

00821
136

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA



VALOR EN RIESGO DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN: CASO PRÁCTICO DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN ECONOMÍA

P R E S E N T A :
KARLA KARINA RAMÍREZ BAHENA



DIRECTORA DE TESIS:
MTRA. GENOVEVA BARRERA GODÍNEZ

MÉXICO, D.F.

OCTUBRE 2003

Q



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a Dios por haberme permitido culminar uno de mis sueños. Gracias por estar siempre conmigo.

A la UNAM, mi alma mater, y todo lo que ella representa, por haberme formado profesionalmente, por recibirme con los brazos abiertos y enseñarme que con esfuerzo y lucha podemos construir un mundo diferente.

A mi madre, por tu infinito apoyo y enseñanzas, por motivarme a seguir adelante y sobre todo por haber formado una familia basada en la honestidad, amor y respeto. Te quiero Esther. De igual manera agradezco a mi padre, que aunque ya no este presente en cuerpo, siempre esta en espíritu conmigo.

A León Felipe, contigo emprendí esta carrera y siempre estuviste a mi lado apoyándome con cariño. Aprendo mucho de ti. Comparto este logro contigo por ser mi compañero, mi amigo y por el empeño que depositaste en esta tesis. Te quiero Leo.

A mis hermanos, Abraham, Josué y Ruth, por todo el apoyo brindado en mi vida y en mi carrera, con ellos incluyo a mis sobrinos, Moisés, Alexia, Aarón y Tamara, por su cariño y sonrisas que me dan esa luz y alegría día a día.

A Oscar Leyva (cuñadito), porque siempre he encontrado un amigo en quien confiar. Te agradezco toda tu ayuda, la amistad y el cariño brindados.

Al Profesor Fernando Carreño, por la ayuda incondicional que ha recibido mi familia de su parte.

Al Profesor José Isalas Morales Najar, por su invaluable ayuda, sus consejos y la hermosa amistad que me brinda, Lo Admiro Profesor.

b

A la Mtra. Genoveva Barrera por todas sus enseñanzas y paciencia en la elaboración de este trabajo.

A mis amigas de toda la vida, Yanell y Brenda, por esos buenos momentos que juntas hemos compartido y sus buenos comentarios a esta tesis.

A mis amigos de la Facultad, Iris, Mireya, Omar, Alejandro, Carlos, Cesar, Alejandro Lucero, José Juan; por la bella y sincera amistad que surgió entre nosotros y las alegrías compartidas.

A todos mis maestros de la Facultad de Economía, por su lucha incansable en el aprendizaje de todos sus alumnos.

GRACIAS.

C

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. La Administración de Riesgos y el VaR	5
Introducción	5
1.1 Los Riesgos Financieros	6
1.2 Modalidades de riesgos financieros	7
1.3 La Administración de riesgos	10
1.3.1 Identificación, medición, monitoreo y control de riesgos	11
1.4 Definición y objetivo del VaR	13
1.5 Fundamentos estadísticos para el cálculo del VaR	14
1.6 Problemas para el control y medición del VaR	18
Capítulo II. Relación entre Riesgo y Rendimiento	19
Introducción	19
2.1 Riesgo y Rendimiento de un activo	20
2.2 Riesgo y Rendimiento de una cartera de activos.	22
2.3 Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM)	27
2.3.1 El mercado y los títulos	28
2.3.2 El coeficiente Beta	31
2.3.3 Riesgo sistemático y no sistemático	33
Capítulo III. Metodologías para la medición del VaR	36
Introducción	36
3.1 La volatilidad como medida de Riesgo de Mercado	37
3.2 Método Paramétrico (RiskMetrics)	40
3.3 Método Histórico	45
3.4 Método Montecarlo Estructurado(MCE)	48
3.5 Pruebas de Sensibilidad	51
3.5.1 Pruebas de Estrés (Stress Testing)	51
3.5.2 Pruebas de Respaldo (Back Testing)	52

d

Capítulo IV. Formación del Portafolio de Inversión	55
Introducción	55
4.1 Que es y como se forma un portafolio de inversión	56
4.2 ¿Por qué solo se incluirán acciones en el portafolio?	62
4.3 Selección de las acciones para el portafolio de inversión	65
4.4 Comportamiento de los factores de riesgo de mercado durante el 2002	69
Capitulo V. Cálculo del VaR en el portafolio de inversión seleccionado: Caso Práctico	76
Introducción	76
5.1 El Riesgo sistemático de las acciones (Coeficiente Beta)	77
5.2 Parámetros básicos para la obtención del VaR	82
5.3 Aplicación del método Paramétrico	85
Conclusiones y Recomendaciones	91
Anexo 1 : Conceptos básicos de estadística	97
Anexo 2 : Serie histórica de los precios de las acciones	101
Anexo 3: Glosario de términos financieros.	107
Bibliografía	112

INTRODUCCION

En el mundo de la economía globalizada existe una tendencia a incrementar la importancia de la intermediación del mercado de valores en el conjunto de los mercados financieros internacionales.

