

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ECEE
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RIESGO
INCORPORADA A LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
PÚBLICA RVOE 2007252

**“DETERMINACIÓN DEL VAR COHERENTE PARA
UN PORTAFOLIO ÓPTIMO: UNA APLICACIÓN DE
LA TEORÍA DE LAS MEDIDAS COHERENTES”**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RIESGO

PRESENTAN:

JOSÉ CRUZ RAMOS BÁEZ
VINICIO PÉREZ FONSECA

DIRECTOR DE LA TESIS:

MTRO. RENÉ GUIGUI GÁMEZ

MÉXICO, D.F. MAYO 2010

Índice.

Introducción.....	1
<i>Marco Teórico.....</i>	<i>3</i>
1. Teoría Moderna de Portafolios.....	3
1.1. Portafolio de inversión y metodología para formar portafolios.....	3
1.1.1. Introducción.....	3
1.1.2. Rendimiento esperado.....	6
1.1.3. Medida de riesgo.....	7
1.1.4. Prima al riesgo.....	8
1.1.5. Covarianza.....	9
1.1.6. Correlación.....	10
1.1.7. Portafolios de dos activos con riesgo.....	11
1.2. El Modelo de Markowitz en la selección de carteras o portafolios de inversión.....	15
1.2.1. Planteamiento.....	15
1.2.2. Objetivos.....	17
1.2.3. El Modelo de Markowitz.....	18
1.2.3.1. El riesgo de portafolio.....	18
1.2.3.2. Cálculo del portafolio óptimo.....	19
1.3. CAPM. Capital Asset Pricing Model	25
1.3.1. Introducción.....	25
1.3.2. La vinculación entre el CAPM y la Teoría del portafolio	25
1.3.3. El origen del CAPM	27
1.3.4. ¿Qué es el CAPM?	28
1.3.5. Los supuestos del CAPM	28
1.3.6. La Teoría de la elección	30
1.3.6.1. La restricción presupuestaria	30
1.3.6.2. La curva de indiferencia	30
1.3.6.3. Modelo de utilidad esperada.....	32
1.3.7. Fortaleza interpretativa del CAPM.....	35
1.3.8. Acercándonos al CAPM.....	38
1.3.9. Mercado de capitales.....	41
1.3.10. Funcionalidad del CAPM.....	41

1.3.11.	Como encontrar Beta.....	42
1.3.12.	Rentabilidad y riesgo en el CAPM.....	42
1.3.13.	Globalizando.....	43
2.	Valor en riesgo (VAR).....	45
2.1.	Antecedentes.....	45
2.1.1.	Definición.....	46
2.1.2.	Principales características del VAR.....	47
2.1.3.	El VAR en portafolios de inversión.....	48
2.2.	Cálculo del VAR.....	49
2.2.1.	Cálculo del VAR en forma paramétrica.....	50
2.2.1.1.	Volatilidad histórica.....	53
2.2.1.2.	Suavizamiento exponencial.....	54
2.2.1.3.	Modelos ARCH y GARCH.....	56
2.2.2.	Cálculo del VAR (no paramétrico) con simulación histórica.....	58
2.2.3.	Cálculo de VAR con simulación Bootstrap.....	59
2.2.4.	Cálculo del VAR con simulación Montecarlo.....	60
2.3.	Viabilidad de la aplicación del VAR en un portafolio óptimo.....	60
2.4.	Cálculo del VAR para un portafolio óptimo.....	61
2.5.	Virtudes del VAR.....	68
3.	Medidas Coherentes de Riesgo.....	69
3.1.	Introducción.....	69
3.2.	Medidas coherentes de riesgo.....	70
3.3.	El valor en riesgo (VAR) no es una medida coherente de riesgo.....	71
3.4.	El valor en riesgo condicional (CVAR).....	73
3.5.	El CVAR es una medida coherente de riesgo.....	76

<i>Marco de Referencia</i>	78
4. El Sistema Financiero Mexicano.....	78
4.1. Introducción.....	78
4.2. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).....	79
4.3. Banco de México.....	79
4.4. Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).....	80
4.5. Comisión nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).....	80
4.6. Comisión Nacional de Sistemas de Ahorro para el Retiro (CONSAR).....	80
4.7. Comisión Nacional para la Protección y defensa de los usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).....	80
4.8. Instituto para la Protección al Ahorro bancario (IPAB).....	81
4.9. Instituciones Financieras.....	81
4.9.1. Banca Múltiple.....	81
4.9.2. Banca de Desarrollo.....	83
4.9.3. Casas de Bolsa.....	84
4.9.4. Sociedades de Inversión.....	87
4.9.5. Aseguradoras.....	87
4.9.6. Arrendadoras Financieras.....	87
4.9.7. Afianzadoras.....	88
4.9.8. Almacenes generales de depósito.....	88
4.9.9. Uniones de crédito.....	88
4.9.10. Casas de cambio.....	89
4.9.11. Empresas de factoraje.....	89
4.9.12. Sociedades Financieras de Objeto Limitado (Sofoles).....	89
4.9.13. Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (Sofomes).....	90

5. El Sistema Bursátil.....	92
5.1. Introducción.....	92
5.2. Valores.....	92
5.2.1. Acciones.....	94
5.2.2. Aceptaciones bancarias.....	94
5.2.3. Bonos.....	94
5.2.4. Certificados de la Tesorería de la Federación.....	96
5.2.5. Certificados de participación.....	96
5.2.6. Certificados de depósito a plazo.....	96
5.2.7. Obligaciones.....	97
5.2.8. Pagaré.....	98
5.2.9. Papel comercial.....	99
5.3. Ofertas públicas e intermediación.....	99
5.4. Intermediarios bursátiles.....	100
5.4.1. Casa de Bolsa.....	100
5.4.2. Especialistas bursátiles.....	101
5.5. Bolsa de Valores.....	101
5.5.1. Bolsa Mexicana de Valores.....	102
5.5.2. Publicaciones y servicios.....	103
5.6. Instituciones para el depósito de valores.....	105
5.6.1. Indeval.....	105
6. Mercado de Capitales.....	107
6.1. Introducción.....	107
6.2. Misión.....	108
6.3. Objetivo.....	108
6.3.1. Características.....	109
6.3.2. Funciones.....	109
6.3.3. Principios en los que se basa el Mercado de Capitales.....	109
6.4. Participantes en el Mercado de Capitales.....	110
6.5. Instrumentos del Mercado de Capitales.....	110
6.6. Importancia del Mercado de Capitales.....	111
6.7. Instituciones en el Mercado de Capitales que llevan a cabo su funcionamiento.....	111

7. Comité de Basilea.....	112
7.1. ¿Qué es el Comité de Basilea?.....	112
7.2. Objetivos del Comité.....	112
7.3. ¿Cómo operan los lineamientos del Comité?.....	113
7.4. Principios básicos de supervisión.....	113
7.5. El acuerdo de capital de 1988.....	114
7.6. Basilea I.....	114
7.7. Basilea II.....	115
7.7.1. Basilea II; objetivos.....	115
7.7.2. Basilea II; conceptos subyacentes.....	116
7.8. Basilea en México.....	116
<i>Metodología de la Investigación.....</i>	<i>118</i>
8. Protocolo de Investigación.....	118
8.1. Marco de referencia.....	118
8.2. Objetivo.....	119
8.3. Preguntas de investigación.....	120
8.4. Justificación de la investigación.....	120
8.5. Tipo de investigación.....	122
8.6. Planteamiento de las hipótesis.....	123
8.7. Definición de las variables.....	124
8.7.1. Clasificación de las variables (dependientes e independientes).....	124
8.7.2. Definición operacional y conceptual de las variables.....	125
8.8. Diseño de la investigación.....	128
8.9. Selección de la muestra.....	129
8.10. Recolección de datos.....	129

9. Análisis del sector de aplicación de referencia.....	130
9.1. La industria de la construcción en México.....	130
9.2. Breve historia en México.....	132
9.3. La etapa de la globalización.....	134
9.4. La internacionalización.....	137
9.5. Emisoras a analizar.....	139
9.5.1. Consorcio ARA SAB de CV.....	140
9.5.2. Corporación GEO SAB de CV.....	142
9.5.3. Consorcio HOGAR SAB de CV.....	144
9.5.4. Desarrolladora HOMEX SAB de CV.....	146
9.5.5. SARE Holding SAB de CV.....	148
9.5.6. URBI desarrollos urbanos SAB de CV.....	150
10.El VAR en portafolios óptimos.....	152
11.Análisis de resultados.....	155
Conclusiones.....	164
Bibliografía.....	167
Anexos.....	169
Anexo 1: Rendimientos por fecha del sector de la construcción.....	169
Anexo 2: Cálculos históricos de PORT2 y PORTC-ÓPTIMO.....	175
Glosario.....	181

Índice de Tablas y Gráficas

Tabla 1.1 Escenarios de rendimientos esperados con probabilidades asignadas para una empresa que fabrica el producto alfa. [7]

Tabla 1.2 Escenarios de rendimientos esperados con probabilidades asignadas para una empresa que fabrica el producto beta. [9]

Tabla 1.3 Escenarios de nuevos rendimientos esperados con nuevas probabilidades asignadas para una empresa que fabrica el producto alfa. [11]

Tabla 1.4 Rendimientos de la acción A y portafolio óptimo de Mercado. [39]

Tabla 3.1 Escenario de dos variables con pérdidas esperadas para calcular el VAR al 0.3. [72]

Tabla 11.1 Factores de peso para cada activo. [155]

Tabla 11.2 Cálculos del Var y CVar al 95% y 99% para seis activos. [155]

Tabla 11.3 Var y CVar al 95% y 99% aplicando Port2 y Port-Óptimo para seis activos. [156]

Tabla 11.4 CVar óptimo al 95% y 99%. [156]

Tabla 11.5 Cálculos del Var y CVar al 95% y 99% para cinco activos. [157]

Tabla 11.5A Var y CVar al 95% y 99% aplicando Port2 y Port-Óptimo para cinco activos. [157]

Tabla 11.6 Cálculos del Var y CVar al 95% y 99% para cuatro activos. [158]

Tabla 11.6A Var y CVar al 95% y 99% aplicando Port2 y Port-Óptimo para cuatro activos. [158]

Tabla 11.7 Cálculos del Var y CVar al 95% y 99% para tres activos. [158]

Tabla 11.7A Var y CVar al 95% y 99% aplicando Port2 y Port-Óptimo para tres activos. [158]

Tabla 11.8 Cálculos del Var y CVar al 95% y 99% para un portafolio diversificado con ocho activos. [158]

Tabla 11.8A Var y CVar al 95% y 99% aplicando Port2 y Port-Óptimo para un portafolio diversificado con ocho activos. [159]

Tabla 11.9 Resultados para el CVar óptimo. [159]

Tabla 11.10 Pérdidas reales por día para el mes de enero de 2010 para un portafolio con seis activos. [161]

Tabla 11.11 Pérdidas reales por día para el mes de enero de 2010 para un portafolio con cinco activos. [161]

Tabla 11.12 Pérdidas reales por día para el mes de enero de 2010 para un portafolio con cuatro activos. [161]

Tabla 11.13 Pérdidas reales por día para el mes de enero de 2010 para un portafolio con tres activos. [161]

Tabla 11.14 Pérdidas reales por día para el mes de enero de 2010 para un portafolio diversificado. [162]

Figura 4.1 Esquema del Sistema Financiero Mexicano. [91]

Figura 5.3 Piso de remates de la Bolsa Mexicana de Valores. [93]

Gráfica 1.1 Ponderaciones de dos activos con sus respectivas varianzas y covarianza asociada. [22]

Gráfica 2.1 Valores en riesgo para dos variables aleatorias con curtosis diferentes. [51]

Gráfica 2.2 Distribución de pérdidas y ganancias de un activo para el cual se calcula el percentil 95, correspondiente al VAR al 95%. [58]

Determinación del VAR coherente para un portafolio óptimo: Una aplicación de la teoría de las medidas coherentes.

Introducción.

La existencia de un Sistema Financiero conlleva a un Sistema Bursátil en el cual se realiza la compra de acciones de diversas empresas teniendo la posibilidad de ganar o perder dependiendo de las condiciones (variaciones) del mercado.

Es práctica típica elegir un conjunto de ciertas emisoras para la compra de acciones con lo que se forma un portafolio o cartera de inversión. El propósito de elaborar un portafolio de inversión es determinar el rendimiento óptimo o bien, obtener el mayor rendimiento posible tomando en cuenta las variaciones en el mercado lo cual implica considerar el efecto del riesgo o volatilidad.

Estas ideas fueron la base para que Harry Markowitz desarrollara una teoría acerca del portafolio óptimo, la cual se ha complementado con los conceptos de Valor en Riesgo (Value at Risk) VAR, el CoVar que es el VAR condicional y las Medidas Coherentes de Riesgo.

Los resultados anteriormente mencionados serán la clave para el objetivo de la tesis la cual se centra en determinar el VAR en un portafolio óptimo y evaluarlo aplicando las Medidas Coherentes de Riesgo, en resumen determinar un VAR Coherente.

La tesis se integra de la siguiente forma: en el Marco Teórico se abordan los tópicos correspondientes a la Teoría moderna de Portafolios, el Valor en Riesgo y las Medidas Coherentes de Riesgo, esto; con el fin de que el lector tenga a disposición los elementos teóricos y matemáticos necesarios para la comprensión e interpretación de los resultados que se presentan en la tesis.

En el Marco de Referencia se describe el Sistema Financiero Mexicano, el Sistema Bursátil, el Mercado de Capitales y el Comité de Basilea, dichos puntos se tratan para que el lector identifique las características del portafolio que se va a presentar, el cual pertenece al mercado de capitales y por lo tanto es necesario describir la estructura y características del entorno que conforma el portafolio a analizar.

A continuación, se presentan las características representativas del sector al cual pertenece el portafolio propuesto (sector de la construcción) y se realiza el análisis de datos, se presentan e interpretan los resultados obtenidos.

La muestra de datos fueron todos los días de cotización del año 2009 para las acciones de seis de las emisoras que conforman el sector de la construcción (el nombre de cada una de las emisoras y sus características se presentan en la parte del análisis de sector del portafolio).

Con los rendimientos de las acciones que conforman el portafolio se determinaron los pesos o porcentajes para determinar el portafolio óptimo por medio del método de Markowitz y de igual forma, se presentan los resultados asociados al cálculo del VAR, CVAR y mínima varianza.

Primera parte.

Marco Teórico.

1. Teoría Moderna de Portafolios.

1.1. Portafolio de inversión y metodología para formar portafolios.

1.1.1. Introducción.

La mayoría de los instrumentos financieros tienen rendimientos inciertos, por lo que son activos riesgosos.

El principal problema que enfrenta un inversionista es la toma de decisiones para la creación de un portafolio.

Un portafolio es un conjunto de instrumentos, cuyo objetivo es obtener un buen rendimiento minimizando el riesgo.

Esta técnica de selección de instrumentos se conoce como la Teoría Moderna de Portafolios.

El problema de la selección de portafolios es obtener un portafolio óptimo entre un universo de posibles alternativas.

Este portafolio deberá solucionar las necesidades de los inversionistas en cuanto a riesgo y tiempo, por lo que el administrador del portafolio deberá maximizar el rendimiento dado el riesgo asumido.

Una solución a este problema la propuso Harry M. Markowitz en 1952, cuando publicó un artículo el cual es considerado como el origen de la Teoría Moderna de Portafolios.

El enfoque de Markowitz asume que un inversionista tiene una suma de dinero para invertir el día de hoy. Este dinero será invertido por un determinado período de tiempo conocido como el período de tenencia del inversionista.

El inversionista reconoce que los rendimientos futuros de los valores (y por tanto de los portafolios) en el siguiente período son desconocidos. A pesar de esto, el inversionista puede estimar el rendimiento esperado (media) y escoger el portafolio con el rendimiento más alto.

Pero así como el inversionista quiere un rendimiento esperado alto, también quiere que ese rendimiento se acerque lo más posible al rendimiento observado después del tiempo, por lo que esto le generará incertidumbre (riesgo). El inversionista tratará de mantener el riesgo en el menor nivel posible.

Este conflicto de objetivos (tener un rendimiento alto y un riesgo bajo) se deberá balancear al principio del período de inversión. La combinación de un rendimiento adecuado con un nivel de riesgo apropiado se logra a través de la diversificación.

La diversificación se obtiene al comprar no uno sino varios valores, ya sea del mismo tipo o de diferentes clases

Para calcular el rendimiento de un portafolio se utilizará la siguiente fórmula:

$$r_p = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \quad [1]$$

Donde r_p es el rendimiento del portafolio, W_1 es el valor del portafolio en el tiempo uno y w_0 es el valor del portafolio en el tiempo cero.

Por ejemplo, un portafolio cuyo valor el día de hoy es de 258,500.00 pesos y mañana fuera de 263,438.00 pesos, su rendimiento sería el siguiente:

$$r_p = \frac{263,438 - 258,500}{258,500} = 0.0191 = 1.91\%$$

Por lo tanto, el rendimiento del portafolio en un día sería de 1.91%

Un punto importante a aclarar es que en la realidad, nadie puede saber a ciencia cierta cual será el valor del portafolio en el día uno.

Según Markowitz, el inversionista debe ver la tasa de rendimiento asociada con los diversos portafolios como una variable aleatoria, estadísticamente hablando. Dichas variables pueden ser descritas por sus “momentos”, dos de los cuales son el rendimiento esperado (media) y la desviación estándar.

Markowitz asevera que los inversionistas deben basar sus decisiones de selección de portafolios solamente en rendimientos esperados y desviaciones estándar, dado que el rendimiento esperado se puede ver como la recompensa potencial asociada con el portafolio y la desviación estándar se puede ver como una medida del riesgo del portafolio.

En general, se asume que los inversionistas son **adversos al riesgo**, lo cual significa que el inversionista escogerá el portafolio con menor desviación estándar.

Tener aversión al riesgo significa que el inversionista, cuando tiene la alternativa, evitará tomar “apuestas justas”, cuando se define una puesta justa como aquella cuyo valor esperado es cero.

Un ejemplo de apuesta justa sería el tirar una moneda en donde redefiniera que si cae sol se ganan 10 pesos y si cae águila se pierden 10 pesos. El valor esperado es de cero pesos.

Los economistas le llaman utilidad a la medida de satisfacción que le generan a la gente diversas actividades como el trabajo, el consumo o la inversión. Actividades satisfactorias generan utilidad positiva y actividades no gratas generan pérdida. Como las preferencias cambian entre individuos, una persona puede experimentar más utilidad que otra por una actividad en particular.

Las personas supuestamente son racionales por lo que asignarán sus recursos (como tiempo y dinero) en formas que maximicen sus utilidades.

Más adelante se realizará una explicación con mayor detalle del Modelo de Markowitz.

1.1.2. Rendimiento esperado.

Al no tener certidumbre sobre el valor final del portafolio (W_1) se deberá hacer una estimación de posibles valores futuros o un “análisis de escenarios”. La lista de estos posibles escenarios con ciertas probabilidades asociadas se conoce como distribución de probabilidad.

Esta distribución de probabilidad nos permite obtener medidas tanto para el rendimiento esperado (media estadística) como para el riesgo.

El rendimiento esperado se puede estimar de la siguiente forma:

$$E(p) = \sum_{i=1}^n p_i r_{pi} \quad (2)$$

Donde $E(p)$ es el rendimiento esperado del portafolio, p_i es la probabilidad del rendimiento esperado con el escenario i y r_{pi} es el rendimiento esperado con el escenario i .

Por ejemplo, consideremos tres escenarios de rendimientos esperados con probabilidades asignadas para una empresa fabricante de un cierto producto alfa en la tabla 1.1:

Tabla 1.1

Escenario	p	rp
Mercado a la alza	0.5	25%
Mercado a la baja	0.3	10%
Crisis en el sector	0.2	-25%

Por lo tanto, el rendimiento esperado de la acción será el siguiente:

$$E(r) = 0.5(0.25) + 0.3(0.10) + 0.2(-0.25) = 0.105 = 10.5\%$$

Obviamente hay cierto riesgo de que el rendimiento de la acción sea 10.50%. El rendimiento final podrá ser mayor o menor que 10.50%. Si hay un mercado a la alza, la acción podrá dar un rendimiento de 25% pero con una crisis en el sector, éste podría ser de -25%.

1.1.3. Medida de riesgo.

Esta variabilidad del rendimiento posible contra el rendimiento esperado se conoce estadísticamente como la desviación estándar.

Primero se debe de calcular la varianza, que es el cuadrado de las diferencias de los valores estimados contra la media, cada uno multiplicados por la probabilidad asignada. La varianza se conoce como σ^2

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n p_i (r_i - E(r))^2 \quad (1.3)$$

Finalmente se obtiene la desviación estándar aplicando la raíz cuadrada a la varianza.

La desviación estándar es utilizada como medida del riesgo ya que trata tanto las desviaciones negativas como las positivas de igual manera. Dado que la

mayoría de los rendimientos de los instrumentos financieros se comportan con una distribución normal de probabilidad, la desviación estándar se ajusta perfectamente como medida de riesgo.

Por ejemplo, para calcular el riesgo ó desviación estándar de la acción de la empresa que elabora el producto alfa, se tendrá el siguiente planteamiento.

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= 0.5(0.25 - 0.105)^2 + 0.3(0.10 - 0.105)^2 + 0.2(0.25 - 0.105)^2 \\ \sigma^2 &= 0.035725 \\ \Rightarrow \sigma &= 0.189011 = 18.9011\%\end{aligned}$$

Por lo tanto, la desviación estándar (el riesgo) de la acción de la empresa alfa es de 18.9011%.

1.1.4. Prima al riesgo.

¿Cuánto se deberá invertir en la acción del producto alfa? Primero se deberá de calcular la recompensa esperada que se obtendrá para compensar el riesgo adquirido por invertir en la acción.

Esta recompensa se llama **prima al riesgo**, y es la diferencia entre el valor esperado de la acción y la tasa de interés libre de riesgo.

La prima al riesgo es lo que diferencia al especular con el apostar. Un inversionista especula porque espera una prima al riesgo positiva, en cambio el apostador no.

Suponiendo una tasa de interés del 5.00% anual, la prima al riesgo de la acción del producto alfa sería de 5.50%, que sale de restar al rendimiento esperado del 10.50% la tasa de interés libre de riesgo de 5.00%.

Por lo tanto, en este caso se tiene una prima al riesgo positiva. Al comprar acciones del producto alfa se estará especulando.

1.1.5. Covarianza.

La covarianza es una medida estadística que mide la relación entre dos variables aleatorias. Esto significa que es una medida de cómo dos variables aleatorias, como los rendimientos de los valores a y b, se “mueven juntos”.

Un valor positivo de la covarianza significa que el rendimientos de estos valores tienden a moverse en la misma dirección. Un valor negativo significa una tendencia contraria. Un valor muy bajo o de cero significa que hay muy poca o ninguna relación entre los rendimientos de ambos valores.

El cálculo de la covarianza, cuando se tiene una distribución de probabilidad, se hace con la siguiente fórmula:

$$Cov_{ab} = \sum_{i=1}^n p_i (r_{ai} - E(r_a))(r_{bi} - E(r_b)) \quad (1.4)$$

Supongamos que vamos a diversificar la inversión con otra acción. Consideremos tres escenarios de rendimientos esperados con probabilidades asignadas para una empresa fabricante de un producto beta en la tabla 1.2:

Tabla 1.2

Escenario	p	rp
Mercado a la alza	0.5	1%
Mercado a la baja	0.3	-5%
Escenario alternativo	0.2	35%

El valor esperado y la desviación estándar de la empresa fabricante del producto beta serían los siguientes:

$$E(r) = 0.5(0.01) + 0.3(-0.05) + 0.2(0.35) = 0.06 = 6\%$$

$$\sigma^2 = 0.5(0.01 - 0.06)^2 + 0.3(-0.05 - 0.06)^2 + 0.2(0.35 - 0.06)^2$$

$$\sigma^2 = 0.021700$$

$$\Rightarrow \sigma = 0.147309 = 14.7309\%$$

Por lo tanto, la covarianza entre ambas acciones será la siguiente:

$$\begin{aligned} Cov(\alpha, \beta) &= 0.5(0.25 - 0.105)(0.01 - 0.06) + 0.3(0.10 - 0.105)(-0.05 - 0.06) + \\ &+ 0.2(-0.25 - 0.105)(0.35 - 0.06) \\ \Rightarrow Cov(\alpha, \beta) &= -0.02405 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la relación que existe entre los rendimientos de ambas acciones es negativa.

1.1.6. Correlación.

La correlación es una medida estadística muy relacionada con la covarianza. De hecho, resulta de dividir la covarianza de dos variables aleatorias entre el producto de sus desviaciones estándar.

$$\rho = \frac{Cov_{ab}}{\sigma_a \sigma_b}$$

Lo que hace la correlación es cambiar la escala de la covarianza para facilitar la comparación no importando la escala de las variables.

Los coeficientes de correlación siempre están entre -1 y 1. Un valor de -1 representa correlación negativa perfecta, lo que quiere decir que varían en forma inversa en la misma proporción. Una correlación de 1 representa una correlación positiva perfecta, implicando un movimiento de ambas variables en la misma dirección y en la misma proporción.

El coeficiente de correlación de las acciones alfa y beta es el siguiente:

$$\rho = \frac{-0.02405}{(0.189011)(0.147309)} = -0.863772$$

A medida que la correlación disminuye o se hace negativa, menor será el riesgo de un portafolio compuesto por las dos acciones.

Supongamos ahora una distribución diferente para la empresa fabricante del producto alfa; los tres escenarios de rendimientos esperados con probabilidades asignadas se pueden observar en la tabla 1.3:

Tabla 1.3

Escenario	p	rp
Mercado a la alza	0.5	7%
Mercado a la baja	0.3	-5%
Escenario alternativo	0.2	20%

La covarianza y la correlación serán las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(\alpha, \beta) &= -0.0091 \\ \rho &= -0.5492 \end{aligned}$$

1.1.7. Portafolios de dos activos con riesgo.

El rendimiento esperado de un portafolio de dos activos con riesgo será el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos que componen dicho portafolio.

$$E(r_p) = w_a E(r_a) + w_b E(r_b) \quad (1.6)$$

Donde w_a es la proporción del activo a y w_b es la proporción del activo b , siendo también ésta, $1 - w_a$

Por lo tanto, si la inversión del portafolio en las acciones alfa y beta fuera del 50% en cada una, el valor esperado del portafolio sería el siguiente:

$$E(r_p) = 0.5(0.105) + 0.5(0.06) = 0.0825 = 8.25\%$$

Por lo tanto, el valor esperado del portafolio compuesto en 50% por alfa y 50% por beta será de 8.25%.

El riesgo del portafolio se calcula con la fórmula siguiente:

$$\sigma_p^2 = w_a^2 \sigma_a^2 + w_b^2 \sigma_b^2 + 2w_a w_b \text{cov}(a, b) \quad |.7|$$

$$\Rightarrow \sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

El riesgo del portafolio compuesto en 50% por alfa y 50% beta, será el siguiente:

$$\sigma_p^2 = (0.5)^2 (0.189011)^2 + (0.5)^2 (0.147309)^2 + 2(0.5)(0.5)(0.02405) = 0.002331$$

$$\Rightarrow \sigma_p = 0.048283 = 4.8283\%$$

Para calcular la proporción de una acción a a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza mínima cuando se tiene un coeficiente de correlación igual a 0, se utiliza la siguiente fórmula:

$$w_a = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \quad |.8|$$

Por ejemplo, la proporción de la acción del producto alfa cuando el coeficiente de correlación es igual a cero será:

$$w_{\text{alfa}} = \frac{0.147309^2}{0.189011^2 + 0.147309^2} = 0.377884 = 37.7884\%$$

Para calcular la proporción de una acción b a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza mínima cuando se tiene un coeficiente de correlación igual a 0, se utiliza la siguiente fórmula:

$$w_b = 1 - w_a \quad |.9|$$

Por ejemplo, la proporción de la acción del producto beta cuando el coeficiente de correlación es igual a cero será:

$$w_{\text{beta}} = 1 - 0.377884 = 0.622116 = 62.2116\%$$

Para calcular la proporción de una acción a a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza de cero cuando se tiene un coeficiente de correlación a -1 , se utiliza la siguiente fórmula:

$$w_a = \frac{\sigma_b}{\sigma_a + \sigma_b} \quad [10]$$

Por ejemplo, la proporción de la acción del producto alfa cuando el coeficiente de correlación es igual a -1 será:

$$w_{\text{alfa}} = \frac{0.1473909}{0.189011 + 0.147309} = 0.438003 = 43.8003\%$$

Para calcular la proporción de una acción b a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza mínima cuando se tiene un coeficiente de correlación igual a -1 se utiliza la fórmula 1.9 a saber:

$$w_b = 1 - w_a$$

Por ejemplo, la proporción de la acción del producto beta cuando el coeficiente de correlación es igual a -1 será:

$$w_{\text{beta}} = 1 - 0.438004 = 0.561996 = 56.1996\%$$

Para calcular la proporción de una acción a a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza mínima para cualquier coeficiente de correlación, se utiliza la siguiente fórmula:

$$w_a = \frac{\sigma_b^2 - \sigma_a \sigma_b \rho_{ab}}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 - 2\sigma_a \sigma_b \rho_{ab}} \quad [11]$$

$$\Rightarrow w_a = \frac{\sigma_b^2 - \text{cov}(a, b)}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2 - 2\text{cov}(a, b)}$$

Por ejemplo, la proporción de la acción alfa con cualquier coeficiente de correlación será:

$$w_{\text{alfa}} = \frac{0.147309 - (-0.024050)}{0.189011 + 0.147309 - 2(-0.024050)} = 0.433547 = 43.3547\%$$

Para calcular la proporción de una acción b a invertir en un portafolio, con la que se obtiene la varianza mínima para cualquier coeficiente de correlación, se utiliza la fórmula 1.9; es decir:

$$w_b = 1 - w_a$$

Por ejemplo, la proporción de la acción beta con cualquier coeficiente de correlación será:

$$w_{\text{beta}} = 1 - 0.433547 = 0.566453 = 56.6453\%$$

Para calcular el valor esperado y el riesgo mínimo del portafolio óptimo, con el coeficiente de correlación obtenido anteriormente de -0.863772 , se sustituyen los valores en las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} E(r_p) &= 0.4335(0.105) + 0.5665(0.06) = 0.0795 = 7.95\% \\ \sigma_p^2 &= 0.4335^2(0.189011) + 0.5665^2(0.147309) + 2(0.4335)(0.5665)(-0.02405) \\ \sigma_p^2 &= 0.001865 \\ \Rightarrow \sigma &= 0.043188 = 4.3188\% \end{aligned}$$

1.2. El Modelo de Markowitz en la selección de carteras o portafolios de inversión.

1.2.1. Planteamiento.

En el campo de la teoría de selección de carteras, ocupa un lugar destacado Harry Markowitz, que en 1952 publicó en la revista *Journal of Finance* un artículo basado en su tesis doctoral y titulado «Portfolio Selection». En dicho artículo planteaba un modelo de conducta racional del decisor para la selección de carteras de títulos-valores con liquidez inmediata.¹ Posteriormente, en 1959, publicó su libro *Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments*, en el que expone y desarrolla con mayor detalle su teoría.

Desde su aparición, el modelo de Markowitz ha conseguido un gran éxito a nivel teórico, dando lugar a múltiples desarrollos y derivaciones, e incluso sentando las bases de diversas teorías de equilibrio en el mercado de activos financieros. Sin embargo, su utilización en la práctica entre gestores de carteras y analistas de inversiones no ha sido tan extensa como podría suponerse de su éxito teórico.

Inicialmente, una de las principales causas de este hecho contradictorio radicaba en la complejidad matemática del método. Por una parte, al ser un programa cuadrático paramétrico, el algoritmo de resolución era complejo; por otra, el número de estimaciones de rentabilidades esperadas, varianzas y covarianzas a realizar es muy elevado². De ahí que William F. Sharpe (1964, 1978) planteara poco tiempo después una simplificación consistente en suponer la existencia de una relación lineal entre el rendimiento del título y el de la cartera de mercado. Significa que podemos definir el riesgo de la cartera sin utilizar las covarianzas, suponiendo una gran simplificación en el cálculo. Así, se ha venido utilizando durante un tiempo en sustitución del modelo de Markowitz, sobre todo por la mayor sencillez de sus cálculos. Sin embargo, hoy

¹ En su modelo, la liquidez del título es inmediata al final del periodo de referencia.

² El número total de estimaciones a realizar en el método de Markowitz se obtiene de la expresión $(N^2+3N)/2$, siendo N el número de títulos de la muestra considerada. La incorporación de un nuevo título a la cartera supone realizar N+2 estimaciones adicionales. Por ejemplo, para un muestra de 500 títulos serían necesarias 125.750 estimaciones.

en día, se dispone del *software* y *hardware* necesarios para resolver este tipo de problemas, lo que convierte en innecesario el modelo de Sharpe³.

Por lo tanto, las razones de su escasa utilización son otras. Entre ellas, podríamos citar algunas hipótesis restrictivas que el modelo de Markowitz contiene: no tiene en cuenta los costos de transacción ni los impuestos, considera la perfecta divisibilidad de los títulos-valores seleccionados y además, no proporciona ninguna herramienta para que el inversor valore su actitud ante el riesgo y deduzca su función de utilidad, necesaria para la elección de su cartera óptima⁴.

La mayoría de estos inconvenientes pueden solucionarse con la introducción en el modelo de nuevas restricciones. Por ejemplo: introducir los costos de transacción en el modelo asignándoles un límite; considerar los rendimientos después de impuestos para un determinado inversor; añadir una nueva restricción que garantice un mínimo de liquidez para los activos.

Normalmente, la inclusión de cualquier restricción adicional en el modelo genera una frontera de carteras eficientes que es dominada por la que resulta cuando no se tienen en cuenta las restricciones mencionadas. Es decir, dichas carteras no son tan eficientes como debieran (Haugen, 1993 y Fisher y Statman, 1997).

También puede influir el hecho de que la mayor parte de los gestores de carteras tienden a fundamentar sus decisiones en valoraciones subjetivas y no en el empleo de técnicas de selección de inversión de tipo cuantitativo. Algunos de ellos piensan que con el empleo de este tipo de técnicas su labor dejaría de ser fundamental y podrían incluso llegar a perder su puesto de trabajo (Focardi y Jonas, 1997).

³ Otros autores han propuesto simplificaciones al modelo de Markowitz, como Elton, Gruber y Padberg (1976, 1978) o Konno y Yamazaki (1992k), pero también se ha demostrado que cualquiera de ellos conduce a estrategias sub-óptimas. Pueden consultarse al respecto, Burgess y Bey (1988), Roll (1992) y Simaan (1997).

⁴ Sobre los problemas de la aplicación práctica del modelo de Markowitz pueden consultarse, entre otros, a Michaud (1989) y Frankfurter y Phillips (1995).

No obstante, ninguna de estas causas es definitiva. Iglesias (1998) hace un repaso de los argumentos a favor y en contra de la utilización del modelo de Markowitz y concluye que ninguno de estos últimos puede considerarse un obstáculo insalvable, señalando que «las hipótesis restrictivas en las que se basa admiten hasta cierto punto su relajación introduciendo nuevas restricciones en el planteamiento. Además, no es tan importante el que se asiente en hipótesis limitadas como que funcione bien en la práctica».

Michaud (1989) señala una serie de ventajas que tiene la utilización de una técnica de optimización como el modelo de Markowitz: satisfacción de los objetivos y restricciones de los inversores, control de la exposición de la cartera al riesgo, establecimiento de un estilo de inversión, uso eficiente de la información, etc.

1.2.2. Objetivos.

En la gestión de carteras nos encontramos dos tendencias diferenciadas en cuanto a la estrategia o política más adecuada para conseguir los objetivos del inversor. Por un lado, la estrategia activa que se basa en el incumplimiento de la hipótesis de eficiencia del mercado y en consecuencia supone que los precios de cotización de los títulos no reflejan toda la información disponible.

En estas circunstancias, los gestores piensan que pueden batir al mercado anticipándose a sus movimientos sobre la base de las malformaciones de precios que estiman pueden existir en el mercado. Esta estrategia se fundamenta en la posibilidad de identificar valores infravalorados o sobrevalorados cuya compraventa pueda generar rentabilidad suficiente para cubrir los costos de transacción y el riesgo asumido.

Y por otro lado, la estrategia pasiva que supone el cumplimiento de la hipótesis de eficiencia del mercado, desarrollada a finales de los sesenta. Es decir, el precio de cotización de un título refleja toda la información existente en el mercado sobre su comportamiento. Por lo tanto, existe información perfecta y

ningún inversor puede superar al mercado. En estas condiciones, la gestión pasiva se plantea seguir a una cartera de referencia que refleje los movimientos del mercado (Mendizábal y Tamayo, 2000).

1.2.3. El modelo de Markowitz.

1.2.3.1. El riesgo del portafolio (Markowitz).

Antes de los años ochentas, para problemas no excesivamente grandes, la resolución del modelo de Markowitz suponía una grave dificultad de cálculo. Por ejemplo, un problema con 100 activos financieros suponía calcular 5,050 varianzas y covarianzas e invertir una matriz de 102 ecuaciones y 102 incógnitas o resolver un problema de programación cuadrática con una función objetivo de 5,050 términos. El tamaño es aproximadamente la mitad del cuadrado del número de variables (cinco), por lo que problemas mayores que el anterior suponían una gran dificultad de resolución.

A partir de los años ochentas, y particularmente a partir de los noventas, se puede considerar que no existe un problema real debido a la carga computacional. Mediante el paquete de software utilizado (SOLVER de Excel) solo es posible resolver problemas relativamente pequeños (aproximadamente de menos de treinta variables) pero eso es exclusivamente por razones comerciales. Existen paquetes de software disponibles en el mercado capaz de resolver problemas de programación cuadrática de gran tamaño sin dificultad. Y, hoy no existen problemas para calcular un gran número de varianzas y covarianzas o para invertir una matriz de gran tamaño.

Actualmente, los problemas al utilizar el modelo de Markowitz no son computacionales sino que tienen que ver con los supuestos de partida. El modelo de Markowitz parte de cinco hipótesis fundamentales que son relevantes y su cumplimiento tiene gran trascendencia en cuanto a la validez de los resultados obtenidos, dichas hipótesis son:

1. Se supone conocida la rentabilidad esperada de cada uno de los activos financieros considerados.
2. Se supone conocida la varianza de cada uno de los activos financieros y la covarianza entre ellos. Además, se supone que es constante en el tiempo.
3. Los rendimientos de los diferentes activos financieros se comportan de acuerdo con una distribución Normal.
4. Los inversores actúan de forma racional.
5. El modelo optimiza para un solo período.

