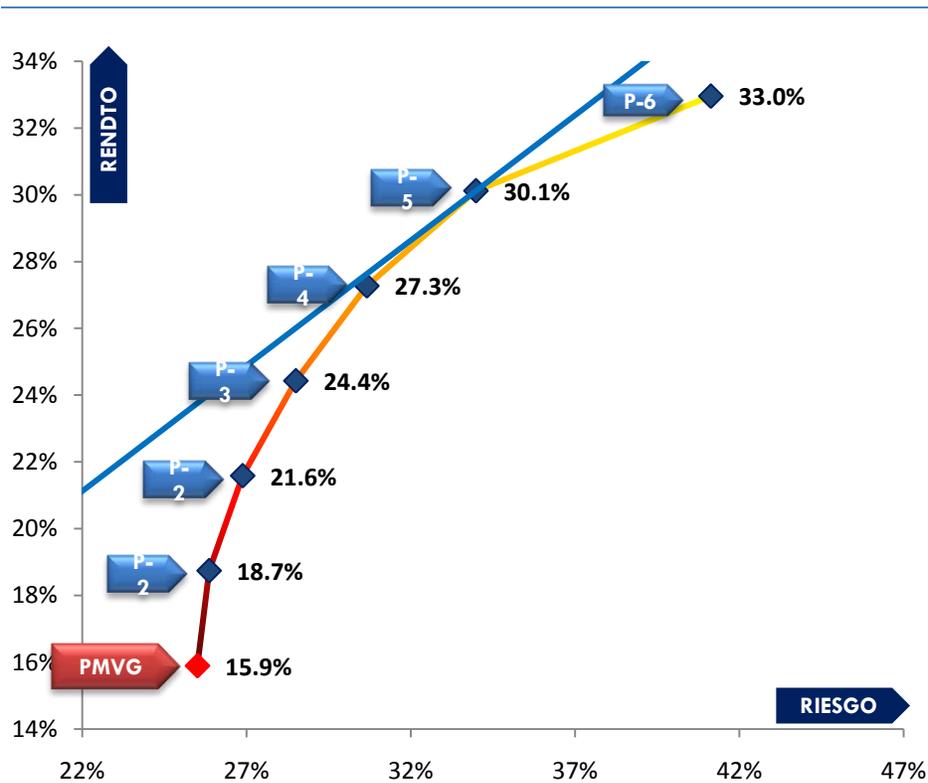
La frontera eficiente se determina a partir de los siguientes portafolios determinados utilizando las mismas acciones.

Tabla 36: Portafolios de la frontera eficiente con acciones menos eficientes (semanal)

Portafolios	E (R)	Riesgo	TLEVISA	GFNORTE	CEMEX	GFINBUR	BIMBOA	ELEKTRA	ICA	GCARSOA1
PMVG	15.90%	25.51%	47%	0%	0%	18%	31%	2%	0%	2%
P-1	18.74%	25.86%	34%	0%	0%	22%	31%	3%	0%	11%
P-2	21.59%	26.88%	22%	0%	0%	26%	30%	3%	0%	19%
P-3	24.43%	28.50%	9%	0%	0%	30%	30%	3%	0%	27%
P-4	27.27%	30.66%	0%	0%	0%	35%	24%	3%	0%	38%
P-5	30.12%	33.98%	0%	0%	0%	40%	3%	3%	0%	55%
P-6	32.96%	41.13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

En la siguiente grafica se aprecia que el PMVG puede ser mejor aprovechado al incluir un activo libre de riesgo en el portafolio 5 (P-5), aunque tiene alta concentración en dos acciones volviéndolo riesgoso en base a la teoría de diversificación, aunque debe tenerse en cuenta que las acciones utilizadas par desarrollar la frontera eficiente son las menos eficientes.

Grafica 11: Frontera eficiente y CML con acciones con menor eficiencia (observaciones semanales)