La importancia de los mercados financieros juega un papel relevante en el proceso de ahorro e inversión del conjunto de la economía. Su principal propósito es asignar, de manera eficiente, el ahorro de una economía en actividades productivas. Se entiende así que los mercados financieros deben apoyar estas actividades orientando su desarrollo y crecimiento, canalizándolo hacia aquellos proyectos de inversión que requieran de recursos financieros.

Dentro de estos mercados una de las disciplinas que ha evolucionado más profunda y rápidamente, es la Administración Financiera. Un factor clave para este desarrollo es la Teoría de la Cartera y su implementación del Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM) elaboradas por Harry Markowitz y William Sharpe. El modelo que exponen, se basa en el criterio de la media-varianza, el cual explica la determinación de los portafolios eficientes y el comportamiento de los mercados de capital.¹

De acuerdo a esto, los portafolios o carteras, representan a un conjunto de inversiones financieras que deben cumplir con los objetivos de liquidez, rendimiento, plazo y riesgo, los cuales se fijan bajo un previo análisis. Es así, que cuando queremos invertir nos cuestionamos lo siguiente: ¿En que debo invertir?, ¿Qué es lo que más me conviene? ¿Cuáles son los riesgos de invertir?

En realidad lo que más nos preocupa cuando vamos a invertir, es el riesgo que estamos dispuestos a tomar, es decir, la pérdida de valor económico y su probabilidad de ocurrencia.

¹ La teoría de Optimización de Carteras y el modelo CAPM se expone a detalle en el capítulo II

El Valor en Riesgo surge en respuesta a la necesidad del manejo de las pérdidas de capital en una inversión o portafolio de inversión. Los riesgos que implica una inversión son variados, tales como, riesgo de mercado, de crédito, de liquidez, entre otros., y estos son los que pueden provocar una disminución en el valor del capital.²

La volatilidad de las variables financieras (tipo de cambio, inflación, tasa de interés, precio de las acciones, etc.) en la última década, ha ido generando la necesidad del desarrollo de técnicas enfocadas a cubrir las inversiones o portafolios de dicha volatilidad. El VaR es un instrumento más para el logro de estos objetivos, es solo una pequeña parte de la disciplina de la Administración de Riesgos; sin embargo, es un indicador sencillo y entendible para todo aquel inversionista preocupado por el valor de su inversión y por poner límites a sus pérdidas dado que siempre están latentes.

El auge que ha tenido el Valor en Riesgo en los últimos años se debe principalmente a que proporciona una forma clara de medir los riesgos de mercado que tiene una inversión sin importar el tipo de activo.

Uno de los métodos más conocido y utilizado es el de J.P. Morgan, quien introduce el *RiskMetrics*, que proporciona una metodología para medir el riesgo de mercado calculando el Valor en Riesgo basada en la teoría de la probabilidad; de igual manera hay otras metodologías: Simulación Histórica, Montecarlo Estructurado, Promedios Móviles y otras instituciones como Bankers Trust, que proporciona otras formas para la obtención del riesgo de mercado.

Por todos estos factores, surgió en mí el interés por el tema de los riesgos financieros, pensando en la importancia que tiene para los inversionistas e instituciones financieras aplicar una adecuada Administración de Riesgos y de esta manera evitar grandes pérdidas en su inversión.

² Entendiendo al Capital, como el monto de una inversión o posición en valores.

El objetivo principal de este trabajo, es calcular el valor en riesgo de un portafolio de inversión compuesto por acciones, con datos del mercado mexicano para el año 2002, para lo cual se implementa el modelo paramétrico. La importancia de obtener el VaR, es principalmente, para que los inversionistas tengan como referencia, esta medida, en la toma de decisiones.

La hipótesis que guía la presente tesis se centra en comprobar que desarrollando una metodología de valor en riesgo, se tendrá una estimación de la pérdida que puede sufrir un portafolio de inversión y así poder informar al inversionista una visión clara del riesgo, en términos monetarios, que corre al invertir en determinado portafolio.

Finalmente, cabe señalar, que se ha escogido el método paramétrico, porque relaciona los valores incluidos en el portafolio, es decir que los correlaciona y además por ser de fácil implementación, y uno de los más desarrollados por su sencillo manejo computacional.

La propuesta de la investigación, puede considerarse, como una aportación al mercado de valores, en el sentido de que el lector cuente con una metodología sencilla y accesible para el cálculo del valor en riesgo de cualquier portafolio de inversión en el mercado mexicano.

En este sentido la investigación se agrupa en cinco capítulos:

Capítulo 1. Es de carácter introductorio, y tiene como objetivo, describir los tipos de riesgos financieros y el proceso de administración de riesgos, así como la medida de valor en riesgo. Se menciona la importancia del proceso de la Administración de Riesgos, en cuanto al control y prevención de los mismos.

Capítulo 2. Se presenta el marco teórico sobre el cual está fundamentada esta tesis, y su objetivo es mostrar la relación entre el riesgo y el rendimiento de

una cartera de inversión. Con el modelo CAPM, podemos conocer el riesgo de mercado de las acciones a través del coeficiente Beta.