Hay que remarcar, que se asume conocida la rentabilidad esperada, la varianza y covarianza de los diferentes activos financieros. El problema es que los valores de las varianzas con respecto a las rentabilidades esperadas en intervalos relativamente cortos de tiempo (por ejemplo, un año) son muy grandes. Esto significa que el error de predicción en esos períodos es también muy grande.

Por otra parte, el modelo de Markowitz es extremadamente sensible a los valores de las rentabilidades esperadas, de tal forma que pequeñas variaciones de las rentabilidades esperadas suponen carteras con estructuras muy diferentes (o por lo menos aparentemente muy diferentes) en su composición.

1.2.3.2. Cálculo del portafolio óptimo.

Lo que se pretende es minimizar la varianza de una cartera con tres condiciones: la rentabilidad esperada $\sum_{i=1}^n r_i x_i$ debe ser igual o superior a una rentabilidad dada por el inversor ρ , la suma de las partes invertidas x_i en cada activo financiero deben ser iguales a uno y, finalmente, que se realicen

inversiones positivas o, en otras palabras, no se permiten ventas en corto (esto se produciría cuando algún x_i fuera inferior a cero).

Empleando la siguiente notación:

n = El número de activos financieros considerados.

x_i = La fracción invertida en el activo financiero i -ésimo.

r_i = La rentabilidad esperada del activo financiero i -ésimo.

σ_i = La varianza de la rentabilidad del activo financiero i -ésimo

σ_{ij} = La covarianza entre la rentabilidad esperada del activo i -ésimo y el j -ésimo.

V = La varianza de la cartera.

El modelo puede escribirse como:

$$\text{Min } V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 + \sum_{i=1, i \neq j}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n x_i \sigma_{ij} x_j \quad [12]$$

Con las restricciones o sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \geq \rho$$

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

$$x_i \geq 0; \forall i = 1, \dots, n$$

Para permitir ventas en corto, debe eliminarse la restricción de no negatividad. En ese caso, y con las restricciones restantes supondríamos implícitamente que el valor vendido en corto tendría una rentabilidad esperada negativa igual a r_i . En realidad esta situación tiene sobretodo interés cuando se considera como parte de los activos financieros, la de un activo sin riesgo.

El problema de Markowitz se puede plantear de una forma equivalente maximizando la rentabilidad para una determinada varianza mínima. De esta forma quedaría:

$$\text{Max } \bar{R} = \sum_{i=1}^n r_i x_i \quad [13]$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j \leq \bar{V}$$

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

$$x_i \geq 0; \forall i = 1, \dots, n$$

En cualquiera de las dos formulaciones anteriores se fija uno de los parámetros y se determina el valor del otro en la solución.

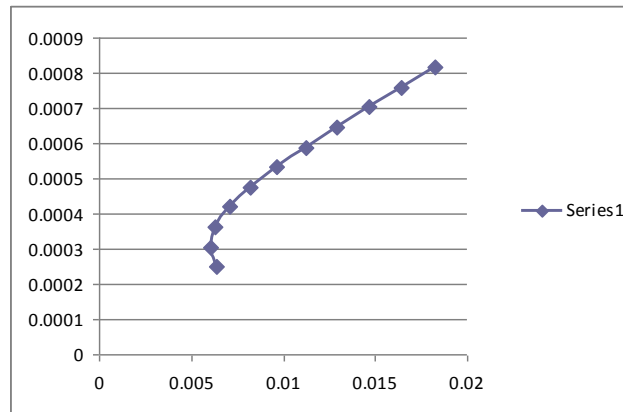
En el primer caso fijamos la rentabilidad esperada mínima deseada por el inversor y obtenemos la cartera con varianza mínima. En el segundo, fijamos la varianza máxima admitida por el inversor y obtenemos la rentabilidad máxima esperada. Si, en cualquiera de ambas formulaciones, variamos el parámetro deseado obtendremos la llamada **frontera eficiente**, esto es, *el conjunto de carteras que para cada rentabilidad tienen la mínima varianza o el conjunto de carteras que para cada varianza dada tienen la máxima rentabilidad*.

En el caso de dos activos financieros, determinar la ponderación que obtenga el $\text{Min } \bar{V}$ o minimizar la varianza, que estará dada por:

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 x_1^2 + 2x_1 \sigma_{12} x_2 + \sigma_2^2 x_2^2 \quad [14]$$

Donde x_1, x_2 son las ponderaciones de los activos, σ_1, σ_2 son las varianzas correspondientes a cada activo y σ_{12} la covarianza entre los dos activos, variando las ponderaciones obtenemos una gráfica como la siguiente:

Gráfica 1.1



Las carteras que representan puntos en la parte cóncava de la curva cumplen con las condiciones anteriores y, por lo tanto, representan la frontera eficiente. Los que están por debajo de la línea representan carteras no eficientes. Para una determinada varianza tienen menos rentabilidad esperada de la posible o, para una determinada rentabilidad esperada, tienen más varianza que la posible. Por encima de la frontera eficiente no existe solución posible con los datos de rentabilidad esperada, varianzas y covarianzas dadas en el modelo. Podemos concluir: *cualquier decisión racional debe escoger carteras dentro de la frontera eficiente.*

En lugar de calcular la frontera eficiente sobre la base de resolver cualquiera de los problemas anteriores para varios valores de la rentabilidad mínima esperada o de la varianza máxima, y extrapolar aquellos puntos no calculados, es posible adoptar una formulación más compacta. El cálculo de la frontera eficiente se puede plantear como:

$$\text{Min } \sigma^2 = \theta \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j - \left(-\theta \sum_{i=1}^n r_i x_i \right) \quad [15]$$

Sujeto a:

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

$$x_i \geq 0; \forall i = 1, \dots, n$$

La frontera eficiente se obtiene variando el parámetro θ entre 0 y 1. Un valor de $\theta=0$ supone que la varianza, y por lo tanto el riesgo, no tiene ninguna consideración y lo que se hace es maximizar la rentabilidad esperada a cualquier precio, esto es, sin consideración alguna sobre el nivel de riesgo. Por el contrario un valor de $\theta=1$ supone que el riesgo tiene la máxima consideración posible y por lo tanto, al solucionar el problema estaremos encontrando la cartera con mínimo riesgo.

A las consideraciones anteriores, en ocasiones, debemos añadirle otras condiciones adicionales, por ejemplo, la legislación impide invertir más de una cierta cantidad en un activo concreto. Esta restricción la escribiríamos como:

$x_i \leq \bar{x}_i$, donde x_i es la cantidad máxima a invertir en el activo i -ésimo.

Resolviendo el problema inicial, esto es, suponiendo que son posibles las ventas en corto. En ese caso, y teniendo en cuenta que podemos considerar que la fracción invertida en el activo es una restricción activa (esto es, una relación de igualdad estricta) podemos escribir las tres ecuaciones indicadas en forma de Lagrangiano como:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j - \lambda_1 \left(\rho - \sum_{i=1}^n r_i x_i \right) - \lambda_2 \left(1 - \sum_{i=1}^n x_i \right) \quad [16]$$

Aplicando el criterio de optimización de la primera derivada debemos igualarla a cero y obtenemos:

$$\frac{dL}{dx_i} = \sum_{j=1}^n 2x_j \sigma_{ij} - \lambda_1 r_i - \lambda_2 = 0$$

$$\frac{dL}{d\lambda_1} = \rho - \sum_{i=1}^n r_i x_i = 0$$

$$\frac{dL}{d\lambda_2} = 1 - \sum_{i=1}^n x_i = 0$$

Estas ecuaciones representan un conjunto de $n+2$ ecuaciones y $n+2$ incógnitas. Todas las ecuaciones son lineales y, por lo tanto, el sistema tiene una solución única. Si ponemos el sistema en forma matricial tenemos:

$$\begin{bmatrix} 2\sigma_{11}^2 & 2\sigma_{12} & \cdots & 2\sigma_{1n} & r_1 & 1 \\ 2\sigma_{21} & 2\sigma_{22}^2 & \cdots & 2\sigma_{2n} & r_2 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 2\sigma_{n1} & 2\sigma_{n2} & \cdots & 2\sigma_{nn}^2 & r_n & 1 \\ r_1 & r_2 & \cdots & r_n & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \rho \\ 1 \end{bmatrix} \quad [17]$$

En notación matricial podemos escribir:

$$VX = R \quad [18]$$

Si se tiene solución, existe la inversa, por lo tanto:

$$X = V^{-1}R \quad [19]$$

Siendo una solución sencilla de encontrar con programas. También se puede verificar que al obtener la segunda derivada del sistema se tendrá una matriz definida positiva por lo cual el resultado es un mínimo.

Con dicha solución encontraremos el mínimo de F , así tenemos la cartera óptima con el mínimo de riesgo, donde el riesgo es la varianza.

Hay que remarcar que este resultado implica el cumplimiento de las 5 hipótesis del modelo.

1.3. CAPM – Capital Asset Pricing Model.

1.3.1. Introducción.

Una de las grandes inquietudes en el campo de las finanzas ha sido desarrollar modelos explicativos y predictivos del comportamiento de los activos financieros. Uno de los aportes más importantes a este proceso ha sido el Capital Asset Pricing Model (CAPM).

El modelo explica el comportamiento de una acción en función del comportamiento del mercado. Además pretende servir para proyectar el retorno futuro de una acción, en función del comportamiento del mercado; no obstante, como se explicará en el capítulo se debe tener cuidado en ubicar las posibilidades predictivas del CAPM.

Uno de los aportes del CAPM es la relación que establece entre el riesgo de una acción con su retorno. Se muestra que la varianza de una acción, por sí misma, no es importante para determinar el retorno esperado de la acción. Lo que es importante es medir el grado de co-variabilidad que tiene la acción respecto a una medida estándar de riesgo, el que corresponde al mercado. Es el beta de mercado de la acción, el cual mide la covarianza del retorno de la acción respecto al retorno del índice de mercado, redimensionado por la varianza de ese índice.

1.3.2. La Vinculación entre el CAPM y la Teoría del Portafolio.

Uno de los grandes aportes al desarrollo de las finanzas ha sido sin duda la formulación la Teoría del Portafolio por Harry Markowitz [1952, 1959] (ya mencionado), fuente de la elaboración posterior de modelos que ha tratado de explicar y predecir el funcionamiento del mercado de capitales. Uno de esos modelos es Capital Asset Pricing Model – CAPM desarrollado, entre otros, por William F. Sharpe [1963].

Por lo anterior, en las Finanzas se consideran a Harry Markowitz y William F. Sharpe como los padres de la Teoría del Portafolio y del CAPM, sin embargo Sharpe no fue el único -y tal vez no el primero- que desarrolló el modelo CAPM. Sin embargo, la estrecha vinculación que existe entre la Teoría del Portafolio y el CAPM, se refleja en vinculación similar entre Sharpe y su más destacado mentor, que se refleja en el siguiente texto escrito por Markowitz:

“One day in 1960, having said what I had to say about portfolio theory in my 1959 book, I was sitting in my office at the RAND Corporation in Santa Monica, California, [...] when a young man presented himself at my door, introduced himself as Memo Sharpe, and said that he also was employed at RAND and was working toward a Ph.D degree at UCLA.

He was looking for a thesis topic. His professor, Fred Weston, had reminded Sharpe of my 1952 article, which they had covered in class, and suggested that he ask me for suggestions for a thesis topic. We talked about the need for models of covariance. This conversation started Sharpe out on the first of his (ultimately many) lines of research, which resulted in Sharpe (1963).

[...] On that day in 1960, there was no talk about the possibility of using portfolio theory to revolutionize the theory of financial markets, as done in Sharpe (1964)” [MARKOWITZ, 1999:14]

El interés de Sharpe en la Teoría del Portafolio quedó plasmado en su trabajo “A Simplified Model for Portfolio Analysis” [Sharpe, 1963]. Este trabajo sentó las bases para el futuro desarrollo del CAPM.

1.3.3. El origen del CAPM.

El CAPM fue desarrollado en forma simultánea por varios autores. Cuando Sharpe culminó la elaboración de su famoso artículo “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk” [Sharpe, 1964], el cual fue publicado en septiembre, Jack L. Treynor había escrito con anterioridad un trabajo que formulaba un modelo bastante similar al de Sharpe. Treynor –hasta ese momento no publicado- su trabajo “Toward a Theory of the Market Value of Risky Assets” [Treynor, 1961], aunque Sharpe tomó conocimiento del trabajo de Treynor al señalar:

“After preparing this paper the author learned that Mr. Jack L. Treynor, of Arthur D. Little., had indepently developed a model similar in many respects to the one described here. Unfortunately, Mr. Treynor’s excellent work on this subject is, at present, unpublished.” [SHARPE, 1964:427]

En febrero, apenas cinco meses después de publicado el trabajo de Sharpe, Lintner publica “The valuación of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portafolios and Capital Budgets.” [Lintner, 1965^a]. Según manifiesta Lintner, el había culminado su trabajo con anterioridad a la publicación del artículo de Sharpe:

“Professor Sharpe’s paper” Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk” [...] appeared after this paper was in final form and on its way to the printers. My first section, which parallels the first half of his paper (with corresponding conclusions), sets the algebraic Framework for sections II, III, and VI, (which have no counterparts on his paper) and for section IV on the equilibrium prices of risk assets, concerning which our results differ significantly for reasons which will be explored elsewhere. Sharpe does not take up the capital budgeting problem developed in this section V below.” [Lintner, 1965a:13]

Lintner complementó el trabajo desarrollado con la publicación de un segundo trabajo “Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification.” [Lintner,

1965b]. Finalmente, en octubre del siguiente año, Mossin publica su trabajo “Equilibrium in a Capital Asset Market.” [Mossin, 1966]. La doctrina financiera atribuye a Sharpe, Lintner y Mossin el desarrollo del CAPM. Sin embargo, como todos sabemos, fue Sharpe quien recibió el Premio Nóbel en 1990.

1.3.4. ¿Qué es CAPM?

En equilibrio, el precio de los activos financieros se ajustará de manera tal que el inversionista, si aplica la Teoría del Portafolio para obtener los beneficios de la diversificación, será capaz de ubicarse en cualquier punto a lo largo de la Línea de Mercado de Capitales.

El inversionista podrá obtener un mayor retorno esperado sólo si se expone a un riesgo adicional. El mercado le impone dos precios: el precio del tiempo y el precio del riesgo. El primero es el interés que se obtiene por inmovilizar los fondos, el segundo es el mayor rendimiento que se obtiene por exponer nuestros activos al riesgo [Sharpe, 1964:425].

1.3.5. Los Supuestos del CAPM.

Para la construcción del modelo CAPM se asumen los siguientes supuestos:

1. Los inversionistas son personas adversas al riesgo.
2. Los inversionistas cuidan el balance entre retorno esperado y su varianza asociada para conformar sus portafolios.
3. No existen fricciones en el mercado.
4. Existe una Tasa Libre de Riesgo a la cual los inversionistas pueden endeudarse o colocar sus fondos.
5. No existe asimetría de información y los inversionistas son racionales, lo cual implica que todos los inversionistas tienen las mismas conclusiones acerca de los retornos esperados y las desviaciones estándar de todos los portafolios factibles.

Los supuestos del CAPM estaban presentes desde que el modelo fue desarrollado en la década de los sesenta. Sharpe [1964] y Lintner [1965] hicieron referencia a los supuestos del CAPM en sus respectivos trabajos:

“In order to derive conditions for equilibrium in the capital market we invoke two assumptions. First, we assume a common pure rate of interest, with all investors able to borrow or lend funds on equal terms. Second, we assume homogeneity of investor expectations: investors are assumed to agree on the prospects of various investments –the expected values, standard deviations and correlation coefficients described in Part II.” [Sharpe, 1964:433-434]

“In choosing between any two different possible investment positions, we assume that this investor will prefer the one which gives him the largest expected return if the risk is involved in the two investment positions are the same and we also assume that if expected returns are the same, he will choose the investment position which involves less “risk” as measured by the standard deviation of the return of his total investment Holdings. In other words, our investor is a “risk-averter”, like most investor in common stocks. [...] For Simplicity, we will also assume that our investor’s probability judgments [...] can be represented by the “normal” distribution of statistical theory.” [Lintner, 1965b:590-591]

Si bien no todos los supuestos del CAPM se aplican estrictamente en la realidad, esto no ha invalidado el aporte del modelo, que sigue siendo el más popular entre los administradores de portafolio.

“Needless to say, these are highly restrictive and undoubtedly unrealistic assumptions. However, since the proper test of a theory is not the realism of its assumptions but the acceptability of its implications, and since these assumptions imply equilibrium conditions which form a major part of classical financial doctrine, it is far from clear that this formulation should be rejected – especially in view of the dearth of alternative models leading to similar results.” [Sharpe, 1964:434]

1.3.6. La Teoría de la Elección.

Tomaremos prestado de la microeconomía algunos conceptos necesarios para continuar con nuestra explicación. A continuación veremos sucintamente cada uno de estos conceptos.

1.3.6.1. La Restricción Presupuestaria.

Supongamos que tan sólo existen dos bienes: cervezas y hamburguesas. Supongamos también que una persona tiene un ingreso total de \$100.00, las hamburguesas están a \$2.00 cada una y las cervezas \$3.00. Esta persona podrá elegir entre consumir diferentes combinaciones: mayor cantidad de cervezas o de hamburguesas, dependiendo de sus gustos. En el extremo podrá consumir hasta 50 hamburguesas ó 33.3 cervezas.

Entonces, la restricción presupuestaria o conjunto de oportunidades es el conjunto de todas las combinaciones posibles bajo un ingreso y unos precios determinados. A estas combinaciones usualmente se les denomina “canastas o cestas”.

Dicha persona, puede elegir entre consumir 33.3 cervezas y ninguna hamburguesa, consumir 30 cervezas y 5 hamburguesas, 16.7 cervezas y 25 hamburguesas y en el extremo, 50 hamburguesas y ninguna cerveza.

1.3.6.2. La Curva de Indiferencia.

Dada su restricción presupuestaria, la persona tendrá que elegir alguna de las combinaciones posibles entre cervezas y hamburguesas. Aunque es imposible predecir cual de las “canastas” elegirá cada persona, intuitivamente deducimos que la gran mayoría de personas elegirá algún tipo de combinación entre hamburguesas y cervezas.

Vamos a asumir por el momento que dicha persona decide la canasta conformada por 16.7 cervezas y 25 hamburguesas. Llamémosle a esta canasta “X”. Nótese que el valor monetario es exactamente igual que el de las otras

canastas, pero que esta canasta es la preferida por Memo, la que produce mayor satisfacción.

Ahora bien, si le ofreciéramos a la persona una canasta conformada por 20 cervezas y 28 hamburguesas ¿Cómo reaccionaría? Obviamente elegiría esta canasta, debido a que contiene más de cada producto.

Pero si le ofreciéramos una canasta "A" conformada por 13 cervezas y 30 hamburguesas y la canasta "B" conformada por 13 cervezas y 30 hamburguesas. Se sabe que la canasta "A" se prefiere a la canasta "X" y que la canasta "X" se prefiere a la canasta "B". Pues bien, en algún punto entre las canastas "A" y "B" debe existir alguna canasta que sea equivalente a "X".

Dicho en otras palabras, si partimos de la canasta "B" pero le ofrecemos a la persona más de 30 hamburguesas, digamos 31, 32, 33, etc. Y así sucesivamente, llegará un momento en que Memo será indiferente entre "X" y esa nueva canasta.

La unión de estos puntos nos daría como resultado la curva de indiferencia de la persona en cuestión. La curva de indiferencia es aquella en la cual se sitúan todas las combinaciones que producen el mismo grado de satisfacción. Si olvidamos la restricción presupuestaria, podríamos pedirle a la persona que nos diga cuales serían las canastas que le producirían el mismo grado de satisfacción que la canasta "X".

La persona tendrá infinitas curvas de indiferencia. Cada canasta otorga un grado de satisfacción y sobre la base de esa satisfacción se puede elaborar una curva de indiferencia. "La curva de indiferencia es el conjunto de cestas entre las cuales el consumidor es indiferente" [Frank, 2001:71]

La persona tendrá que seleccionar la canasta en donde se unen la curva de indiferencia y la restricción presupuestaria. Si la curva de indiferencia está por encima y no toca en ningún punto a la restricción presupuestaria, la persona tendrá que trazar una nueva curva de indiferencia, con un menor grado de

satisfacción, hasta que finalmente llegue a “tocar” la recta de la restricción presupuestaria.

1.3.6.3. Modelo de la Utilidad Esperada.

La persona en cuestión tiene un comportamiento típico por lo que disfruta de una buena hamburguesa. Es decir; para él será agradable consumir una hamburguesa. Tratemos de asignarle un número a este grado de satisfacción, por ejemplo “10”. Consumir una segunda hamburguesa será también agradable, pero tal vez no tanto como la primera. A la satisfacción provocada por el consumo de la segunda hamburguesa asignémosle un “8”. En este punto muchas personas estarían satisfechas, pero supongamos que Memo tiene muy buen apetito y que está dispuesto a consumir una tercera hamburguesa. A la satisfacción proveniente por el consumo de una tercera hamburguesa asignémosle un valor de “2”.

Después de haber consumido tres hamburguesas, la persona ya no desea ninguna más. Como no desea consumir otra hamburguesa podríamos asignarle un valor de “0” a una cuarta hamburguesa. (En el extremo podríamos asignarle un valor negativo a la cuarta hamburguesa por el malestar que causaría tener que consumirla).

Podemos percibir que cada unidad adicional de hamburguesa produce un grado de satisfacción menor, hasta que llegado un punto la satisfacción adicional es igual a cero. Nótese que el grado de satisfacción no es igual al valor numérico o monetario. En el mercado cualquier hamburguesa vale \$2.00, sea ésta la primera, la segunda o la tercera hamburguesa, pero la satisfacción que otorga su consumo (algo que realmente es difícil de medir) será totalmente diferente si es que se trata de la primera, la segunda o la tercera.

Lo mismo sucede con el dinero. Supongamos que la persona está desempleada, ¿Cuánta satisfacción le produciría obtener \$1,000.00? Imaginamos que bastante. Pero si es que la persona es poseedora de una fortuna de varios millones, ¿cuánta satisfacción le produciría obtener \$1,000.00

adicional? Intuitivamente sabemos que no le produciría tanta satisfacción como a la persona desempleada.

A la misma conclusión podemos llegar si hablamos de las pérdidas. Supongamos que la persona está desempleada, efectúa una apuesta en un juego de fútbol por \$100.00. Luego, al observar los resultados, nota que su equipo fue derrotado y que por lo tanto ha perdido \$100.00 ¿cuánta insatisfacción le producirá haber perdido \$100.00? Si ahora suponemos que la persona es millonaria y que pierde \$100.00 ¿no es lógico pensar que el grado de insatisfacción será menor?

En consecuencia, podemos afirmar que el valor numérico o monetario no es igual a la utilidad obtenida, dado que la utilidad depende del grado de satisfacción del consumidor.

¿Cuál sería el valor esperado de efectuar una apuesta en la que tenemos el 60% de probabilidades de ganar 100 y 40% de perder 30? En términos probabilísticos el valor esperado sería de 70 ($100 \times 60\% + 30 \times 40\%$).

Ahora supongamos que existen 3 juegos:

- a. Ganar 10,000 con 65% de probabilidades y perder 5,000 con 35% de probabilidades.
- b. Ganar 100 con 55% de probabilidades y perder 30 con 45% de probabilidades.
- c. Ganar 10 con 20% de probabilidades y perder 2 con 80% de probabilidades.

El valor esperado de cada juego sería:

Juego 1: \$8,250.00

Juego 2: \$68.00

Juego 3: \$3.60

¿Cuál de los tres juegos elegiríamos? La respuesta es: depende de la función de utilidad del consumidor. No se elige con base en el valor esperado sino de la utilidad esperada. La utilidad esperada es el promedio ponderado de las utilidades de los resultados posibles multiplicados por su porcentaje de probabilidad [Frank, 2001:176].

Precisamente, el Modelo de la Utilidad Esperada [Von Neumann-Morgenstern, 1944] parte de la premisa de que los individuos no eligen la opción que tiene el máximo valor esperado sino la máxima utilidad esperada. El problema es entonces determinar cual es la función de utilidad de cada individuo.

Normalmente, se dice que la función de utilidad tiene una forma cóncava [Frank, 2001:177]. Por ejemplo, si una persona gana \$2,000.00 obtendrá una utilidad de 30. Si la persona obtiene \$4,000.00 obtendrá una utilidad de tan sólo 28, menor que los 30 de utilidad por los primeros \$2,000.00.

A esta forma característica de la función de utilidad se le reconoce como un Utilidad Marginal Decreciente. Quiere decir que la utilidad producida por el aumento de la riqueza es cada vez menor. Esta es la forma característica de la función de utilidad de una persona con aversión al riesgo.

Debido a que la riqueza adicional genera menor utilidad, la persona con aversión al riesgo podría arriesgar esta riqueza adicional, pero a medida que se va acercando a su riqueza inicial, estará cada vez menos dispuesta a arriesgarla. Esta es la conducta común de los seres humanos: si tenemos un ingreso "extra" podríamos jugarlo en los caballos o en una partida de póker.

Arriesgaremos el dinero a sabiendas que podemos perderlo. Sin embargo, a medida que vamos perdiendo más y que nos vamos quedando con el dinero necesario para cubrir nuestras necesidades básicas (y las de nuestra familia) estaremos menos dispuestos a arriesgarlo.

¿Y qué sucede con aquellas personas que, como todos hemos tenido oportunidad de conocer, siguen apostando incluso el dinero necesario para la

comida de sus hijos? Pues bien, esas personas existen, es innegable, pero son, felizmente, una minoría y se los conoce como “amantes del riesgo”, los típicos apostadores compulsivos.

1.3.7. Fortaleza interpretativa del CAPM.

La Teoría del Portafolio ha establecido los beneficios de la diversificación y, por tanto, de la construcción de portafolios de activos, así como la existencia de una Línea de Mercado de Capitales a partir de un punto denominado el Retorno del Mercado.

Está claro que bajo estas premisas ningún inversionista podrá obtener una mejor combinación de riesgo y rendimiento que a lo largo de la Línea de Mercado de Capitales, y que sólo será posible obtener un retorno superior mediante una exposición mayor al riesgo.

“In equilibrium, capital asset prices have adjusted so that the investor, if he follow rational procedures (primarily diversification), is able to attain any desired point along a capital market line. He may obtain a higher expected ratio of return on his Holdings only by incurring additional risk” [Sharpe, 1964:425]

También se ha establecido la existencia de una relación lineal entre el retorno de un activo financiero y su grado de exposición al riesgo. Es importante destacar que el modelo CAPM se basa en la existencia de una relación lineal entre el riesgo y el rendimiento; pero que este tema no está exento de discusiones en la doctrina financiera.

Se había establecido también que el punto de origen de la Línea de Mercado de capitales era el de la Tasa Libre de riesgo (el intercepto), y que a partir de ese punto, que presentaba un riesgo cero, se podía obtener una rentabilidad cada vez mayor a cambio de una mayor exposición al riesgo.

“In effect, the market presents him with two prices: the price of time, or the pure interest rate (shown by the intersection of the line with the horizontal axis) and

the price of risk, the additional expected return per unit of the slope line).”
[Sharpe, 1964:425]

En consecuencia, se puede afirmar que el precio para obtener cualquier rendimiento superior a la Tasa Libre de Riesgo era exponerse a un grado determinado de riesgo. En otras palabras, podemos aproximarnos a una definición del precio del riesgo.

Típicamente, el punto donde se ubican el riesgo y rendimiento de activos individual cualquiera yace por debajo de la Línea de Mercado de Capitales, como una demostración de la ineficiencia de invertir en un solo activo.

Mediante la diversificación el riesgo se podía reducir pero no se podía eliminar. En consecuencia se puede afirmar que el riesgo asociado de un activo “A” esta conformado por dos bloques: el riesgo diversificable y el riesgo no diversificable se le conoce como riesgo sistemático. Se entiende que éste último es un riesgo sistemático porque es el riesgo propio del mercado, del cual un activo financiero no puede desprenderse.

“Through diversification, some of the risk inherent in an asset can be avoided so that its total risk is obviously not the relevant influence of its price; unfortunately little has been said concerning the particular risk component which is relevant.”
[Sharpe, 1964:426]

Ahora bien, resulta sencillo entender la noción de la utilidad del consumidor cuando nos referimos a cifras concretas: la utilidad de recibir \$100.00 o la utilidad de recibir \$200.00. Sin embargo, no todo en la vida son cifras ciertas y concretas sino que en muchas ocasiones tendremos que lidiar con las probabilidades.

Este es exactamente el dilema de todo inversionista, cuando invierte sus fondos en un activo riesgoso ¿cómo podría medir la utilidad de esa inversión?

El modelo CAPM se basa en el supuesto de que la utilidad del inversionista depende solamente de dos términos: el valor esperado y la desviación estándar:

$$U = f(E_w, \sigma_w) \quad [20]$$

Donde:

$U = \text{utilidad}$.

$E_w = \text{Valor esperado de la riqueza futura}$.

$\sigma_w = \text{Desviación estándar de la riqueza futura respecto de su valor esperado}$.

Ahora bien, dependiendo de la riqueza futura que logre el inversionista se podrá encontrar la rentabilidad de su inversión o viceversa⁵. Gracias a esta relación entre la riqueza futura y la rentabilidad es posible expresar la función de utilidad del inversionista en relación con la rentabilidad [Sharpe, 1964:428]:

$$U = f(R, \sigma_w)$$

Así como se pueden elaborar curvas de indiferencia con base en una elección entre un producto y otro, también se puede elaborar una curva de indiferencia entre consumo actual y consumo futuro o entre riesgo (expresado en términos de desviación estándar) y rendimiento (expresado en términos de valor esperado).

Es necesario aclarar que el valor esperado del rendimiento se representa con el término $E(R)$. Usualmente, en el desarrollo del modelo CAPM el valor esperado es igual a la media.

De manera similar a como se unieron las curvas de indiferencia y la restricción presupuestal, podríamos unir las curvas de indiferencia entre riesgo y rendimiento y la Línea de Mercado de Capitales que, tal como lo demuestra la Teoría del Portafolio, es aquella línea en donde se obtienen las mejores combinaciones posibles de riesgo y rendimiento.

⁵ $R = \frac{W_1 - W_0}{W_0}$

En el ejemplo de la restricción presupuestaria, la única manera de maximizar la utilidad del consumidor es invirtiendo todos sus fondos disponibles, pues el análisis contempla un solo período. Para un inversionista, la Línea de Mercado de Capitales sería el equivalente a la restricción presupuestaria, pues en ella se contienen las mejores combinaciones posibles de riesgo y rendimiento.

1.3.8. Acercándonos al CAPM.

Bajo la premisa de que existe una relación lineal entre el riesgo y el rendimiento, sólo basta entonces encontrar la relación entre un activo en particular y el retorno del portafolio óptimo de mercado para predecir como reaccionará este activo en adelante.

“We have argued that in equilibrium there will be a simple linear relationship between the expected return and standard deviation of return for efficient of risky assets. [...] However, there will be a consistent relationship between their expected returns and what might best be called systematic risk, as we will now show.” [Sharpe, 1964:436]

Es posible construir un portafolio óptimo de mercado y es posible determinar el porcentaje exacto de inversión en cada activo. Para encontrar la relación entre el retorno de un activo A y del portafolio óptimo del mercado tan solo hace falta encontrar una relación lineal entre los retornos de la acción A y los retornos que se habrían obtenido si se hubiese invertido en el Portafolio óptimo de mercado.

“The requirements that curves such as ig be tangent to the capital market line can be shown to lead to a relatively simple formula which relates the expected ratio of return to various elements of risk for all assets which are included in combination g . its economic meaning can best be seen if the relationship between the return of asset I and that of combination is viewed in manner similar to that used in regression analysis. “ [Sharpe, 1964:438]

Parte de las variaciones del retorno de la acción A respecto a su media (en otras palabras del riesgo asociado al activo A) se explican como respuesta a las variaciones en el retorno del portafolio de mercado (PM). La pendiente de la regresión indica en que medida los retornos de la acción A responden a los retornos del Portafolio de Mercado y en consecuencia son una medida apropiada del riesgo sistemático de la acción A. Denominemos a esta pendiente como “Beta” y representémosla con el signo b.

Queda claro entonces que lo que le interesa al inversionista es el riesgo sistemático de una acción. Si es que se encuentra la forma de calcular el riesgo sistemático de cada acción, y no su riesgo total, el inversionista podrá determinar cual es el rendimiento que debe exigir para esa acción. Por ejemplo, si se sabe que el Retorno del Mercado es de 12% y su riesgo equivale a 1, si una acción tiene un riesgo de 1.2 el inversionista exigirá un rendimiento mayor al 12% y si es que el riesgo de la acción es de 0.7, el inversionista se conformará con un rendimiento menor al 12%.

Los rendimientos de la acción A (R_A) y del portafolio óptimo del mercado (R_{PM}) se muestran en la tabla 1.4:

Tabla 1.4

(R_A)	17.50%	21.10%	14.10%	4.20%	2.90%	20.50%	18.20%	-1.30%	19.80%	18.40%
(R_{PM})	10.38%	9.44%	9.94%	8.14%	7.32%	8.39%	13.89%	11.19%	10.87%	7.88%

Con base en estos rendimientos un análisis de regresión lineal efectuado con una hoja de cálculo común arroja como resultado una pendiente de 1,58074.

Similar resultado se podía obtener aplicando una fórmula directa para obtener la pendiente de una regresión lineal:

$$\frac{Cov(A, M)}{Var(M)} = \frac{\rho_{AM} \sigma_A \sigma_M}{\sigma_M^2} \quad |.21|$$

Donde:

$Cov(A, M)$ = Covarianza entre los retornos de la acción A y del Mercado.

$Var(M)$ = Varianza de los retornos del Mercado.

Si el retorno de la acción A está en función del retorno del Mercado, teniendo la pendiente de una regresión lineal de un solo factor hace falta una variable para estimar el retorno de A: el intercepto. Pues bien, de acuerdo a la explicación vertida en el capítulo anterior, éste intercepto no sería otro que el rendimiento del activo libre de riesgo.

Sabiendo que el retorno del Mercado es superior al rendimiento libre de riesgo, como consecuencia de su exposición al riesgo, se infiere que el retorno de casi todo activo riesgoso deberá ser mayor que el rendimiento libre de riesgo. A este rendimiento extra se le denomina Prima de Riesgo.

El Retorno del Mercado será igual a la Tasa Libre de riesgo más la Prima de Riesgo de Mercado. El Retorno de una acción en particular será igual a la Tasa Libre de Riesgo más una Prima de riesgo específica para esa acción en particular será igual a la Tasa Libre de riesgo más una Prima de Riesgo específica para esa acción. La Prima de Riesgo específica para cada acción dependerá de su riesgo sistemático, que como sabemos, se traduce en un Beta.

Con ello, se tienen todos los elementos necesarios para estimar el rendimiento de un activo riesgoso:

$$R_A = R_f + \text{Prima de riesgo de la acción A.}$$

$$\text{Es decir; } R_A = R_f + \beta (R_M - R_f) \quad [22]$$

Donde:

R_A = Rendimiento de la acción A.

R_f = Rendimiento libre de riesgo.

R_M = Rendimiento del mercado.

β = Beta.

Si por ejemplo, $b = 0$ la rentabilidad del título es igual que la de un activo libre de riesgo; si $b = 1$ entonces la rentabilidad del título es igual a la rentabilidad del mercado (R_m).

1.3.9. Mercado de Capitales.

La pendiente de la Línea de Mercado de Capitales sería:

$$\frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \quad [23]$$

1.3.10 .Funcionalidad del CAPM.

CAPM nos permite determinar la relación existente entre el riesgo global y sistemático del mercado de acciones y el riesgo de una única acción que nos interesa en forma especial. Toda diversificación en la inversión tiende a reducir el riesgo. De esta forma, la construcción de una combinación diversificada de acciones debe tener menor riesgo que una única acción. Entonces, si construimos la siguiente relación:

$$Riesgo = \beta \times riesgo_{combinado} \quad [24]$$

El parámetro β (letra griega Beta) es utilizado para tipificar la influencia del riesgo de una combinación, que es más segura, sobre el riesgo de una acción, que es menos segura. Así, el valor de β debe ser mayor que 1, mostrando

que el riesgo de una única acción j siempre es superior al riesgo de una combinación de acciones.

1.3.11. Como encontrar Beta.

El Beta del CAPM puede ser hallado por análisis estadístico. Una vez introducidos los datos de rendimiento de diversos valores durante numerosos períodos, un análisis estadístico de regresión genera el valor final del beta buscado. Concretamente, se requiere los siguientes datos:

- Rendimiento de la acción j que nos interesa analizar
- Rendimiento de una combinación segura. Se da preferencia a los índices representativos del mercado bursátil
- Rendimiento de un valor considerado de muy bajo riesgo. Se da preferencia a los bonos del Tesoro de los Estados Unidos, tomados usualmente como activos de riesgo cero.

Una vez aplicada la técnica de regresión lineal, se someterá al valor beta y al modelo CAPM a diversos tests econométricos. Si beta y el modelo CAPM pasan los tests, el analista financiero asume que CAPM tipifica adecuadamente el componente de riesgo presente en la rentabilidad de la acción j .

1.3.12. Rentabilidad y riesgo en el CAPM.

La determinación de la rentabilidad de la acción de una determinada empresa dentro del modelo del CAPM está dada por la relación entre la tasa libre de riesgo y la prima por riesgo negocio:

$$K_E = R_f + \rho_N \quad [25]$$

Donde:

K_E = Retorno esperado de la acción.

R_f = Tasa libre de riesgo.

ρ_N = Premio por riesgo negocio.

El riesgo de un activo individual se calcula a través de su desviación estándar. La Teoría del Portafolio demostró que el riesgo de un activo que forma parte de una cartera diversificada se mide por su covarianza y no por la desviación estándar.

El modelo CAPM introduce el concepto del Beta (β) como medida del riesgo. El Beta muestra la tendencia de una acción individual A conjunta con el mercado, o si se quiere, muestra la sensibilidad de la rentabilidad de un título frente a la variación en la rentabilidad del mercado. Por ejemplo, una acción con un $\beta = 1$ tiende a subir y bajar proporcionalmente al mercado.