Fuente: Elaborado con datos de economática

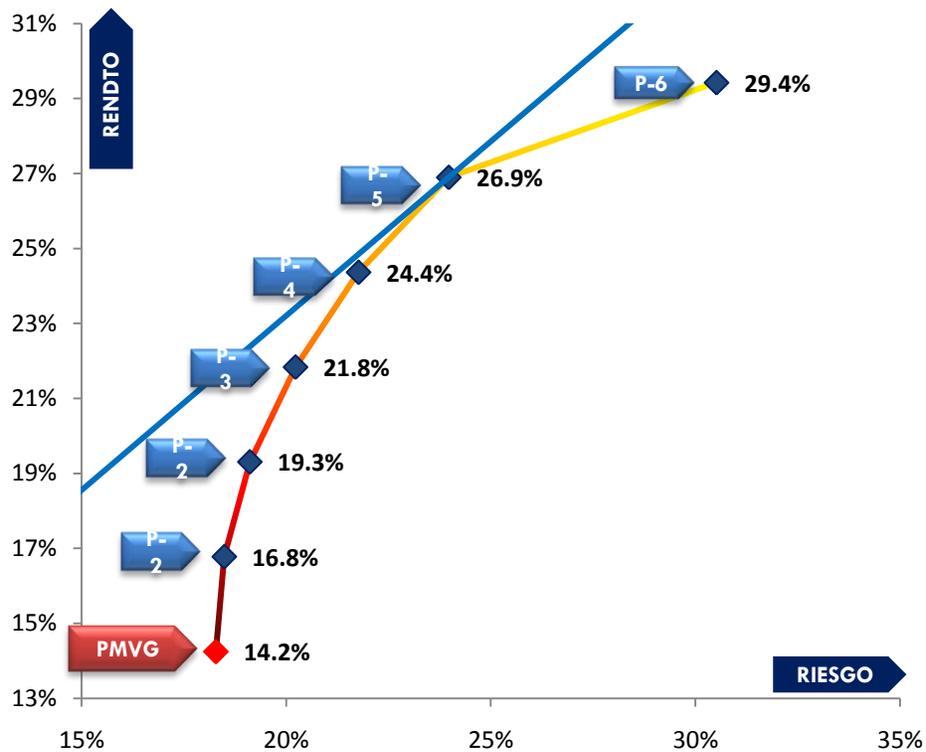
El PMVG construido con las acciones con menor eficiencia considerando en este caso una periodicidad mensual por el mismo periodo de cinco años se constituye con las siguientes proporciones:

PMVG	
TLEVISACPO	45%
GFNORTEO	0%
CEMEXCPO	0%
GFINBURO	15%
BIMBOA	21%
ELEKTRA	1%
ICA	5%
GCARSOA1	12%
	100%

No se invierte en GFNORTEO y CEMEXCPO por tener una de las más altas volatilidades y rendimientos bajos en el periodo (ver tabla de rendimientos de 2008 – 2012), por lo que no compensa el riesgo asumido, además que para optimizar el portafolio y obtener la mínima varianza se hace uso de la correlación por lo que estas dos acciones se correlacionan en mayor proporción que las demás.

Se invierte más en TELVISA y BIMBO porque su correlación no es elevada y sus volatilidades bajas.

Grafica 12: Frontera eficiente y CML con acciones con menor eficiencia (observaciones mensuales)



Fuente: Elaborado con datos de economática

Tabla 37: Portafolios de la frontera eficiente con acciones menos eficientes (mensual)

Portafolios	E (R)	Riesgo	TLEVISA	GFNORTE	CEMEX	GFINBUR	BIMBOA	ELEKTRA	ICA	GCARSOA1
PMVG	14.25%	18.28%	45%	0%	0%	15%	21%	1%	5%	12%
P-1	16.78%	18.49%	38%	0%	0%	18%	22%	2%	1%	19%
P-2	19.31%	19.11%	28%	0%	0%	22%	22%	3%	0%	25%
P-3	21.84%	20.23%	16%	0%	0%	26%	22%	5%	0%	32%
P-4	24.36%	21.77%	4%	0%	0%	30%	22%	7%	0%	38%
P-5	26.90%	23.97%	0%	0%	0%	30%	6%	11%	0%	52%
P-6	29.42%	30.52%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

La curva de portafolios eficientes es similar a la curva con periodicidad semanal, aunque también el portafolio 5 (P-5) está concentrado en las mismas acciones el rendimiento que ofrece es superior al riesgo que asume, por lo que sugiere que si se aprobará un portafolio con las acciones de menor eficiencia deberán ser estas en las que se esté invirtiendo.

4.4.3 Comparativo del riesgo y rendimiento de los portafolios creados con acciones con alta y baja eficiencia de mercado

Los rendimientos y desviación estándares obtenidos a partir de los PMVG en las periodicidades analizadas (semanal y mensual) se resumen en la siguiente tabla:

	Semanal		Mensual	
	Alta eficiencia	Baja Eficiencia	Alta eficiencia	Baja Eficiencia
E (R)	0.3880%	0.3057%	1.2234%	1.1871%
Varianza	0.0857%	0.1252%	0.2716%	0.2786%
Desv Est	2.9280%	3.5377%	5.2114%	5.2783%

Anualizando los resultados de rendimiento esperado y riesgo del portafolio es más sencilla su interpretación:

	Semanal		Mensual	
	Alta eficiencia	Baja Eficiencia	Alta eficiencia	Baja Eficiencia
E (R)	20.18%	15.90%	14.68%	14.25%
Desv Est	21.11%	25.51%	18.05%	18.28%

Se puede apreciar que tanto en la periodicidad semanal como en la mensual las acciones que dieron un mejor rendimiento y compensa de mejor manera el riesgo asumido fueron las que poseen una eficiencia de mercado semifuerte alta. Y que los portafolios desarrollados con las acciones de eficiencia baja no solo tienen los rendimientos más bajos si no el riesgo más elevado.