Capítulo 3. Se explican las principales metodologías en el procedimiento del cálculo del valor en riesgo, exponiendo de manera teórica los métodos más importantes como son: el RiskMetrics, Simulación histórica, y Montecarlo. Aunado a estas metodologías, se explican las pruebas de sensibilidad, las cuales son un complemento del VaR.

Capítulo 4. En este capítulo se muestra la composición del portafolio de inversión, así como los criterios para la selección de los activos. Es importante mencionar, que el estudio práctico, es únicamente en el mercado de acciones, a lo cual se dará la explicación correspondiente.

Capítulo 5. Este capítulo es la conexión con los capítulos anteriores para dar a la teoría una presentación práctica para su aplicación. El caso práctico va enfocado al riesgo de mercado, dado que allí es donde se encuentran las posibles pérdidas de un portafolio de inversión, señalando que se cuantificará el riesgo de mercado mediante el VaR.

Por último se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, en donde también se informan los resultados obtenidos de la aplicación de los modelos.

Para complementar el trabajo, se incluyen tres anexos; el primero es un apéndice estadístico que contiene los conceptos básicos de probabilidad y estadística, como herramientas en el cálculo del valor en riesgo, en el segundo se presenta un cuadro con el precio de las acciones, como el factor de riesgo de mercado, el tercero y último, es un glosario de términos financieros para facilidad de los lectores.

CAPITULO I
LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS Y EL VaR

INTRODUCCIÓN

Toda inversión tiene asociado un riesgo y siempre existe la posibilidad de que el resultado no sea el deseado o mejor del que se esperaba, por esto, resulta de gran importancia medir que tan mal pueden salir las cosas y saber que probabilidad hay de que esto ocurra. La medida de Valor en Riesgo se utiliza para conocer la posible pérdida de una inversión en un periodo de tiempo con un nivel de confianza determinado.

El auge que ha tenido esta medida en los últimos años se debe en gran parte a que proporciona una forma clara e intuitiva de medir el riesgo de mercado que tiene una inversión. Esta medida es utilizada por diversos tipos de inversionistas y se ha convertido en un parámetro de medición del riesgo que muchos organismos reguladores e instituciones privadas exigen.

El objetivo de este capítulo es conocer los diferentes tipos de riesgos, así como la medida de valor en riesgo. En este sentido, se desprende la importancia del proceso de la Administración de Riesgos, mencionando la necesidad del control y prevención de los mismos.

Para lograr este objetivo, y para efectos de una comprensión general de los distintos tipos de riesgos, se enumeran los principales, considerando que la presente investigación se enfoca al riesgo de mercado.

Es por lo anterior, que resulta indispensable definir el VaR para entender su uso y aplicación, conocer sus componentes y señalar las ventajas y desventajas, así como algunos problemas en el control y medición del VaR.

1.1 Los Riesgos Financieros

El riesgo puede definirse de diversas formas, según Jorion se define "al riesgo como la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada de los activos o los pasivos."³ Es decir que se entiende por riesgo la posibilidad de sufrir algún daño; en el caso de un portafolio el daño consiste en una pérdida de dinero.

Otra definición nos dice que el riesgo es "la posibilidad de sufrir un daño, en donde el daño consiste en una pérdida de valor económico".⁴ Cuando se forma una cartera se incurre a una serie de riesgos como son los riesgos financieros, que están relacionados con las posibles pérdidas en los mercados financieros. La exposición a este tipo de riesgos puede ser optimizada de tal manera que se concentre en administrar debidamente su exposición.

Un ejemplo actual de riesgo financiero es lo ocurrido en Estados Unidos el 11 de septiembre, en donde no se tenía prevista la pérdida que causaría el derrumbe de los centros financieros, ocasionando cuantiosas pérdidas en los mercados financieros mundiales, los precios de las acciones cayeron y las bolsas se desplomaron en cuestión de minutos. Una situación como esta trae consecuencias negativas en economías emergentes como es el caso de México en donde las pérdidas fueron elevadas.

Ahora bien, para tener una mejor comprensión de los diferentes tipos de riesgos financieros, a continuación se mencionan los principales.

³ JORION Philippe. *Valor en Riesgo: el nuevo paradigma para el control de riesgo con derivados.* Ed. Limusa. p23.

⁴ SOLER R. José A. *Gestión de Riesgos Financieros. Un enfoque practico para países latinoamericanos.* BID. Grupo Santander. p4

1.2 Modalidades de los Riesgos Financieros

Para clasificar los tipos de riesgo suele atenderse a la naturaleza del causante de la pérdida, clasificando al riesgo de la siguiente manera:

Riesgo de Mercado

El riesgo de Mercado puede definirse como el riesgo de pérdida de valor en instrumentos financieros por cambios en niveles de precios y tasas en el mercado. Es necesario que se identifiquen cuales son los factores de riesgo (tasa de interés, tipo de cambio, precios de acciones, etc.). Estos factores vendrán definidos por las variables que determinen el comportamiento de los mercados financieros.

a) Riesgo de tipo de interés

El riesgo de tasa de interés es exógeno, es decir, que está fuera de control de la compañía. Una entidad o línea de negocio se encuentra expuesta a riesgo de tasa de interés cuando su valor depende del nivel que tengan ciertas tasas de interés en los mercados financieros o que el margen futuro dependa de las tasa de interés.⁵

b) Riesgo cambiario

Se define como el riesgo de una variación en las ganancias, como resultado de movimientos en un cierto tipo de cambio. Se puede decir que una línea de negocio esta expuesta a riesgo cambiario cuando:

- El valor actual de la divisa no coincida con el valor actual de los pasivos en la misma divisa y la diferencia no este compensada por instrumentos fuera de balance.
- Tenga posición en productos derivados y el subyacente estuviera expuesto a riesgo cambiario.