El retorno exigido por el inversionista para un título estará dando por la fórmula:

$$E(R_N) = R_f + \beta [E(R_m) - R_f] \quad [26]$$

Si el Beta de una acción mayor que uno se exigirá un retorno superior al del mercado y viceversa. Si el Beta de una acción es superior que uno y su retorno no es lo suficientemente alto, el mercado castigará esa acción haciendo que descienda su precio lo que incrementará su retorno y mantendrá el equilibrio.

Se debe considerar que el CAPM es un modelo que trabaja con base en Retornos esperados, por ello no debe utilizarse este modelo para una proyección de corto plazo de la rentabilidad de una acción.

Por el contrario, si aceptamos la utilización del modelo para proyectar la rentabilidad de un activo financiero debemos hacerlo bajo el entendimiento de que el modelo servirá para predecir el rendimiento promedio que la acción tendrá en el futuro y no el rendimiento exacto del siguiente período.

1. 3.13. Globalizando.

En finanzas se suele definir riesgo como la variabilidad en los rendimientos (tanto positivos como negativos) de un título y se mide con la desviación

estándar o con la varianza. No obstante, a los inversionistas les preocupa únicamente la parte negativa del riesgo, es decir, las rentabilidades por debajo del promedio. Las que están por encima, lejos de molestar, son deseadas. Sin embargo, si la distribución de rentabilidades es normal, no hay ningún problema al medir el riesgo con la desviación estándar o con la varianza, porque la distribución es simétrica, y estos parámetros, nos indicarán que tan probable es el observar tanto rentabilidades superiores como inferiores a la media. Pero si la distribución no es simétrica, como ocurre especialmente en los mercados emergentes, la desviación estándar y la varianza, dejan de ser útiles como indicadores de riesgo, ya que la probabilidad de obtener un rendimiento por encima de la media, es diferente a la probabilidad de obtenerlo por debajo de ella.

Al aplicar el CAPM tradicional a los países emergentes, se suelen obtener costos de capital bastante bajos y poco intuitivos respecto al riesgo que representa el invertir en ellos. En un principio, se pensó que esto se debe a que los mercados emergentes presentan una baja correlación respecto a las principales bolsas del mundo, es decir, están bastante aislados. Lo cual representaría una excelente oportunidad para diversificarse, y esto explicaría la obtención de costos de capital con valores tan bajos. Sin embargo, ahora se ha visto que dicho “aislamiento”, es muy relativo, porque si bien es cierto que en condiciones normales, la correlación entre los países desarrollados y los emergentes es baja, cuando las bolsas de los países desarrollados caen, arrastran a todas las bolsas del mundo y por lo tanto, la correlación a la baja es enorme.

2. Valor en Riesgo (VAR).

2.1 Antecedentes.

La parte histórica referente a riesgos financieros, es posible identificarla en tres períodos de desarrollo:

1. Media-varianza, 1952-1956
2. Modelos en tiempo continuo, 1969-1973
3. Medidas de riesgo, 1997- a la fecha

Antes del trabajo de Markowitz el riesgo financiero era considerado como un factor correctivo del retorno esperado (la Duración por ejemplo) y los retornos ajustados por riesgo eran definidos de una manera similar.

El primer período de desarrollo fue iniciado por Markowitz quien propuso como medidas de riesgo, la media y varianza asociada al retorno de inversiones individuales. El segundo período de fue iniciado por Robert Merton, Fisher Black y Myron Scholes y pueden ser llamados “modelos en tiempo continuo”. Estos modelos permitieron abordar muchos problemas asociados con la valoración de opciones y otros derivados. Inició, gracias a éstos desarrollos, un concepto de activos contingentes de mucha actualidad en Finanzas.

El tercer período es mucho más reciente y algunos lo sitúan en 1997 al publicarse los primeros resultados sobre medidas de riesgo coherentes por parte de Artzner et al (1997, 1999, su artículo de medidas coherentes fue publicado en 1998). Estos desarrollos parten del paradigma de normalidad, tratando de modelar situaciones más reales, como cuando los retornos de los activos presentan sesgo (skewness), Leptocurtosis y/o colas pesadas. La línea de investigación fue motivada por la nueva tendencia en la regulación de instituciones financieras que requieren del uso de modelos de control de riesgos muy sofisticados.

Como respuesta a importantes desastres financieros, en 1994 fue introducida una medida uniforme de riesgo llamada Value-at-Risk (VAR, Valor en Riesgo).

2.1.1 Definición.

El Valor en Riesgo (VAR) se define como *la máxima pérdida esperada en un portafolio con cierto nivel de confianza en un determinado periodo de tiempo.*

El sector privado, reguladores y bancos centrales han adoptado una posición activa en pro de la implementación de esta medida. El Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria anunció en abril de 1995 que los requerimientos de capital para bancos comerciales se basarán en el VAR. La iniciativa fue asumida por diversos reguladores tales como Security and Exchange Comisión (SEC) de Estados Unidos, Superintendencia de Valores y Seguros (SVS) y Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF) de Chile, entre otros. Por lo tanto, la tendencia es claramente hacia reportes de riesgo financiero más transparentes basados en el VAR. Esta medida surge como una respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuánto podemos esperar perder en un día, semana, mes o año dada una cierta probabilidad? ¿Cuál es el porcentaje del valor de la inversión que está en riesgo?

El atractivo del VAR, así como de otras medidas de riesgo, es informar a través de reportes financieros de las pérdidas esperadas, tal que accionistas y administradores puedan decidir si tal nivel de riesgo es aceptable o bien si es necesario reducirlo. Además del uso de medidas de riesgo en reportes financieros, éstas pueden usarse en una variedad de propósitos, tales como establecimiento de límites en las posiciones para los operadores, medición de retornos sobre una base ajustada por riesgo y evaluación de modelos.

2.1.2 Principales características del VAR.

El uso del VAR es *predictivo*, ya que es una estimación sobre el valor futuro del portafolio, transcurrido un cierto tiempo.

Debido a que el VAR es un cálculo estadístico de las pérdidas potenciales de un portafolio, independientemente de cuál sea el método utilizado para su estimación, su valor depende de la elección del periodo en el cual se tiene el portafolio (*holding period*) y el nivel de confianza seleccionado.

La elección del nivel de confianza dependerá en parte del uso que queramos dar al cálculo del VAR. Bajo este punto de vista, es importante distinguir entre las siguientes características del uso del VAR:

1. Mecanismo para la determinación de los fondos propios requeridos por las autoridades supervisoras, para cubrir el riesgo de mercado de las posiciones de negociación de la entidad.
2. Como sistema interno, para la gestión de riesgos en la entidad.

Si la medida del VAR se utiliza para determinar los fondos propios requeridos por los reguladores, los parámetros del VAR, incluido el nivel de confianza, vienen determinados por el regulador. Por ejemplo, el Comité de Basilea establece que el cálculo del VAR debe realizarse diariamente sobre un horizonte de planificación de dos semanas (diez días de negociación), utilizando un nivel de confianza del 99% y un periodo de observación mínimo de un año.

En la práctica, las entidades calculan diariamente el VAR y lo remiten periódicamente a los organismos supervisores, por lo que el VAR puede ser utilizado por los supervisores para comparar el nivel de riesgo asumido por las distintas entidades.

Dicha comparación no ofrecerá problema alguno si asumimos que los rendimientos de las distintas carteras se pueden describir a través de una función de distribución de probabilidades normal, u otra semejante, ya que el nivel de probabilidad se puede modificar para originar un valor del VAR comparable al de otra institución. En este caso, la elección del nivel de probabilidad no ofrece problema alguno. Sin embargo, sin el supuesto de normalidad, el VAR calculado para un determinado nivel de probabilidad nos dirá muy poco del VAR correspondiente a otro nivel de probabilidad distinto.

En el caso de que el VAR se utilice como sistema interno para la gestión de riesgos, el nivel de confianza dependerá básicamente de la aversión al riesgo del gestor con respecto a los riesgos asociados a los casos extremos.

Podemos afirmar que pueden existir diferentes niveles de probabilidad apropiados en función de cuál sea el propósito para el que se calcule el VAR. Igualmente, tampoco existen razones para que una institución trabaje con un único nivel de probabilidad. En definitiva, la institución debe utilizar un nivel de probabilidad apropiado en función del objetivo marcado en cuanto a la estimación del VAR.

2.1.3 El VAR en Portafolios de Inversión.

Con el propósito de definir formalmente el Valor en Riesgo (VAR) en un portafolio, primero debemos elegir dos factores cuantitativos: el largo del horizonte de mantener el portafolio (tiempo) y el nivel de confianza. Ambos son números arbitrarios.

El Comité de Basilea ha propuesto usar un 99% de intervalo de confianza sobre un horizonte de 10 días de transacción. El VAR resultante es entonces multiplicado por un factor de seguridad de 3 para llegar al capital mínimo requerido para fines regulatorios.

El período de 10 días corresponde al tiempo necesario para que el regulador detecte problemas y tome acciones correctivas. Además, la elección de un 99%

de confianza refleja el balance entre el deseo del regulador de mantener un sistema financiero seguro y el efecto adverso sobre las utilidades de los bancos por el requerimiento de capital.

2.2 Cálculo del VAR.

El VAR de un portafolio, de acuerdo a la definición, es la pérdida máxima con respecto al retorno medio (μ) que se puede esperar en un cierto horizonte dada una cierta probabilidad (α). Medido en términos de retornos porcentuales, el VAR es:

$$VAR = \mu - \alpha \quad [1]$$

Si la distribución puede ser supuesta como normal, el cálculo se simplifica en forma considerable. Usaríamos un factor multiplicativo C , que está en función del nivel de confianza, el VAR puede derivarse directamente de la desviación estándar del portafolio. Para reportar el VAR a un 99% de nivel de confianza, el 1% de probabilidad de la cola izquierda de una distribución normal puede encontrarse, anteriormente, de una tabla normal estándar o uso de algún programa de estadística o, en ciertos casos, una calculadora, así C es 2,325.

Ya identificada la probabilidad, el VAR puede obtenerse como:

$$VAR = \mu - \alpha = C\sigma \quad [2]$$

En este caso el VAR es proporcional a la desviación estándar σ . Lo simplificado del resultado apoyó el auge del uso de esta medida, aplicada para distribuciones normales. Si suponemos $\sigma = 1$ y considerando miles de dólares y el tiempo de 10 días, el VAR = 2325 significaría que: con una probabilidad del 99% se tiene la posibilidad de perder \$2325 dólares en los próximos 10 días.

Esto es una simple aproximación al cálculo del VAR, puesto que sólo se considera una distribución normal en el periodo dado de rendimientos.

2.2.1 Cálculo del VAR en forma paramétrica:

Existen diferentes metodologías para calcular el VAR de forma paramétrica, el caso más simple resulta cuando se asume que la distribución de pérdidas y ganancias es normal. Dado este supuesto $r_t \approx N(\mu, \sigma^2)$ (*iid* = distribución independiente e idénticamente distribuida) el VAR para un portafolio está dado:

$$P[r_t \geq VAR] = P\left[\frac{r_t - \mu}{\sigma} \geq \frac{VAR - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha$$

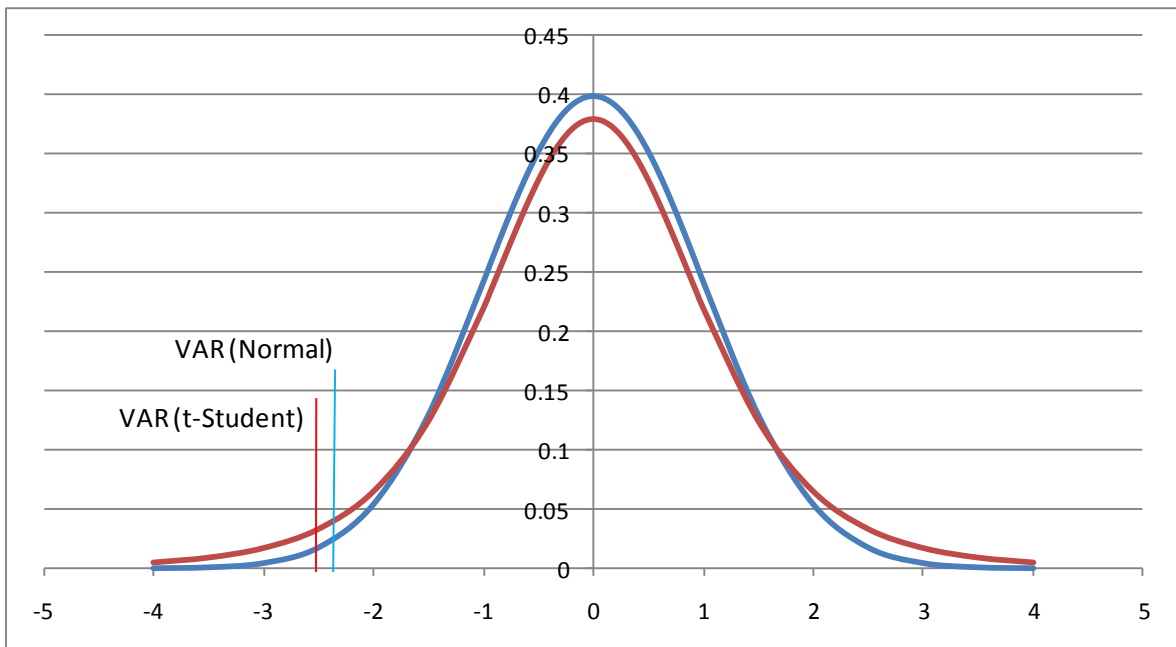
$$\frac{VAR - \mu}{\sigma} = \Phi^{-1}(\alpha) \equiv z_\alpha \quad [3]$$

$$\Rightarrow VAR = \mu + \sigma z_\alpha$$

donde $\Phi^{-1}(\cdot)$ es la función inversa de la distribución normal acumulada y z_α es el α -ésimo percentil de una distribución normal estándar.

En el caso de una variable aleatoria con distribución normal, su función de distribución puede ser descrita por sus dos primeros momentos. Sin embargo, para otras distribuciones los momentos de órdenes mayores y en particular los asociados al coeficiente de asimetría y de curtosis, pueden ser importantes para determinar las características estocásticas de las series y por consiguiente para el cálculo del VAR.

En la gráfica 2.1 se observan los valores en riesgo para dos variables aleatorias con curtosis diferentes. En este gráfico se presentan la función de densidad de una variable aleatoria normal estándar y de una variable aleatoria que se distribuye t-student con cinco grados de libertad ($g.l.=\nu=5$). Esta última presenta una curtosis más alta que la normal, es decir, los eventos extremos tienen una probabilidad de ocurrencia más alta. Esto implica que el VAR con distribución t es más alto que el VAR asumiendo normalidad, en consecuencia, *el VAR por normalidad subestima el riesgo en casos donde la distribución de pérdidas y ganancias presenta colas pesadas.*



Gráfica 2.1

Si se supone que la distribución de pérdidas y ganancias estandarizada es t con ν grados de libertad, el valor esperado y la varianza de la serie sin estandarizar son μ y $\frac{\nu\sigma^2}{\nu-2}$. Por lo tanto, el VAR está definido por:

$$P[r_t \geq VAR] = P\left[\frac{r_t - \mu}{\sigma} \geq \frac{VAR - \mu}{\sigma}\right] = P\left[t_{v,t} \geq \frac{VAR - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha$$

$$\frac{VAR - \mu}{\sigma} = t_v^{-1}(\alpha) \equiv t_{v,\alpha} \quad [4]$$

$$\Rightarrow VAR = \mu + \sigma t_{v,\alpha}$$

donde $t_v^{-1}(\alpha)$ es la función inversa de la distribución t-student acumulada y $t_{v,\alpha}$ es el α -ésimo percentil de una distribución t-student con ν grados de libertad.

De una manera más general el VAR puede calcularse a través de la función de distribución inversa, la cual identifica el percentil asociado a una probabilidad dada una distribución:

$$VAR_\alpha = F_X^{-1}(\alpha) \quad [5]$$

donde $F_X^{-1}(\alpha)$ es la función inversa de la función de distribución F_X y está definida como:

$$F_X^{-1}(\alpha) = \inf \{x \in \mathbb{R} \mid F_X(x) \geq \alpha\} \quad [6]$$

Esta función no tiene necesariamente una solución analítica, como en el caso de la función de distribución normal.

En el caso más simple el VAR depende de dos parámetros, μ y σ^2 . En la práctica existen varios estimadores para estos parámetros de acuerdo con los supuestos realizados sobre las propiedades estocásticas de la serie. A continuación se describen algunos de los estimadores más utilizados para σ^2 .

Hasta ahora, un supuesto implícito en las metodologías mencionadas para el cálculo del VAR es que la volatilidad de los retornos del activo es constante a lo largo del tiempo. Aunque este supuesto facilita el cálculo de las medidas de riesgo, desconoce una regularidad empírica de los activos financieros: la volatilidad condicional no es constante a través del tiempo, específicamente,

períodos de alta (baja) volatilidad del activo son seguidos por períodos de alta (baja) volatilidad (*volatility clustering*). En consecuencia, para tener un cálculo apropiado del VAR es necesario tener en cuenta el *régimen* de volatilidad bajo el cual se esté calculando.

2.2.1.1 Volatilidad Histórica.

Si se supone que la varianza del activo es constante en el periodo de estudio, un estimador insesgado de la varianza σ^2 , para una muestra de tamaño n está definido por:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(r_i - \hat{\mu})^2}{n-1} \quad [2.7]$$

Usualmente la media de los retornos diarios es muy pequeña. Suponiendo ésta igual a cero y una muestra relativamente grande es común representar la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{r_i^2}{n} \quad [2.8]$$

Sin embargo, en la mayoría las series financieras, como las variaciones de la TIEE, es usual que la varianza no sea constante en el tiempo. En este caso una metodología sencilla para estimar la varianza es a través de ventanas móviles:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{i=t-m+1}^t \frac{r_i^2}{m}; t = m, m+1, \dots, n \quad [2.9]$$

2.2.1.2 Suavizamiento exponencial.

Otra forma de calcular la volatilidad de un activo teniendo en cuenta que ésta no es constante es a través del método de suavizamiento exponencial, el cual es un promedio ponderando de las volatilidades pasadas de la forma:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i}^2 \quad [1.10]$$

donde $\alpha_i \rightarrow 0$ cuando $i \rightarrow n$ y $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$. Si se supone que las ponderaciones

decaen exponencialmente a una tasa constante ($\alpha_i = \lambda^{i-1} \alpha_1$), es decir, $\frac{\alpha_{i+1}}{\alpha_i} = \lambda$

donde $0 < \lambda < 1$ se obtiene:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i}^2$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} \alpha_1 r_{t-i}^2$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2$$

De la igualdad $\alpha_i = \lambda^{i-1} \alpha_1$ hacemos la sumatoria hasta n y considerando n suficientemente grande:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} \alpha_1$$

$$1 = \alpha_1 \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1}$$

$$1 = \alpha_1 \sum_{i=0}^n \lambda^i$$

$$1 \approx \alpha_1 \frac{1}{1-\lambda}$$

$$\alpha_1 \approx 1-\lambda$$

Obtenemos ahora:

$$\sigma_t^2 \approx (1-\lambda) \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2$$

Tomando uno anterior $t-1$ obtenemos:

$$\sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i-1}^2 \right)$$

Multiplicando por λ :

$$\lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \lambda \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i-1}^2 \right)$$

$$\lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^i r_{t-i-1}^2 \right)$$

Restando las ecuaciones:

$$\sigma_t^2 - \lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \right) - \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^i r_{t-i-1}^2 \right)$$

La primera serie podemos emplear cuando $i = 0$, se tendría:

$$\sigma_t^2 - \lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \sum_{i=0}^n \lambda^i r_{t-i-1}^2 \right) - \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \right)$$

Separamos el término cuando $i = 0$:

$$\sigma_t^2 - \lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \sum_{i=0}^n \lambda^i r_{t-i-1}^2 \right) - \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \right)$$

$$\sigma_t^2 - \lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \tilde{r}_{t-1}^2 \right) + \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \right) - \left(-\lambda \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \right)$$

$$\sigma_t^2 - \lambda \sigma_{t-1}^2 \approx \left(-\lambda \tilde{r}_{t-1}^2 \right)$$

Obtenemos la ecuación recurrente:

$$\sigma_t^2 \approx \lambda \sigma_{t-1}^2 + \left(-\lambda \tilde{r}_{t-1}^2 \right) \quad \text{E.11}$$

La ecuación indica que la volatilidad está determinada por el retorno y la volatilidad del periodo anterior. Su principal ventaja es que depende de un solo

parámetro, λ , el cual indica la ponderación asignada a cada uno de los dos términos.

Esta metodología fue sugerida por J. P. Morgan. En general se recomienda que el parámetro λ tome valores entre 0.94 y 0.99.

2.2.1.3 Modelos ARCH y GARCH.

El VAR está asociado a la predicción de una posible pérdida de un portafolio para un horizonte de tiempo dado. Por lo tanto, este debería calcularse usando la distribución de los pronósticos de los retornos.

Un modelo más general es el modelo ARCH, el cual pretende replicar algunas regularidades de los activos financieros tales como los conglomerados de volatilidad (*volatility clustering*) y las colas pesadas de la distribución. Los modelos ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models) fueron introducidos por Engle (1982) y suponen que la varianza no condicional es constante en el tiempo, mientras que la varianza condicional se asume variable. El modelo ARCH(p, q) se define de la siguiente forma:

$$r_t = f(\epsilon_t) + \epsilon_t \quad (12)$$

$$\eta_t = \frac{\epsilon_t}{\sqrt{h_t}} \quad (13)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 \quad (14)$$

Donde $f(\epsilon_t)$ es una función que modela el valor esperado de r_t , por ejemplo un modelo de regresión lineal o un proceso ARMA y $\eta_t \stackrel{iid}{\approx} N(0,1)$ es un proceso independiente de h_t . Adicionalmente $\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q$ y $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$. Es posible demostrar con éstos supuestos que ϵ_t es un proceso “ruido blanco” con varianza condicional $V(\epsilon_t) = h_t$.

Una posible generalización de estos modelos son los modelos GARCH, los cuales fueron desarrollados por Bollerslev (1986). Los modelos GARCH (generalized autoregressive conditional heteroskedastic) poseen una estructura de rezagos más flexible y en muchos casos, permiten una descripción más parsimoniosa de los datos. Un modelo GARCH(p, q) es descrito por las ecuaciones (1.12), (1.13) y (1.15), esta última ecuación es representada como:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (1.15)$$

Donde $\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0, i = 1, \dots, q, j = 1, \dots, p$ lo que garantiza la no negatividad de la varianza condicional.

En este modelo la varianza, no condicionada, del error es:

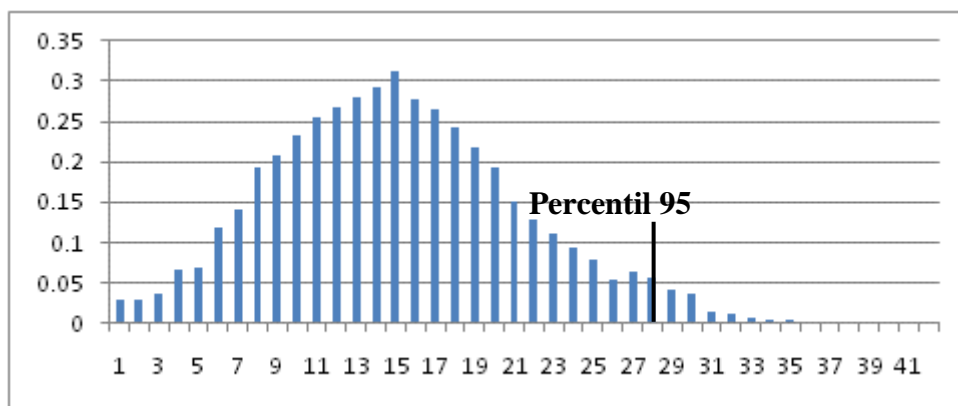
$$V(\varepsilon_t) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i - \sum_{j=1}^p \beta_j} \quad (1.16)$$

En consecuencia si $\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j \geq 1$ la varianza del error no se encuentra definida un choque en la volatilidad no se desvanece a medida que avanza el tiempo. Por lo tanto, para que la varianza del error esté definida la suma de los coeficientes debe ser menor que uno.

A conclusión los modelos ARCH o GARCH pueden replicar dos hechos estilizados de los retornos financieros: conglomerados de volatilidad y distribuciones de colas pesadas.

2.2.2 Cálculo del VAR (no paramétrico) con simulación histórica.

Otra manera a partir de la cual se puede obtener el VAR es a través de la información histórica de la serie de retornos, en este caso no se asume que la serie siga alguna distribución paramétrica en particular. En esta metodología el VAR es calculado como el α -ésimo percentil de la distribución empírica de pérdidas y ganancias. En la gráfica 2.2, se muestra la distribución de pérdidas y ganancias de un activo para el cual se calcula el percentil 95, correspondiente al VAR del 95%.



Gráfica 2.2

Esta metodología evita la imposición de supuestos acerca de la distribución de los retornos y resulta fácil de implementar. Sin embargo, la simulación histórica supone que la distribución no cambia en el tiempo y por lo tanto es sensible al tamaño de la muestra seleccionado. Es así, como la inclusión o exclusión de datos dentro de la simulación puede cambiar los resultados del VAR. Otros inconvenientes de este método se encuentran asociados a la deficiente capacidad de pronóstico de retornos extremos debido a la posible ausencia de información acerca de este tipo de realizaciones. Adicionalmente, el carácter discreto de las observaciones impide encontrar percentiles específicos, por ejemplo con un tamaño de muestra de 500 observaciones no se puede obtener un VAR del 97.5%.

2.2.3 Cálculo del VAR con simulación Bootstrap.

Otra metodología utilizada para la estimación del VAR es el método de simulación por bootstrapping. Esta metodología también permite encontrar algunas características de la distribución del estimador VAR, tales como su varianza e intervalos de confianza sin realizar supuestos sobre la distribución de los retornos. El algoritmo para obtener el VAR a través de bootstrapping para las pérdidas de un activo, r_t es:

- i) Se construyen B submuestras de tamaño S , ($t = 1, 2, \dots, S$), donde los retornos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados ($p = 1/S$), es decir, se realiza un muestreo aleatorio simple con reemplazamiento.
- ii) Para cada una de las B submuestras se calcula el VAR por simulación histórica ($VAR^{(1)}, VAR^{(2)}, \dots, VAR^{(B)}$).
- iii) Finalmente, un estimador del VAR puede ser calculado como el promedio de los VAR obtenidos en las B submuestras:

$$VAR^{bootstrap} = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B VAR^{(i)} \quad [17]$$

Un gran inconveniente que presenta esta metodología, es que asume que los retornos provienen de una distribución independiente e idénticamente distribuida, *i.i.d.*, lo cual no se presenta en general en retornos de activos financieros. Una posible solución a este problema es suponer un modelo apropiado para los retornos de tal forma que sus errores sean *i.i.d.*, realizar un proceso de simulación sobre estos y posteriormente calcular el VAR sobre la serie original.

2.2.4 Cálculo del VAR con simulación Monte Carlo.

A diferencia de los dos procedimientos anteriores, los métodos de simulación Monte Carlo asumen una distribución sobre los retornos. El procedimiento descrito en 2.2.3 se utiliza para calcular el VAR por este método. Sin embargo, en lugar de realizar simulaciones históricas en la etapa *ii*), el VAR es estimado para cada submuestra de acuerdo con la distribución asumida. Al igual que los métodos de simulación bootstrap, este método permite estimar intervalos de confianza del VAR.

2.3 viabilidad de la aplicación del VAR en un portafolio óptimo.

Si bien el VAR puede resumir la máxima pérdida esperada, no es en sí mismo una medida de la máxima pérdida potencial de un portafolio de inversión. La máxima pérdida posible para un inversionista puede en último caso ser el valor total de su portafolio de inversión y el costo de dicha pérdida en este caso extremo puede ir acompañado de gastos legales y de daños morales adicionales difíciles de cuantificar, lo que choca con la naturaleza misma del VAR ya que éste es una *medida objetiva*.

En este trabajo, se propone definir al Valor en Riesgo (VAR) como el límite probabilístico a partir del cual un inversionista o administrador de riesgos, ya no estará dispuesto a aceptar una pérdida, en un horizonte de tiempo dado, con la consideración de que dicho límite no es fijo, sino que su determinación es arbitraria y está en función de la aversión al riesgo o la postura del administrador de riesgos que realiza su estimación.

Es importante mencionar que el método del VAR está diseñado principalmente para medir el riesgo financiero de medidas cuantificables, una es el riesgo de mercado.

La implementación del método de VAR facilita la evaluación de los riesgos financieros a los que está sujeta la compañía en términos no técnicos y

proporciona información sobre las posiciones que contribuyen en mayor medida al riesgo de la empresa.

Otro tipo de ventajas que presenta el método del VAR, es la flexibilidad que éste presenta en cuanto a la elección del nivel de confianza y del periodo de tenencia (diario, quincenal, semestral, etc.) del portafolio que prefiera la compañía, en particular el óptimo, razón por la cual la entrega de informes relacionados con la administración de riesgos de cada empresa al supervisor del sector respectivo, será fácilmente estandarizada.

2.4 Cálculo del VAR para un portafolio óptimo.

Considérese ahora un portafolio de inversión W , cuya inversión inicial sea W_0 y su tasa de rendimiento r ; el valor del portafolio al final de un tiempo (unidad) será igual a:

$$W = W_0 (1 + r) \quad \text{[.18]}$$

De acuerdo a lo visto en la sección 2.2, el VAR puede definirse como la pérdida en unidades monetarias relativa al valor esperado del portafolio $E(W) = \mu$, lo que supone que la estimación del mismo dependerá en identificar aquel a partir del cual se considera inaceptable para el inversionista, denotado por W^* y su nivel crítico R^* correspondiente:

$$VAR = E(W) - W^* = W_0 (1 + r) - W^* \quad \text{[.19]}$$

El VAR puede denotarse como la probabilidad de que el valor del portafolio sea inferior a W^* y entenderlo parte de la distribución de probabilidad del valor futuro del portafolio $g(W)$. Si con un nivel de confianza α , se busca obtener la peor realización posible del portafolio (W^*) tal que la probabilidad de exceder dicho valor sea igual al propio nivel de confianza (α), se tiene que:

$$\alpha = \int_{W^*}^{\infty} g(w) dw \quad (20)$$

O bien, la probabilidad de que un valor sea inferior a W^* es igual a la unidad menos el nivel de confianza (α).

$$1 - \alpha = P(w \leq W^*)$$

$$1 - \alpha = \int_{-\infty}^{W^*} g(w) dw$$

Esta definición sirve para cualquier tipo de distribución probabilística que se pudiese suponer para el comportamiento esperado del portafolio de inversión.

Debemos considerar la variable temporal dado que el VAR es una medida que depende tanto del nivel de confianza α , como del período de tenencia del portafolio k .

Sea r_t el retorno logarítmico de un activo, entonces el retorno para un período de tenencia de k días es:

$$r_t = \sum_{i=0}^{k-1} r_{t-i} \quad (21)$$

Así el valor esperado y la varianza de dicho retorno serán:

$$E[r_t] = \sum_{i=0}^{k-1} E[r_{t-i}]$$

$$V[r_t] = \sum_{i=0}^{k-1} V[r_{t-i}] + \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0, j \neq i}^{k-1} Cov[r_{t-i}, r_{t-j}]$$

Si los retornos son *i.i.d* entonces $Cov[r_{t-i}, r_{t-j}] = 0$ para todo $i \neq j$ y $E[r_{t-i}] = \mu$, $V[r_{t-i}] = \sigma^2$ para todo i . De las ecuaciones anteriores obtenemos:

$$E[r_t^k] = \sum_{i=0}^{k-1} E[r_{t-i}] = k\mu$$

$$V[r_t^k] = \sum_{i=0}^{k-1} V[r_{t-i}] + \sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0, j \neq i}^{k-1} Cov[r_{t-i}, r_{t-j}] = k\sigma^2$$

Bajo estas condiciones, el valor esperado y la varianza de r_t^k son el producto del número de períodos k , por el valor esperado y la varianza de r_t , respectivamente. Ahora, el cálculo del VAR bajo los supuestos de normalidad e *i.i.d*, para un período de tenencia k es:

$$VAR = k\mu + \sqrt{k} z_\alpha \sigma \quad (2.22)$$

Esta es conocida como la regla de “la raíz cuadrada del tiempo”.

Denotemos el factor temporal k por Δt entonces el VAR, en unidades monetarias estará multiplicado por el último valor conocido del portafolio M_p , escribimos:

$$VAR = M_p (k\mu + \sqrt{k} z_\alpha \sigma) \quad (2.23)$$

Considerando una media igual a cero:

$$VAR = M_p \sqrt{\Delta t} z_\alpha \sigma \quad (2.24)$$

El resultado es muy sencillo y su estimación implica algunos problemas metodológicos que están en función del tamaño del portafolio, ya que calcular el VAR del mismo, será tan difícil como calcular su volatilidad (σ), misma que por definición se denota como el producto de la correlación entre las variables y la volatilidad de las mismas variables o usando la covarianza:

$$\text{Cov}(x, y) = \sigma_{xy} = \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y \quad [25]$$

Conforme el portafolio crece la estimación del VAR paramétrico se hace más compleja. Considérese que el rendimiento de un portafolio (R_p) como la combinación lineal de los rendimientos de sus activos subyacentes, donde las ponderaciones de éstos $\left(w_i = \frac{M_i}{M_p} \right)$ se determinan por la proporción de los montos invertidos en cada uno de ellos al inicio del período de análisis,

$$R_p = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} = w^T R \quad [26]$$

El valor esperado del rendimiento del portafolio será igual a suma de los valores esperados de cada uno de los rendimientos, multiplicado por la ponderación de cada uno de ellos:

$$E[R_p] = \mu_p = \sum_{i=0}^n w_i \mu_i \quad [27]$$

La varianza del rendimiento del portafolio puede expresarse por el producto de la matriz de varianza-covarianza de los rendimientos de los diferentes instrumentos que lo componen, multiplicada por el vector de las ponderaciones y por el transpuesto del mismo vector:

$$\sigma_p^2 = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = w^T \Sigma w$$

Σ denota a la matriz de varianza-covarianza.

De acuerdo al resultado el VAR y para efectos de simplificación consideramos que la raíz del tiempo es igual a 1, el último precio observado es igual a la suma de los precios de cada uno de los componentes del portafolio, así el VAR:

$$VAR = M_p \sqrt{\Delta t} z_\alpha \sigma$$

$$VAR = M_p \sigma_p z_\alpha \quad (28)$$

$$VAR = M_p \sqrt{w^T \Sigma w} z_\alpha$$

Incluyendo dentro de la raíz los términos:

$$VAR_p = \sqrt{M_p^2 \left(w^T \Sigma w \right) z_\alpha^2}$$

Aplicando que $w_i = \frac{M_i}{M_p}$

$$w^T = \frac{1}{M_p} \begin{bmatrix} M_1 & \dots & M_n \end{bmatrix}$$

$$w = \frac{1}{M_p} \begin{pmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix}$$

Sustituyendo y cancelando el término M_p :

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} M_1 & \dots & M_n \end{pmatrix} \Sigma \begin{pmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix} z_\alpha^2}$$

$$VAR_p = \sqrt{z_\alpha \begin{pmatrix} M_1 & \dots & M_n \end{pmatrix} \Sigma \begin{pmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix} z_\alpha}$$

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} z_\alpha M_1 & \dots & z_\alpha M_n \end{pmatrix} \Sigma \begin{pmatrix} z_\alpha M_1 \\ \vdots \\ z_\alpha M_n \end{pmatrix}}$$

La matriz de varianza-covarianza podemos reescribirla como:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1n} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_1 \sigma_1 & \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2 & \dots & \rho_{1n} \sigma_1 \sigma_n \\ \rho_{21} \sigma_2 \sigma_1 & \sigma_2 \sigma_2 & \dots & \rho_{2n} \sigma_2 \sigma_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} \sigma_n \sigma_1 & \rho_{n2} \sigma_n \sigma_2 & \dots & \sigma_n \sigma_n \end{pmatrix}$$

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{pmatrix}$$

Continuando el cálculo del VAR:

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} z_\alpha M_1 & \dots & z_\alpha M_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_\alpha M_1 \\ \vdots \\ z_\alpha M_n \end{pmatrix}}$$

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} z_\alpha M_1 \sigma_1 & \dots & z_\alpha M_n \sigma_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_\alpha M_1 \sigma_1 \\ \vdots \\ z_\alpha M_n \sigma_n \end{pmatrix}}$$

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} VAR_1 & \dots & VAR_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} VAR_1 \\ \vdots \\ VAR_n \end{pmatrix}}$$

2.29

$$VAR_p = \sqrt{\begin{pmatrix} VAR \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \text{Matriz de} \\ \text{Correlación} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} VAR \end{pmatrix}}$$

De este último resultado tenemos que el VAR del portafolio es la raíz cuadrada del producto del vector traspuesto del VAR de cada uno de los componentes del portafolio en cada periodo de tiempo, multiplicado por la matriz de los factores de correlación de cada componente del portafolio y el vector del VAR de cada componente del portafolio.

2.5 Virtudes del VAR.

Al Valor en Riesgo, VAR se le han encontrado varias ventajas:

- Es muy reconocida entre los operadores y reguladores a nivel mundial, prácticamente se ha convertido en un estándar en todo sistema financiero.

- Puede aplicarse como medida de riesgo a cualquier tipo de portafolios y permite la comparación de diferentes tipos de portafolios, sean de renta fija o variable. En cambio las medidas de riesgo de duración y convexidad aplican solamente a posiciones de renta fija y las medidas “griegas” sólo se aplican a derivados.

- Permite agregar riesgos de diferentes posiciones teniendo en cuenta la forma en la cual se correlacionan entre sí los diferentes factores de riesgo, lo cual no es posible con otras medidas de riesgo por ser sensibles a la agregación de componentes.

- Es holístico en el sentido de que puede enfocarse no sólo sobre las componentes individuales del portafolio, sino también en el riesgo global del portafolio completo.

- Es probabilístico y proporciona información útil sobre las probabilidades asociadas con un monto específico de pérdidas. Otras medidas de duración o griegas sólo responden a preguntas de la forma ¿Qué pasaría si...?

- Se expresa en la unidad de medida más simple y fácil de entender en el contexto del riesgo financiero, esto es, pérdida de dinero.

Todo esto sólo permite afirmar que el VAR tiene ciertas propiedades que lo hacen estar sobre otras medidas de riesgo, cabe aclarar que no con esto se afirma que es la mejor posible.