Estos resultados sugieren que se debe tener en cuenta al momento de tomar una decisión de inversión no solo en el riesgo y rendimiento de las acciones si no también la eficiencia de mercado, pues como se evidenció, al analizar las características de las acciones en diferentes periodicidades, los portafolios más eficientes son los elaborados precisamente con las acciones con alta eficiencia de mercado.

A partir de estos resultados el inversionista contará con una herramienta más, para elegir el portafolio que mejor se adapte a sus necesidades y tolerancia al riesgo, como se ejemplifica en las fronteras eficientes del apartado anterior.

Capítulo V. Conclusiones y contrastación de la hipótesis

5.1 Contrastación de hipótesis

Hipótesis general:

- La óptima estrategia de selección y administración de portafolios accionarios para la minimización efectiva del riesgo es mediante el criterio de selección tomando como medida la eficiencia de mercado de las acciones.

Al analizar los portafolios conformados con acciones de mejor eficiencia de mercado se aprecia mejores resultados; tanto en las preciosidades semanales como mensuales, pues la volatilidad es menor y su rendimiento es mayor comparándolos con los portafolios elaborados con las acciones de menor eficiencia de mercado, llegando a la conclusión que *la estrategia óptima para seleccionar y administrar acciones para elaborar portafolios accionarios y minimizar efectivamente el riesgo, es tomando como medida adicional la eficiencia de mercado de las acciones.*

No se observa un definido vínculo entre la HME y el riesgo individual de las acciones que conforman la muestra analizada por los periodos y periodicidades en que se aplicaron las pruebas, es decir, las acciones de manera individual no presentan una congruencia entre su eficiencia de mercado de forma semifuerte y su riesgo medido por la desviación estándar de sus rendimientos, sin embargo, al mezclarlas en la búsqueda de un portafolio eficiente, las acciones con mejor eficiencia crean un portafolio que compensa mejor el riesgo y rendimiento asumido que los portafolios elaborados con las acciones menos eficientes.

Hipótesis secundarias:

- La volatilidad o riesgo de una acción y portafolio de acciones se relacionan en gran medida con la eficiencia de mercado.
- La eficiencia de mercado de las acciones que conforman un portafolio influye significativamente en la volatilidad o riesgo del mismo portafolio

En el capítulo anterior se puede apreciar como las acciones con mejor eficiencia de mercado no son precisamente las de menor volatilidad en el periodo analizado, desde el punto de vista de la eficiencia de mercado en su nivel semifuerte. Por lo tanto, analizándolo en sentido inverso, se puede decir las acciones con mayor volatilidad pueden tener una baja eficiencia de mercado.

Aunque la alta volatilidad no implicaría forzosamente mala eficiencia, se esperaría que la mala eficiencia si impacte en la volatilidad. Las pruebas desarrolladas de manera individual a cada una de las acciones no aportaron pruebas que confirme esta relación. Aunque en el caso de los portafolio elaborados la mala eficiencia de mercado de cada una de las acciones si lleva a una mayor volatilidad en el portafolio.

Comparando los riesgos y rendimientos de los portafolios construidos en base a las acciones con mejor eficiencia de mercado y con las acciones de menor eficiencia de mercado, soportan que la eficiencia de mercado de las acciones que conforman un portafolio influye significativamente en el desempeño del portafolio como se aprecia en el apartado 4.4.3.

Los resultados de los portafolios aquí presentados provienen de observaciones semanales y mensuales que abarcan el periodo de 2008 a 2012 aunque podría ampliarse o reducirse el periodo de observación para estresar la hipótesis planteada y soportar con mayor rigor las conclusiones alcanzadas.

5.2 Áreas de oportunidad

Lo que puede plantearse para futuras investigaciones y/o ampliar la presente son:

- Aplicar las mismas pruebas a otro mercado emergente similar al de México y compararlo,
- Someter a las mismas pruebas a un mercado maduro para verificar la congruencia de la HME,
- Estudiar y aplicar técnicas econométricas de mayor rigor estadístico,
- Estudiar y aplicar una variable fundamental adicional como el EVA ó
- Abarcar diferentes periodos posibles en mercado mexicano indagando una explicación convincente de los posibles diferentes resultado.