⁵ Ibidem, p 47

- Cuando se está expuesto a riesgo de tasa de interés de acciones pero en otra divisa.

c) Riesgo de acciones

Se dice que existe riesgo de acciones cuando el valor depende de la cotización de determinadas acciones o índices de acciones en los mercados financieros.

d) Riesgo de mercancías (commodities)

Se refiere al hecho de que una institución financiera tenga mercancías, posiciones en instrumentos derivados, cuyo subyacente esta expuesto al riesgo de mercancías, cuando una mercancía determinada interviene de forma importante en el proceso productivo. Entonces podemos decir, que las líneas de negocio están expuestas a riesgo de mercancías cuando su valor depende de la cotización de determinadas mercancías.⁶

El riesgo de mercado es uno de los mayores riesgos a los que se encuentran expuestos los inversionistas, por esto se han desarrollado diferentes medidas para su cuantificación, la mayoría de las cuales se aplican directamente a instrumentos financieros y portafolios de inversión.

Riesgo de Crédito

El riesgo de crédito, se deriva, de que un emisor o contraparte incumpla en una obligación hacia la Institución. Las políticas de una institución deben de reconocer al riesgo de crédito como un riesgo de importancia que encara la institución al llevar a cabo sus actividades en valores y derivados.

Como política general, una Institución no debe adquirir valores o derivados hasta que haya evaluado el estándar de crédito del emisor o contraparte, y que haya determinado que la exposición al riesgo va de acuerdo con sus políticas.

⁶ Ibidem, p48

Riesgo de Liquidez

Las instituciones financieras encaran dos tipos de riesgo de liquidez, en sus actividades de inversión en valores y derivados: aquellos que se relacionan con productos o mercados específicos, y aquellos que están relacionados a las actividades de fondeo general de la institución. De esta manera el riesgo de liquidez de mercado es el riesgo de que una institución no pueda deshacer o cubrir una posición específica a un precio cercano al de mercado por falta de profundidad (liquidez). El riesgo de liquidez de fondeo es el riesgo de que una institución financiera no pueda cumplir con sus obligaciones de pago en las fechas de vencimientos contractuales.

Riesgo de Operación

El riesgo operacional se puede definir, de una forma general, como la posibilidad de que se produzca una pérdida financiera debida a acontecimientos inesperados en el entorno operativo y tecnológico de una entidad.

El riesgo operativo es un concepto muy amplio en el que se suelen agrupar una gran variedad de riesgos relacionados con aspectos diversos, tales como:

1. Deficiencia de control interno
2. Procedimientos inadecuados
3. Errores humanos y fraudes
4. Fallos en los sistemas informáticos

Riesgo Legal

Básicamente el riesgo legal consiste en que los contratos no sean legalmente ejecutables o estén erróneamente documentados. El riesgo legal debe ser limitado y administrado a través de políticas reglamentadas por parte del departamento legal o consejo jurídico de la institución. Las Instituciones deben asegurarse de que la contraparte cuente con la suficiente autoridad para llevar a cabo la transacción y que los acuerdos o contratos sean legales.

Resumiendo, es importante que se lleve un seguimiento de los riesgos, contar con las herramientas de información, modelos que le permitan medir, controlar y dar seguimiento a la exposición de los diferentes tipos de riesgo, es decir, que se cuente con una adecuada Administración del Riesgo.

1.3 La Administración de Riesgos

El incremento en la volatilidad de las principales variables financieras ha creado un nuevo campo, la Administración de Riesgos, cuyo objetivo es proporcionar alternativas para proteger las inversiones de los riesgos financieros. "La administración del riesgo es el proceso mediante el cual se identifica, se mide y se controla la exposición al riesgo; es decir, que es un procedimiento o mecanismo para instrumentar medidas de carácter preventivo en la toma de riesgo"⁷.

Para poder administrar los riesgos, es necesario contar con una estructura organizacional por lo cual cada entidad debe establecer las funciones y responsabilidades en materia de administración de riesgos entre las distintas áreas. En el proceso de la Administración de Riesgos es necesario plantear lo siguiente:

- Establecer los criterios de aceptación de riesgos.
- Análisis de los riesgos a los que se encuentra expuesta la entidad o portafolio
- Evaluación de los resultados
- Implementación
- Monitoreo y control

Se pueden agregar a estas funciones otras que están relacionadas al forma una cartera de activos, en donde se deben realizar reportes de las ganancias así como de las pérdidas cuantificando los componentes de riesgos y la medición de

⁷ JORION Philippe. Op. Cit. p29.

estos, como por ejemplo el calculo del Valor en Riesgo⁸. Esto básicamente para monitorear la varianza real y la pronosticada por la medición del riesgo de mercado.