3. Medidas coherentes de riesgo.

3.1 Introducción.

La realización de modelos con métodos analíticos para cuantificar el riesgo de mercado, no es un asunto reciente sino tiene antecedentes desde 1939 (Macaulay) con el fin de medir la sensibilidad del cambio del valor en las inversiones, entre éstos también se emplean modelos estadísticos como el VAR, ahora deseáramos que una medida cumpliera propiedades básicas para que su aplicación sea deseable y la mayoría de estas medidas de riesgo no cumplen con éstas propiedades básicas, algunas medidas no reflejan la reducción de riesgo cuando se diversifica y otras más subestiman pérdidas potenciales.

Las propiedades básicas que mencionaremos se derivan del principal trabajo de Artzner et al. (1998), sobre medidas coherentes de riesgo, este mismo ha conducido a cambios y transformaciones profundas en la forma de cuantificar riesgos. Artzner (1998) expresa las propiedades básicas y/o deseables de una medida coherente de riesgo a través de un conjunto de axiomas. Cualquier medida de riesgo que carezca de tales propiedades puede conducir a inconsistencias.

Un caso de inconsistencias es la volatilidad puesto que es incapaz de distinguir diferencias entre las colas de distribuciones, con lo cual se subestiman pérdidas potenciales.

3.2 Medidas Coherentes de riesgo.

Asumiendo todas las consideraciones para tener una medida de riesgo como un valor esperado de una variable aleatoria X asociada al conjunto de los cambios del valor de un portafolio o inversión, la medida de riesgo se define con base en una medida de probabilidad, cualquier medida de riesgo $\rho: X \rightarrow \mathbb{R}$ se denominará medida de riesgo Coherente si cumple con las siguientes propiedades (Artzner et. al. 1998):

i) **Subaditividad:** $\forall x, y \in X, \rho(x+y) \leq \rho(x) + \rho(y)$ [1]

La diversificación debe disminuir el riesgo. El que se cumpla esta propiedad permitirá prácticas de administración más eficientes.

ii) **Homogénea positiva:** $\forall \alpha \geq 0 \text{ y } x \in X, \rho(\alpha x) = \alpha \rho(x)$ [2]

Si cambiamos nuestra posición x a αx , nuestro riesgo cambiará en la misma proporción.

iii) **Invariante por traslación:** $\forall \alpha \in \mathbb{R}, x \in X \text{ y } r$ tasa libre de riesgo, se tiene que $\rho(x + \alpha r) = \rho(x) - \alpha$. [3]

Si se invierte una cantidad en instrumento libre de riesgo, se disminuye el riesgo en la misma cantidad. Si α es negativa se tomará como un adeudo al banco.

iv) **Monótona:** $\forall x, y \in X$ tales que $x \leq y$ se tiene que $\rho(x) \geq \rho(y)$. [4]

Si partiendo del mismo portafolio y ganamos menos en la posición x que en la posición y , se debe estar expuesto a mayor riesgo.

3.3 El valor en Riesgo (VAR) no es una medida Coherente de riesgo.

Algunos problemas que presenta el VAR como medida de riesgo de mercado son:

a) Asumiendo una distribución gaussiana para los rendimientos de una posición, el VAR es un estadístico suficiente, si la distribución no es normal se tienen problemas y en muchos de los trabajos han observado que las distribuciones en el mercado tienen colas pesadas. Un ejemplo sencillo a cerca de este comentario, supongamo c una constante y usemos la notación $VAR_{1-q}^c = -c$, en particular $VAR_{1-q}^1 = -1$, esta indica la inversión libre de riesgo.

Supongamos ahora que el cambio en el valor de un portafolio satisface:

$$X = \begin{cases} -1 & \text{con probabilidad } p \\ a & \text{con probabilidad } 1-p \end{cases}$$

Donde $a \ll 1$.

La expresión indica que podemos perder una unidad con probabilidad p y ganar a , mucho menor a uno, con probabilidad $1-p$.

Si $p < q$, entonces $VAR_{1-q}^a = -a$, por lo tanto:

$$-VAR_{1-q}^a = a \ll 1 = VAR_{1-q}^1 \quad \text{[.5]}$$

Lo que implica que es menos riesgoso el portafolio con un cambio en valor representado por X que una inversión libre de riesgo de una unidad.

b) Es difícil de optimizar cuando se calcula mediante escenarios, ya que no es convexa, puede tener extremos locales múltiples.

c) El VAR es una medida de riesgo no subaditiva, por esta razón no es una medida de riesgo Coherente, esto implica que la diversificación puede incrementar el riesgo de mercado. Haremos un ejemplo sencillo para observar que no cumple con la propiedad de subaditiva, observemos los escenarios de dos variables donde ya se tienen las pérdidas esperadas en un intervalo de tiempo determinado y determinemos el VAR al 0.3, la tabla 3.1 muestra los resultados.

Tabla 3.1

Estado	x	y	$x+y$
1	1	1	2
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	-1	0	-1
10	-1	0	-1
11	-1	0	-1
12	0	-1	-1
$VAR_{0,3}$	0	0	1

Observamos que la suma del VAR individual es menor al VAR de la suma de las variables, no cumple con la propiedad sub-aditiva $VAR(x+y) \leq VAR(x) + VAR(y)$.

3.4 El Valor en Riesgo Condicional (CVAR).

Derivado de que el VAR podría no ser considerado como una medida coherente, se plantea como alternativa la denominada Conditional Value at Risk (Valor en Riesgo Condicional, CVAR) también nombrado "Tail conditional Expectation" (TCE) donde la esperanza condicional de la cola del VAR, es una medida de Riesgo Coherente.

Definición

Dado un nivel de confianza $\alpha = 1 - q$ el VAR condicional o CVAR está dado como:

$$CVAR_{1-q}^X = -E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\} \quad [6]$$

Podemos reescribir esta expresión como:

$$CVAR_{1-q}^X = E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^X = E \left\{ X - VAR_{1-q}^X + VAR_{1-q}^X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^X = VAR_{1-q}^X + E \left\{ X - VAR_{1-q}^X \mid -X - VAR_{1-q}^X > 0 \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^X = VAR_{1-q}^X - E \left\{ +VAR_{1-q}^X \mid X + VAR_{1-q}^X < 0 \right\}$$

Haciendo el cambio $VAR_{1-q}^X = -u$, tenemos que $e \left(\right) = E \left\{ -u \mid X < u \right\}$ y así:

$$CVAR_{1-q}^X = -u - e \left(\right) \quad [7]$$

Ahora por definición:

$$e(u) = \frac{\int_{-\infty}^u (u-x) dF_X(x)}{F_X(u)}$$

$$e(u) = \frac{\int_{-\infty}^u x dF_X(x) - uF_X(u)}{F_X(u)}$$

$$e(u) = \frac{1}{F_X(u)} \int_{-\infty}^u x dF_X(x) - u$$

$$e(u) = \frac{1}{F_X(u)} \left(uF_X(u) - \int_{-\infty}^u F_X(x) dx \right) - u$$

$$e(u) = -\frac{1}{F_X(u)} \int_{-\infty}^u F_X(x) dx \quad \text{[.8]}$$

Hagamos un ejemplo, supongamos una función de distribución exponencial de la forma: $F_X(x) = 1 - e^{-\lambda x}$, $x > 0$, $\lambda > 0$, así:

$$\int_{-\infty}^u F_X(x) dx = \int_{-\infty}^u (1 - e^{-\lambda x}) dx = u - \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda u}) \quad \text{[.9]}$$

Con este resultado obtenemos:

$$e(u) = -\frac{1}{1 - e^{-\lambda u}} \left(u - \frac{1}{\lambda} (1 - e^{-\lambda u}) \right) = \frac{1}{\lambda} - \frac{u}{1 - e^{-\lambda u}} \quad \text{[.10]}$$

Ahora obtenemos el valor del VAR:

$$VAR_{1-q}^X = -\inf_{x \in \mathfrak{R}} \{F_X(x) \geq q\}$$

$$VAR_{1-q}^X = -\inf_{x \in \mathfrak{R}} \{1 - e^{-\lambda x} \geq q\}$$

$$VAR_{1-q}^X = -\inf \left\{ x \in \mathfrak{R} \mid x \geq -\frac{\ln(-q)}{\lambda} \right\}$$

$$VAR_{1-q}^X = \frac{\ln(-q)}{\lambda} \quad \text{.11}$$

Haciendo un cambio con $VAR_{1-q}^X = -u$ obtenemos:

$$e^{-u} = \frac{1}{\lambda} - \frac{u}{1 - e^{-\lambda u}} = \frac{1}{\lambda} - \frac{\ln(-q)}{\lambda} \frac{1}{1 - e^{\ln(-q)}} = \frac{1}{\lambda} + \frac{\ln(-q)}{\lambda q} \quad \text{.12}$$

Con esto obtenemos:

$$CVAR_{1-q}^X = -u - e^{-u} = \frac{\ln(-q)}{\lambda} - \frac{1}{\lambda} - \frac{\ln(-q)}{\lambda q} = -\frac{1}{\lambda} + \frac{(q-1)\ln(-q)}{\lambda q} \quad \text{.13}$$

Tomando $\lambda = 1$ y $q = 0.05$ obtenemos:

$$VAR_{0.95}^X = \frac{\ln(-0.05)}{1} = -0.05129$$

$$CVAR_{0.95}^X = -\frac{1}{1} + \frac{(0.05-1)\ln(-0.05)}{0.05} = -0.02542$$

Se observa que $CVAR_{0.95}^X > VAR_{0.95}^X$.

3.5 El CVAR es una medida de Riesgo Coherente.

El CVAR cumple las cuatro propiedades de una medida coherente, mostremos algunas.

Es homogénea positiva, tomamos $\forall \alpha \geq 0$ y $x \in X$, definimos $Y = \alpha X$, entonces:

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ Y \mid Y < -VAR_{1-q}^Y \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ \alpha X \mid \alpha X < -VAR_{1-q}^{\alpha X} \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ \alpha X \mid \alpha X < -\alpha VAR_{1-q}^X \right\}$$

■.14

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ \alpha X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = \alpha E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = \alpha CVAR_{1-q}^X$$

Es invariante bajo traslación, tomamos $\forall \alpha \in \mathfrak{R}$, $x \in X$ hacemos $Y = X + \alpha$, entonces:

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ Y \mid Y < -VAR_{1-q}^Y \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ X - \alpha \mid X + \alpha < -VAR_{1-q}^{X+\alpha} \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ X - \alpha \mid X + \alpha < -VAR_{1-q}^X + \alpha \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ X - \alpha \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\} - E_p \left\{ \alpha \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\}$$

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\} - \alpha$$

$$CVAR_{1-q}^Y = CVAR_{1-q}^X - \alpha$$

■.15

Satisface la propiedad de monotonía, suponemos $X \geq Y$, entonces:

$$CVAR_{1-q}^Y = E_p \left\{ Y \mid Y < -VAR_{1-q}^Y \right\} \geq E_p \left\{ X \mid X < -VAR_{1-q}^X \right\} = CVAR_{1-q}^X$$

La última propiedad es la que no cumple el VAR, ahora el CVAR si la cumple, esta es la subaditividad, usaremos el resultado

$$E_p \left\{ Y < -VAR_{1-q}^Y \right\} \geq E_p \left\{ X + Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\}$$

Y se obtiene:

$$\begin{aligned} CVAR_{1-q}^{X+Y} &= -E_p \left\{ X + Y \mid X + Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\} \\ CVAR_{1-q}^{X+Y} &= -E_p \left\{ X + Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\} \geq -E_p \left\{ X + Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\} \\ CVAR_{1-q}^{X+Y} &\leq -E_p \left\{ X + Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\} \geq -E_p \left\{ Y < -VAR_{1-q}^{X+Y} \right\} \\ CVAR_{1-q}^{X+Y} &\leq CVAR_{1-q}^X + CVAR_{1-q}^Y \end{aligned} \quad \text{1.16}$$

Por lo cual el CVAR si es una medida coherente.

Marco de Referencia.

4.El Sistema Financiero Mexicano.

4.1. Introducción.

El Sistema Financiero Mexicano es el conjunto de personas y organizaciones, tanto públicas como privadas, por medio de las cuales se captan, administran, regulan y dirigen los recursos financieros que se negocian entre los diversos agentes económicos, dentro del marco de la legislación correspondiente.⁶

Otra forma de visualizar al conjunto de entidades que conforman este sistema es dividirlo en cuatro partes:

- a. Las instituciones reguladoras.
- b. Las instituciones financieras, que realizan propiamente las actividades financieras.
- c. Las personas y las organizaciones que realizan operaciones, en calidad de clientes, con las instituciones financieras.
- d. El conjunto de las organizaciones que se pueden considerar como auxiliares, por ejemplo; las asociaciones de bancos o de aseguradoras.

Hay que tomar en cuenta que estos cuatro grupos están contemplados y regulados por la legislación vigente.

De igual forma, la figura de “cliente” es muy importante en cada una de las instancias. Se considera clientes a todas las personas u organizaciones que realizan transacciones con cualquiera de las instituciones financieras. Cuando se trata de alguna persona física que acude a alguna instancia oficial para tratar de resolver alguna controversia con una institución de crédito, el “cliente” asume el papel de quejoso o reclamante, en tanto que en el caso de la institución financiera que acude a alguna comisión reguladora, puede tratarse de una entidad que está cumpliendo con alguna obligación (como entregar información), o que está solicitando algún cambio en su autorización para emitir determinado título de crédito.

Las actividades de regulación y control son efectuadas por instituciones públicas que reglamentan y supervisan las operaciones y las actividades

⁶ BMV-Eduacación (Bolsa Mexicana de Valores). Marco Normativo 1, página 6.

que se llevan a cabo y por otro lado, definen y ponen en práctica las políticas monetarias y financieras fijadas por el gobierno. De esta manera, las instituciones reguladoras y supervisoras son las siguientes:

- a. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- b. El Banco de México (Banxico).
- c. La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).
- d. La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).
- e. La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (Consar).
- f. La Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).
- g. El Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB).

De todas las instituciones señaladas, el máximo órgano administrativo para el Sistema Financiero Mexicano es la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

4.2. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Es una dependencia gubernamental centralizada, integrante del Poder Ejecutivo Federal, cuyo titular es designado por el Presidente de la República. Tiene la función gubernamental orientada a obtener recursos monetarios de diversas fuentes para financiar el desarrollo del país.

Conjuntamente con la SHCP, existen otras seis instituciones públicas que tienen por objeto la supervisión y regulación de las entidades que forman parte del sistema financiero, así como la protección de los usuarios de servicios financieros. Cada organismo se ocupa de atender las funciones específicas que por Ley le son encomendadas. Estas instituciones son:

4.3. Banco de México.

El Banco de México es el banco central del Estado Mexicano, constitucionalmente autónomo en sus funciones y administración, cuya finalidad principal es proveer a la economía de moneda nacional, teniendo como objetivo prioritario procurar la estabilidad del poder adquisitivo de dicha moneda.

Adicionalmente, le corresponde promover el sano desarrollo del sistema financiero y propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pagos.

4.4. Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

Es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con autonomía técnica y facultades ejecutivas en los términos de la propia Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Tiene por objeto supervisar y regular, en ámbito de su competencia, a las entidades financieras, a fin de procurar su estabilidad y correcto funcionamiento, así como mantener y fomentar el sano y equilibrado desarrollo del sistema financiero en su conjunto, en protección de los intereses del público.

4.5. Comisión nacional de Seguros y Fianzas (CNSF).

Es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público cuyas funciones son: la inspección y vigilancia de las instituciones y de las sociedades mutualistas de seguros, así como de las demás personas y empresas que determina la Ley sobre la materia.

4.6. Comisión Nacional de Sistemas de Ahorro para el Retiro (CONSAR).

Órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con autonomía técnica y facultades ejecutivas con competencia funcional propia en los términos de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

Tiene como compromiso regular y supervisar la operación adecuada de los participantes del nuevo sistema de pensiones. Su misión es la de proteger el interés de los trabajadores, asegurando una administración eficiente y transparente de su ahorro, que favorezca un retiro digno y coadyuve al desarrollo económico del país.

4.7. Comisión Nacional para la Protección y defensa de los usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF).

Es un organismo público descentralizado, cuyo objeto es promover, asesorar, proteger y defender los derechos e intereses de las personas que

utilizan o contratan un producto o servicio financiero ofrecido por las Instituciones Financieras que operen dentro del territorio nacional, así como también crear y fomentar entre los usuarios una cultura adecuada respecto a las operaciones y servicios financieros.

4.8. Instituto para la Protección al Ahorro bancario (IPAB).

Su objetivo es proteger los depósitos del pequeño ahorrador y, con ello, contribuir a preservar la estabilidad del sistema financiero y el buen funcionamiento de los sistemas de pagos.

4.9. Instituciones Financieras.

4.9.1 Banca Múltiple.

Las instituciones de banca múltiple, son sociedades anónimas facultadas para realizar operaciones de captación de recursos del público a través de la creación de pasivos directos y/o contingentes, para su colocación en el público. Estas operaciones se denominan servicios de banca y crédito.

Estas instituciones se encuentran reguladas por la Ley de Instituciones de Crédito (LIC) , pudiendo realizar las operaciones establecidas en los artículos 46 y 47 de dicha Ley.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) se encarga emitir reglas de carácter general así como de supervisar a las instituciones de banca múltiple. Banco de México, por su parte, emite diversas disposiciones dirigidas a las instituciones de crédito.

Actualmente la [SHCP](#) ha autorizado para organizarse y operar a las siguientes instituciones de banca múltiple:

- ABN/AMRO Bank México, S.A .
- American Express Bank México, S.A.
- Banamex, S.A.
- Banca Afirme, S.A.
- Banca Mifel, S.A.
- Banco Azteca, S.A.
- Banco Autofin, S.A.
- Banco Compartamos, S.A.
- Banco Credit Suisse First Boston (México), S.A.
- Banco Del Bajío, S.A.
- Banco Del Centro, S.A.
- Banco Inbursa, S.A.
- Banco Interacciones, S.A.
- Banco Invex, S.A.
- Banco JP Morgan, S.A.
- Banco Mercantil del Norte, S.A.
- Banco Regional de Monterrey, S.A.
- Banco Santander Serfín, S.A.
- Banco Ve Por Más, S.A.
- Bank of America México, S.A.
- Bank of Tokio Mitsubishi México, S.A.
- Bansi, S.A.
- Barclays Bank, México, S.A.
- BBVA Bancomer, S.A.
- BBVA Bancomer Servicios, S.A.
- Comerica Bank México, S.A.
- Deutsche Bank México, S.A.
- GE Capital Bank, S.A .
- HSBC México, S.A.
- ING Bank (México), S.A.
- IXE Banco, S.A.
- Scotiabank Inverlat, S.A.

4.9.2. Banca de Desarrollo.

Las Instituciones de banca de desarrollo (Sociedades Nacionales de Crédito), son entidades de la Administración Pública Federal con personalidad jurídica y patrimonio propios, cuyo fin es promover el desarrollo de diferentes sectores productivos del país conforme a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) se encarga de emitir reglas de carácter general y de realizar la supervisión de dichas instituciones. Banco de México, por su parte, emite diversas disposiciones dirigidas a las instituciones de crédito.

Las instituciones de banca de desarrollo están reguladas por la Ley de Instituciones de Crédito (LIC) y, en su caso, por sus leyes orgánicas; pudiendo realizar las operaciones establecidas en el artículo 47 de dicha LIC.

En México actualmente existen seis bancos de desarrollo y un organismo público de fomento denominado Financiera Rural.

Banco Nacional del Ejército, Fuerza Aérea y la Armada, S.N.C.

Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.

Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.

Banco del Ahorro Nacional y Servicios Financieros, S.N.C.

Nacional Financiera, S.N.C.

Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C.

Financiera Rural

Financiera Rural es un organismo público cuyo objetivo principal es canalizar recursos financieros y proporcionar asistencia técnica, capacitación y asesoría, al sector rural. Dicho organismo está descentralizado de la Administración Pública Federal, y coordinado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

4.9.3. Casas de Bolsa.

Las casas de bolsa son sociedades anónimas que realizan operaciones para intermediar la oferta y la demanda de valores, y administran carteras de valores propiedad de terceros.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) se encarga de otorgar o revocar la autorización para operar, de emitir reglas de carácter general y de realizar la supervisión de dichas instituciones. Banco de México, por su parte, emite diversas disposiciones dirigidas a las casas de bolsa.

Las casas de bolsa están reguladas por la Ley del Mercado de Valores (LMV), pudiendo realizar las operaciones establecidas en el artículo 171 de dicha Ley.

Actualmente están en operación las casas de bolsa siguientes:

ABN Amro Securities (México), S.A. de C.V., Casa de Bolsa

- Acciones y Valores Banamex, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Integrante del Grupo Financiero Banamex
- Actinver Casa de Bolsa, S.A. de C.V.
- Banc of América Securities, Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Bank of América
- Barclays Capital Casa de Bolsa, S.A. de C.V.
- Base Internacional Casa de Bolsa, S.A de C.V.
- BullTick Casa de Bolsa, S.A. de C.V.
- Casa de Bolsa Arka, S.A. de C.V.

- Casa de Bolsa BBVA-Bancomer, S.A. de C.V.
- Casa de Bolsa Banorte, S.A. de C.V., Grupo Financiero Banorte
- Casa de Bolsa Credit Suisse (México), S.A. de C.V., Grupo Financiero Credit Suisse (Mexico)
- Casa de Bolsa Finamex, S.A.B. de C.V.
- Casa de Bolsa Multiva, S.A. de C.V., Grupo Financiero Multiva
- Casa de Bolsa Santander, S.A. de C.V., Grupo Financiero Santander
- Deutsche Securities, S.A. de C.V., Casa de Bolsa
- GBM Grupo Bursátil Mexicano, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero GBM
- HSBC Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero HSBC
- ING (México), S.A. de C.V., Casa de Bolsa, ING Grupo Financiero
- IXX Casa de Bolsa, S.A. de C.V., IXX Grupo Financiero
- Interacciones Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Interacciones
- Intercam Casa de Bolsa, S.A. de C.V.
- Inversora Bursátil, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Grupo Financiero Inbursa
- Invex Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Invex
- J.P. Morgan Casa de Bolsa, S.A. de C.V., J.P. Morgan Grupo Financiero

- Masari Casa de Bolsa, S.A.

- Merrill Lynch México, S.A. de C.V., Casa de Bolsa

- Monex Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Morgan Stanley México Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Protego Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Scotia Inverlat, Casa de Bolsa, S.A. de C.V., Grupo Financiero Scotiabank Inverlat

- UBS Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Valores Mexicanos Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Value, S.A. de C.V., Casa de Bolsa, Value Grupo Financiero

- Vanguardia Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

- Vector Casa de Bolsa, S.A. de C.V.

4.9.4. Sociedades de Inversión.

Instituciones financieras que captan recursos de los pequeños y medianos inversionistas, a través de la venta de acciones representativas de su capital social. Son la forma más accesible para que los pequeños y medianos inversionistas puedan beneficiarse del ahorro en instrumentos bursátiles.

4.9.5. Aseguradoras.

Instituciones que se obligan a resarcir un daño, cubrir de manera directa o indirecta, una cantidad de dinero en caso de que se presente un evento futuro e incierto, previsto por las partes, contra el pago de una cantidad de dinero llamado prima. Las operaciones de seguros se dividen en tres tipos: vida, daños o accidentes y enfermedades. Las instituciones de seguros son supervisadas por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF) y se rigen por lo dispuesto en la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros (LGISMS).

4.9.6. Arrendadoras Financieras.

Institución financiera que adquiere bienes que le señala el cliente (arrendatario) para después otorgárselo en arrendamiento financiero. El arrendamiento financiero es un contrato mediante el cual se comprometa la arrendadora a otorgar el uso o goce temporal de un bien arrendatario, ya sea persona física o moral, obligándose dicho arrendatario a pagar una renta periódica que cubra el valor original del bien, más la carga financiera, y los gastos adicionales que contemple el contrato. Al vencimiento de éste, podrá elegir entre la adquisición del bien a un valor simbólico, prorrogar el plazo del contrato o participar de la venta a un tercero.

4.9.7. Afianzadoras.

Instituciones especializadas en realizar contratos a través de los cuales se comprometen a cumplir con una obligación monetaria, judicial o administrativa ante un tercero en caso de que el obligado original no lo hiciera. Las instituciones de fianzas son reguladas y supervisadas por la Comisión Nacional de seguros y Fianzas (CNSF) y se rigen por lo dispuesto en la Ley Federal de Instituciones de Fianzas.

4.9.8. Almacenes generales de depósito.

Instituciones que tienen por objeto la guarda, conservación, manejo y control de bienes bajo su custodia que se encuentren amparados por certificados de depósito y bonos de prenda. Los Almacenes generales de Depósito son supervisados por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y se rigen por lo dispuesto en la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito.

4.9.9. Uniones de crédito.

Sociedades anónimas de capital variable cuyo objetivo es el de facilitar a sus socios la obtención e inversión de recursos para soportar las actividades de producción y/o servicios que éstos lleven a cabo. Las uniones de crédito podrán operar únicamente en las ramas económicas en que se realicen las actividades de sus socios. Estas instituciones se rigen por lo dispuesto en la Ley General de organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito y son supervisadas y autorizadas para operar por la Comisión Nacional Bancaria y de valores (CNBV) conforme a la facultad que le confiere el artículo 5 de la mencionada ley.

4.9.10. Casas de cambio.

Sociedades anónimas que realizan en forma habitual y profesional operaciones de compra, venta y cambio de divisas incluyendo las que se lleven a cabo mediante transferencias o transmisión de fondos, con el público dentro del territorio nacional, autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, reglamentadas en su operación por el Banco de México y supervisadas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

4.9.11. Empresas de factoraje.

Instituciones que adquieren derechos de crédito a favor de terceros a cambio de un precio determinado. Las Empresas de Factoraje Financiero pueden pactar la corresponsabilidad o no corresponsabilidad por el pago de los derechos de crédito transmitidos de quien vende dichos derechos. Las empresas de factoraje financiero son supervisadas por la Comisión nacional bancaria y de Valores (CNBV) y se rigen por lo dispuesto en la Ley de Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito. El banco de México emite las reglas a las que se sujetarán las posiciones de riesgo cambiario de las Arrendadoras Financieras y Empresas de Factoraje financiero que formen parte de Grupos Financieros que incluyan instituciones de seguros y en el que no participen instituciones de Banca Múltiple y casas de Bolsa.

4.9.12. Sociedades Financieras de Objeto Limitado (Sofoles)

La Sofoles son sociedades anónimas especializadas en el otorgamiento de créditos a una determinada actividad o sector, por ejemplo: hipotecarios, al consumo, automotrices, agroindustriales, microcréditos, a pymes, bienes de capital, transporte, etc. Para realizar dicha actividad la [Ley de Instituciones de Crédito](#) las faculta a captar recursos provenientes de la colocación, en el mercado, de instrumentos de deuda inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios; también pueden obtener financiamiento bancario.

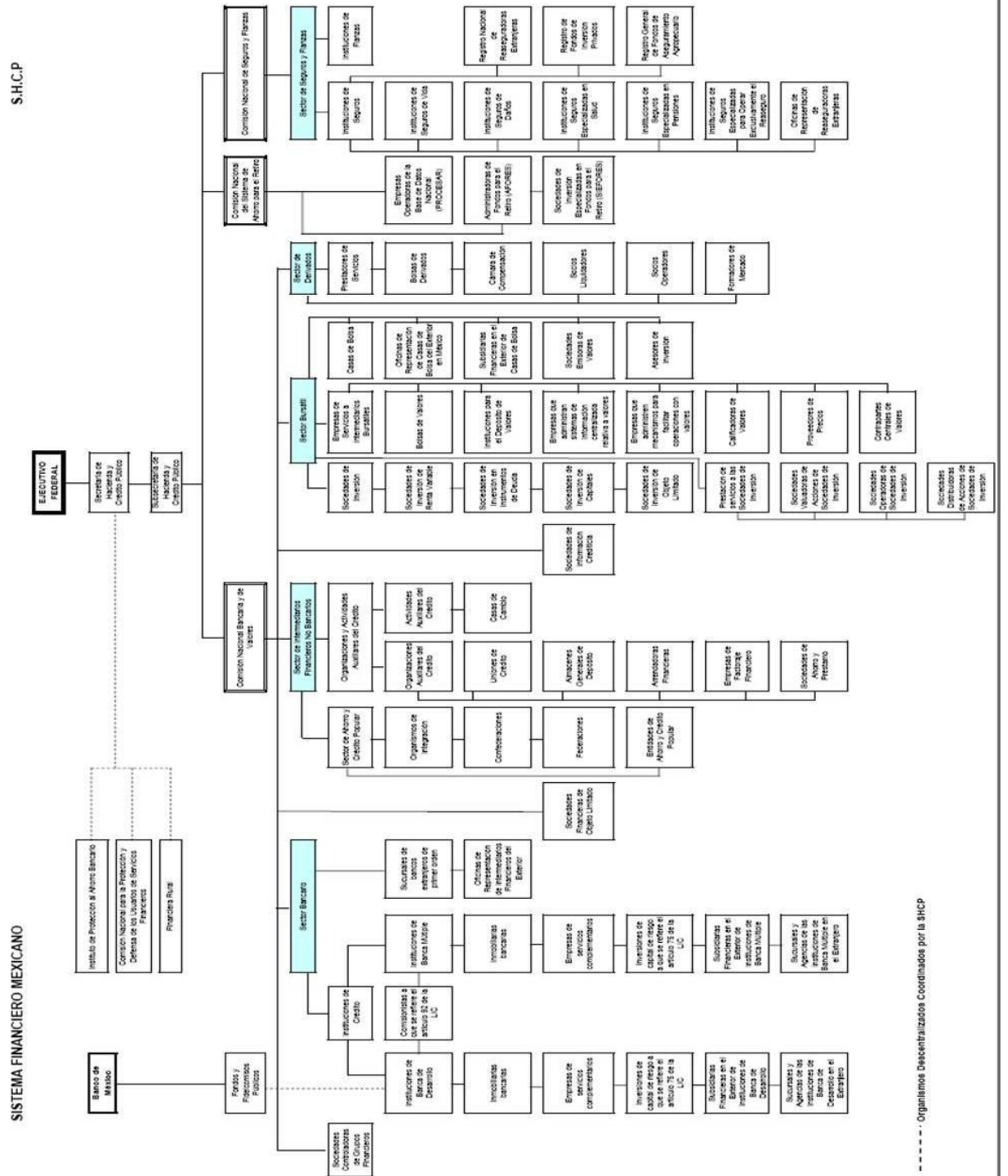
4.9.13. Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (Sofomes).

Las Sofomes son sociedades anónimas cuyo objeto social principal es el otorgamiento de crédito, y/o la celebración de arrendamiento financiero y/o de factoraje financiero. Conforme a la Ley, son entidades financieras que para operar no requieren la autorización de las autoridades financieras.

Las Sofomes que realizan operaciones de arrendamiento financiero adquieren determinados bienes, cuyo uso o goce temporal lo conceden a una persona física o moral (su cliente) por un plazo preestablecido, recibiendo de dicho cliente como contraprestación una cantidad determinada. Al vencimiento del contrato las personas físicas o morales que han hecho uso o goce temporal de los bienes arrendados pueden: i) Comprar los bienes a un precio inferior a su valor de adquisición, que se haya fijado en el contrato. En caso de que no se haya fijado el precio, éste debe ser inferior al valor marcado a la fecha de compra, conforme a las bases que se establezcan en el contrato; ii) Prorrogar el plazo para continuar con el uso o goce temporal, pagando una renta inferior a los pagos periódicos que venía haciendo, conforme a las bases que se establezcan en el contrato, y iii) Participar con la arrendadora financiera en el producto del precio de la venta de los bienes a un tercero, en las proporciones y términos que se establezcan en el contrato.

Las Sofomes que realizan operaciones de factoraje financiero adquieren (de sus clientes) derechos de crédito (a favor de tales clientes) relacionados a proveeduría de bienes o servicios, a cambio de un precio determinado. Al adquirir de un cliente los documentos para cobrarle al deudor, estas empresas pagan o adelantan dinero a dicho cliente (dueño del derecho de cobro) cobrándole un importe por el servicio. A estas operaciones se les conoce como "descuento de documentos". Las empresas de factoraje financiero pueden pactar la corresponsabilidad o no corresponsabilidad del cliente respecto del pago de los derechos de crédito transmitidos (con recurso o sin recurso). El beneficio que obtienen los clientes al acudir a estas empresas es que obtienen liquidez para hacer frente a sus necesidades o para realizar inversiones, sin tener que esperar al vencimiento de los derechos de cobro.

Figura 4.1. Esquema del Sistema Financiero Mexicano.



5.El Sistema Bursátil.

5.1. Introducción.

El sistema bursátil mexicano es el conjunto de organizaciones, tanto públicas como privadas, por medio de las cuales se regulan y llevan a cabo actividades crediticias mediante títulos-valor que se negocian en la Bolsa Mexicana de Valores, de acuerdo con las disposiciones de la Ley del Mercado de valores.⁷

El esquema de funcionamiento del sistema bursátil es el siguiente:

- Oferentes y demandantes intercambian los recursos monetarios, obteniendo los primero un rendimiento y pagando los segundos un costo, y ambos entran en contacto por medio de las casas de bolsa.
- Las operaciones de intercambio de recursos se documentan mediante títulos-valor que se negocian en la Bolsa Mexicana de Valores.
- Tanto estos documentos como los agentes y casas de bolsa deben estar inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios. Los documentos además deben depositarse en instituciones para depósito de valores.
- La Comisión Nacional de Valores supervisa y regula la realización de todas estas actividades y la Ley de Mercado de Valores reglamenta el sistema en general.

La Comisión Nacional Bancaria y de Valores supervisa al sistema Bursátil Mexicano de acuerdo con la Ley del Mercado de Valores y otras disposiciones. La Ley del Mercado de Valores, en vigor desde el 3 de enero de 1975, contiene las disposiciones que regulan las operaciones bursátiles. Dice en su artículo primero: “La presente Ley regula... la oferta pública de valores, la intermediación en el mercado de éstos, las actividades de las personas que en él intervienen también, el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y las autoridades y servicios en materia de mercado de Valores”.

5.2 Valores.

“Son valores las acciones, obligaciones y demás títulos de crédito que se emitan en serie o en masa destinados a circular en el mercado de valores,

⁷ BMV-Educación. (Bolsa Mexicana de Valores), Marco Normativo 3, página 3

incluyendo los títulos opcionales que se emitan en la forma antes citada y, en su caso, al amparo de un acta de emisión.”⁸

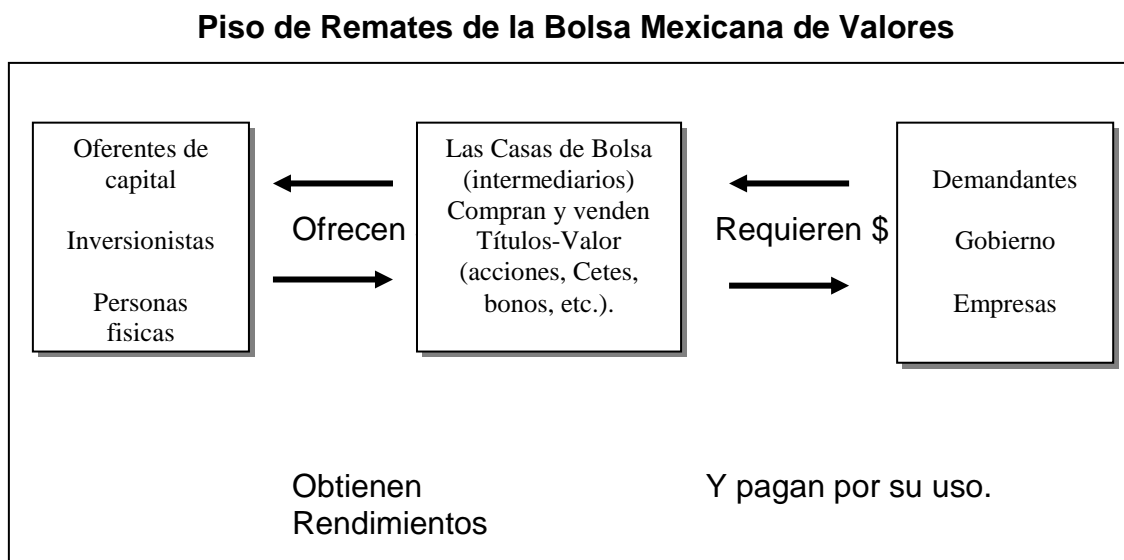


Figura 5.1 (Notas del Sistema Financiero Mexicano, Pág. 21)

“El régimen que establece la presente ley para los valores y las actividades realizadas con ellos, también será aplicable a los títulos de crédito y a otros documentos que sean objeto de oferta pública o de intermediación en el mercado de valores, que otorguen a sus titulares derechos de crédito, de propiedad o de participación en el capital de personas morales”.⁹

“La Comisión Nacional de Valores podrá establecer, mediante disposiciones de carácter general, las características a que se debe sujetar la misión y operación de valores y documentos sujetos al régimen de ésta, y con miras a procurar certidumbre respecto a los derechos y obligaciones que corresponden a los tenedores de los títulos, seguridad y transparencia en las operaciones, así como la observación de los sanos usos “prácticos del mercado”.¹⁰

⁸ Apuntes BMV-Educación (Bolsa Mexicana de Valores), Marco Normativo 1, página 35

⁹ *Ibidem.*

¹⁰ *Ibidem.*

Actualmente, los valores que se negocian en la Bolsa Mexicana de Valores son los siguientes:

5.2.1. Acciones.

Es un título de crédito, el cual representa una parte alícuota del Capital Social de una Sociedad Anónima a través de la cual se imputan tanto derechos como obligaciones para sus tenedores en proporción de la posición de las mismas.

La acción es un título medular del Mercado de capitales en el Mercado de Valores.

Los tipos de acciones a manejar son los siguientes:

- Acciones de empresas
- Acciones de sociedades de inversión:
 - De instrumentos de deuda
 - Comunes (de renta variable)
 - De capitales (de capital de riesgo)

5.2.2. Aceptaciones bancarias.

Son letras de cambio giradas a día fijo (en principio) por sociedades mercantiles establecidas y aceptadas por una institución de crédito, pero también giradas por los propios Bancos con cargo a los mismos. Las aceptaciones deberán ser suscritas con base en líneas de crédito que las instituciones aceptantes otorguen.

5.2.3. Bonos.

En la doctrina se equiparan los bonos con las obligaciones, por lo que se mencionará la relación entre ambos instrumentos. El Bono es un término genérico que involucra diferentes variantes del instrumento.