Aunque hay mucho por hacer acerca de la eficiencia de mercado, este trabajo servirá de base para continuar la investigación acerca del impacto e importancia de esta teoría dentro del ámbito profesional y académico al elaborar portafolios accionarios en México.

Bibliografía

(s.f.). Recuperado el 5 de febrero de 2012, de http://aleph.academica.mx/jspui/bitstream/56789/5699/1/DOCT2065081_ARTICULO_6.PDF

Álvarez Gonzalez, A. (2007). *Análisis Bursátil con fines especulativos: un enfoque técnico moderno*. México: Limusa.

Amenc, N., & Sourd, V. (2003). *Portfolio theory and performance analysis*. Unites States: John Wiley & Sons Inc.

Arellano. (s.f.). *Economía mexicana*. Recuperado el 5 de febrero de 2012, de http://www.economiamexicana.cide.edu/num_antteriores/II-2/04_Arellano_385-413.pdf

Arellano, R., Castañeda, G., & Hernández, F. (1993). El mercado accionario mexicano y sus implicaciones sobre la cuenta corriente. *Economía Mexicana, Nueva época*, 11 (2), 385 -413.

Asam Siade, J. A. (2009). *Análisis Bursátil*. México: Instituto Mexicano de Contadores Público, A. C.

Damodaran, A. (2006). *Applied Corporate Finance, a user's manual*. Unites States: John Wiley & Sons Inc.

Damodaran, A. (2006). *Damodaran on valuation security analysis for investment and corporate finance* (second ed.). Unites States: John Wiley & Sons Inc.

Ehrhardt, M., & Brigham, E. (2007). *Finanzas Corporativas* (segunda ed.). México: Cengage Learning.

Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, & Roll. (10 de February de 1969). The Adjustment of Stock Price to New Information. *Internacional Economic Review*, págs. 1-21.

Gitman, L. (2008). *Fundamentos de inversión* (décima ed.). México: Pearson Prentice Hall.

González Herrera, J. (2003). *Administración de riesgos avanzados*. México: Bolsa Mexicana de Valores - educación.

Graham, J. R., Smart, S. B., & Megginson, W. (2011). *Finanzas Corporativas* (tercera ed.). (M. D. Villareal, Trad.) Cangape Learning editores, S. A. de C. V.

Gujarati Damodar, N. (2003). *Econometría* (cuarta ed.). (D. Garmendia Guerrero, & G. Arango Medina, Trads.) México: McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (cuarta ed.). México: McGraw Hill.

Herrera López, F., & Gonzalez, Á. (s.f.). Recuperado el 5 de febrero de 2012, de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rca/article/view/4428>

Jorion, P. (2002). *Valor en Riesgo*. (J. Gonzalez Herrera, Trad.) México: Limusa.

Korn, R. (1999). *Optimal Portfolios*. Unites States: World Scientific Publishing.

Levin, R. I., & Rubin, D. S. *Estadística para administración y economía* (séptima ed.). México: Pearson Prentice Hall.

López Herrera, F. (1998). Análisis de la Eficiencia de Mercado Accionario Mexicano. *Contaduría y Administración* , 75- 83.

López Herrera, F., & Carrillo, R. *Apuntes de teoría de cartera*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Maginn, J., & Donald, T. (2010). *Managing investment portfolios* (third ed.). United States: John Wiley & Sons Inc.

Markowitz, H. (1989). *Mean-Variance analysis in portfolio choice and capital markets*. Brazil: Blackwell.

Morales Pelagio, R. C. (2010). *Valuación financiera corporativa por flujos descontados en un entorno estocástico: el caso de América Móvil*. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Pinto, J., & varios. (2010). *Equity Asset Valuation* (second ed.). United States: John Wiley & Sons Inc.

Sansores Guerrero, E. (2008). El modelo de valuación de activos de capital aplicados a mercado financieros emergentes, el caso de México 1997.2006. *Revista de contaduría y administración* (226).

Stiglitz, J. E. (2010). *Caida libre, el libre mercado y el hidimiento de la economía mundial*. (A. Pradera, & N. Petit, Trads.) Estados Unidos: Santillana Editores Generales.

Technica, S. e. (Ed.). (2008). Portafolio de inversión en acciones enfoque estocástico. *Grupo de Investigación Administración Económica y Financiera* (39).

Valdivieso Martinez, R. (2004). *Validación de la eficiencia y modelos de fijación de precios en el mercado mexicano de valores*. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, programa de posgrado en ciencias de la administración.

Velarde Dabrowski, R. (1998). *Diversificación, el Capital Asset Pricing Model y el Costo de Capital*. México: IPADE.

Weston, F. (1970). *Teoría de la financiación de la empresa*. (A. Serra Ramoneda, Trad.) España: Gustavo Gili.