1.3.1 Identificación, Medición, Monitoreo y Control de los Riesgos

El proceso de Administración de Riesgos se refiere a la necesidad de contar con un método claro para administrar los riesgos. Para que este proceso funcione correctamente debe contar con algunos componentes claves los cuales se detallan a continuación:

Identificación

La identificación de riesgos deberá tratar sobre los distintos factores de riesgo a los que se encuentra expuesta cada línea de negocio, por ejemplo, para el caso de los riesgos de mercado, los factores de riesgo provienen de variables financieras. Los riesgos se identifican por línea de negocio y por tipo de operación. También se recomienda hacer un mapeo de las pérdidas y ganancias de cada activo.

Los factores de riesgo de mercado se agrupan de la siguiente forma:

- Tasas Nominales: Cetes, AB'S, PRLV, TIEE, Tasas de fondeo Interbancarias.
- Tasas Reales: UDI'S
- Tipos de Cambio: Cotización peso por divisa de USD, CAD, ESP, JPY, EUR, etc.
- Índices: IPC, INPC
- Tasa Extranjera: Tasa Libor, TBILLS, etc.

Medición

La medición de los riesgos es una parte fundamental de la administración de riesgos. Se debe de contar con metodologías y parámetros para poder llevar a

⁸ En el caso práctico de la investigación se hará el cálculo del valor en riesgo.

cabo la cuantificación de los riesgos. Existen riesgos que se pueden cuantificar y otros que no se pueden cuantificar, estos últimos, pueden ser minimizados y controlados mediante políticas y procedimientos.

En la actualidad podemos encontrar dos grandes metodologías para la medición de riesgos: el análisis de escenarios y las técnicas de probabilidad.

El análisis de escenarios selecciona situaciones desfavorables y estima las pérdidas asociadas, un ejemplo son las Stress Testing. Esta metodología presenta serias deficiencias tales como:

- 1) La mayoría de las veces no toma en cuenta las probabilidades de ocurrencia.
- 2) La selección de los escenarios desfavorables no se hace siempre con los mismos criterios.

Las técnicas de probabilidad son más completas y permiten evaluar los riesgos de forma homogénea, es decir, a través de una medida común, como lo es el cálculo del VaR, que cuantifica la máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo dentro de un intervalo de confianza. (Vease Capítulo III).

Monitoreo

Las instituciones deben revisar periódicamente el desempeño y efectividad de sus instrumentos y carteras, así como de programas y estrategias institucionales, evaluando hasta que punto sus posiciones cumplen con las políticas institucionales. Las Instituciones deben de tener la capacidad de vigilar el comportamiento de los factores de riesgo que inciden en la valuación de los instrumentos y carteras, con la finalidad de obtener información oportuna sobre la tendencia del mercado financiero.

Control

Es importante mantener un control y seguimiento de los riesgos, así como preparar informes de valuación. De esta manera se mantendrá un seguimiento a

las mediciones de riesgo realizadas. En cuanto al control del riesgo se establecen límites a la exposición al riesgo, por tipo de riesgo y por línea de negocio.

Una vez que se lleva a cabo el proceso, es importante ubicar al VaR en el contexto de la Administración de Riesgos.

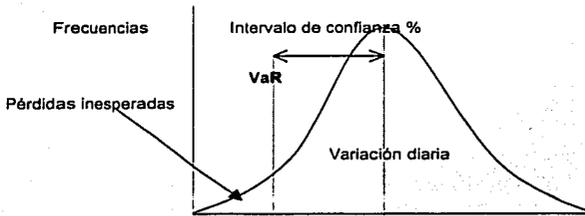
1.4 Definición y objetivo del VaR

El Valor en Riesgo es una medida obtenida mediante el uso de herramientas estadísticas, que muestra las pérdidas ante cambios en las condiciones del mercado. Se puede utilizar para todos los productos o portafolios, considerando todos los factores de riesgo de mercado. La medida de VaR se define como:

"La pérdida máxima a lo largo de un horizonte de tiempo dentro de un intervalo de confianza dado".

Para entender mejor el concepto de Valor en Riesgo imaginemos que conocemos todos los posibles valores que puede tomar un portafolio y que conocemos la probabilidad con la que el portafolio tomará cada uno de estos valores (en otras palabras digamos que conocemos la función de distribución de los rendimientos del portafolio). Con estos valores y estas probabilidades se puede construir una gráfica que nos diga cuanto esperamos perder y con que probabilidad ocurrirá, esto es en sí la medida de VaR.

⁹ JORION Philippe. Op cit. p 86

Gráfica 1.1: Distribución de Frecuencias.

El VaR se estima a partir de los factores de riesgo que contenga el portafolio, es decir, los factores que afectan a los valores que contiene, (acciones, títulos de deuda, etc.) y el comportamiento que presenten en determinado horizonte de tiempo.