La diferencia básica entre el tenedor de Acciones y el tenedor de Bonos de Renta Fija es que el primero es un socio de la empresa emisora, y el segundo es un acreedor de la misma. Este último tiene derecho a un interés por su crédito, que habrá de pagársele haya o no haya utilidades; por el contrario, el accionista cobrará su dividendo sólo en la medida en que lo permitan las utilidades generadas por la empresa.

En cuanto a la Liquidación de la Sociedad por disolución o por quiebra, el tenedor de Bonos concurrirá a los demás acreedores para ser pagado con el

patrimonio social, que no podrá distribuirse entre los accionistas sino una vez cubiertas íntegramente todas las deudas sociales.

En el Mercado de Valores se operan los siguientes tipos de Bonos:

- Bonos Bancarios: Son Bonos emitidos por la Banca de Desarrollo a largo plazo para financiar proyectos industriales donde se consigna la obligación de gobierno federal a través de nacional Financiera para liquidar una suma de dinero al vencimiento de los documentos.
- Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal Bondes CP (Cupón 28 días): Son Títulos de Crédito a mediano y largo plazo denominados en moneda nacional que consignan la obligación directa e incondicional al Gobierno Federal de paga una determinada suma de dinero al vencimiento (valor nominal) así como una tasa de interés cada 28 días.
- Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal Bondes CP (Cupón 91 días): Son Títulos de Crédito a mediano y largo plazo denominados en moneda nacional que consignan la obligación directa e incondicional al Gobierno Federal de paga una determinada suma de dinero al vencimiento (valor nominal) así como intereses en forma trimestral.
- Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal (Bondes) CP (Cupón 128 días): Son Títulos de Crédito a mediano y largo plazo denominados en moneda nacional que consignan la obligación directa e incondicional al Gobierno Federal de paga una determinada suma de dinero al vencimiento (valor nominal) así como intereses en forma semestral.
- Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal Indizado al Valor de las Unidades de Inversión Udibonos (Tasa real): Son Títulos de crédito nominativos, a mediano y largo plazo emitidos por el Gobierno Federal denominados en UDI's, amortizan el capital a la fecha de vencimiento del título.
- Bonos del Gobierno Federal colocados en el exterior (UMS): Bonos denominados en dólares americanos, son instrumentos de cobertura cambiaria de largo plazo (deuda externa) cotizados en el mercado internacional y nacional.

- Bonos de Protección al Ahorro Bancario (BPA's): Son Títulos de mediano y largo plazo a cargo del Instituto para la Protección del Ahorro Bancario (IPAB), utilizando al Banco de México como su agente financiero.

- Certificados.

5.2.4. **Certificados de la Tesorería de la Federación (Cetes):** Títulos de crédito al portador en los que se consigna la obligación del Gobierno Federal a pagar su valor nominal al vencimiento.

5.2.5. **Certificados de Participación:** Son Títulos de crédito, emitidos por una institución fiduciaria que representan:

1. El derecho de una parte alícuota de los rendimientos de los valores, derechos o bienes de cualquier clase que tengan en fideicomiso irrevocable para ese propósito la sociedad fiduciaria que los emita.
2. El derecho a una parte alícuota del derecho de propiedad o de la titularidad de esos bienes, derechos o valores.
3. El derecho a una parte alícuota del producto neto que resulte de la venta de dichos bienes, derechos o valores.

Los Certificados de Participación en el Mercado de Valores se conocen como:

CPO'S: Cuando la masa o el bien fiduciario es un bien mueble.

CPI'S: Cuando la masa o el bien fiduciario es un bien inmueble.

- Certificados de Participación Inmobiliarios (CPI's): Son títulos fiduciarios en los que bienes inmuebles materia del financiamiento son afectados por un Fideicomiso.
- Certificados de Participación Ordinarios Amortizables (CPO's): Son títulos de crédito fiduciarios para financiar proyectos de inversión. Son instrumentos con cargo a un fideicomiso cuyo patrimonio se integra con los bienes aportados generalmente efectivo o valores fungibles.

5.2.6. **Certificados de Depósito a Plazo (CEDE's):** Son Certificados de Depósito a través de los cuales las instituciones de crédito documentan los depósitos a plazo que reciben del público, con la

obligación de restituirlos en efectivo en un plazo determinado, en algunos casos, más el pago de un interés periódico.

5.2.7. **Obligaciones:** Crédito colectivo a largo plazo. Estos títulos son emitidos por sociedades anónimas, y representan la participación individual de sus tenedores, en un crédito colectivo a cargo de la sociedad emisora. Por su garantía las obligaciones se clasifican en:

- Quirografarias: La que no tienen garantía específica y están respaldadas por la buena imagen y la solvencia económica de la emisora. La firma del emisor hace que la empresa responda con todos sus bienes.
- Hipotecarias: Están garantizadas por una hipoteca establecida sobre los bienes muebles o inmuebles de la sociedad emisora, que pueden incluir edificios, maquinaria, equipo, activos fijos de la misma o de otra persona física o moral. En el acta de emisión se debe especificar con detalle todos los bienes afectados por la hipoteca.
- Prendarias: Se garantizan por diversos bienes muebles tales como maquinaria, vehículos, equipos, inventarios de materia prima o producto terminado, etc. Son depositados en Almacén general de Depósito.
- Fiduciarias: Están garantizadas mediante la constitución de un fideicomiso que cuenta con recursos suficientes para la liquidación del crédito documentado.
- Obligaciones Subordinadas: Títulos que representan la participación individual de sus tenedores, en un crédito colectivo a cargo de la sociedad emisora, son emitidos por Instituciones de Banca Múltiple,

con carácter quirografario y en algunos casos convertibles y en otros casos capitalizables, en las que parte de los intereses son capitalizados.

5.2.8. **Pagaré:** Es la promesa incondicional que hace el suscriptor o emisor para pagar una suma determinada de dinero a favor del beneficiario pudiendo establecer intereses.

Los requisitos que debe cumplir este título de crédito son los siguientes:

1. La mención de ser Pagaré, insertada en el título de crédito.
2. La promesa incondicional por el suscriptor o emisor a pagar una suma determinada de dinero a favor del beneficiario.
3. El nombre del suscriptor o emisor y del beneficiario.
4. La firma del suscriptor o emisor.

En el Mercado de Valores se operan cinco tipos de pagarés:

- Pagaré de Mediano Plazo.
- Pagaré Financiero.
- Pagaré con Rendimiento Liquidable al Vencimiento.
- Pagaré de Indemnización Carretera.
- Papel Comercial.

Todos ellos, pueden tener diferentes tipos de garantía, por lo que sus variantes pueden ser:

- a. Quirografario: No tiene garantía específica.
- b. Avalado: Está garantizado por una institución de crédito.
- c. Afianzado: Garantizado mediante una fianza.
- d. Indizado al tipo de cambio: Puede ser Quirografario, Avalado o Indizado.
- e. Indistinto: Al amparo de una misma línea, en moneda nacional o indizados al tipo de cambio.

Pagaré de Mediano Plazo: Se consideran Pagarés de Mediano Plazo a los pagarés suscritos por sociedades mexicanas, denominados en moneda nacional, emitidos a plazos no menores a un año ni mayores a tres años y destinados a circular en el mercado de valores.

- Pagaré con rendimiento liquidable al vencimiento: Es un título de crédito suscrito por Instituciones de Crédito. Representa un pasivo a cargo de las mismas.
- Pagaré Financiero: Se consideran Pagarés Financieros a los pagarés suscritos por arrendadoras financieras y empresas de factoraje financiero denominados en moneda nacional y destinados a circular en el mercado de valores.

5.2.9. **Papel Comercial:** Es un título que representa un crédito colectivo a cargo de un emisor. Se dividen en:

- Papel Comercial Quirografario y Avalado (PC o PACOM): Es un pagaré negociable en el mercado de valores que estipula una deuda de corto plazo pagadera en una fecha determinada, puede emitirse como quirografario o avalado. Estos papeles pueden también ser Indizado.
- Papel Comercial Indizado (PACOM): Pagaré emitido por empresas mexicanas denominado en moneda nacional e indexado al tipo de cambio.

5.3. Ofertas públicas e intermediación

Se considera oferta pública la que se haga por algún medio de comunicación masiva o a persona indeterminada para suscribir, enajenar o adquirir títulos o documentos (valores).

Se considera intermediación en el mercado de valores la realización habitual de:

Operaciones de correduría, de comisión u otras, tendentes a poner en contacto la oferta y la demanda de valores:

Operaciones por cuenta propia, con valores emitidos o garantizados pro-terceros, con respecto de las cuales se haga oferta pública, y administración y manejo de carteras de valores propiedades de terceros.

5.4. Intermediarios bursátiles

Hasta principios de 1990 sólo existía un tipo de intermediarios bursátiles; las casas de bolsa. Ninguna otra persona u organización estaba autorizada para servir de enlace entre los oferentes y los demandantes de valores; sin embargo, el 4 de enero de 1990 se publicó en el diario Oficial de la Federación un decreto que reforma y adiciona la Ley del Mercado de Valores, el cual contempla la creación de la figura de “especialista bursátil”, que es un segundo y nuevo tipo de intermediario.

5.4.1. Casa de Bolsa

Son las sociedades anónimas registradas como tales en la sección Intermediarios del Registro Nacional de Valores e Intermediarios. Las actividades que las casas de bolsa pueden llevar a cabo son:

- Actuar como intermediarios en el mercado de valores
- Recibir fondos por concepto de las operaciones con valores que se les encomienden.
- Prestar asesoría en materia de valores.
- Recibir préstamos o créditos
- Conceder préstamos o créditos.
- Celebrar reportes sobre valores
- Realizar operaciones por cuenta propia que faciliten la colocación de valores o que coadyuven a dar mayor estabilidad a los precios de éstos y a reducir los márgenes entre cotizaciones de compra y venta.
- Proporcionar servicio de guarda y administración de valores, depositando los títulos en una institución para el depósito de valores.
- Realizar inversiones
- Llevar a cabo actividades que les son propias por medio de oficinas, sucursales o agencias de instituciones de crédito.
- Invertir en acciones de otras sociedades que les presten servicios o cuyo objeto sea auxiliar o complementario de sus propias actividades.
- Actuar como especialistas bursátiles

- Actuar como representantes comunes de obligaciones y tenedores de otros valores.
- Administrar las reservas para fondos de pensiones o jubilaciones de personal.

5.4.2. Especialistas bursátiles

Las actividades que los especialistas bursátiles están autorizados a realizar son las siguientes:

“Actuar como intermediarios por cuenta propia, respecto de los valores en que se encuentran registrados como especialistas en la bolsa de valores de que sean socios...

...recibir préstamos o créditos de instituciones de crédito o de organismos de apoyo al mercado de valores, para la realización de las actividades que les sean propias, así como celebrar reportes sobre valores...

“Realizar operaciones por cuenta propia respecto de los valores en que sean especialistas, para facilitar la colocación de dichos valores o coadyuvar a la mayor estabilidad de los precios de éstos y reducir los márgenes entre cotizaciones de compraventa de los propios títulos, favoreciendo condiciones de liquidez en su mercado.

Mantener en guarda y administración sus valores, depositando los títulos en la institución para el depósito de valores...

Invertir en acciones de otras sociedades que les presten servicios o cuyo objeto sea auxiliar o complementario de las actividades que realicen estos especialistas.

5.5. Bolsa de Valores

Su objeto es facilitar las transacciones con valores y procurar el desarrollo del mercado respectivo por medio de diversas actividades, entre las que se encuentran las siguientes:

- Establecer locales, instalaciones y mecanismos que faciliten las relaciones y operaciones entre la oferta y la demanda de valores.

- Ofrecer al público información sobre los valores inscritos en bolsa, sus emisores y las operaciones que en ellas se realicen.
- Velar por el estricto apego de las actividades de sus socios a las disposiciones que les sean aplicables.
- Certificar las cotizaciones en bolsa.
- Realizar aquellas actividades análogas o complementarias de las anteriores, que autorice la SHCP, oyendo a la Comisión Nacional de Valores.

La operación de las bolsas de valores se hace mediante una concesión otorgada por la SHCP y sólo puede autorizarse el establecimiento de una bolsa en cada plaza.

Debe constituirse como sociedades anónimas de capital variable. Actualmente sólo funciona en el país una bolsa de valores, la Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.

5.5.1. Bolsa Mexicana de Valores

La Bolsa Mexicana de Valores está ubicada en el número 255 del paseo de la Reforma, esquina Río Rhin. Este edificio fue inaugurado el 19 de abril de 1990. La Bolsa Mexicana de Valores cuenta con dos centros bursátiles: uno localizado en Guadalajara, Jalisco, y el otro en Monterrey, Nuevo León. Dichos centros proporcionan información simultánea sobre las operaciones bursátiles, mediante el sistema computarizado MVA 2000.

Las principales secciones en las que se divide administrativamente la Bolsa Mexicana de Valores son las siguientes: Auditoría, Emisoras, Información y Estadística, Normatividad Operaciones, Promoción Institucional, Recursos Financieros y Materiales, Recursos Humanos, Sistemas y Derivados.

El funcionamiento de esta bolsa de valores gira en torno a las operaciones de intercambio de recursos monetarios que, por medio de títulos-valor, se lleva a cabo en su piso o salón de remates, sitio que está dispuesto para el intercambio entre oferentes y demandantes.

5.5.2. Publicaciones y servicios

La mejor fuente de información sobre el mercado bursátil es, por supuesto, la Bolsa Mexicana de valores. Se pueden obtener datos diversos, ya sea por medio de sus publicaciones o de los servicios de:

- Consultas en su sección de información. Se pueden consultar los propios documentos (impresos o microfilmados) u obtener información por medio del banco de datos del sistema MVA 2000, mediante terminales de computadora.
- Télex
- Fotocopiado y microfilmación
- Información telefónica, que opera las 24 horas del día.

A continuación se enlistan las principales publicaciones de la Bolsa Mexicana de Valores, anotando entre paréntesis su periodicidad e incluyendo algunos comentarios.

a) *Boletines sobre hechos del mercado:*

- *Boletines provisional* (diario). Aparece momentos después de terminada la sesión del día en el salón de remates y proporciona los resultados de las operaciones, por emisora.
- *Boletín bursátil* (diario). Aparece al día siguiente del fin de cada sesión y contiene los datos de todas las operaciones, en detalle. Es la principal fuente de datos sobre las operaciones diarias (los reportes sobre operaciones de la Bolsa Mexicana de Valores que aparecen en los periódicos son resúmenes de este boletín).
- *Boletín bursátil* (semanal). Resumen semanal del boletín diario. Aparece cada lunes.
- *Desglose del mercado de dinero* (diario). Contiene el detalle de las operaciones efectuadas entre agentes y casa de bolsa con los diversos instrumentos del mercado de capitales (acciones, obligaciones, petrobonos y Bib's).

- *Desglose del mercado de dinero* (diario). Informa de las operaciones realizadas entre agentes y casas de bolsa con Cetes, papel comercial y aceptaciones bancarias.
- b) Publicaciones con información financiera de las emisoras:**
- *Información financiera trimestral*. Contiene información sobre los estados financieros (balance general, estado de resultado con base en el flujo de efectivo) de la emisora, en el trimestre correspondiente, incluyendo en su caso, datos sobre subsidiarias. Aparecen también notas sobre procedimiento de contabilización y comentarios sobre aspectos relevantes.
 - *Información sobre asambleas* (aparición variable). Datos sobre los acuerdos tomados en las asambleas de accionistas: resultados de ejercicios contables y su aplicación, informes de los consejos de administración, datos estadísticos y proyectos de expansión y desarrollo.
 - *Informes directos de las emisoras* (variable). Comentarios diversos sobre las finanzas de las empresas.
 - *Sinopsis financiera sectorial* (trimestral). Contienen datos financieros, clasificados por sector y por ramo.
 - *Sumario bursátil, económico y financiero*. Breve resumen mensual, en español e inglés, con datos y comentarios sobre el índice de precios y cotizaciones de los diversos instrumentos, financiamiento, economía, inflación, pronósticos y otros.
 - *Inscripciones nuevas de acciones* (eventual). Aparece con ofertas públicas nuevas de acciones e incluye características de los títulos y aspectos legales económico y financiero. Contiene también los últimos estados financieros de la emisora.
 - *Inscripciones nuevas de obligaciones* (eventual). Aparece cuando hay nuevas ofertas públicas de obligaciones (lo cual es muy frecuente) y contiene amplia información financiera (incluyendo los estados financieros), así como también las características de las obligaciones que se emiten.
 - *Anuario financiero y bursátil*. Como su nombre lo indica, es un resumen anual de las operaciones.
 - La Bolsa Mexicana de Valores publica también folletos sobre diversos aspectos del medio bursátil.

5.6. Instituciones para el depósito de valores

De acuerdo con la ley, “el servicio destinado a satisfacer necesidades de interés general relacionadas con la guarda, administración, compensación, liquidación y transferencia de valores, se declara de interés público”. La prestación de este servicio se realiza por medio de instituciones para el depósito de valores, concesionadas por el gobierno federal a particulares.

El objeto de las instituciones para el depósito de valores es prestar los servicios correspondientes a:

- Depósito de valores, títulos y documentos asimilables a aquéllos
- Administración de los valores entregados en depósito. También pueden hacer efectivos los derechos patrimoniales derivados de los valores, como cobro de amortizaciones, dividendos en efectivo o en acciones, interés y otros.
- Transferencia, compensación y liquidación sobre operaciones realizadas con los valores en depósito.
- Intervención en operaciones en las que se utilicen como garantía prendaria los valores en depósito.
- Registro e inscripción de acciones en el Registro Público de Comercio.
- Expedir certificaciones de los actos que realicen.

El depósito de valores se constituye mediante la entrega de los valores a la institución, la cual debe abrir cuenta a favor de sus depositantes. La transferencia de los valores depositados debe hacerse mediante giro de la institución depositaria, sin ser necesaria la entrega material de los documentos y sin hacer anotaciones en los títulos ni en el registro de sus emisores.

5.6.1. Indeval.

Al igual que un banco resguarda el dinero que los ahorradores depositan, existe una institución encargada de almacenar todos los documentos que se manejan en la Bolsa Mexicana de Valores y que a diario se negocian en el piso de remates. Este es el Indeval.

Actualmente, el Instituto para el Depósito de Valores (Indeval) guarda físicamente, tanto en papel impreso como en forma electrónica, todas y cada una de las acciones que cotizan en el mercado accionario, aunque contrario a lo que uno pudiera imaginar, estos documentos nunca salen de ese recinto. Esto se debe a que en la actualidad todas las acciones se realizan de manera electrónica.

A nivel nacional este Instituto se encarga también de efectuar transferencias electrónicas de valores y de efectivo, compensación de operaciones, liquidación de operaciones a diversos plazos para el Mercado de Dinero (directo y reporto) y Mercado de capitales (operaciones pactadas en la Bolsa).

A nivel internacional también se encarga de la liquidación de operaciones en mercados internacionales, administración de derechos patrimoniales de emisiones extranjeras, y administración de impuestos sobre acciones estadounidenses.

El Indeval comenzó a operar en México como organismo gubernamental desde el 28 de abril de 1978, pero no fue hasta 1979 cuando empezó a manejar títulos en depósito.

Posteriormente en 1987 se dio la privatización de los servicios de depósito de valores de manera que a partir del 1º de octubre de ese año, el Instituto para el Depósito de Valores comenzó a operar bajo la denominación "S.D. Indeval, S.A. de C.V."

6. Mercado de capitales.

6.1. Introducción.

- El mercado de capitales está constituido por los activos financieros negociables emitidos a largo plazo, tanto en forma de deuda como de participaciones en el capital de una empresa. Se caracteriza por sus diferentes grados de riesgo y de liquidez. El largo plazo suele referirse a períodos de maduración, de vencimiento, superiores a un año (aunque existen documentos del mercado de dinero: bonos bancarios o cédulas hipotecarias con vencimientos mayores a un año).
- A diferencia del mercado de dinero, en donde hay bajo riesgo y alta liquidez, en el mercado de capital hay una amplia gama de posibilidades. El riesgo, por ejemplo, varía dependiendo del emisor, teniendo menos riesgos los documentos de Deuda Pública a largo plazo que los de las acciones de una empresa con problemas financieros. En cuanto a liquidez conviven en el mercado capitales altamente líquidos, como las acciones de compañías con grandes expectativas futuras, o los bonos gubernamentales a 30 años.
- Los agentes participantes en los mercados de capitales son los oferentes de fondos a largos plazos, aunque son requeridos más por los demandantes de fondos que si necesitan efectivamente financiamiento a largo plazo. Para el inversionista, el plazo no es tan fundamental puesto que, al tratarse de instrumentos más o menos líquidos, siempre podrá deshacerse de su inversión acortando el plazo en la misma medida por él deseada. Esto es, el tenedor del bono puede negociarlo entre otros inversionistas obteniendo de su venta algún ingreso, de acuerdo a las características del documento; pero sólo le será retribuido el dinero del bono por parte del emisor hasta su fecha de vencimiento.
- Esto es, una empresa puede necesitar financiamiento a largo plazo emitiendo por lo tanto obligaciones a 5 años que pueden ser adquiridas por un inversionista a corto plazo que sólo las mantiene por un período de 1 año. Supongamos que grupo Cifra desea capitalizarse para hacer una inversión para la construcción de más tiendas departamentales; con el objetivo de hacerse de recursos, emite documentos de deuda del mercado

de capitales, con un precio de 50 pesos por documento, obligándose a pagar además un rendimiento de 15 puntos por arriba de la inflación y con un vencimiento de 15 años.

- El inversionista que se anime a adquirirlos pagará a Cifra 50 pesos por cada documento que desee adquirir, obteniendo con esto el derecho de percibir intereses y recibir, luego de 15 años, el monto del valor nominal del bono. Sin embargo, si el inversionista deseará recuperar su dinero, podría recurrir a otro inversionista y venderle el documento, transfiriéndole los derechos también. Así el comprador original recupera una parte del importe que pago por el documento.
- En el mercado de capitales, a diferencia del mercado de dinero, no se presenta el dominio de los instrumentos emitidos por el gobierno sobre los de origen privado en el momento de la oferta. A diferencia del mercado de dinero en donde predominan los instrumentos emitidos por el gobierno en su afán de reducir el déficit público en el corto plazo, en el mercado de capitales aparecen con más fuerza las empresa, muchas de las cuales están involucradas en sendos procesos de expansión, representando con ello el mayor porcentaje de documentos y montos negociados en este mercado.

6.2. Misión

- Facilitar la intermediación de instrumentos financieros y difundir la información que requiere el mercado de manera competitiva, asegurando transparencia y eficacia dentro de un marco autorregulado y apegado a los principios legales y éticos, apoyándose para ello en el mejor recurso humano y en la solvencia de los accionistas.

6.3. Objetivo

- Su principal objetivo es la prestación al público de todos los servicios necesarios para realizar en forma continua y ordenada las operaciones con títulos valores objeto de negociación en el Mercado de Capitales, con la finalidad de proporcionarles adecuada liquidez.

- Así mismo, otorgar la posibilidad que las empresas emisoras obtengan capital suficiente y adecuado para financiar sus proyectos de inversión a largo plazo.

6.3.1. Características

- ❖ Son barómetro, brújula o termómetro de la economía del país.
- ❖ Su indicador señala no solo lo que está ocurriendo, sino lo que va a ocurrir en el mundo de las finanzas.
- ❖ Es el sitio donde mejor se cumplen las leyes de la oferta y la demanda.
- ❖ Se mantiene el anonimato de compradores y vendedores.

6.3.2. Funciones

- ❖ Facilita la transferencia de recursos de los ahorradores o agentes con exceso de liquidez, a inversiones en el sector productivo de la economía.
- ❖ Asigna recursos a la financiación de empresas del sector productivo.
- ❖ Ofrece una amplia variedad de productos con diferentes características de acuerdo a las necesidades de inversión o financiación de los agentes.

6.3.3. Los principios en los que se basa el mercado de capitales son:

- ***Indiferencia Real***
- ***Indiferencia Personal***
- ***Indiferencia Espacial***
- ***Indiferencia Temporal***

- El Mercado de Capitales, es donde se realizan operaciones con títulos de libre cotización como lo son las, acciones, bonos, títulos de la deuda pública, certificados de divisas, etc.

6.4. Participantes en el Mercado de Capitales

A los mercados de capitales concurren:

- Los inversionistas
- Las emisoras
- Estos participantes del mercado de capitales se relacionan a través de los títulos valores, estos títulos valores pueden ser de renta fija o de renta variable.

En el mercado de capitales participan los siguientes:

- ✚ **Oferentes:** Son todas aquellas personas o instituciones que poseen superávit de recursos financieros.
- ✚ **Demandantes:** Son todas aquellas personas o instituciones que poseen Déficit de recursos financieros.
- ✚ **Intermediarios:** Son organizaciones que prestan un servicio, que consiste en reunir a los oferentes de crédito con los demandantes de crédito.

6.5. Instrumentos del Mercado de Capitales.

1. **Acciones.**
2. **Certificados de Participación Ordinarios sobre acciones.**
3. **Obligaciones convertibles en acciones.**
4. **Los pagarés a mediano plazo y**
5. **Los bonos.**

- Las acciones son títulos que representan parte del capital social de una empresa.
- Se colocan entre el gran público inversionista a través de la BMV para obtener financiamiento.
- Otorgan derechos de un socio.

6.6. Importancia del Mercado de Capitales

Tiene suma importancia para el desarrollo económico de un país pues constituye una fuente de financiamiento a la cual pueden acudir antes de los sectores público y privado para obtener los recursos que requieren para acometer nuevos proyectos o para reestructurar sus pasivos y hacerse más.

6.7. Instituciones en el Mercado de Capitales que llevan a cabo su funcionamiento:

- ✚ Comisión Nacional de Valores
- ✚ Bolsa de Valores
- ✚ Instituto Nacional para el Depósito de Valores (INDEVAL)
- ✚ Registro Nacional de Valores e Intermediarios
- ✚ Entidades emisoras
- ✚ Intermediarios
 - ✓ Casa de Bolsa.
 - ✓ Corredor de Títulos Valores

7. Comité De Basilea.

7.1. ¿Qué es el comité de Basilea?

- El Comité de Basilea, fue establecido como el Comité en Regulación Bancaria y Prácticas Supervisoras, por los bancos centrales del Grupo de los Diez (G-10) a finales de 1974 como resultado de la turbulencia monetaria y bancaria internacional.
- Los países miembros del Comité son Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia, Japón, Luxemburgo, Holanda, Suecia, Suiza, el Reino Unido, y desde 2001 España.
- Además del banco central, los países miembros están representados por la autoridad con la responsabilidad formal de la supervisión prudencial cuando no lo hace el banco central.

7.2. Objetivos del Comité

- El objetivo principal del Comité, es mejorar el entendimiento y la calidad de la supervisión bancaria en el mundo. Para lograrlo, el Comité se basa en :
 - El intercambio de información a través de acuerdos nacionales de supervisión;
 - El desarrollo de una mayor efectividad de las técnicas de supervisión para bancos internacionalmente activos; y
 - El establecimiento de estándares mínimos de supervisión.

7.3. ¿Cómo operan los lineamientos del Comité?

- El Comité no cuenta con una autoridad supervisora formal supranacional. Sus conclusiones no tienen, ni se ha buscado que tengan, fuerza legal.
- Por el contrario, el Comité establece estándares supervisores y lineamientos amplios, al mismo tiempo que recomienda mejores prácticas.
- Es responsabilidad de cada autoridad competente, el adaptar los acuerdos del Comité y darles la fuerza legal necesaria, de tal forma que se adapten a la situación de los sistemas financieros en cada nación.

7.4. Principios Básicos de Supervisión

- En 1997, el Comité emitió los Principios Básicos de Supervisión Bancaria (BCP)
- Dichos Principios representan un estándar global en materia de regulación y supervisión prudencial.
- Un amplio número de países han respaldado dichos Principios y han declarado su intención de implementarlos.

Los BCP comprenden 25 Principios básicos que necesitan ser implementados para contar con un sistema de supervisión efectivo. Estos Principios se relacionan con:

- Precondiciones para una efectiva supervisión bancaria – Principio 1
- Autorizaciones y estructura – Principios 2 a 5
- Regulación prudencial y requerimientos – Principios 6 a 15
- Métodos para la supervisión continua – Principios 16 a 20
- Requerimientos de información – Principio 21

- Poderes formales del supervisor – Principio 22, y
- Banca transfronteriza – Principios 23 a 25.

7.5. El Acuerdo de Capital de 1988

- En los años recientes, uno de los temas de mayor importancia para el Comité ha sido la educación del capital.
- A principios de los años ochenta, los coeficientes de capital de los principales bancos internacionales estaban deteriorándose y, al mismo tiempo, los riesgos asumidos aumentaban.
- Por otra parte, se preveía necesario eliminar las ventajas competitivas en términos de capital entre países, y fortalecer la estabilidad del sistema financiero internacional.
- Respaldo por el G-10, el Comité decidió trabajar en una medida de adecuación de capital hacia la cual convergieran los países miembros.
- En julio de 1988 un sistema de medición del capital del 8% a partir de 1992.
- Desde entonces, el Acuerdo ha sido adoptado no sólo en países miembros del G-10 sino en prácticamente todos los países con bancos internacionalmente activos.

7.6. Basilea I

En suma, “Basilea I” establece un tratamiento para la capitalización de los riesgos de crédito y mercado, así como para la integración del capital regulatorio.

Lo anterior, se traduce en un sistema financiero más sólido al crear los requerimientos de capital necesarios para hacer frente a pérdidas no esperadas y a problemas de solvencia.

7.7. Basilea II

- En junio de 1999, el Comité emitió una propuesta para un nuevo marco de adecuación de capital que reemplazara el Acuerdo de 1988.
- El 26 de junio de este año, el Comité emitió un Nuevo Acuerdo, el cual incorpora elementos necesarios para enfrentar las condiciones cambiantes del mercado, evolucionando hacia un esquema de requerimientos de capital que refleja con mayor precisión y sensibilidad, los riesgos asumidos.
- Dicho Acuerdo lleva el nombre de Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital: Marco Revisado – Basilea II.

El nuevo Acuerdo de Capital (Basilea II) conserva el enfoque preventivo de Basilea I, aunque con mayor eficacia y sensibilidad al riesgo.

El nuevo Acuerdo, se basa en tres pilares fundamentales;

- Pilar I. Requerimientos Mínimos de Capital;
- Pilar II. Proceso de Supervisión; y
- Pilar III. Disciplina de Mercado.

7.7.1. Basilea II – Objetivos

1. Fortalecer el marco regulatorio apoyándose en la administración del banco y en los mercados financieros.
2. Alinear de una mejor manera el capital regulatorio a los riesgos que enfrenta la institución financiera.
3. Promover una mejor administración de riesgos en las instituciones financieras.

4. Promover que los bancos gestionen integralmente sus riesgos.

Dicho Acuerdo, es aplicable a un rango de bancos y sistemas financieros.

7.7.2. Basilea II – Conceptos Subyacentes

- Un marco compuesto de 3 pilares que se refuerzan mutuamente.
- Mayor apoyo en las evaluaciones de riesgo de los propios bancos.
- Mayor reconocimiento a las técnicas de mitigación de riesgos.
- Inclusión de requerimientos de capital por riesgo operacional.
- Menú de opciones aplicable a distintos bancos en diferentes sistemas.

7.8. Basilea en México

- Actualmente, los principios Básicos de Supervisión Bancaria establecidos por el Comité, así como los relativos a la adecuación de capital, son considerados por diversas regulaciones no solo para instituciones de crédito.
- Al respecto, otros intermediarios como las casas de bolsa, son también objeto de regulación prudencial en materia de capital, administración de riesgos, controles internos, etc.
- Así, los principios del comité pueden ser aprovechados por otros intermediarios como mejores prácticas o a través de disposiciones legales o secundarias.
- Los Principios Básicos de Supervisión Bancaria establecidos por el Comité, atienden temas de supervisión, requerimientos de información,

medidas correctivas, cuestiones transfronterizas y lo relativo a la regulación prudencial.

- Adecuación de capital (capitalización)
 - Administración de riesgo de crédito y mercado
 - Controles Internos
 - Revelación
-
- Como se señaló, en México estos principios se aplican a instituciones de crédito y casa de bolsa, en línea con las reglas y prácticas internacionales.
 - Para el caso de las Entidades de Ahorro y Crédito Popular, la aplicación de los principios a través de reglas prudenciales partió con el reconocimiento de las diferencias existentes entre el sector y los demás intermediarios financieros.
 - Estas diferencias se expresaron en los diferentes niveles de regulación prudencial, en los esquemas de supervisión delegada, en el diseño de reglas ad-hoc para el sector, producto de la colaboración con instancias como COMACREP y BANSEFI.
 - Así, no obstante estar sujetas a reglas en materia de Capitalización, Administración de Riesgos, Control Interno y Revelación, éstas se adecuaron a sus realidades, a la naturaleza de su negocio y operaciones.

Segunda Parte.

Metodología de la Investigación.

8. Protocolo de Investigación.

8.1. Marco de referencia.

La existencia de un mercado bursátil permite la compra de acciones de una u otra empresa, con lo cual; se gana o se pierde dependiendo de las variaciones del propio mercado.

Comprar dos o más acciones conllevan al uso de un portafolio de inversión o cartera; con dicho portafolio se desea un rendimiento óptimo o el mayor rendimiento posible. Estas ideas fueron la base para que Harry Markowitz desarrollara una teoría acerca del portafolio óptimo, aplicando técnicas de optimización y algunas hipótesis¹¹:

- a. Se supone conocida la rentabilidad esperada de cada uno de los activos financieros considerados.
- b. Se supone conocida la varianza de cada uno de los activos financieros y la covarianza entre ellos. Además, se supone que es constante en el tiempo.
- c. Los rendimientos de los diferentes activos financieros se comportan de acuerdo a una distribución normal.
- d. Los inversores actúan de forma racional.
- e. El modelo optimiza para un solo período.

Dicha teoría aparece en 1952 y Harry Markowitz es considerado como uno de los iniciadores de la teoría del riesgo en un portafolio.

Sin embargo, el conocimiento de dicha teoría y otras más (Sharp con el CAPM¹²) no han evitado las pérdidas en los mercados, tales consecuencias se han dado a conocer como el “efecto tequila” o el “efecto dragón” entre otras.

Con el fin de evitar dichas caídas y proporcionar un campo de acción equitativo a través del establecimiento de un estándar mínimo de

¹¹ D. Villalva Vila, *Teoría y práctica de la selección de carteras*, capítulo 2, página 13.

¹² D. Villava, op Cit. Capítulo 3.

requerimientos de capital¹³, se formó el Comité de Basilea (15 de julio de 1988), implementando un nuevo método para cuantificar y tomar en cuenta el riesgo, denominado Valor en Riesgo (VAR).

El VAR es un método para cuantificar el riesgo utilizando técnicas estadísticas estándar. El VAR mide la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo determinado bajo condiciones normales de mercado ante un nivel de confianza dado¹⁴. El VAR proporciona una medida resumida del riesgo de mercado; por ejemplo, un VAR diario de 25 millones con un nivel de confianza del 95%, indica que, bajo condiciones normales de mercado, se tienen cinco posibilidades entre cien de una pérdida de 25 millones.

Al día de hoy, ya se tienen cálculos del VAR para distintos panoramas de mercado; de modo que en este trabajo se recopilarán dichas técnicas. Todo esto lleva a nuevas teorías, una de ellas es referente a las medidas coherentes de riesgo¹⁵, con la cual se mostrará si son o no medidas coherentes de riesgo dichas técnicas, con el fin de obtener el VAR coherente (en caso de existir) para el portafolio óptimo.

8.2. Objetivo.

De acuerdo a lo señalado en el primer punto será importante hacer un recuento de los temas referentes al cálculo del VAR y procedimientos estadísticos empleados en su cálculo. También serán considerados los inicios estadísticos con los cuales se obtuvieron resultados que se emplearon en el mercado bursátil, desde Markowitz hasta nuestros días, con el fin de obtener un panorama general del problema. De igual forma se expondrá la Teoría de Medidas Coherentes para fundamentar el objetivo de la investigación que se basa en *“Determinar el VAR en un portafolio óptimo como medida coherente de riesgo”*.

¹³ F. J. Olivares, *Importancia del valor en riesgo (VaR) como instrumento de administración integral de riesgos para las instituciones de seguros y fianzas*, página 6.

¹⁴ Jorion, Philippe, *Valor en Riesgo*, página 14.

¹⁵ Venegas Martínez Francisco, *Riesgos financieros y económicos*, página 725.

8.3. Preguntas de investigación.

Con base en lo desarrollado en los puntos anteriores, las preguntas de investigación serían:

Pregunta de investigación principal:

- En un portafolio óptimo, ¿es posible determinar un VAR coherente como medida de riesgo? (es decir, determinar un VAR que acepte las medidas coherentes en un portafolio óptimo).

Preguntas de investigación secundarias:

- ¿El VAR clásico es una medida coherente de riesgo?
- ¿Qué condiciones se necesitan para hablar de un VAR Coherente?
- ¿Hasta qué punto es viable aplicar el VAR coherente en un portafolio del mercado de capitales en un sector y ramo en específico?

Las preguntas anteriormente planteadas se asociarán a hipótesis de investigación.

8.4. Justificación de la Investigación.

Medir el riesgo es equivalente a establecer una correspondencia ρ entre el espacio X de las variables aleatorias, por ejemplo; los retornos de un cierto conjunto de inversiones y un número real no negativo, es decir; $\rho: X \rightarrow \mathfrak{R}$. Las medidas de riesgo permiten ordenar y comparar inversiones de acuerdo a su respectivo valor de riesgo. A estas correspondencias es necesario imponerles restricciones con el propósito de obtener definiciones con significado. Cualquier medida de riesgo que carezca de tales propiedades puede conducir a inconsistencias.

Artzner et al. (1997, 1999) derivaron un conjunto de condiciones que debe cumplir cualquier medida de riesgo. Si una medida de riesgo cumple dichas condiciones: Homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad e invarianza transicional (las cuales se enunciarán de manera formal en el desarrollo del trabajo) será llamada medida coherente.

La importancia de las medidas coherentes radica en sus propiedades en sí mismo, si la función no cumple con la subaditividad podría implicar, por ejemplo, que con el propósito de reducir el riesgo, sería conveniente “partir”

una empresa en diferentes divisiones. Desde el punto de vista regulatorio, como el riesgo se reduce, esto podría permitir reducir el requerimiento de capital. El hecho de la covarianza subaditiva es esencial en la teoría de portafolio desarrollada por Markowitz, en el que el fenómeno de la diversificación implica que ningún nuevo instrumento incrementa el riesgo.

El obtener una medida coherente de riesgo aplicable al mercado bursátil y poder realizar la extensión al mercado de capitales son temas de gran actualidad y de aplicación en la toma de decisiones. De igual forma, dichos tópicos revisten de importancia en el ámbito de las matemáticas aplicadas, en particular en el campo del análisis matemático y la estadística. Es importante en esta investigación otorgar el análisis e importancia a ambos rubros: el trabajo matemático y la interpretación para la toma de decisiones.

La importancia de las medidas coherentes para los inversionistas en los mercados financieros radica en el hecho de tener puntos de referencia con respecto al VAR tradicional y las condiciones de las medidas coherentes.

El presentar los resultados del VAR clásico y de un VAR que cumpla las condiciones de las medidas coherentes para un ramo y sector en específico permitirá determinar puntos de comparación y referencia, lo cual justificaría el proyecto de investigación que se sustenta.

8.5. Tipo de investigación.

La presente investigación se divide en dos tipos: exploratoria y descriptiva.

Es una investigación exploratoria ya que el tema de las medidas coherentes es considerado un tópico reciente por lo que la bibliografía al respecto es “relativamente” escasa comparando con otros temas del área de riesgos.

Al tratar de relacionar el VAR y las medidas coherentes se tratará de aportar material y resultados de aplicación.

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado.¹⁶

También es una investigación descriptiva ya que dichos estudios buscan especificar las propiedades importantes de lo que se analiza. En el caso de esta investigación, se hará el análisis matemático para describir las propiedades de las medidas coherentes y su significado en términos de aplicación. De igual forma, al realizar el estudio para determinar si es viable o no el establecer el VAR y las medidas coherentes en un portafolio; dichos resultados llegarán a ofrecer la posibilidad de: predicciones y la extensión del modelo en una primera etapa.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989)¹⁷

Los estudios descriptivos pueden ofrecer la posibilidad de predicciones o relaciones aunque sean poco elaboradas.¹⁸

¹⁶ Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar; *Metodología de la Investigación*, Tercera edición, Mc Graw Hill, 2003, página 115.

¹⁷ *Ibidem*, página 117.

¹⁸ *Ibidem*, página 118.

8.6. Planteamiento de las Hipótesis.

Hipótesis fundamental:

“Mediante métodos estadísticos y de análisis matemático, se podrá determinar el VAR coherente en un portafolio óptimo”.

Hipótesis de Investigación:

HI1₁: “Mediante métodos estadísticos y de análisis matemático, se podrá determinar el VAR coherente en un portafolio óptimo”.

HI1₀: “Mediante métodos estadísticos y de análisis matemático, **no** es posible determinar el VAR coherente en un portafolio óptimo”.

HI2₁: El VAR clásico **no** es una medida coherente de riesgo.

HI2₀: El VAR clásico es una medida coherente de riesgo.

HI3₁: El VAR coherente cumple las condiciones de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonidad e invarianza transicional y las condiciones propias del VAR.

HI3₀: El VAR coherente **no** cumple las condiciones de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonidad e invarianza transicional y las condiciones propias del VAR.

HI4₁: Las condiciones del VAR coherente permiten obtener resultados prácticos y de interpretación para un portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo en específico.

HI4₀: Las condiciones del VAR coherente **no** permiten obtener resultados prácticos y de interpretación para un portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo en específico.

8.7. Definición de las variables.

8.7.1. A continuación se presenta la clasificación de las variables dependientes e independientes de cada una de las hipótesis establecidas.

Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente
HI1	<ul style="list-style-type: none">• Métodos estadísticos.• Métodos del análisis matemático.	Determinación del VAR coherente en un portafolio óptimo.
HI2	Medidas coherentes de riesgo.	VAR clásico.
HI3	Condiciones de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad e invarianza transicional. Condiciones propias del VAR.	VAR coherente.
HI4	Condiciones del VAR coherente.	Determinar resultados prácticos y de interpretación para un portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo en específico.

8.7.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

Con el objeto de que las variables anteriormente presentadas puedan ser identificables y medibles; a continuación se plantea su definición tanto conceptual como operacional.

H11: “Mediante métodos estadísticos y de análisis matemático, se podrá determinar el VAR coherente en un portafolio óptimo”.

Variable	Métodos estadísticos y de análisis matemático.	Determinación del VAR coherente.
Definición conceptual	Métodos que se aplican para la recopilación, organización, análisis e interpretación de datos, para poder establecer en caso de ser posible tendencias. Conjunto de técnicas que estudian los conceptos de funciones, continuidad, diferenciación e integración según casos específicos	Revisión y análisis de las propiedades para que se cumplan las condiciones propuestas.
Definición operacional.	Establecimiento de las variables de decisión analíticas y estadísticas correspondientes.	Factibilidad de la propuesta con base en la evaluación de los resultados obtenidos.

HI2: El VAR clásico no es una medida coherente de riesgo.

Variable	Medidas coherentes de riesgo.	VAR clásico.
Definición conceptual	Conjunto de axiomas y propiedades tal que, cualquier manera de medir el riesgo en finanzas debe satisfacer la tipificación matemática de calcular el riesgo.	Determina qué condiciones de las medidas coherentes se cumplen, cuáles no y analizar el por qué en ambos casos.
Definición operacional	En finanzas, cualquier manera de medir el riesgo, debería ser tal, que una posición más diversificada tenga menos riesgo que una posición menos diversificada.	Análisis de resultados para el VAR y compararlos con los obtenidos para las medidas coherentes.

HI3: El VAR coherente cumple las condiciones de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad e invarianza transicional y las condiciones propias del VAR.

Variable	Condiciones de las medidas VAR Coherente. coherentes de riesgo y condiciones del VAR clásico.	
Definición conceptual	Homogeneidad positiva, subaditividad, monotonicidad e invarianza transicional son los requisitos que se piden a una función asociada a un portafolio para hablar de VAR coherente. Máxima pérdida esperada en un portafolio con cierto nivel de confianza en un determinado período de tiempo son condiciones necesarias y suficientes para establecer el VAR clásico.	Determina las condiciones para la validez de la variable propuesta.
Definición operacional	Establece las condiciones y el desarrollo matemático para determinar la validez de la variable.	Grado de resultados en los reportes obtenidos.

HI4: Las condiciones del VAR coherente permiten obtener resultados prácticos y de interpretación para un portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo en específico.

Variable	Condiciones del VAR coherente.	Resultados prácticos y de interpretación.
Definición conceptual	Determinación de un modelo que se interprete como una mejora al VAR tradicional	Genera los resultados para aplicarlos en el portafolio en cuestión.
Definición operacional	Aplicar el modelo a un portafolio de un sector y ramo en específico del mercado de capitales.	Determinar de forma cuantitativa e interpretativa los resultados aplicados al portafolio específico.

8.8. Diseño de la investigación.

Diseño: plano o estrategia que se lleva a cabo para obtener la información que se requiere en una investigación.¹⁹

El diseño de la presente investigación se compone de las siguientes características: no experimental, longitudinal y de evolución de grupo.

Lo que se da en una investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

En la investigación experimental no hay manipulación intencional ni asignación al azar.²⁰

En esta investigación, no se van a manipular los datos. Se recopilarán los datos que compondrán el portafolio propuesto tal y como se dan en su contexto; es decir asumiendo los factores de mercado que propiciaron las cotizaciones a emplear.

Una investigación no experimental es de tipo longitudinal cuando se analizan cambios a través del tiempo en determinadas categorías, conceptos sucesos, eventos, variables, o bien; las relaciones entre éstas. En el estudio longitudinal se recolectan datos a través del tiempo en puntos o períodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.²¹

En la presente investigación, se hará una recolección de datos de las emisoras que integrarán el portafolio seleccionado para un período que comprenderá de un año a un año y medio (dependiendo de la representatividad adecuada para el análisis de modelo propuesto) y se analizarán los resultados para proporcionar conclusiones con base en el modelo establecido.

Un diseño de tipo no experimental y longitudinal es de evolución de grupo cuando se examinan cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos.²²

Para el efecto de la presente investigación, únicamente se recopilarán datos de un sector, ramo y subramo específico del mercado de capitales para diseñar el portafolio en cuestión.

¹⁹ Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar; *Metodología de la Investigación*, Tercera edición, Mc Graw Hill, 2003, página 250.

²⁰ Ibidem, página 269.

²¹ Ibidem, página 278.

²² Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar; *Metodología de la Investigación*, Tercera edición, Mc Graw Hill, 2003, página 279.

8.9. Selección de la Muestra.

La unidad de análisis para esta tesis se toma como universo el Sistema Financiero Mexicano y de ahí obtendremos datos o una muestra del Mercado de Capitales, el sector construcción, por estar muy cerca al PIB, aunque puede utilizarse otro sector.

De aquí se tiene que la muestra es:

No probabilística: dado que es un subgrupo de la población (universo) en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación.²³

La toma de dicha muestra dependerá de la serie de tiempo de los rendimientos y con ellos poder obtener un portafolio óptimo al cual aplicarle el VAR coherente, dicho de otra forma, dependerá de los resultados obtenidos.

8.10. Recolección de los datos.

Esta recolección de datos tiene un enfoque totalmente cualitativo, recopilaremos los datos de una base ya hecha con datos históricos de un sector, el de construcción, de los cuales validaremos la tesis expuesta sobre el VAR coherente.

²³ Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar; *Metodología de la Investigación*, Tercera edición, Mc Graw Hill, 2003, página 306.

9. Análisis del sector de aplicación de referencia.

9.1. La Industria de la Construcción en México.

El desarrollo económico de nuestro país no puede concebirse sin la evolución de la industria ligándola con la economía. Sólo así se puede entender la estrecha correlación entre ambos. Como se verá, la industria con distorsión del mercado, ha experimentado períodos de bonanza cuando ha sido cobijada por la política económica del momento, como el de la etapa de 1940-1976, pero también ha sufrido los golpes de las crisis de 1982-1988 ó de 1995-1996 cuando el país tuvo que replantear sus esquemas de crecimiento y cuando experimento los duros embates del proceso de globalización mundial.

Las consecuencias han sido graves y han afectado a uno de los derechos inherentes del ser humano, como lo es el empleo, pues se trata de una industria que demanda mucha mano de obra. Así, la crisis en la industria también ha detenido la creación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de un país.

La construcción se define internacionalmente como la combinación de materiales y servicios para la producción de bienes tangibles. Una de las características que la distingue de otras industrias es su planta móvil y su producto es fijo, éste distinto en cada caso, además es importante proveedora de bienes de capital fijo, indispensables para el sano crecimiento de la economía.

Por tal razón, la industria de la construcción es uno de los sectores más importantes y dinámicos por su estrecha vinculación con la creación de infraestructura básica como: puentes, carreteras, puertos, vías férreas, plantas de energía eléctrica, hidroeléctrica y termoeléctrica, así como sus correspondientes líneas de transmisión y distribución, presas, obras de irrigación, construcciones industriales y comerciales, instalaciones telefónicas y telegráficas, perforación de pozos, plantas petroquímicas e instalaciones de refinación y obras de edificación no residencial, entre otras.

La satisfacción de necesidades humanas entre las que destacan servicios de suministro de agua potable, instalaciones de saneamiento, drenaje, pavimentación, obras de vivienda, hospitales y escuelas.

El fuerte impacto multiplicador, que genera en las diversas ramas industriales de la economía de un país,. Los factores anteriores hacen de la construcción el eje fundamental para el logro de objetivos económicos y sociales, así como el mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad.

Esta industria, como sector económico, está incluida en el Sistema de Cuentas Nacionales, y se relaciona con casi la mitad de las 72 ramas de actividad económica que contiene la Matriz de Insumo Producto, destacando entre ellas: industrias básicas de hierro o acero, otros productos de minerales no metálicos, cemento, aserraderos, canteras, arena, grava y arcilla, maquinaria y equipo no eléctrico, otros productos metálicos e industrias químicas, entre los mas representativos.

Esto significa que prácticamente la mitad de los sectores productivos de la economía se relacionan en mayor o menor grado con el sector de la construcción como proveedores directos.

Los países en desarrollo cuentan con un amplio mercado potencial debido a las grandes carencias de infraestructura, cuya satisfacción les permitirá la inserción más favorable de sus economías a un mundo cada vez más competido. En los países industrializados ha ido aumentando el interés de llevar a cabo desarrollos tecnológicos que permitan conservar la vanguardia dentro de la industria. Es por ello que el sector de la construcción tiene una gran importancia en el mundo.

9.2. Breve historia en México.

En 1939 existían en el país 90 empresas constructoras y diversos grupos técnicos, que con financiamiento estatal realizaban obras y adquirían maquinaria. En los albores de los 40's, el número de trabajadores ocupados en la construcción representaba 1.8% de la población económicamente activa, 5.9 millones en un total de 19.7 millones de habitantes.

La década de los cuarentas es especialmente significativa para la economía del país y para la industria de la construcción. El mundo estaba sumido en la 2ª. Guerra Mundial, la industria de los países desarrollados estaba dedicada a la producción de armamento, lo que permitía a las naciones dependientes ejecutar acciones tendientes a fortalecer su mercado interno y aumentar su planta productiva.

En el período 1930-1950 se crean las empresas mexicanas más importantes, y especialmente las dedicadas a la construcción. Así mismo se dan los primeros pasos para organizar el gremio de los constructores.

El 4 de julio de 1947, 17 ingenieros inauguran la empresa Ingenieros Civiles Asociados (ICA). Entre los ingenieros egresados de la U.N.A.M., están Bernardo Quintana, Javier Barros Sierra, Raúl Sandoval, Fernando Espinoza, Fernando Hiriart y Raúl Haro López, el capital social inicial de ICA fue de \$100.00 pesos. El primer conjunto de vivienda popular erigido en México fue encargado al grupo ICA y se trató del "Miguel Alemán" en la Ciudad de México. ICA realizó también la primera obra de construcción pesada ejecutada por mexicanos en su totalidad y fue el proyecto de ingeniería en la cuenca del río Tepalcatepec que abarcó presas, canales, puentes, carreteras, viviendas y escuelas.

En la década de los cincuentas se crea la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (C.N.I.C.) y se da inicio a la contratación de obras gubernamentales por concurso, de acuerdo con lo establecido en el artículo 134° de la Constitución.

Para 1966 se hizo patente el problema de vivienda, por lo que la industria de la construcción empezó a contribuir en su solución, para coordinar los esfuerzos en programas de vivienda, se creó el Centro Impulsor de la Habitación, A.C.

Con la relación al transporte aéreo, de 1966 a 1970 se buscó la construcción de 75 aeropuertos con una inversión de 1200 millones de pesos. Para estos años el país crecía a un ritmo económico del 7% anual, con un índice inflacionario del 2.8% al año, la industria creció pero de manera desequilibrada que unas ramas avanzaban más tanto técnica como administrativamente.

Después de la expansión que la construcción mantuvo entre 1970 y 1981 como resultado, del crecimiento compartido y luego del proyecto petrolero gubernamental, en 1982 se suscitaron cambios drásticos en el entorno macroeconómico nacional, mismo que alteraron significativamente la evolución y las perspectivas de la economía en general y de la industria de la construcción en particular.

A principios de 1982 la industria se freno abruptamente, comenzando con un proceso de desinversión, que implicó que en 1988 la construcción registrará un valor real de tan sólo 69.1% del que ya había registrado en 1981.

Entre 1979 y 1981 el P.I.B. de la construcción creció 12.3% anual promedio, el doble de la expansión registrada entre 1970 y 1978. Esto incentivó la capitalización de las empresas constructoras del sector formal de la industria, mismas que aumentaron en número de 3,378 empresas en 1970 a 10,300 en 1981. Adicionalmente se intensificó la dependencia de la industria al gasto público: la participación de la construcción pública paso de 50.8% en 1978 a 56.9% en 1981.

En estos años la economía se “petrolizó”, y prácticamente la totalidad del aumento en la participación del sector público en la construcción se debió al aumento en la infraestructura petrolera y en inversión para la industria petroquímica.

De hecho, entre 1982 y 1989 la inversión gubernamental se redujo más del 60% en términos reales. Con esto, la actividad de la industria de la construcción, medida por su P.I.B., fue en 1989 de sólo 75% del que se había registrado en 1981, y el empleo de la construcción se redujo de 2.3 millones en 1981 a 1.9 millones de trabajadores en 1989. Durante 1980-1989 la industria de la construcción fue el único sector que presentó una tasa negativa de crecimiento acumulado.

9.3. La etapa de la globalización.

Hacia principios de la década de los noventas y con base en el panorama anterior, la situación de la industria de la construcción organizada en México difícilmente le había permitido competir con ventajas en el proceso de globalización económica al que se había insertado nuestro país desde su entrada al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) en 1985. Así se podía ver que con casi una década de crisis económica se había provocado casi un colapso de la demanda de construcción en nuestro país.

En consecuencia, y hechas algunas excepciones, la industria de la construcción mexicana, al igual que otras ramas industriales, estaba débil y descapitalizada en la coyuntura de la apertura, debían competir con estándares internacionales, aunque no contaría con los recursos de tipo mundial que tenían las empresas de otros países.

De hecho, el tamaño de las 15 mil empresas socias de la Cámara de la Industria de la Construcción era muy pequeño, comparado con las empresas constructoras de Estados Unidos y los demás países desarrollados. Estadísticas de 1989 de la cámara registraban 74 empresas gigantes (capital social mayor de 3.6 millones de dólares), y facturaron en promedio 10.6 millones de dólares mientras que en contraste, la empresa de menor contratación de la lista de las 400 constructoras de Estados Unidos obtuvo, en ese años 53 millones de dólares. Así mismo en el ámbito mundial, las principales compañías eran más grandes que las empresas constructoras nacionales.

Se puede decir que el exceso de nacionalismo mal entendido, tanto por parte del gobierno como de los constructores, permitió un desarrollo autosuficiente que fortaleció a la industria internamente, pero la volvió poco eficiente y con bajos niveles tecnológicos.

El disponer de una tecnología avanzada constituía una ventaja competitiva, puesto que significaba la posibilidad de producir más con menos recursos. Esto hacía necesario que las empresas mexicanas en lo general, y las constructoras en particular se incorporaran a los métodos tecnológicos de vanguardia, ya que el escaso roce con empresas que utilizaban tecnologías avanzadas no habían permitido que la industria nacional asimilara e incorporara al desarrollo de mejores procesos de producción como se veían en los:

Métodos. El uso generalizado de microcomputadoras y de software transformaban las prácticas de diseño arquitectónico, provocando reducción de costos.

Equipo. Las nuevas adquisiciones de maquinaria y equipo de alta tecnología, como el equipo de acción hidráulica, torres de construcción, grúas trepadoras, máquinas pavimentadoras continuas, etc. Habían hecho a las empresas constructoras más competitivas.

Materiales. El uso de nuevos materiales para reducir los costos e incrementar su vida útil se volvía cada vez una necesidad imperante, en este sentido el uso de los plásticos era un ejemplo claro, ya que tenía una amplia gama de aplicaciones.

Componentes. El método de construcción prefabricada agilizaba ya la construcción, reducía los costos de la mano de obra, disminuía los retrasos de obra y requería de una estructura de investigadores profesionales especializados en el campo.

Lo grave de estas consideraciones es que la ineficiencia de la construcción fue posible transferirla al usuario final, dado que se encontraba en un mercado cautivo.

Durante algunos años, aun si la existencia de un tratado explícito de libre comercio que incluyera a los servicios de construcción, se registraron actividades en México de una decena de las mayores constructoras norteamericanas.

Para ello había utilizado diferentes formas, desde la asociación permanente con firmas nacionales, las alianzas estratégicas o la participación directa. No obstante, hay que reconocer que el establecimiento permanente no había sido la práctica común.

Por otra parte, estaba el antecedente de que en Canadá durante 1989, primer año de vigencia del tratado de ese país y Estados Unidos, 26 firmas norteamericanas trabajaron en Canadá. De éstas, 21 no habían trabajado en México pero se estimaba que podrían hacerlo.

Así, ante la promesa de contar con más oportunidades de negocios, la industria de la construcción también fue parte de los acuerdos del Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México.

En el Tratado que se negoció con los vecinos del norte, se reconoció que el sector servicios en la economía de América del Norte representaba más de 2/3 partes de la economía de la región. Así mismo, además de su relevancia en el P.I.B. regional, se reconocía también que los servicios son parte fundamental e indisoluble del comercio de mercancías.

La negociación cubrió dos grandes temas, el comercio transfronterizado de servicios y los servicios financieros. La industria de la construcción quedó incluida en el primero, también se incluyeron los servicios profesionales, los servicios de computación, el transporte terrestre, las telecomunicaciones, los servicios portuarios, los servicios aéreos especializados, en servicio al mayoreo y menudeo, los servicios turísticos, entre otros.

Con los acuerdos negociados en el TLC, se esperaba que la industria de la construcción mexicana pudiera participar en el mercado internacional de la

construcción que aun hoy se encuentra confinado principalmente a la ejecución de megaproyectos e involucra sólo a las firmas transnacionales más grandes. Sin embargo, es indudable que desde su entrada en vigor en 1994, las empresas constructoras nacionales se han visto obligadas a acelerar su modernización para competir.

Ahora las características de los servicios tienen mayor orientación hacia la satisfacción de los requerimientos y especificaciones del cliente de lo que tuvieron en el pasado, además se compete en costo, calidad y tiempo de ejecución, al mismo tiempo se han intensificado los procesos de absorción de tecnologías.

9.4. La internacionalización.

Tradicionalmente se ha considerado la industria de la construcción como un termómetro que mide el estado general de la economía de un país. Ello se debe a que durante los períodos de crisis económica, esta industria es la que registra una mayor caída, aunque durante la recuperación experimenta un crecimiento mayor al promedio de la economía.

Esta característica llevó a la suposición de que la industria de la construcción encabeza e impulsa la recuperación económica general. Sin embargo al observar la secuencia de crisis y recuperación que nuestro país ha vivido desde diciembre de 1997, es posible ver que no necesariamente la construcción es el motor de la recuperación macroeconómica.

No obstante aun cuando el impulso de la recuperación puede estar ubicado en otro sector económico (exportaciones), es innegable que la recuperación de la industria de la construcción es una condición sine qua non para consolidar el crecimiento a través del empleo y la reactivación en cadena que esta desata.

Norteamérica ha inducido a las industrias manufactureras los servicios y el comercio de nuestro país a aplicar medidas severas de reorganización y ajuste para poder, primero, subsistir y a continuación competir con las industrias y las empresas de comercio de Estados Unidos y Canadá. La competencia tiende a

agudizarse por las negociaciones con la Unión Europea para establecer con esa comunidad de países otra zona de libre comercio.

Para un constructor que se propone a ingresar en el mercado global, la iniciativa no es tan fácil, ya que en lugar de posicionar sus servicios y productos, debe posicionarse él mismo como empresario y saber operar en ese medio que ofrece muchos elementos desconocidos, que frecuentemente son clave para el buen término de una obra: lenguaje, cultura, sistemas políticos y gubernamentales, legislación, prácticas comerciales y de negocios, disponibilidad de trabajar, infraestructura en comunicación, economías de diferente estabilidad y enfoque.

En síntesis, el mercado mexicano de la construcción, no obstante la apertura de nuestro país, ha estado predominantemente en manos de las empresas constructoras mexicanas, con una menor –aunque creciente- presencia de compañías externas. Este elemento imprime una tendencia fuertemente conservadora en las empresas mexicanas de la construcción, puesto que al no haber prácticamente competidores que operen bajo condiciones de competitividad, no se advierte la necesidad de realizar cambios drásticos en el modo de operación empresarial.

Habremos de añadir otro elemento que favorece una tendencia conservadora en las empresas: el contratismo de las obras públicas bajo los esquemas tradicionales. El análisis del contrato típico de una obra pública fácilmente nos llevará a determinar que este esquema no favorece, sino que desincentiva la innovación, el uso de nuevas tecnologías, la eficiencia y la calidad.

El modo de obra pública está enfocado simplemente a obtener el precio más barato posible bajo los esquemas de construcción tradicionales. En general, para empresas con poca experiencia en la exportación o con expectativas de trabajar en un país desconocido, se considera conveniente laborar en asociación con firmas locales mediante alianzas estratégicas para tener mayores posibilidades de éxito.

9.5. Emisoras a analizar.

A continuación se enlistan las emisoras de la Bolsa mexicana de valores del Mercado de Capitales con base en el siguiente criterio:

Emisoras: Acciones
Sector: Industrial
Subsector: Construcción
Ramo: Construcción de viviendas
Subramo: Construcción de viviendas

9.5.1. CONSORCIO ARA, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	ARA
Series:	Capitales
Fecha de constitución:	22/11/1988
Fecha de listado en la BMV:	26/09/1996
Relación con Inversionistas:	LIC JAIME DEL RIO (DIRECTOR DE ATENCION INVERSION)
Teléfono:	5555968864 ext 4096
E-mail:	jdelrio@ara.com.mx
Oficinas Corporativas:	PASEO DE TAMARINDOS NO. 90 TORRE I-PISO 24, BOSQUES DE LAS LOMAS, 05120, MEXICO, D.F., DF
Teléfono:	5555968864
Fax:	5552452204
Dirección de internet:	www.consorcioara.com.mx

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	CONSTRUCCION DE VIVIENDA.
Principales productos y/o servicios:	VIVIENDA DE INTERES SOCIAL, TIPO MEDIA, RESIDENCIAL Y TURISTICA.

Historia de la empresa:

Consortio ARA fue fundada en 1977 con una de sus subsidiarias y once años después, en 1988, se constituye como una sociedad anónima de capital variable. Actualmente, la empresa está organizada como una sociedad controladora de sus subsidiarias operativas. En septiembre de 1996, la empresa inició su participación en la Bolsa Mexicana de Valores así como sus

cotizaciones en bonos ADR en Nueva York, contamos en la actualidad con importantes socios accionistas no solo en México, sino en Norteamérica y Europa. En muy poco tiempo nuestra acción se ubicó como una de las mejores opciones de inversión. Actualmente forma parte del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores. Otro de los aspectos relevantes de nuestro desarrollo es el continuo crecimiento de nuestra reserva territorial con adquisiciones de contado en lugares estratégicamente seleccionados por su potencial de crecimiento urbano. De este modo, contamos con una reserva de 35.7 millones de metros cuadrados, suficiente para construir 146,943 viviendas, con presencia en 17 estados de la República Mexicana, entre los que destacan las ciudades de Monterrey, Guadalajara, Cancún, Tijuana, Puebla, León, y Toluca. Asimismo, la política seguida le permitió a la empresa expandir importantemente su cobertura en la franja fronteriza norte, el bajío y el sureste turístico del país. Consorcio ARA cuenta con importante experiencia dentro de la construcción de vivienda de interés social, tipo medio, residencial y residencial turístico, y continúa posicionada como una empresa líder, con una envidiable fortaleza financiera, ya que ha sido reconocida por la Bolsa Mexicana de Valores, habiendo construido y vendido más de 150,000 viviendas hasta la fecha

Principales Funcionarios

DIR. GRAL. DIV. INMOBILIARIA	GERMAN AHUMADA RUSSEK
DIRECTOR GENERAL	GERMAN AHUMADA RUSSEK
DIRECTOR ADMON Y FINANZAS	J SACRAMENTO SOTO SOLIS

9.5.2. CORPORACION GEO, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	GEO
Series:	Capitales DEUDA
Fecha de constitución:	13/03/1981
Fecha de listado en la BMV:	29/07/1994
Relación con Inversionistas:	N/D
Teléfono:	N/D
E-mail:	N/D
Oficinas Corporativas:	MARGARITAS 433, EX HACIENDA DE CHIMALISTAC, 01050, MÉXICO, D.F.
Teléfono:	54805000
Fax:	N/D
Dirección de internet:	www.casasgeo.com

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	DISEÑO, DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN Y VENTA DE UNIDADES HABITACIONALES

Principales productos y/o servicios: VIVIENDA DE INTERES SOCIAL,

Historia de la empresa:

Corporación GEO es la desarrolladora de vivienda líder en los segmentos de menores ingresos en México. La Empresa se encuentra integrada verticalmente lo que le permite involucrarse en todos los aspectos de diseño, desarrollo, construcción mercadotecnia, comercialización y entrega de conjuntos habitacionales enfocándose en la vivienda de interés social y con una baja exposición en vivienda media y residencial. Las operaciones de GEO se conforman en 6 regiones con 106 unidades de negocio y mantiene una

amplia cobertura geográfica diversificada en 33 ciudades distribuidas en 16 estados de la República Mexicana. La estrategia de la Empresa está dirigida a la base de la pirámide demográfica, donde: 1) existe un alto déficit de viviendas especialmente en la población que percibe menos de cuatro salarios mínimos; 2) INFONAVIT y FOVISSSTE suministran aproximadamente el 70% de hipotecas en México, donde GEO es líder en participación de mercado de hipotecas otorgadas por ambos institutos. GEO se ha enfocado en la vivienda de interés social y sus operaciones cubren tres cuartas partes de la población mexicana. Durante el 2008, la compañía demostró estar fuertemente posicionada en la base de la pirámide, logrando un 91% de hipotecas provenientes de INFONAVIT y FOVISSSTE. GEO es una de las principales desarrolladoras con una participación de mercado del 8% en un mercado muy fragmentado, donde el 32% de participación se encuentra entre las principales 10 desarrolladoras de vivienda, y el restante 68% está diluido entre un gran número de constructores. La preferencia del mercado por una casa GEO se demuestra por las más de 450,000 viviendas vendidas desde los inicios de la Empresa, dando hogar a aproximadamente dos millones de mexicanos. GEO fue fundada en 1973 en la Ciudad de México, y desde 1994 cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores. Forma parte del selecto grupo de emisoras dentro del Índice de Precios y Cotizaciones (IPyC) de la Bolsa Mexicana de Valores y desde el 14 de septiembre de 2005 cotiza en el Mercado de Valores Latinoamericanos en Euros, Latibex. GEO cuenta con una única serie accionaria y derechos Tag-Along para Accionistas Minoritarios. GEO se encuentra dentro de las quince empresas más bursátiles de la BMV. El porcentaje de acciones cotizando libremente en el mercado (float), asciende a 80%, siendo una de las de mayor distribución, y cuenta con las mejores prácticas de gobierno corporativo en el mercado mexicano.

Principales Funcionarios

LUIS ORVAÑANOS LASCURAIN

9.5.3. CONSORCIO HOGAR, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	HOGAR
Series:	Capitales
Fecha de constitución:	31/07/1996
Fecha de listado en la BMV:	23/05/1997
Relación con Inversionistas:	VERÓNICA SODI (RELACION CON INVERSIONISTAS)
Teléfono:	N/D
E-mail:	N/D
Oficinas Corporativas:	AV. VALLARTA 3155, VALLARTA PONIENTE, 44100, GUADALAJARA, JAL.
Teléfono:	3338808200
Fax:	N/D
Dirección de internet:	www.HOGAR.COM.MX

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL

Principales productos y/o servicios: N/D

Historia de la empresa:

HOGAR ES UNA EMPRESA DESARROLLADORA Y PROMOTORA DE NEGOCIOS INMOBILIARIOS CON EXPERIENCIA DE MÁS DE 13 AÑOS EN EL SECTOR. HOGAR TIENE COMO OBJETIVO GENERAR PARA SUS CLIENTES ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN INMOBILIARIA ALTAMENTE COMPETITIVAS. HOGAR OPERA EN LOS ESTADOS DE JALISCO, NUEVO LEÓN, PUEBLA, SINALOA Y NAYARIT. HOGAR MANTIENE UN ESTRICTO

CONTROL SOBRE SUS COSTOS, QUE LE PERMITE OFRECER VIVIENDAS DE ALTA CALIDAD A PRECIOS COMPETITIVOS.

Principales Funcionarios

PDTE CONSEJO DE

ADMINISTRACIÓN

DIRECTOR GENERAL

DIR. ADMINISTRACIÓN

JOSE VICENTE CORTA

FERNANDEZ

SAMUEL MALDONADO ZAVALA

PEDRO CRUZ ORTEGA

9.5.4. DESARROLLADORA HOMEX, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	HOMEX
Series:	Capitales
Fecha de constitución:	30/03/1998
Fecha de listado en la BMV:	23/06/2000
Relación con Inversionistas:	LAE VANIA FUEYO (DIR DE RELACION CON INVERSIONI)
Teléfono:	667585800
E-mail:	vfueyo@homex.com.mx
	Oficinas Corporativas:
	BOULEVARD ALFONSO ZARAGOZA MAYTORENA NO. 2204, FRACCIONAMIENTO NONANZA, 80020, CULIACAN, SIN.
Teléfono:	6677585800
Fax:	6677585800
Dirección de internet:	www.homex.com.mx

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	TENEDORA DE ACCIONES.
Principales productos y/o servicios:	N/D

Historia de la empresa:

Fundada en Culiacán, Sinaloa en 1989, Homex inició sus operaciones enfocándose en el desarrollo de áreas comerciales y posteriormente al diseño, comercialización y construcción de vivienda de interés social y media. A finales de 1997, Homex ya operaba en 10 ciudades. A principio de 1999, ZN México Funds, un fondo de inversión de capital privado en empresas mexicanas,

realizó una inversión en Homex, para posicionar a la empresa y capitalizar sus oportunidades de crecimiento. En 2002, Equity Internacional Properties, Ltd (EIP), una sociedad de Inversión privada especializada en inversiones inmobiliarias fuera de los Estados Unidos y filial de Equity Group, realizó también una inversión en el capital de Homex. Para Diciembre 31 del 2004, Homex ya tenía presencia en 28 ciudades en 18 estados. Homex es una de las compañías de más rápido crecimiento entre las desarrolladoras de viviendas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores, basados en el porcentaje de crecimiento de unidades vendidas, ventas y utilidad neta.

Principales Funcionarios

PTE. DEL CONSEJO DE ADMON.	EUSTAQUIO TOMAS DE NICOLAS GUTIÉRREZ
DIRECTOR GENERAL	GERARDO DE NICOLAS GUTIERREZ
DIRECTOR DE FINANZAS	CARLOS J. MOCTEZUMA VELASCO

9.5.5. SARE HOLDING, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	SARE
Series:	Capitales Deuda
Fecha de constitución:	29/07/1997
Fecha de listado en la BMV:	10/10/2003
Relación con Inversionistas:	ING. GERARDO GUTIERREZ (GTE. RELACION INVERSIONISTAS)
Teléfono:	53267026
E-mail:	gegutierrez@sare.com.mx
Oficinas Corporativas:	Periferico Sur 3395, Rincón del Pedregal, 14120, México, D.F.
Teléfono:	53267026
Fax:	53267020
Dirección de internet:	www.sare.com.mx

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	PARTICIPAR EN EL CAPITAL SOCIAL DE SUS SUBSIDIARIAS, EMPRESAS DEDICADAS A LA PROMOCIÓN DE VIVIENDAS PARA LOS SEGMENTOS DE INTERÉS SOCIAL, MEDIO Y RESIDENCIAL, Y LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS INMOBILIARIOS.

Principales productos y/o servicios: N/D

Historia de la empresa:

A lo largo de 41 años de experiencia en el mercado de la vivienda, SARE ha consolidado una posición de liderazgo mediante una oferta diversificada de productos de calidad que satisfacen los gustos y necesidades de las nuevas familias mexicanas. Nuestros productos abarcan todos los segmentos del mercado: vivienda económica, interés social, media, residencial y Turística. SARE ha definido un modelo de negocios que se distingue por su alto grado de diversificación en cuanto a regiones, segmentos y opciones de financiamiento hipotecario para sus clientes. Esta estrategia propicia una gran flexibilidad de operación y permite a la empresa adecuarse a las circunstancias siempre cambiantes del mercado de la vivienda. SARE cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores desde octubre del 2003.

Principales Funcionarios

PRESIDENTE

DIONISIO SANCHEZ CARVAJAL

DIRECTOR GENERAL

ARTURO SANCHEZ CARBAJAL

DIRECTOR DE FINANZAS

ALBERTO BAZ GARCIA DE LEON

9.5.6. URBI DESARROLLOS URBANOS, S.A.B. DE C.V.

Información General

Clave de cotización:	URBI
Series:	CapitalesDeuda
Fecha de constitución:	24/11/1981
Fecha de listado en la BMV:	18/03/2002
Relación con Inversionistas:	ING. ANTONIO LUIS JORGE (RELACION CON INVERSIONISTAS)
Teléfono:	6865238700
E-mail:	antonio.jorge@urbi.com
	Oficinas Corporativas: AV. ALVARO OBREGON 1137, NUEVA, 21100, MEXICALI, BC.
Teléfono:	6865238700
Fax:	6865530281
Dirección de internet:	www.urbi.com

Descripción de la Empresa

Sector:	INDUSTRIAL
Subsector:	CONSTRUCCION
Ramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Subramo:	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Actividad económica:	CONSTRUCCIÓN, PROMOCIÓN Y VENTA DE VIVIENDA.

Principales productos y/o servicios: N/D

Historia de la empresa:

Urbi es una empresa creada hace 25 años como una empresa especializada en vivienda, en un marco de planeación estratégica y con una visión a largo plazo. Desde su creación, Urbi ha desarrollado más de 200 mil viviendas. Urbi es una empresa desarrolladora y constructora de vivienda integrada verticalmente y diversificada, especializada en vivienda de interés social y vivienda media-baja. Con base en información pública disponible, Urbi estima

que en 2006, fue uno de los tres desarrolladores de vivienda más grandes de México, en términos de ventas, y el mayor desarrollador de vivienda en los Estados del Norte de México, en términos de ventas y número de unidades construidas y vendidas.

Principales Funcionarios

DIRECTOR GENERAL

CUAUHTEMOC PEREZ ROMAN

DIRECTOR DE FINANZAS

FANCISCA SELENE AVALOS RIOS

10. El VAR en portafolios óptimos.

Retomando nuevamente la definición del VAR del segundo apartado del Marco Teórico: El VAR es una medida probabilística que para una determinada probabilidad se tiene en un periodo de tiempo dado una determinada pérdida.

Con el procedimiento para determinar los coeficientes para el portafolio óptimo y utilizando éstos para formar una combinación lineal con el CVAR se encontrará una medida de riesgo convexa y coherente denotada por Port-Óptimo, probando que cumple la condición de subaditividad y se comparara con el VAR y CVAR de del portafolio normal, denotado por Port2, se obtendrá del mismo sector del mercado de capitales.