Los factores de riesgo, afectan el valor del activo, o portafolio, dependiendo de su valor propio, es decir, para el caso de las acciones, será el precio de la acción¹⁰ el factor de riesgo de mercado. En este sentido, la presente investigación se enfocará a la aplicación del VaR para un portafolio de inversión integrado por acciones (vease Capítulo IV).

Ahora bien, teniendo definido el VaR, es necesario conocer el fundamento estadístico para su cálculo.

1.5 Fundamentos estadísticos para el cálculo del VaR.

La Distribución Normal

Los distintos modelos que existen para estimar el VaR, y principalmente cuando se enfocan al riesgo de mercado, suponen que la distribución de

¹⁰ En caso de que el portafolio tuviera dólares, el factor de riesgo sería el tipo de cambio, lo mismo sucede con los instrumentos de deuda, en donde el factor de riesgo será la tasa de interés.

probabilidades de los cambios en los factores de riesgo, es una normal¹¹, ya que simplifica el análisis con solo dos parámetros, la media y la desviación estándar.

En el sentido de explicar las características de la distribución de los cambios en los factores de riesgo, "la justificación de utilizar el supuesto de normalidad se basa en el principio de que conforme se incrementa el número de observaciones, las diferentes distribuciones de probabilidad convergen en una normal"¹².

De esta forma para poder estimar el VaR, se requiere de una muestra significativa de las variaciones en el valor de los factores de riesgo, como ejemplo, las variaciones en el precio de una acción a lo largo de un año, lo que dará idea del tamaño y probabilidad de los cambios en las variaciones del precio de la acción tanto positivos como negativos. Los valores que le interesan al VaR son los que se encuentran ubicados a lado izquierdo de la distribución normal, tal como se muestra en la gráfica 1.1.

La distribución indica el comportamiento de las variaciones del valor de un activo durante un año, estas son inferiores hacia las colas de la distribución, lo que indica que los movimientos altamente positivos o negativos se dan con una frecuencia o probabilidad inferior, su grado de incidencia es menor conforme se acercan a los extremos de la distribución.

La Hipótesis Lognormal

Dado que la presente tesis se enfoca en la obtención del VaR de un portafolio de inversión de renta variable. Tomando los supuestos anteriores los rendimientos de las acciones serán obtenidos por rendimientos logarítmicos.

¹¹ La distribución normal se compone de variables aleatorias continuas, aquellas que pueden tomar cualquier valor de los contenidos en un intervalo de la recta.

¹² SANCHEZ Cerón Carlos. "*Valor en Riesgo y otras aproximaciones*" SEI. Investments 2001.

Los precios de las acciones de cualquier portafolio, siguen un recorrido aleatorio, lo que significa que los cambios proporcionales en el precio de las acciones en un periodo de tiempo se distribuyen normalmente, esto implica que dichos cambios en los precios en el futuro sea una distribución lognormal¹³.

La hipótesis anterior va de la mano con los supuestos planteados anteriormente de la distribución normal como punto de partida estadística para el cálculo del VaR. De esta forma, el rendimiento compuesto continuo de las acciones en un periodo de tiempo, esta distribuido normalmente, siendo por lo tanto, este un supuesto a emplear en los modelos de cálculo del VaR en lo que a los rendimientos se refiere.

Nivel de Confianza

Es también conocido como el intervalo de confianza, hace referencia a la probabilidad de la pérdida en un periodo de tiempo debido a cambios en los factores de riesgo. Es decir un intervalo de confianza del 95% indica que alrededor del 5% de las veces, se debe esperar perder en el portafolio como máximo la cifra de VaR calculada.

La elección del intervalo de confianza, depende principalmente de cómo se quiera interpretar el número calculado según la metodología del VaR y del uso que se quiera hacer de la cifra de VaR. Valores habituales del intervalo de confianza son 1, 2, 5, y 10 por ciento. Por ejemplo, J.P. Morgan (RiskMetrics) utiliza un 95% como intervalo de confianza y el Comité de Basilea, el 99%.

De esta manera, para un intervalo de confianza del 99.85% el menor retorno esperado para el periodo considerado estará dado por: Retorno = $\mu - 3\sigma$

Asociado al VaR siempre esta un nivel de confianza, pero esto no quiere decir que los resultados reales vayan a cumplir con el nivel de confianza elegido

¹³ El logaritmo natural del precio de las acciones sigue una distribución normal.

todo el tiempo. Por ello es necesario complementar el cálculo del VaR con pruebas de respaldo o de verificación de la realidad¹⁴. Estas pruebas serán descritas más adelante.

Horizonte Temporal

El horizonte temporal esta relacionado con el periodo de tenencia del activo, y esta referido al número de días que se mantiene una posición y liquidez en el portafolio, por lo tanto el horizonte temporal de una posición esta definido por la naturaleza de la inversión. Clasificar un instrumento del portafolio para la venta o vencimiento condiciona el número de días de riesgo. En general el horizonte temporal del portafolio es de un día.