Siendo más específicos Port2 se obtendrá con los rendimientos históricos del sector, considerando todos los días de cotización en el año 2009 de las acciones ARA, HOGAR-B, HOMEX, SARE-B, URBI y GEO-B, que son de las principales acciones del sector construcción, el cual se considera uno de los más importantes y dinámicos con una estrecha vinculación con la creación de infraestructura, se considera eje fundamental para el logro de objetivos económicos y sociales haciéndolo parte importante del PIB. Con el supuesto de un capital de inversión para cada activo y empleando las metodologías vistas se calcula el VAR y CVAR para dicho portafolio.

Port-Óptimo se determina del mismo portafolio utilizando los coeficientes x_i obtenidos con el proceso de Markowitz, se encontrará una participación de activos dada por $\sum_{i=1}^n W_i x_i ; \sum_{i=1}^n x_i = 1$ esta es una combinación lineal del capital W en cada activo, al determinar el CVAR para este portafolio dará por resultado una medida coherente de menor riesgo, utilizable para inversores con aversión al riesgo, la cual está denotada con el CVAR en portafolios óptimos y otro cálculo que se hace es el del VAR para portafolios óptimos, resultados anotados en Port-Óptimo.

Los rendimientos por día de dichas acciones se muestran en el ANEXO 1, los datos son suficientes para determinar los pesos o porcentajes para obtener el portafolio óptimo utilizando el método de Markowitz y los cálculos del VAR y CVAR para Port2 y Port-Óptimo.

El método de Markowitz podemos describirlo por:

$$\text{Max } \mathbb{R} = \sum_{i=1}^n r_i x_i \quad \text{[0.1]}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j \leq \bar{V}$$

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

$$x_i \geq 0; \forall i = 1, \dots, n$$

n = el número de activos financieros considerados.

x_i = la fracción invertida en el activo financiero i -ésimo.

r_i = la rentabilidad esperada del activo financiero i -ésimo.

σ_i = la varianza de la rentabilidad del activo financiero i -ésimo

σ_{ij} = la covarianza entre la rentabilidad esperada del activo i -ésimo y el j -ésimo.

V = la varianza de la cartera.

Como primer resultado se tiene que la hipótesis $H12_1$ “el VAR clásico no es una medida coherente”, quedó probada en el punto 3.3 inciso c, donde se determinó que no es una medida coherente por no cumplir la propiedad subaditiva y se menciona una medida que es coherente, el VAR condicional o CVAR con lo cual se prueba la hipótesis $H13_1$: El VAR coherente cumple las condiciones de homogeneidad positiva, subaditividad, monotonidad e invarianza transicional y las condiciones propias del VAR.

Estas dos hipótesis se probaron usando los métodos estadísticos y encontrando un contraejemplo para $H12_1$.

Buscar una conclusión para la hipótesis $H14$ “Las condiciones del VAR coherente permiten obtener resultados prácticos y de interpretación para un

portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo específico”, implica hacer los procedimientos necesarios con una base de datos del sector en estudio, en este caso el sector Construcción. En el análisis de resultados obtendremos respuesta a la hipótesis HI4.

Empleando las funciones de Excel determinamos el portafolio óptimo, minimizando la varianza.

11. Análisis de resultados.

Al aplicar la metodología de Markowitz en los rendimientos de las acciones (Anexo 1) del sector para el año 2009 obtenemos los factores de peso x_i para cada activo dados en la Tabla 11.1.

Tabla 11.1

Factores de peso	
0.47347126	1_ARA_*
0.132928671	1_HOGAR_B
0.103519168	1_HOMEX_*
0.149050098	1_SARE_B
0.119978635	1_URBI_*
0.021052167	1_GEO_B

Considerando una inversión en el portafolio de 1000 unidades monetarias por cada activo pueden determinarse los rendimientos al día, denotados por Port2, ahora, considerando el portafolio óptimo, utilizando los factores obtenidos, que son los porcentajes invertidos en cada activo, por las 1000 unidades monetarias, a este se le denota por Port-Óptimo, este es una combinación lineal de las inversiones en cada activo, éstos resultados se muestran en el ANEXO 2.

Empleando la serie de datos se puede determinar el VAR de cada activo (columnas de la Tabla 11.2), el VAR del portafolio Port2 y de Port-Óptimo (mostrados en la Tabla 11.3) se calculan para el 95% y 99% de probabilidad. El CVAR también se calcula con la expresión $CVAR = M_p \sqrt{\Delta t} z_\alpha \sigma$, como las cotizaciones son diarias sólo se utiliza $CVAR = M_p z_\alpha \sigma$, dado que las distribuciones para cada activo son aproximadamente normales es suficiente para su cálculo utilizar la distribución normal estándar y también calculándose para el 95% y el 99%. Los resultados con seis activos se muestran en la Tabla 11.2.

Tabla 11.2

	1_ARA_*	1_HOGAR_B	1_HOMEX_*	1_SARE_B	1_URBI_*	1_GEO_B	TOTALES
VAR 95%	-48	-50	-57.7895497	-48.7804878	-55.9322034	-47.8182905	-308.320531
VAR 99%	-65.9340659	-174.311927	-88.2599581	-79.4979079	-96.25323	-84.0872805	-588.344369
CVAR 95%	-48.6510416	-92.6895842	-62.9111979	-64.4865537	-61.663602	-59.4897786	-389.891758
CVAR 99%	-67.7737939	-130.687282	-88.1288326	-90.100986	-86.2284508	-82.5690894	-545.488434

Con la formación de Port2 y Port-Óptimo (Anexo 2) simplemente se aplica la misma metodología para encontrar el VAR y CVAR, resultados que se muestran en la Tabla 11.3.

Tabla 11.3

Port2		PortOptimo	
VAR 95%	-242.412753	VAR 95%	-41.8068544
VAR 99%	-365.242599	VAR 99%	-52.192263
CVAR 95%	-266.237382	CVAR 95%	-42.5139078
CVAR 99%	-370.60169	CVAR 99%	-59.1813697

Observemos que el VAR en Port2 es menor a la suma o totales mostrados en la Tabla 11.2, empleando 95 o 99% de probabilidad, esto no muestra que el VAR cumple la propiedad subaditiva para una medida coherente, dado que se encontró un contraejemplo en la prueba y con ello probar que el VAR no es coherente, además es posible encontrar otra combinación con los activos y obtener lo contrario. También se observa que con un portafolio óptimo el VAR se comporta como una medida coherente.

Otra observación es que el CVAR para el 95 o el 99%, en Port2, siempre es inferior al obtenido por la suma de los CVAR de cada activo mostrado en la Tabla 11.3, cumpliendo la propiedad de subaditividad, del cual se sabe que es una medida coherente mostrado en el punto 3.5 de este trabajo.

Una observación más es que una combinación lineal de medidas coherentes es coherente (con la condición $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ además es convexa), ahora al multiplicar los factores de Markowitz con de las series obtenidas en el CVAR de cada activo obtenemos una combinación lineal, que podemos llamarle CVAR óptimo, con dicha combinación y aplicando la misma metodología se tienen los resultados mostrados en la Tabla 11.4.

Tabla 11.4

-60.1309189	CVARoptimo 95%
-84.0974447	CVARoptimo 99%

Observando que es menor a la suma de los valores correspondientes cumple la subaditividad, cualitativamente, así obtenemos otra medida coherente puesto que es sólo una combinación lineal de medidas coherentes.

Los resultados obtenidos por el Port Óptimo son de observar, para Port2 tanto el VAR como el CVAR a cualquier nivel de probabilidad están por debajo de la suma del VAR y el CVAR de los activos, comparando los resultados de la Tabla 11.2 y Tabla 11.3, al 95% el VAR o pérdida al día es de 242.41 y la suma del VAR en cada activo es de 308.32 (que sería el VAR total del portafolio), para el CVAR al 95% se tienen 266.24 y 389.89 respectivamente (se cumple que el CVAR siempre es mayor al VAR), para Port Óptimo se tiene la misma conclusión, sin embargo, para Port-Óptimo la pérdida posible por día está muy por abajo del VAR y del CVAR, lo cual puede implicar que el VAR es coherente en un portafolio óptimo, sin embargo, puede suceder que sea debido a utilizar los activos del mismo sector, para probar dicha proposición en forma cualitativa haremos los mismos cálculos para otro portafolio del mismo sector y concluiremos con otro diversificado.

Otros resultados con las series del mismo sector son:

Para cinco activos se muestran los resultados en las Tablas 11.5 y 11.5a.

Tabla 11.5

	1_GEO_B	1_HOGAR_B	1_HOMEX_*	1_SARE_B	1_URBI_*	Totales
VAR 95%	-0.04781829	-0.05	-0.05778955	-0.04878049	-0.0559322	-260.320531
VAR 99%	-0.08408728	-0.17431193	-0.08825996	-0.07949791	-0.09625323	-522.410303
CVAR 95%	-59.4897786	-92.6895842	-62.9111979	-64.4865537	-61.663602	-341.240716
CVAR 99%	-82.5690894	-130.687282	-88.1288326	-90.100986	-86.2284508	-477.714641

Tabla 11.5a

Port2		PortOptimo	
VAR 95%	-215.93063	VAR 95%	-40.782214
VAR 99%	-342.380638	VAR 99%	-71.0692554
CVAR 95%	-233.05331	CVAR 95%	-46.4945935
CVAR 99%	-324.703128	CVAR 99%	-64.7514937

Las observaciones son las mismas que con seis activos.

Para cuatro activos los resultados están en las Tablas 11.6 y 11.6a.

Tabla 11.6

	1_ARA_*	1_SARE_B	1_GEO_B	1_URBI_*	Totales
VAR 95%	-0.048	-0.04878049	-0.04781829	-0.0559322	-200.530982
VAR 99%	-0.06593407	-0.07949791	-0.08408728	-0.09625323	-325.772484
CVAR 95%	-48.6510416	-64.4865537	-59.4897786	-61.663602	-234.290976
CVAR 99%	-67.7737939	-90.100986	-82.5690894	-86.2284508	-326.67232

Tabla 11.6a

Port2		PortOptimo	
VAR 95%	-174.110808	VAR 95%	-44.9919874
VAR 99%	-302.353775	VAR 99%	-62.6071746
CVAR 95%	-187.610546	CVAR 95%	-44.9963051
CVAR 99%	-260.651297	CVAR 99%	-62.5498542

Las observaciones son las mismas que con seis activos.

Para tres activos se muestran en las Tablas 11.7 y 11.7a.

Tabla 11.7

	1_URBI_*	1_SARE_B	1_GEO_B	Totales
VAR 95%	-0.048	-0.04878049	-0.04781829	-144.598778
VAR 99%	-0.06593407	-0.07949791	-0.08408728	-229.519254
CVAR 95%	-61.663602	-64.4865537	-59.4897786	-185.639934
CVAR 99%	-86.2284508	-90.100986	-82.5690894	-258.898526

Tabla 11.7a

Port2		PortOptimo	
VAR 95%	-126.020569	VAR 95%	-45.1805408
VAR 99%	-194.709469	VAR 99%	-60.0508748
CVAR 95%	-151.957736	CVAR 95%	-50.6772475
CVAR 99%	-211.26115	CVAR 99%	-70.4502807

Las observaciones son las mismas que con seis activos.

Para un portafolio diversificado con ocho activos se muestran los resultados en las Tablas 11.8 y 11.8a

Tabla 11.8

	1_GEO_B	TELEVISACH	TVAZTCACP	TELMEX_L	MASECA_B	GMODELO	FEMSA_UBI	CEMEX_CPC	Totales
VAR 95%	-0.04781829	-0.03744737	-0.02996255	-0.03210117	-0.01282051	-0.03363614	-0.03458409	-0.07005348	-298.423595
VAR 99%	-0.08408728	-0.04544498	-0.04545455	-0.05437179	-0.05422446	-0.05609708	-0.0682462	-0.12053571	-528.462049
CVAR 95%	-59.2834146	-35.5754229	-33.3316752	-27.9607006	-24.7518877	-38.2055145	-39.8890424	-72.5384794	-331.536137
CVAR 99%	-82.34358	-49.8484952	-46.670795	-39.9270708	-34.7634891	-53.1661195	-55.7306187	-102.001471	-464.451639

Tabla 11.8a

Port2		PortOptimo	
VAR 95%	-210.8469188	VAR 95%	-15.4660904
VAR 99%	-424.3478667	VAR 99%	-27.3880903
CVAR 95%	-226.8136748	CVAR 95%	-17.657504
CVAR 99%	-316.3406617	CVAR 99%	-24.7877854

Todos estos solo prueban las conclusiones anteriores.

Los resultados para CVAR óptimo se muestran en la Tabla 11.9.

Tabla 11.9

Para cinco activos:	-67.5221841	CVARoptimo 95%
	-94.4912164	CVARoptimo 99%
Para cuatro activos:	-54.7375922	CVARoptimo 95%
	-76.3271424	CVARoptimo 99%
Para tres activos:	-61.72003066	CVARoptimo 95%
	-86.06829966	CVARoptimo 99%
Para un portafolio diversificado:	-25.5350118	CVARoptimo 95%
	-35.929095	CVARoptimo 99%

Con éstos últimos resultados se prueba, cualitativamente, que la combinación lineal de medidas coherentes es coherente, al observar que cumple la subaditividad comparando, por ejemplo, los resultados de la Tabla 11.8 y la Tabla 11.9 todos los resultados son inferiores a la suma o totales.

El empleo general del VAR como medida de riesgo es con el fin de hacer del conocimiento del inversor su margen de pérdida en un tiempo dado, en nuestro caso al invertir \$1000 en cada uno de los seis activos, con un 95% de probabilidad, por ejemplo, el inversor puede perder como máximo en un día la

cantidad de \$242.41, esto para un portafolio con 6 activos del sector construcción (Tabla 3), con el CVAR se tiene lo mismo sólo que ahora la máxima cantidad que perderá en un día será de \$266.24, siendo más conservador esta medida de riesgo. Si el inversor lo hace de acuerdo a los factores que obtuvimos para el portafolio óptimo tenemos que para el CVAR al 95% se tiene una pérdida máxima al día de \$42.51, comparativamente con los otros dos resultados es mucho más atractivo para el inversor con poca aversión al riesgo. También comparando con la segunda medida coherente (combinación lineal) que proponemos, al mismo porcentaje se tiene la pérdida máxima diaria de \$60.13 nuevamente es una propuesta muy interesante para un inversor con poca aversión al riesgo.

Pero, ¿serán números solamente que proponen una respuesta teórica? ¿Tiene aplicación en la “vida real”? Las series y resultados son del 2009, estamos en 2010 y encontrando los rendimientos se puede comparar los resultados, las fechas que se obtuvieron son del 4 al 27 de enero 2010. Haremos la suposición que un inversor fue convencido en 2009 y decide invertir en uno de los portafolios antes mencionados, se le propone hacer la inversión de acuerdo al portafolio óptimo y se le rendirá cuentas cada día en el siguiente año (en este momento es enero 2009). Obteniendo los datos necesarios se calculan las pérdidas reales por día en este periodo de tiempo, dichos rendimientos de cada día para cada portafolio con el número de activos que se utilizaron con anterioridad se muestran a continuación.

Para seis activos:

Tabla 11.10

Fechas	Port2	PortOptimo
05/01/2010	-79.6258321	-10.1347529
06/01/2010	11.0826341	1.63797449
07/01/2010	83.6563511	6.7276684
08/01/2010	-29.3809209	-2.53107077
11/01/2010	-53.5619988	-7.03355759
12/01/2010	14.3307164	1.12292668
13/01/2010	13.0925372	2.61539831
14/01/2010	-18.2143078	-3.08958366
15/01/2010	3.28670062	0.27958177
18/01/2010	-1.68731823	0.18619112
19/01/2010	-1.56040167	-2.86798768
20/01/2010	-93.4330257	-20.8279276
21/01/2010	-157.50048	-30.5458162
22/01/2010	-121.755973	-15.7829274
25/01/2010	-38.1316666	-7.81794752
26/01/2010	30.7222419	4.4186063
27/01/2010	-57.6326299	-9.73866869
Totales	-496.313373	-93.3818929

Para cinco activos:

Tabla 11.11

Fechas	Port2	PortOptimo
05/01/2010	-76.37204	-15.0850598
06/01/2010	7.818216	1.94339949
07/01/2010	90.16394	17.0632867
08/01/2010	-28.28922	-4.9910529
11/01/2010	-51.37621	-10.7364279
12/01/2010	15.42601	3.59258717
13/01/2010	11.99605	3.39988695
14/01/2010	-20.40489	-6.89908714
15/01/2010	4.379597	3.03219522
18/01/2010	-0.593226	0.36275836
19/01/2010	0.630179	0.44867302
20/01/2010	-67.08835	-13.3854248
21/01/2010	-124.806	-24.3925987
22/01/2010	-113.5975	-23.5360858
25/01/2010	-29.90605	-5.31341356
26/01/2010	23.61324	3.89867534
27/01/2010	-49.39734	-8.49831807
Totales	-407.8036	-79.0960065

Para cuatro activos:

Tabla 11.12

Fechas	Port2	PortOptimo
05/01/2010	-54.8555412	-9.96848791
06/01/2010	19.6962518	3.47115291
07/01/2010	74.1404222	8.9611826
08/01/2010	-27.3707726	-3.93069025
11/01/2010	-61.6359384	-10.3611774
12/01/2010	-14.5977095	-2.72075624
13/01/2010	-7.90987646	-0.3287824
14/01/2010	12.6899867	2.17929373
15/01/2010	-18.9017237	-3.81243749
18/01/2010	1.10106917	0.30292838
19/01/2010	-4.67827893	-3.46373142
20/01/2010	-47.1061541	-18.8855679
21/01/2010	-99.3098813	-30.0128686
22/01/2010	-71.3760953	-13.6736565
25/01/2010	-27.476519	-8.3946804
26/01/2010	28.8070781	5.98990026
27/01/2010	-52.7277548	-12.2522875
Totales	-351.511437	-96.9006661

Para tres activos:

Tabla 11.13

Fechas	Port2	PortOptimo
05/01/2010	-51.6017451	-16.7250663
06/01/2010	16.4318339	6.56954193
07/01/2010	80.6480144	26.6147576
08/01/2010	-26.2790695	-9.34189985
11/01/2010	-59.450146	-20.2789259
12/01/2010	-13.5024193	-4.22931594
13/01/2010	-9.00636769	-3.01664169
14/01/2010	10.4994062	3.52260707
15/01/2010	-17.8088276	-5.04142026
18/01/2010	2.19516108	0.86863811
19/01/2010	-2.48769843	0.61967402
20/01/2010	-20.7614779	-5.44902481
21/01/2010	-66.6154055	-20.2364536
22/01/2010	-63.2175871	-22.2706865
25/01/2010	-19.2509021	-5.41325788
26/01/2010	21.6980733	7.06115343
27/01/2010	-44.4924606	-13.5420819
Totales	-263.001618	-80.2884023

Para un portafolio diversificado:

Tabla 11.14

Fechas	Port2	PortOptimo
05/01/2010	-99.5770576	-5.43546727
06/01/2010	-15.5721959	-2.73155541
07/01/2010	100.703722	7.86800075
08/01/2010	-96.9688094	-7.40883894
11/01/2010	-157.334245	2.70227449
12/01/2010	1.82317157	8.75402449
13/01/2010	-5.1030752	4.0620738
14/01/2010	14.3177948	5.38974058
15/01/2010	-67.6828176	-6.95260022
18/01/2010	-0.0006594	1.06731322
19/01/2010	26.7036308	-1.03219042
20/01/2010	-2.74660696	4.49497334
21/01/2010	-60.5357616	1.84862956
22/01/2010	-99.6723867	-3.96789098
25/01/2010	-78.2831016	-3.92970184
26/01/2010	62.0257431	-3.04307389
27/01/2010	-69.6777025	10.2485497
Totales	-547.580357	11.934261

En cada una de las tablas obtenidas se propuso el CVAR al 99%, observando las pérdidas al día con Port2 se cae en promedio siete veces en la pérdida predicha o por encima de ella, por ejemplo, para seis activos, en la Tabla 11.3 el CVAR al 99% es de 59.18 comparando la pérdida al día en la Tabla 11.10 sólo se tienen seis fechas donde se tiene una pérdida igual o mayor a ésta, con el Port Óptimo no se cae en ninguno de los días con la pérdida predicha esto implica que al invertir de la forma como se plantea en Port Óptimo se tiene un portafolio para aquellos inversores con poca aversión al riesgo, también los totales al final de cada tabla muestran una pérdida inferior al no invertir como en el óptimo, la última tabla muestra una ganancia hasta ese momento y todas la anteriores muestran pérdidas, tal respuesta es posible suponerla debido a que se tiene un portafolio diversificado y los anteriores se refieren a un portafolio del mismo sector y hasta éstas fechas el mercado estaba a la baja.

Concluimos que un portafolio óptimo conduce a medidas de riesgo coherentes incluyendo al VAR y al invertir con los factores de dicho portafolio obtenemos un portafolio de pérdidas mínimas siendo un atractivo para los inversores que tienen poca aversión al riesgo, dando respuesta con esto a la hipótesis HI4 “Las condiciones del VAR coherente permiten obtener resultados prácticos y de

interpretación para un portafolio de mercado de capitales en un sector y ramo específico”. Una aportación más de una medida coherente y sobre todo de la propiedad de subaditividad puede mostrarse con el siguiente comentario, supongamos que se compran dos empresas o se fusionan, cada una tendrá su propio riesgo en el mercado y una premisa para hacerlo es que al comprarlas se disminuye el riesgo en comparación al individual, una medida coherente da fe de esta actividad y una medida que no sea coherente no aplicaría esta premisa.

Conclusiones.

- En este trabajo se probaron varias técnicas para la determinación del VAR, puesto que la volatilidad de una acción no es del todo sencilla o la técnica no es la que mejor modela dicha medida, en nuestro caso los históricos de las acciones se comportaron de forma normal simplificando con ello el trabajo.
- El VAR como medida de riesgo no es una medida coherente, siendo una medida coherente de acuerdo a las condiciones propuestas por Artzner et. al.
- Una medida coherente permite mayores conocimientos del comportamiento de un activo y por ende de una empresa o compañía, puesto que los rendimientos en el mercado de capitales de cada acción refleja la participación activa de la empresa en la economía.
- Una medida coherente de riesgo es el llamado VAR condicional o CVAR, también llamado cola del VAR, este cumple con todas las condiciones de una medida coherente, que se probaron en el punto 3.5 de este trabajo.
- La propuesta de un VAR coherente óptimo se determinó por la combinación lineal de los CVAR de cada activo y utilizando los factores de peso obtenidos por el método de Markowitz, obteniendo cualitativamente que cumple la propiedad de subaditividad y al ser una combinación lineal del CVAR, que es coherente, esta es coherente, aún más, como la suma de los factores de peso es uno la medida de riesgo es convexa, esto permite determinar un mínimo para la misma.
- En todas las tablas se prueba que el CVAR determina una pérdida mayor al VAR (o menor con signo negativo) a un periodo de tiempo y probabilidad iguales.

- Comparando las tablas 3, 5a, 6a y 7a las medidas del VAR y CVAR disminuyen conforme se tienen menos activos, en este caso el riesgo disminuye.

- En la tabla 4 se tienen el CVAR_{óptimo} para 6 activos si lo comparamos con la tabla 10 para 5, 4 y 3 activos, tanto al 95 como al 99% se observan pequeños cambios en los resultados incluso al determinar la variación respecto al promedio o calculando la desviación estándar para éstos resultados se obtiene al 95% 5.2607 y al 99% es de 7.4613, siendo desviaciones muy pequeñas, se puede suponer que esta medida es poco volátil, con lo cual o posiblemente sea una medida más “fija” de riesgo, no importando el número de activos, aunque esta se referiría al mismo sector, siendo un tema a investigar.

- El tema del CAPM se trató en el punto 3.3 siendo una medida muy empleada en el ámbito financiero, se probó con los factores de peso de Markowitz para dos activos la conexión entre éstas dos teorías, será un tema más de investigación determinar la conexión del mismo con las medidas coherentes.

- Los resultados de las tablas de la 11 a14 muestran las pérdidas que se tienen en esos primeros días del 2010 con el portafolio del sector construcción y es de hacer notar las cifras entre una inversión sin ayuda de un portafolio óptimo y la otra, las variaciones de las pérdidas, en estos casos, va desde 3 hasta ¡5 veces! Siendo la de seis activos la que tiene mayor variación, lo que implicaría que es de mayor riesgo.

- También en las tablas anteriores se observa una variación no grande entre los totales de pérdidas del Port-Óptimo, lo que puede implicar que invertir con un portafolio óptimo las variaciones de pérdidas o ganancias no son muy grandes. Nuevamente es aplicable a un inversor con poca aversión al riesgo.

- En la Tabla 15 donde se emplea un portafolio diversificado, esto es no es de un solo sector, la diferencia es enorme, aproximadamente 50 veces, incluso se tienen ganancias en éste al invertir con el portafolio óptimo, para este determinamos un CAVAR al 95% de 17.65, esto es con un 95% de probabilidad

se pueden perder en un día 17.65 y en este portafolio no se cayó en ningún día en esta pérdida, nuestro CVAR óptimo al 95% fue de 25.53 del cual tampoco ocurrió en ninguno de los días.

Bibliografía.

- “Administración Coherente de Riesgos con Futuros del MexDer” Francisco Venegas Martínez. 2005, Segundo lugar en la categoría de Investigación del Premio Nacional de Derivados MexDer.
- “Más allá del valor en riesgo (VaR): el VaR condicional”, José Manuel Feria Domínguez, María Dolores Oliver Alfonso (Universidad Pablo de Olavide y Universidad de Sevilla) 17 de Noviembre de 2006, Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol. 16, num. 2 (2007), pp. 61-70 ISSN 1019-6338
- “Coherent Measurement of Factor Risks”, Alexander S. Cherny (Moscow State University), Dilip B. Madan (Moscow State University), Robert H. Smith (Schil of Business Van Munching Hall University of Maryland), 2006
- “CoVaR”, Tobias Adrian and Markus K. Brunnermeier, Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, no. 348, September 2008, JEL classification: G10, G18, G20.
- “EL valor en riesgo condicional CVaR como medida de Coherente de Riesgo”, Luis Ceferino Franco Arbaláez, Luis Eduardo Franco Ceballos, revista de Ingenierías Universidad de Medellín, enero-junio, año 2005/vol. 4, número 006, pp. 43-54.
- “Las Matemáticas de la Economía Financiera”, Alejandro Balbás de la Corte, Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat. (España), vol. 102, no. 1, pp. 285-293, 2008.
- “Mathematics in Financial Risk Management”, Ernst Eberlein, Rüdiger Frey, Michael Kalkbrener, Ludger Overbeck, March 31, 2007, Mathematisches Institut, Universität Giessen, AMS subject classification: 62P05, 60G51.
- “Medidas de Riesgo Financiero”, Rafael Romero-Meza, revista económica y administración, Universidad de Chile, pp. 57-63, no. 145, 2005.
- “Portfolio Optimization with Spectral Measures of Risk”, C. Acerbi and P. Simonetti, March 27, 2002, Abaxbank, Corso Monforte 34, 20122 Milano (Italy)
- “Selección del Portafolio Óptimo: una nota”, Ignacio Vélez-Pareja, Facultad de Ingeniería Industrial Politécnico Gran Colombiano, Bogotá, Colombia, working paper No. 14, septiembre 2001.

- Tesis Doctoral “Análisis de las Teorías de Inversión en Bolsa”, Alfonso Herrero De Egaña Espinosa de los Monteros, Madrid, 1 de julio 1999, Universidad Complutense de Madrid, Director de Tesis: Rafael Martínez Cortiña.
- “Value at Risk Metodología de Administración del Riesgo Financiero”, Amílcar Menichini, rev Invenio, noviembre 2004, vol. 7, num. 013, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, Rosario, Argentina, pp. 127-138.
- “Coherent Measures of Risk”, Philippe Artzner et. al., july 22, 1998, Mathematical Finance, 9, 203-208.
- “El Modelo de Markowitz en la Gestión de Carteras”, Alaitz Mendizábal Zubelda, Luis Ma. Miera Zabalza, Marian Zubia Zubiaurre, Universidad del País Vasco, cuadernos de gestión, Vol. 2, No. 1 (Año 2002).
- “Importancia del valor en riesgo (VaR) como instrumento de Administración Integral de Riesgos para las Instituciones Seguros y Fianzas”, Francisco Javier Olivares Ramírez, Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, 2002.

Libros

- “Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk”, Philippe Jorión, 2007, McGraw-Hill.
- “Riesgos financieros y económicos Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre”, Francisco Venegas Martínez, CENGAGE Learning, segunda edición 2008.
- “Principios de Finanzas Corporativas”, Richard A. Brealey, Stewart C. Myers, ed McGraw-Hill, 5ª edición 1998.
- “Fundamentos de Finanzas Corporativas”, Stephen A. Ross, Randolph W. Westerfield, Bradford D. Jordan, ed. McGraw-Hill, Séptima edición 2006.

Páginas

- “Teorías Coherentes de Riesgo: una introducción al tema”, Henryk Gzyl, julio 2005, <http://www.redeconomia.org.ve/documentos/informa5/riesgo07.pdf>

Anexos.

ANEXO 1

Rendimientos por fecha del sector de la construcción.

1_ARA_*	1_HOGAR_B	1_HOMEX_*	1_SARE_B	1_URBI_*	1_GEO_B
0.02425373	0	0.0192123	-0.00338983	0.04629143	0.04398448
-0.0273224	0	0.05655042	-0.00680272	0.03167421	0.03035936
0.01123596	0	0.01302409	0.00342466	0.0462963	0.00541191
-0.03518519	0	-0.02765058	-0.0443686	0.00186306	-0.06100478
-0.01919386	0	-0.02898026	-0.01785714	0.0004649	0.04012739
0.00587084	0	-0.02816639	0.02545455	-0.03113383	0.0324556
-0.02723735	0	-0.06103647	-0.02836879	-0.05515588	0.01601423
-0.044	0	-0.03025348	-0.01094891	-0.02690355	0.0221833
-0.05439331	0	-0.02951096	-0.03690037	-0.05581638	-0.02912621
-0.00221239	0	-0.03171156	-0.02298851	-0.04640884	-0.00352941
0.03547672	0	0.05473306	0.01960784	0.04229432	0.01357733
-0.01070664	0	0.01446193	0.00384615	-0.03501946	-0.02562609
-0.02380952	0	-0.08825996	-0.10727969	-0.07085253	-0.04781829
0.00665188	0	0.02437342	0.02145923	0.016739	-0.02008788
-0.0814978	0	-0.0026936	-0.04621849	-0.0347561	-0.04099936
-0.05515588	0	-0.0335359	-0.030837	-0.03032217	-0.04475618
-0.03553299	0	0.0482068	-0.00909091	-0.01954397	0.05454545
0.00526316	0	-0.00222173	-0.00458716	0.01594684	0.00994695
0.0026178	0	0.08194166	0.01382488	0.01242642	0.04267892
-0.06005222	0	-0.07450093	-0.00909091	-0.09625323	-0.01070529
0.00277778	0	0.01623304	-0.00917431	0.05432452	0.00891152
0.00831025	0	0.07746171	-0.00925926	-0.03661017	0.02712934
-0.02472527	0	-0.03838343	0.07476636	-0.02392681	-0.07186732
0.04225352	0	0.01626188	-0.04347826	0	-0.00463269
0.06756757	0	0.060266	0	0.06849315	0.05452128
0.03797468	0	0.01313211	-0.00909091	0.02159244	0.00882724
-0.01463415	0	-0.06829174	-0.06422018	-0.06472919	-0.039375
0.00742574	-0.04878049	0.02865449	0.00980392	-0.04449153	0.0286272
-0.02211302	0	-0.00444086	-0.00485437	-0.01182557	0.00695762
-0.02763819	-0.04487179	-0.02777778	-0.00487805	0.04562453	0.0540201
-0.00258398	0	0.00208551	0.00490196	-0.00786838	-0.00834327
-0.05699482	0	-0.04058273	-0.02439024	-0.03100216	-0.03064904
0.03296703	0	-0.04577007	0	0.06622024	0.00433974
0.02659574	0	-0.0559218	-0.02	0.00697837	-0.00061728
-0.0388601	-0.02684564	-0.05778955	-0.05612245	-0.05266805	-0.02964793
-0.01078167	0	-0.04625607	-0.02702703	-0.01975128	-0.04710376
0.02179837	0	-0.06323687	0.01111111	0.02313433	-0.01469606
-0.02666667	0	0.00686499	0.00549451	-0.01750547	-0.05830508
0.04931507	0	-0.03948864	0.00546448	0.00519673	0.02591793
-0.02088773	0	-0.05885833	-0.02717391	-0.05317578	-0.02666667
0	0	0	0	0	0
-0.048	0	-0.06096794	-0.05586592	-0.10764431	-0.09084355
-0.00560224	0	0.03447122	-0.04142012	0.02272727	-0.0111023
0.02816901	0	0.03752831	-0.05555556	0.03418803	0.10264635

-0.0109589	0	-0.11880262	-0.15686275	-0.06942149	-0.07054545
0.0166205	0	-0.05590941	0	-0.0079929	0.0086072
-0.04632153	0	-0.02323838	-0.02325581	-0.02327663	-0.05197828
-0.01428571	0	0.12279355	0.05555556	0.10907424	0.09819967
0.0057971	0	0.01298701	-0.07518797	-0.03553719	0.00596125
0.02305476	0	0.06039136	0.04065041	0.10968295	0.02
0.0056338	0	-0.01113586	0.1015625	0.00694981	0.05954975
-0.02240896	0	0.01833977	-0.02836879	0.03144172	-0.04660727
0.00859599	0	0.05308057	0.04379562	0.02973978	0.03091301
0.02272727	0	-0.03960396	0	-0.0267148	-0.0209205
0.01388889	0	-0.04154952	-0.00699301	-0.00445104	0.00213675
0.03287671	0	0.11897001	0.11267606	0.12146051	0.09168443
0	0	-0.00058258	0.13291139	-0.04252492	0.04622396
-0.01856764	-0.15862069	0.02506558	0.05027933	-0.0499653	-0.00933416
-0.03513514	0	0.00995166	-0.01595745	-0.00657414	0.00879397
0.02240896	0	-0.03181306	0	0.03088235	0.01120797
-0.00821918	0	-0.08112823	-0.07567568	-0.09629101	-0.08928571
0.03314917	0.14754098	-0.00348101	0.04093567	-0.01815312	-0.02434077
0.03208556	0	0.06637028	0.05617978	0.00562701	0.000693
0.0388601	0	0.11614056	0.03191489	0.03117506	0.07202216
0.01496259	-0.28642857	0.08457844	0.07731959	0.0372093	0.04005168
-0.01719902	0.05105105	-0.00442804	0.03349282	0.0044843	-0.01118012
-0.0125	0	0.02792192	0.00462963	0.01636905	0.00502513
0.00253165	0	0.02740385	0.06912442	0.022694	0.02
0.12121212	0	0.14248947	0.03017241	0.04581246	0.10355392
0.02477477	0.2	0.01413066	-0.0251046	0.00205339	-0.01110494
-0.01538462	0.30952381	0.02867528	-0.03433476	0.0307377	0.02751263
0.00892857	0.26666667	0.01079702	0.02222222	0.05632869	0.04480874
0.00663717	0.0430622	-0.03592931	0.03043478	0.04956085	-0.00156904
-0.06593407	-0.17431193	-0.03263497	-0.00421941	-0.05319785	-0.04138292
0.01176471	0.15555556	-0.00999584	0.04237288	0.01767677	-0.00054645
-0.0255814	-0.13461538	-0.0260833	0	-0.04156328	-0.01366867
0.01670644	-0.27777778	-0.01166307	-0.04878049	-0.03430421	-0.0094235
0.01408451	0.04615385	0.06206294	0.02136752	0.05764075	0.05148293
-0.04861111	0.02941176	-0.06893004	-0.07949791	-0.09505703	-0.08408728
0.00973236	0	-0.03447514	0.02727273	0.00490196	0.0232423
0.02891566	-0.03571429	0.02632181	0.05309735	0.05993031	0.04940375
-0.00702576	-0.02222222	-0.03724353	0.00420168	-0.01643655	-0.0211039
0.06367925	0.0530303	0.08848738	0.0251046	0.03877005	0.08015478
0.0864745	-0.03597122	0.02596297	0.00816327	0.04182754	0.07932446
0.10204082	0.17164179	0.01057872	0.10526316	0.09820877	0.10621147
-0.02037037	-0.02547771	-0.02914614	-0.04029304	0.03655793	-0.00985855
0.01512287	-0.09803922	0.01585624	0.04198473	0.12371134	-0.04199134
-0.02420857	0.04347826	-0.0024974	0.03663004	-0.05794302	-0.03569815

-0.02671756	-0.03472222	-0.0177342	-0.01766784	-0.05894413	-0.02999063
-0.01568627	-0.02158273	-0.02633815	-0.05395683	-0.01633987	-0.04927536
0.03187251	-0.02205882	0.02683246	0.00760456	0.00609081	0.05436992
0.00772201	0.0075188	0.04312726	0	0.00605394	-0.00048193
0.04597701	-0.01492537	0.02158859	0.02264151	0.02352298	0.03567985
0.00915751	0.00757576	0.00817384	0.05535055	0.02565473	0.02281192
0.00725953	0.0075188	0.03045284	0.03496503	-0.04481501	-0.01911698
-0.05585586	0	-0.03204759	-0.02364865	-0.066012	-0.05011601
0.04770992	-0.01492537	0.0204203	0.02422145	0.02219626	0.02638007
0.00728597	0	0.00446862	0.09797297	0	0.02379819
0.039783	0.08333333	0.10696325	0.09230769	0.036	0.07345421
0.04695652	0.04195804	0.03879084	0.12394366	0.01268616	0.03204851
0.01162791	-0.04026846	0.00067283	0.04010025	-0.01089325	-0.02475871
0	-0.00699301	-0.01529669	-0.01445783	0.00605727	-0.01333907
0.00821018	-0.01408451	0.05633322	0.0806846	0.04816639	0.01831662
-0.01954397	0.00714286	0.01793794	0.00226244	-0.00208877	0.0385439
-0.0166113	0.0212766	-0.01984442	-0.03837472	-0.03767661	-0.02721649
0.01182432	-0.02777778	0.01182378	-0.00469484	0.00326264	0.00381518
0.00500835	0	0.01680807	-0.00707547	0.01355014	0.00675676
-0.02325581	0.01428571	-0.01275189	-0.01662708	0.00695187	-0.00293624
0.00340136	0.02112676	0.04927444	0	0.01380775	0.04038704
-0.00677966	-0.00689655	0.00045593	-0.00966184	-0.01204819	0.01577032
0	0.00694444	-0.03387513	-0.0097561	0.04347826	0.03742038
0.00853242	0	-0.0086478	0.03940887	0.02896341	-0.00306984
-0.05245347	-0.02758621	-0.02759715	-0.03080569	-0.0454321	-0.04541955
-0.01785714	-0.0070922	-0.04697439	-0.06356968	0.00982928	-0.02782258
0.02363636	0.02857143	-0.01506076	-0.0156658	-0.00358607	-0.00290336
0.0053286	-0.00694444	0.04100782	0.00795756	0.02005141	-0.00499168
0.00883392	0.01398601	0.02754131	0.02368421	-0.02620968	0.01714047
-0.01926445	-0.03448276	-0.07098765	-0.05398458	-0.02587992	-0.0378134
-0.00357143	-0.05	0.01940899	-0.01358696	0.01009564	0.03289193
0.02508961	-0.0075188	0.00343053	0.05509642	0.04892162	0.01819686
0.0034965	0.03787879	0.01709402	0	0.00651956	-0.00284322
0	0	0.00386555	0.03394256	-0.00348779	-0.00081466
-0.01219512	0.00729927	0.01891847	0.03030303	-0.017	0.03791276
0.00529101	-0.03623188	0.00607953	-0.02205882	0.01932859	0.00117832
0.00701754	-0.06015038	0.03788992	-0.0075188	-0.000499	-0.0035308
-0.03310105	-0.008	-0.00204563	-0.00757576	-0.0009985	0.00905512
-0.01261261	0.00806452	0.00835699	-0.01272265	0.001999	0
0.00364964	0	-0.01454261	-0.01804124	-0.01496259	-0.01248537
-0.02181818	0	-0.02634084	0.00262467	0.01367089	-0.02884235
-0.02416357	-0.048	-0.01841591	0.01832461	-0.01898102	-0.00610252
-0.00952381	0.02521008	0.01129005	-0.00514139	-0.00916497	0.00941465
0.00769231	-0.01639344	0.0077163	-0.04134367	0.04470709	-0.00567721

-0.00763359	0	0.01661779	0.04312668	-0.00245942	0.00203915
0.01538462	0.01666667	0.01073718	-0.01808786	-0.00295858	0.01628002
0.05681818	0.03278689	0.01300143	0.00526316	0.07171118	0.05927113
0.00358423	0	0.03552982	-0.0078534	0.01476696	0.03175803
0.0125	-0.05555556	0.02478839	-0.0237467	0.00045475	-0.01795529
0.02821869	0	0.08023599	0	0.02227273	0.03059701
-0.00343053	-0.00840336	0.01392682	-0.00810811	-0.01289462	-0.00072411
-0.00344234	-0.02542373	0.00686776	0.06811989	-0.01846847	-0.00181159
0.05354059	0.04347826	0.07783871	0.04081633	0.02569986	0.02540835
0.04262295	-0.00833333	-0.02643008	-0.00980392	-0.0147651	0.02336283
0.05031447	-0.02521008	0.0035687	-0.02475248	0.07175295	0.03009339
-0.01047904	0.01724138	-0.02425705	-0.00253807	-0.0559322	-0.02921424
-0.02118003	0	-0.00403488	-0.01272265	-0.00314183	-0.0332065
0.0324575	0	0.0197334	0.02835052	0.00405223	0.00572451
0.00898204	-0.01694915	-0.01114956	0.00250627	0.02556054	-0.00071149
0.03264095	0.02586207	0.02164334	0.0075	0.01880192	0.03310787
0.02011494	-0.03361345	0.0107827	0.00992556	0.00987124	0.01481737
0.02253521	0.0173913	-0.02296687	0.02702703	0.0441989	-0.01290323
0.00275482	0.01709402	-0.01117534	-0.01435407	0.001628	0.00206398
0.0206044	-0.02521008	0.01026241	0.05825243	0.03778952	0.0061792
0.03230148	0	-0.0163302	0.11697248	-0.04072044	-0.0034118
-0.03259452	0.12068966	-0.03607843	-0.04312115	-0.01959184	-0.04073947
0.00943396	0.03076923	0.01383238	0.03004292	0.01873439	0.00820842
0	-0.04477612	0.01217228	0	0.00040866	0.0180531
-0.0293725	-0.0078125	-0.00740056	-0.02291667	0.01470588	-0.0267733
-0.03026135	0.02362205	-0.04313673	-0.03198294	-0.02697262	-0.04215791
0.0212766	-0.03076923	0.00292194	0.01321586	0.0401324	-0.00335696
0.00833333	-0.05555556	-0.00346837	0.00652174	0.00954654	0.00748503
-0.00413223	0.05042017	0.02032577	0.02591793	0.07407407	0.03417533
0.02904564	0.344	0.04093328	0.06947368	-0.05575935	0.0316092
-0.00268817	0.04166667	-0.00484991	-0.01968504	0.03807304	0.00731198
-0.00134771	-0.03428571	0.01185458	0.02409639	0.04041916	0.06913239
0.00539811	0.00591716	0.02707628	0.09411765	-0.03848921	0.07209829
0.01208054	-0.05294118	0.0139417	0.02508961	-0.00748223	0.0066345
-0.01193634	-0.01242236	-0.014375	-0.0472028	-0.00942329	-0.03894548
0.03087248	-0.02515723	-0.00152188	-0.0293578	-0.02625571	-0.01714464
-0.00260417	-0.00645161	-0.02578433	0.00189036	-0.05783509	-0.03552173
-0.00261097	-0.04545455	0.03350717	-0.00754717	0.01036914	0.02203223
0.0052356	0.08163265	0.01980573	0.03992395	-0.00410509	0.01383526
-0.00390625	-0.05660377	0.03203859	0	0.03132729	0.03268804
0.01568627	0.02666667	0.02984538	0.01279707	0.02078337	0.01137062
0.02187902	0.00649351	0.00384078	0.03068592	0.04306969	0.05317533
-0.00503778	-0.03225806	0.01263768	-0.01751313	-0.0213964	0.00721293
0.01139241	0.05333333	0.02759331	0	0.00191791	0.03351475

0.00125156	0.01265823	-0.02183844	-0.01069519	0.02258806	-0.02522173
0.01375	0.01875	0.00159471	0	0.01385249	-0.01620699
0.04069051	0.00613497	-0.01387467	-0.0036036	0.00590842	0.00809249
0.02488152	-0.01219512	0.00438242	0.00180832	0.0407489	0.00716743
-0.01040462	-0.01851852	-0.00643013	-0.01083032	-0.01869489	-0.00341588
-0.01985981	-0.01886792	-0.00728071	-0.01094891	-0.0449317	-0.02399314
0	-0.02564103	0.00011641	-0.00369004	0.01467821	0.01434006
-0.03456496	0.00657895	-0.00128041	-0.02962963	-0.01706231	-0.00230814
-0.04074074	0.00653595	-0.01899767	-0.02671756	-0.01245283	-0.01879699
0.02187902	0.01948052	0.00950457	0.01372549	-0.00382117	0.03713528
0.03148615	0.01910828	0.01012122	0.03481625	0.03413886	0.01818698
-0.01709402	0	-0.006175	-0.00560748	0.00333828	0.0131175
0.00496894	0.00625	-0.00257913	-0.0112782	0.00665434	0.0077135
-0.02224969	-0.00621118	-0.01892337	-0.03612167	-0.0113845	-0.0297977
-0.02402023	0	-0.05247394	0.02761341	-0.04123328	-0.02338687
0.02849741	-0.025	0.04513845	0.00767754	0.04416893	0.0643393
0.02015113	0.00641026	0.04742318	0.00571429	-0.01001855	0.01843318
0.02345679	0.00636943	0.00565951	-0.00568182	0.00412294	0.02528613
0.00361882	-0.01898734	0.03698174	0.00761905	0.02426278	0.01116303
0.00961538	0.01290323	0.02680253	0.0094518	-0.01239067	-0.00385109
0.05714286	0.01910828	-0.00043145	0.02059925	0.0501845	0.05463918
0.03040541	-0.0125	0.01014352	-0.00183486	0.01791989	-0.00219941
0.03278689	0.01265823	0.02115159	0.05882353	0.01449776	0.01494
0.01164021	0	-0.0147505	-0.01909722	-0.02585914	-0.01061776
-0.0167364	-0.00625	-0.02665109	-0.0300885	-0.01711491	-0.01707317
0.03617021	0.00628931	0.00785426	-0.00547445	0.00426439	0.00049628
-0.01848049	-0.0125	0.00844247	-0.0146789	0.04246285	-0.0047123
-0.00941423	0	-0.00375657	-0.0018622	0.00339443	-0.01569898
-0.02851109	-0.01265823	0.01379013	-0.00746269	-0.00879567	-0.01721519
0.0076087	-0.03846154	-0.02114772	-0.0093985	-0.01604096	-0.02292633
-0.02157497	0.03333333	-0.02279883	-0.0227704	-0.00208117	-0.00896388
-0.06615215	-0.04516129	-0.04110654	-0.03300971	-0.05839416	-0.07182761
-0.03541913	-0.03378378	-0.09546982	-0.03614458	-0.03543743	-0.05445686
0.06609547	0.03496503	0.03240681	0.01875	0.00765404	0.09730221
-0.04822044	-0.01351351	-0.02952854	-0.03271984	-0.01329282	-0.03370166
0.01809409	-0.00684932	-0.03298389	-0.02114165	0.0134719	-0.01143511
0.04976303	0.02068966	-0.02921735	0.07991361	0.0151918	0.00578369
0.00790068	-0.02702703	-0.01824867	-0.02	-0.03741115	0.00373778
0.00447928	0.01388889	0.03800805	0.01020408	-0.02526234	-0.01403609
-0.00334448	0.01369863	0.02645998	0.03838384	0.00598086	0.0171412
-0.00223714	0.00675676	0.00091134	-0.01361868	0.02695204	0.0131391
0.0044843	0.02013423	0.00052029	-0.00197239	0.01235044	0.003947
-0.00669643	-0.02631579	-0.00936037	-0.03557312	-0.01829966	-0.04689694
0.00786517	0.00675676	-0.00485564	0.03483607	-0.01825243	0.01266942

0.01114827	0	-0.00487934	0.02772277	-0.00474684	0.03142275
-0.00551268	-0.02013423	-0.03286509	-0.04238921	0.00119237	-0.01551481
-0.01552106	-0.00684932	-0.02206084	-0.00402414	-0.00754268	-0.02206304
-0.00788288	-0.0137931	-0.0291439	0.00808081	0.0056	0.00498096
0.05334847	0.01398601	0.04950209	-0.00200401	0.04415274	0.00845481
0	0	0.01072607	0	-0.00228571	0.01445504
0.00862069	-0.0137931	0.01673469	-0.01606426	-0.01107293	0.02051867
-0.05555556	0	-0.04937776	-0.03673469	-0.02316602	-0.0346272
0.03393665	-0.01398601	0.02730856	0.03389831	0.01264822	0.01243853
0.01641138	0.0212766	0.02630858	0	0.02615144	0.01057143
0.01184069	0	0.02830441	0.01434426	0.02130087	0.02685892
-0.00319149	-0.00694444	0.03193976	0.00606061	0.00744879	0.00825991
-0.01600854	-0.00699301	0.01472068	0.02008032	0.05249538	0.00354997
0.0021692	0.05633803	0.0150031	0.0511811	-0.02353354	0.00979592
0.00108225	-0.05333333	0.00720743	-0.01685393	-0.0147482	-0.00215575
-0.00756757	0.01408451	-0.03553669	-0.04380952	-0.00839723	-0.03483662
-0.00217865	-0.02083333	-0.03332495	0	-0.02209131	0.00587577
0.00982533	0.02836879	0.01470014	0.00398406	0.03237952	-0.0178025
0.00324324	-0.00689655	0.00871795	0.00396825	0.0408461	-0.00708015
-0.00215517	0.00694444	-0.00038129	-0.00197628	0.00700771	-0.00713063
-0.00323974	-0.0137931	-0.01474889	-0.01188119	0.0236604	-0.01177822
-0.00866739	0	-0.00980772	-0.01402806	-0.021414	-0.01482558
-0.00218579	-0.02097902	-0.02502281	-0.04065041	-0.01771448	-0.02360578
-0.01752464	0.01428571	-0.02566502	0.00847458	-0.02369165	0.00725295
0.00445931	0.00704225	0.01097544	0	0.01086563	0.03390339
0.00887902	0	0.00284978	0.01680672	0.03690434	0.00841555
-0.00660066	-0.00699301	0.00067659	0.00413223	-0.00414651	0
0.00221484	0.00704225	0.00148749	0.00823045	0.00659264	0.00258993
0.01436464	0	-0.01485282	0.00816327	0.01034126	-0.00861079
0.00217865	-0.02097902	0.01151316	-0.00809717	0	0.0089751
-0.00217391	0	-0.00135501	-0.01632653	-0.00272944	-0.0169297
-0.00762527	0.02142857	-0.0027137	0.00414938	0.00513171	0.01430239

ANEXO 2

Cálculos históricos de PORT2 y PORTC-ÓPTIMO.

31/12/2008	Port2	PortOptimo
02/01/2009	130.352098	19.4469817
05/01/2009	84.4588625	-3.65690813
06/01/2009	79.3929007	12.8470887
07/01/2009	-166.346087	-27.1954384
08/01/2009	-25.4389694	-13.8488145
09/01/2009	4.48077426	0.60578276
12/01/2009	-155.784257	-29.7233126
13/01/2009	-89.9226293	-28.3573304
14/01/2009	-205.747229	-41.6185636
15/01/2009	-106.850702	-13.3990667
16/01/2009	165.68928	30.7459261
19/01/2009	-53.0441005	-7.74
20/01/2009	-338.02	-45.9072405
21/01/2009	49.1356425	10.4565206
22/01/2009	-206.165344	-50.7876889
23/01/2009	-194.607131	-38.7628162
26/01/2009	38.5843768	-14.3850842
27/01/2009	24.3480669	3.70093188
28/01/2009	153.489693	14.1719756
29/01/2009	-250.602574	-49.2739755
30/01/2009	73.0725489	8.3335854
03/02/2009	67.0318649	6.75203532
04/02/2009	-84.1364817	-8.91986412
05/02/2009	10.4044463	15.1112769
06/02/2009	250.847997	47.5954935
09/02/2009	72.4355605	20.7608093
10/02/2009	-251.250263	-32.1654258
11/02/2009	-18.7606682	-3.27625379
12/02/2009	-36.276198	-12.9254814
13/02/2009	-5.52117935	-16.0420339
16/02/2009	-11.808162	-1.39659413
17/02/2009	-183.61899	-39.1866928
18/02/2009	57.7569456	18.9072383
19/02/2009	-42.9649726	4.64660035
20/02/2009	-261.933723	-43.2582741
23/02/2009	-150.919803	-17.2829501
24/02/2009	-21.8891245	7.89702468
25/02/2009	-90.1177278	-14.4240167
26/02/2009	46.4055731	21.2450438
27/02/2009	-186.76241	-26.9743265
28/02/2009	0	0
02/03/2009	-363.321719	-52.192263
03/03/2009	-0.92616807	-2.76468124
04/03/2009	146.976152	15.2043187

05/03/2009	-426.591211	-50.681712
06/03/2009	-38.6746104	1.30385609
09/03/2009	-168.070632	-31.6907646
10/03/2009	371.337311	29.3820672
11/03/2009	-85.9797937	-11.2558149
12/03/2009	253.779472	36.8070284
13/03/2009	162.559998	18.7400492
17/03/2009	-47.603537	-10.1487038
18/03/2009	166.124967	20.3114751
19/03/2009	-64.5119912	3.01531411
20/03/2009	-36.9679203	0.74346378
23/03/2009	477.667723	61.1790543
24/03/2009	136.027853	15.6211808
25/03/2009	-161.142886	-25.9788473
26/03/2009	-38.9210905	-18.5873722
27/03/2009	32.6862236	11.257913
30/03/2009	-350.599816	-37.001861
31/03/2009	175.650926	38.358309
01/04/2009	160.955623	31.1254981
02/04/2009	290.112778	40.4353981
03/04/2009	-32.3069665	-5.40273336
06/04/2009	56.2209932	3.47928405
07/04/2009	41.4457203	-0.26816456
08/04/2009	141.753913	17.4823251
13/04/2009	443.240383	84.3145989
14/04/2009	204.749276	36.0494081
15/04/2009	346.730051	35.9783254
16/04/2009	409.751914	51.8065512
17/04/2009	92.1966606	15.5968568
20/04/2009	-371.681145	-65.649992
21/04/2009	216.827627	33.6382955
22/04/2009	-241.512025	-37.9808812
23/04/2009	-365.242599	-41.8068544
24/04/2009	252.792495	30.4127994
27/04/2009	-346.77161	-51.2660815
28/04/2009	30.674211	6.18158924
29/04/2009	181.954596	27.8126726
30/04/2009	-99.8302862	-11.9259432
04/05/2009	349.226361	56.4405332
05/05/2009	205.781519	46.754348
06/05/2009	593.944729	101.933029
07/05/2009	-88.5878798	-17.8757418
08/05/2009	56.6446255	15.9859852
11/05/2009	-40.2388372	-8.1848191

12/05/2009	-185.776579	-29.4382016
13/05/2009	-183.179222	-24.0625273
14/05/2009	104.711437	17.9449737
15/05/2009	63.9400693	9.83630745
18/05/2009	134.484564	28.9677288
19/05/2009	128.724312	17.9972675
20/05/2009	16.2642122	7.02133863
21/05/2009	-227.680108	-42.2635964
22/05/2009	126.002635	29.5478051
25/05/2009	133.525761	19.0161723
26/05/2009	431.841484	60.6103156
27/05/2009	296.383731	52.4961593
28/05/2009	-23.5194182	4.37106364
29/05/2009	-44.0293287	-4.22208628
01/06/2009	197.626498	26.0372074
02/06/2009	44.2543954	-5.54905651
03/06/2009	-118.446941	-17.9040891
04/06/2009	-1.74669334	2.90200165
05/06/2009	35.0478357	4.82463707
08/06/2009	-34.3334372	-12.1380493
09/06/2009	127.997355	12.0265177
10/06/2009	-19.1599948	-6.6331508
11/06/2009	44.211857	1.96648546
12/06/2009	65.1870673	12.4289039
15/06/2009	-229.29416	-42.3576932
16/06/2009	-153.486716	-23.1418397
17/06/2009	14.9918142	10.6036622
18/06/2009	62.4092647	9.33164763
19/06/2009	64.9762495	9.63918083
22/06/2009	-242.412753	-33.0009903
23/06/2009	-4.76182805	-6.44962949
24/06/2009	143.216236	25.6996285
25/06/2009	62.1456502	9.18258115
26/06/2009	33.5056483	5.02368878
29/06/2009	65.2384047	0.42984501
30/06/2009	-26.4132706	-2.62581598
01/07/2009	-26.7915042	-2.00564881
02/07/2009	-42.6658204	-18.0059218
03/07/2009	-6.91475712	-5.69107035
06/07/2009	-56.3821757	-4.52452551
07/07/2009	-60.7058228	-11.6328365
08/07/2009	-97.3384089	-19.4022344
09/07/2009	22.0846258	-1.65709612
10/07/2009	-3.29862003	1.34381361

13/07/2009	51.6906198	4.28186277
14/07/2009	38.0220426	7.90292162
15/07/2009	238.851954	43.2420592
16/07/2009	77.7856361	6.6447912
17/07/2009	-59.5144084	-2.7633473
20/07/2009	161.324425	24.9830887
21/07/2009	-19.633918	-4.07045079
22/07/2009	25.8415206	3.60086988
23/07/2009	266.782091	48.8892474
24/07/2009	6.65334893	13.5960498
27/07/2009	105.766949	26.3937325
28/07/2009	-105.179223	-12.8847132
29/07/2009	-74.285893	-13.4181564
30/07/2009	90.3181514	22.2428183
31/07/2009	8.23863873	4.2708138
03/08/2009	139.556149	25.2035597
04/08/2009	31.8983644	9.14755398
05/08/2009	75.2823444	19.6637301
06/08/2009	-1.98858103	0.51905356
07/08/2009	107.877858	20.813352
10/08/2009	88.8115097	26.0806841
11/08/2009	-51.4357597	-12.7597318
12/08/2009	111.021306	16.8871712
13/08/2009	-14.1420737	-4.26287754
14/08/2009	-79.5696323	-17.9266132
17/08/2009	-150.889514	-24.5440248
18/08/2009	43.4206056	13.0004046
19/08/2009	-27.1372823	-1.52335223
20/08/2009	200.781041	20.3197405
21/08/2009	459.302447	68.0476893
24/08/2009	59.8285562	5.55169037
25/08/2009	109.869096	5.92791188
26/08/2009	166.118278	17.0735116
27/08/2009	-2.67706578	3.10719089
28/08/2009	-134.305268	-17.7769518
31/08/2009	-68.5647708	3.22873411
01/09/2009	-126.306564	-12.1648009
02/09/2009	10.2958571	-3.22680012
03/09/2009	156.32811	21.1299081
04/09/2009	35.5438944	-1.61039362
07/09/2009	117.14939	18.7016758
08/09/2009	159.144252	22.4804944
09/09/2009	-56.3547724	-10.3906222
10/09/2009	127.751717	16.2756092

11/09/2009	-21.2575093	0.59951732
14/09/2009	31.7402098	10.4885364
15/09/2009	43.3481033	18.9871347
17/09/2009	66.7934669	15.9226838
18/09/2009	-68.2943667	-11.9827339
21/09/2009	-125.882203	-20.1927197
22/09/2009	-0.19637522	-1.88341584
23/09/2009	-78.266501	-22.1355343
24/09/2009	-111.169842	-26.2594234
25/09/2009	97.9037149	16.3016183
28/09/2009	147.857735	28.1637378
29/09/2009	-12.4207126	-8.89187738
30/09/2009	11.7294586	2.19621558
01/10/2009	-124.688116	-20.6963065
02/10/2009	-113.500911	-18.1286219
05/10/2009	164.821625	22.6403301
06/10/2009	88.1134818	15.3400584
07/10/2009	59.2129754	12.7187796
08/10/2009	64.6580793	7.29940457
09/10/2009	42.5311698	8.88349357
12/10/2009	201.242613	39.7925367
13/10/2009	41.9345371	15.6147408
14/10/2009	154.85798	30.217477
15/10/2009	-58.6844039	-2.18816703
16/10/2009	-113.914076	-18.411453
19/10/2009	49.5999985	18.4807681
20/10/2009	0.53362366	-6.73009423
21/10/2009	-27.3375425	-5.04704161
22/10/2009	-60.8527303	-16.2843028
23/10/2009	-100.366337	-7.50740397
26/10/2009	-44.855912	-11.9766243
27/10/2009	-315.651467	-55.0179663
28/10/2009	-290.711602	-41.9292505
29/10/2009	257.173571	45.0583209
30/10/2009	-170.976802	-34.865336
03/11/2009	-40.8439708	2.46653762
04/11/2009	142.124436	37.1426403
05/11/2009	-91.0483902	-9.13186268
06/11/2009	27.2818668	6.09609285
09/11/2009	98.3200211	9.77608926
10/11/2009	31.9034273	1.41369858
11/11/2009	39.4638792	6.12436367
12/11/2009	-143.142311	-16.122695
13/11/2009	39.0193373	7.38858219

17/11/2009	60.6676259	8.9973618
18/11/2009	-115.223652	-15.190356
19/11/2009	-78.0610757	-12.5122018
20/11/2009	-32.1581211	-6.60158398
23/11/2009	167.440121	37.4192045
24/11/2009	22.8954031	1.14042725
25/11/2009	4.94376074	0.68957992
26/11/2009	-199.461232	-40.3992187
27/11/2009	106.244253	23.8677663
30/11/2009	100.719425	16.6821938
01/12/2009	102.649152	13.7953765
02/12/2009	43.5731296	2.84310127
03/12/2009	67.8448125	2.38075167
04/12/2009	110.953802	15.0803514
07/12/2009	-78.8015421	-10.1579401
08/12/2009	-116.063117	-13.6602072
09/12/2009	-72.5524736	-9.77743381
10/12/2009	71.4553433	14.0486771
11/12/2009	42.7988447	6.86438307
14/12/2009	2.30877142	0.25932722
15/12/2009	-31.7807409	-4.07432211
16/12/2009	-68.7427477	-10.091263
17/12/2009	-130.158295	-15.095223
18/12/2009	-36.8680799	-10.4819213
21/12/2009	67.2460235	6.20102375
22/12/2009	73.8554117	11.6089099
23/12/2009	-12.9313557	-3.86633705
24/12/2009	28.1576092	4.21101391
28/12/2009	9.40555359	7.53988296
29/12/2009	-6.40927851	-1.5832911
30/12/2009	-39.5145998	-4.28690801
31/12/2009	34.6730799	0.49246138

Glosario.

- **Acciones:** es una parte alícuota del capital social de una sociedad anónima. Representa la propiedad que una persona tiene de una parte de esa sociedad. Normalmente, salvo excepciones, las acciones son transmisibles libremente y otorgan derechos económicos y políticos a su titular (accionista).
- **Activo Riesgoso:** instrumento financiero con rendimientos inciertos.
- **Activos financieros:** instrumentos financieros.
- **Activos:** instrumentos financieros.
- **Algoritmo:** es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien lo ejecute.
- **Alícuota:** Porción que le corresponde a alguien en cualquier reparto o distribución.
- **Análisis matemático:** rama de la ciencia matemática que estudia los números reales, los complejos, los vectores y sus funciones. Se empieza a desarrollar a partir del inicio de la formulación rigurosa del cálculo y estudia conceptos como la continuidad, la integración y la diferenciabilidad de diversas formas.
- **Apuestas justas:** es aquella donde el valor esperado es cero.
- **Asimetría de información:** todos los inversionistas tienen las mismas conclusiones a cerca de los retornos esperados y desviaciones estándar de todos los portafolios factibles.
- **Aversión al riesgo:** el inversionista evitará escoger un portafolio con un valor esperado igual a cero.
- **Basilea:** el comité de Basilea fue establecido por el Grupo de los diez (G-10) con el objetivo principal de mejorar el entendimiento y la calidad de la supervisión bancaria, el primero fue Basilea I a finales de 1974 y Basilea II en junio 1999 con más objetivos entre ellos promover una mejor administración de riesgos en las instituciones financieras.

- **Beta de la Acción:** en el CAPM los coeficientes beta reflejan la sensibilidad del activo subyacente a los factores económicos. Entre dos activos es la pendiente de la recta del CAPM.
- **Bonos:** es una de las formas de materializarse los títulos de deuda, de renta fija o variable. Pueden ser emitidos por una institución pública, un Estado, un gobierno regional, un municipio o por una institución privada, empresa industrial, comercial o de servicios.
- **Certidumbre:** referencia a la certeza futura de un portafolio.
- **Coefficiente de correlación:** existen varios coeficientes que miden el grado de correlación el más conocido es el Pearson: es una medida estadística muy relacionada con la covarianza, es el resultado de dividir la covarianza entre el producto de sus desviaciones estándar.
- **Combinación lineal:** x es combinación lineal de los términos A, si x se escribe como una suma de múltiplos de los términos de A.
- **Correlación:** indica la fuerza y dirección de una relación entre dos o más variables.
- **Correspondencias:** relativo a relación entre variables.
- **Cotización:** valor otorgado al admitir su negociación en el mercado bursátil.
- **Co-variabilidad:** covarianza.
- **Covarianza:** es una medida estadística que mide la relación entre dos variables aleatorias.
- **Cualitativo:** el análisis cualitativo utiliza una muestra reducida pero sin modelización ni sistematización, el programa ACCC moviliza a la vez un número reducido de casos de estudio utilizando al mismo tiempo un programa informático de formalización.
- **Curva de indiferencia:** son el conjunto de puntos de combinaciones de bienes para los que la satisfacción del consumidor es idéntica, es decir que para todos los puntos pertenecientes a una misma curva, el consumidor no tiene preferencia por la combinación representada por uno sobre la combinación representada por otro.
- **Desviación estándar:** es una medida de dispersión y es la raíz cuadrada de la varianza.

- **Distribución de probabilidad:** es la función que asigna a cada valor de una variable aleatoria la probabilidad de que ocurra. Es la lista de probabilidades asignadas a los escenarios posibles de un portafolio.
- **Distribución Normal:** o distribución gaussiana, es una de las distribuciones de probabilidad continua en forma de campana simétrica respecto a la media o promedio y con desviación estándar.
- **Diversificación:** es la combinación de activos de varios valores ya sea del mismo tipo o no.
- **Equilibrio de mercado:** es aquella condición bajo la cual el rendimiento esperado sobre un portafolio es igual a su rendimiento requerido y el precio es estable.
- **Escenarios:** estimación de posibles valores futuros del portafolio.
- **Estrategia:** proceso seleccionado mediante el cual se espera lograr alcanzar un estado futuro.
- **Financiación:** es el acto de dotar de dinero y de crédito a una empresa, organización o individuo, es decir, conseguir recursos y medios de pago para destinarlos a la adquisición de bienes y servicios, necesarios para el desarrollo de las correspondientes funciones.
- **Forma Matricial:** arreglo de números por columnas y renglones (matriz).
- **Frontera Eficiente:** conjunto de carteras que para cada rentabilidad tienen la mínima varianza o el conjunto de carteras que para cada varianza dada tienen la máxima rentabilidad.
- **Función de utilidad:** es la forma (modelo) de representar las preferencias, cuando estas tienen las propiedades adecuadas.
- **Gestión:** técnica que se ocupa de la planificación, organización y control de los recursos con el fin de obtener el máximo beneficio posible.
- **Hipótesis restrictivas:** conjunto de hipótesis necesarias en un modelo, necesarias y suficientes para su aplicación.
- **Hipótesis:** es una suposición que trata de explicar el fenómeno bajo estudio. El nivel de veracidad que se otorga a una hipótesis dependerá de la medida en que los datos empíricos apoyan lo afirmado en la hipótesis.

- **Homogeneidad:** uniformidad en la distribución de una determinada magnitud de riesgo o propiedad de la medida de riesgo. Una de las condiciones dadas por Artzner a una medida coherente de riesgo.
- **Incertidumbre:** es la referencia a que el futuro del portafolio es impredecible.
- **Información perfecta:** el precio de cotización de un título refleja toda la información existente en el mercado sobre su comportamiento.
- **Infravalorados:** si el beneficio por acción (BPA) es alto indica que la acción está infravalorada y podría aumentar su cotización en corto plazo.
- **Instrumentos financieros:** aquellos documentos de los cuales se puede obtener una ganancia de capital, entre éstos están los Bonos, Acciones, Certificados, etc.
- **Invarianza:** propiedad de invariante, que no cambia al aplicarle un conjunto de transformaciones.
- **Inversión:** se refiere al empleo de un capital en algún tipo de actividad o negocio con el objetivo de incrementarlo.
- **Línea de Mercado de Capitales:** es el equivalente a la restricción presupuestaria de un inversionista, pues en ellas se tienen las mejores combinaciones posibles de riesgo y rendimiento.
- **Liquidez:** representa la cualidad de los activos para ser convertidos en dinero efectivo de forma inmediata sin pérdida significativa de su valor.
- **Macroeconomía:** es la parte de la economía encargada del estudio global de la economía en términos del monto total de bienes y servicios producidos, el total de los ingresos, el nivel de empleo, de recursos productivos, y el comportamiento general de los precios. Se enfoca en los fenómenos que afectan las variables indicadoras del Nivel de vida de una sociedad.
- **Matriz de Insumo Producto:** caracteriza la demanda y la oferta que cada sector productivo por un arreglo matricial de los sectores. Además de describir las transacciones entre diversos sectores de la economía real, permite estudiar el efecto que la variación de la demanda final de cualquiera de ellos tiene sobre todos los demás cuando se alcanza la situación de equilibrio.

- **Maximizar rendimiento:** Se refiere a la obtención del máximo rendimiento obtenido en el portafolio de inversión.
- **Media:** es el promedio de un conjunto de números.
- **Medida de riesgo:** cantidades que representan la sensibilidad del mercado, representadas por medidas de dispersión. En derivados se utilizan las llamadas "griegas".
- **Medidas Coherentes:** las medidas de riesgo que cumplen con un conjunto de condiciones dadas por Artzner et. al. Como Homogeneidad positiva, Subaditividad, Monotonicidad e Invarianza tansicional.
- **Mercado de Capitales:** tipo de mercado financiero en los que se ofrecen y demandan fondos o medios de financiación a mediano y largo plazos.
- **Mercados emergentes:** es comúnmente utilizado para describir los negocios y actividad mercantil en los países o regiones con economías que han superado el subdesarrollo y tienen un potencial de crecimiento futuro.
- **Métodos Estadísticos:** es el proceso con el cual se aplican las técnicas de análisis estadístico.
- **Microeconomía:** es una parte de la economía que estudia el comportamiento económico de agentes individuales, como son los consumidores, las empresas, los trabajadores e inversores; así como de los mercados.
- **Modelos explicativos:** al dar las entradas para el modelo el resultado final será una variable a explicar su resultado.
- **Modelos predictivos:** o modelo determinista con el cual se conocen perfectamente las entradas para el modelo y siempre obtendremos la misma salida.
- **Monotonicidad:** función monótona que conserva el orden, si $x < y$ se tiene $P(x) < P(y)$.
- **Muestra:** es un subconjunto de datos o individuos de una población estadística.
- **PIB:** Producto Interno Bruto, es el valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un período (normalmente es un trimestre o un año). El PIB es una magnitud de flujo,

pues contabiliza sólo los bienes y servicios producidos durante la etapa de estudio.

- **Parámetro:** en estadística es un número que resume una cantidad de datos, por ejemplo, en una distribución normal queda determinada por dos parámetros: su media y varianza.
- **Portafolio óptimo:** aquel conjunto de activos que soluciona las necesidades de los inversionistas en cuanto a riesgo y tiempo maximizando rendimiento.
- **Portafolio:** es un conjunto de instrumentos financieros cuyo objetivo es obtener rendimientos.
- **Prima al riesgo:** es la recompensa (rendimiento) esperada que se obtendrá para compensar el riesgo adquirido por invertir en un portafolio.
- **Promedio ponderado:** de un conjunto de números es el resultado de multiplicar cada uno de los números por un valor o "peso" a cada uno de ellos y obteniendo posteriormente el promedio del conjunto obtenido del producto.
- **Proyecto de inversión:** se puede definir como un conjunto de actividades con objetivos y trayectorias organizadas para la resolución de problemas con recursos limitados.
- **Punto de retorno de Mercado:** equilibrio de mercado.
- **Relación lineal:** al obtener el coeficiente de correlación entre dos variables y es cercano a +1 (correlación positiva) o a -1 (correlación negativa) la gráfica de los puntos entre las variables es cercana a una recta con pendiente positiva o negativa (correlación positiva o negativa).
- **Rendimiento de un portafolio:** se obtiene al dividir la diferencia entre el valor final del portafolio menos el valor inicial de mismo entre el valor inicial
- **Rendimiento esperado:** es el promedio ponderado de un portafolio.
- **Rendimiento:** se refiere a la obtención de ganancia por cada unidad monetaria invertida. Este puede ser un porcentaje.
- **Restricciones:** límites impuestos para la solución de algún problema.
- **Riesgo Sistemático:** es aquel que afecta a los rendimientos de todos los valores de la misma forma. No existe forma alguna para proteger los

portafolios de inversiones de tal riesgo, y es muy útil conocer el grado en que los rendimientos de un activo se ven afectados por tales factores comunes, por ejemplo una decisión política afecta a todos los títulos por igual.

- **Sector:** hace referencia a cualquiera de las partes de la actividad económica, que se subdivide según distintos criterios como pueden ser del mercado de capitales o bursátil.
- **Sine qua non:** Sin la cual no. Relación efectiva entre actos o términos.
- **Sistema Financiero:** está formado por el conjunto de instituciones, medio y mercado, cuyo fin primordial es canalizar el ahorro que generan los prestamistas o unidades de gasto con superávit, hacia los prestatarios o unidades de gasto con déficit. Esta labor de intermediación es llevada a cabo por las instituciones que componen el sistema financiero, y se considera básica para realizar la transformación de los activos financieros, denominados primarios, emitidos por las unidades inversoras (con el fin de obtener fondos para aumentar sus activos reales), en activos financieros indirectos, más acordes con las preferencias de los ahorradores.
- **Sobrevalorados:** si el beneficio por acción (BPA) es bajo indica que la acción está sobrevalorada y es improbable que aumente su cotización en corto plazo.
- **Subaditivo:** es una función o variable aleatoria que cumple la desigualdad del triángulo $P(x+y) < P(x) + P(y)$.
- **Supuesto:** es una premisa que, en el caso de que se cumpla, lleva a una o más consecuencias.
- **Tasa libre de riesgo:** es un concepto teórico que asume que en la economía existe una alternativa de inversión que no tiene riesgo para el inversionista. Este ofrece un rendimiento seguro en una unidad monetaria y en un plazo determinado, donde no existe riesgo crediticio ni riesgo de reinversión ya que, vencido el período, se dispondrá del efectivo. En la práctica, se toma el rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos como la inversión libre de riesgo, en México es el CETE.

- **Tópico:** perteneciente o relativo a...
- **Utilidad Marginal:** dada una función de utilidad continua, la utilidad marginal será la razón de cambio (derivada) de la utilidad respecto al bien o unidad producida.
- **Valor en Riesgo (VAR):** Valor en Riesgo, cuantifica la exposición al riesgo de mercado, utilizando las técnicas estadísticas tradicionales, pero en análisis de tiempo demasiado corto. El VAR mide la pérdida que se podría sufrir en condiciones normales de mercado con un nivel de confianza del 95%. Por ejemplo, un inversionista que tiene un portafolio de activos por un valor de 10 millones de euros, puede establecer que su VAR diario es de 250.000 euros (al 95% de confianza). Es decir que sólo un día de cada 20 de operaciones del mercado ($1/20 = 5\%$) puede tener una pérdida igual a 250 mil euros.
- **Variabilidad:** o dispersión, hace referencia a la variabilidad de una distribución.
- **Variable aleatoria:** de un experimento aleatorio se desean cuantificar los resultados esto implica obtener una función del conjunto a los números reales, esta se denomina variable aleatoria (v.a.)
- **Variable dependiente:** es aquella variable que queda determinada por otra(s) variable(s).
- **Variable independiente:** variable necesaria para determinar otra llamada variable dependiente.
- **Varianza:** medida estadística que mide la dispersión de los valores respecto a la media, es decir, es la media de las diferencias cuadráticas de los valores respecto a su media o promedio.
- **Ventas en corto:** al estar inmersos en una tendencia a la baja se obtienen beneficios al vender alto para recomprar bajo.