Es importante mencionar que al calcular el VaR, se supone que la composición del portafolio no va a cambiar durante este horizonte, es decir que no va a existir ni venta ni compra de activos en el portafolio durante el periodo de tiempo en que se quiera conocer el VaR.

Para determinar el horizonte temporal, es necesario considerar el tiempo que tomaría cubrir la posición que esta en riesgo a un costo aceptable para el inversionista. En esto influye la liquidez que tengan los instrumentos en el mercado y el tamaño de la posición que se quiere cubrir. Entre más rápido se busque cubrir la posición, mayor será el movimiento que haya en el precio de éstas en el mercado, por lo que sería inadecuado tomar un horizonte de tiempo menor al que tomaría cubrir una posición.

Por lo general el horizonte de tiempo no es muy extenso ya que se busca evitar grandes pérdidas en el menor tiempo posible. En un mercado como el mexicano donde las variables financieras son, en su mayoría, de corto plazo se usa un horizonte temporal de un día o una semana.

¹⁴ Algunos autores llaman a las pruebas de verificación de la realidad por su nombre en ingles Backtesting

1.6 Problemas en el control y medición del VaR.

Como resultado de la sencillez para el cálculo del VaR, El Comité de Basilea¹⁵ adoptó la metodología del VaR para la medición de los riesgos de mercado, así como, para determinar los requerimientos de capital de las Instituciones financieras.

De acuerdo a esto, las ventajas que presenta el VaR son las siguientes:

- ❖ El valor en riesgo se puede aplicar a todas las posiciones de riesgo o carteras de inversión, así como a todos los niveles de Institución financiera.
- ❖ Las metodologías para el cálculo del VaR son de fácil implementación computacional, lo que facilita la obtención del mismo.
- ❖ La medida de VaR esta dada en números monetarios por lo que su interpretación es sencilla y precisa. Por lo tanto se puede decir que:
- ❖ La estimación del VaR, permite homogeneizar y comparar los riesgos de las diferentes posiciones de una Institución financiera o portafolio.

Ahora bien, es importante señalar que el VaR contiene algunas limitaciones, entre las que se encuentran las siguientes:

- ❖ Los modelos que se basan en datos históricos asumen que los datos pasados sirven para proyectar eventos aleatorios futuros, esto en la práctica resulta poco convincente ya que en un futuro pueden suceder eventos que nunca ocurrieron en el pasado.
- ❖ El supuesto de normalidad con que trabaja el VaR, no es del todo bien utilizado ya que no todas las posiciones tienen una distribución normal. Aunado a esto, el VaR no establece que hacer con el problema de la kurtosis.¹⁶

¹⁵ El Comité de Basilea es un comité formado por ejecutivos del G-10. Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, Canadá, Bélgica, Holanda, Suecia, Luxemburgo, Suiza y Estados Unidos, quienes se reúnen cuatro veces al año en Basilea, Suiza. En 1993, el Comité incorporó la propuesta para la regulación de los riesgos de mercado, la cual se divide en cuatro categorías: Riesgo de tasa de interés, Riesgo de tipo de cambio, Riesgo accionario y Riesgo de Commodities.

¹⁶ Es el momento 3 de la distribución, refiriéndose al grado de aplanamiento de la misma.

CAPITULO II
RELACION ENTRE RIESGO Y RENDIMIENTO

INTRODUCCIÓN

Cualquier Cartera de inversión debe ponderar adecuadamente la relación existente entre el riesgo y el rendimiento, debido a que de allí se derivan las expectativas futuras de ganancia y pérdida de la cartera en cuestión.

La diversificación en la práctica, se puede comprobar de mejor forma, cuando aumentamos el número de acciones en nuestra cartera, de esta manera el riesgo va reduciéndose paulatinamente. Mediante procesos matemáticos, se pueden buscar carteras que se encuentren en la frontera eficiente, a esto se le conoce como "Diversificación de Markowitz".

En 1952, al publicar su artículo "*Selección de Carteras*"¹⁷, Harry Markowitz revolucionó la forma en la que se estudian las carteras y se toman decisiones sobre ellas. Su análisis toma como punto de partida un período, considerando que un inversionista tiene una cantidad de dinero (capital inicial) para invertirlo en la compra de una colección de activos, y al final de cierto periodo de tiempo, venderá todos los activos que compró, obteniendo ganancias o pérdidas.

Aunque el tema no es objeto de la presente tesis, es importante destacar la importancia de la teoría de portafolios de Markowitz, en particular en la administración de una cartera, conformada por acciones.

Por lo antedicho, el objetivo de este capítulo es mostrar la relación entre el riesgo y el rendimiento de una cartera de acciones. Aunado a esto, con el modelo CAPM, podemos conocer el riesgo de mercado de las acciones a través del coeficiente Beta. Sin embargo, para no perder de vista el objetivo central del presente trabajo, calcular el VaR de una cartera de acciones, no se ahondará en la teoría de la cartera.

¹⁷ MARKOWITZ, H.M. "*Portafolio Selection Journal of Finance 7*" n° 1, Marzo (1952), pp 11-91

2.1 Riesgo y Rendimiento de un activo

La teoría estadística propone dos parámetros para medir el riesgo y el rendimiento de una cartera. Los parámetros que se utilizan son:

1. Rendimiento esperado: Es el rendimiento que un individuo espera que gane un activo a lo largo del siguiente periodo, por lo tanto el rendimiento real puede ser más alto o más bajo.
2. Varianza: Existen muchas maneras de evaluar el riesgo del rendimiento de un título, una de las más adecuadas es la varianza, que es la medida de la dispersión de los resultados alrededor del promedio y permite cuantificar el riesgo de la inversión.

Rendimiento

Para calcular el parámetro que los estadísticos toman como *esperanza matemática* o media de la variable aleatoria, se define como:

$$E(R_t) = \bar{R}_t = \sum_{i=1}^N R_{it} P_{it}$$

Lo que se puede apreciar es que el rendimiento esperado de la inversión de un activo no es un promedio simple sino es un *promedio ponderado* de los posibles resultados, donde las ponderaciones de ocurrencia asignadas a cada uno de los resultados son las probabilidades de ocurrencia de los mismos

Un caso sencillo es cuando se tiene la misma probabilidad de ocurrencia en todos los rendimientos de un activo, para este caso el promedio es la sumatoria de los valores individuales dividida por el número de estos valores¹⁸. El ejemplo se explica con el cuadro 2.1.

¹⁸ MESSUTTI, ALVAREZ "Selección de Inversiones. Introducción a la teoría de la cartera". Ed. Macchi. p177.

Cuadro 2.1 Rendimiento de un activo (Cifras en porcentaje)

Evento t	Probabilidad	Rendimiento porcentual del Activo			
		i = 1	i = 2	i = 3	i = 4
t = 1	1/3	R ₁₁ = 10	R ₂₁ = 9	R ₃₁ = 12	R ₄₁ = 4
t = 2	1/3	R ₁₂ = 8	R ₂₂ = 14	R ₃₂ = 10	R ₄₂ = 5
t = 3	1/3	R ₁₃ = 15	R ₂₃ = 10	R ₃₃ = 6	R ₄₃ = 8

Fuente: Elaboración propia, con datos de Messuti. Op.cit. p 177

$$\bar{R}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_{ti}$$

Sustituyendo:

$$\left[\frac{1}{3}\right][10+8+15] = 11$$

$$\left[\frac{1}{3}\right][9+14+10] = 11$$

Bajo este ejemplo se tiene que dos de los tres activos tienen un rendimiento del 11%.

Riesgo

Se considera al riesgo de un activo como la variabilidad de los rendimientos en torno de su media. El parámetro que mide la dispersión o variabilidad de una variable aleatoria es la varianza que representa el promedio de los cuadrados de los desvíos, es la medida preferible por ser más utilizada estadísticamente. Junto con la esperanza matemática interpreta varias distribuciones de probabilidad como lo es la distribución normal. Está representada por la siguiente formula:

$$\sigma_i^2 = \sum_{i=1}^n P_i (R_{ti} - \bar{R}_t)^2$$

Siguiendo el ejemplo del cuadro 2.1 las varianzas de los rendimientos de los activos 1 y 2 son:

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{3}[(10-11)^2 + (8-11)^2 + (15-11)^2] = 8.6$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{3}[(9-11)^2 + (14-11)^2 + (10-11)^2] = 4.6$$

Por lo general se utiliza la raíz cuadrada de la varianza, es decir, su desviación estándar, como indicador del riesgo de los activos, ya que es un valor proporcional, no cuadrático, y en la mayoría de los casos, es un número más pequeño además de que tiene las mismas unidades que la variable original. Se define la desviación típica como:

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

Por lo tanto para los activos 1 y 2 la desviación con respecto a la media es la siguiente:

$$\sigma_1 = \sqrt{8.6} = 2.93$$

$$\sigma_2 = \sqrt{4.6} = 2.14$$

Los resultados significan que, tanto el activo 1 como el 2 tienen el mismo rendimiento (11%) pero el activo 1 cuenta con más riesgo que el segundo, es decir, nos convendría invertir más en el activo 2, ya que su dispersión respecto al promedio, es menor que la del segundo activo.

Por todo lo anterior, podemos pasar a describir y dar ejemplos del cálculo del rendimiento y riesgo de activos financieros pero ahora integrados en un portafolio

2.2 Riesgo y rendimiento de una cartera de activos

Una vez definido el riesgo y rendimiento de un activo, podemos definir la rentabilidad y riesgo de una cartera compuesta por un determinado número de valores. Es importante mencionar que una inversión compuesta por dos o más

activos, no se analiza por sus características Individuales, sino por el riesgo y rendimiento que resulte de la combinación de esos activos que forman la cartera. En este caso operan las propiedades de la diversificación. Una adecuada diversificación de las inversiones permite disminuir el riesgo de los portafolios.

Rendimiento de la cartera

Si X_1, \dots, X_n representan las proporciones invertidas en activos cuyos rendimientos son aleatorios R_1, \dots, R_n se determina que el rendimiento esperado de un portafolio o una cartera P de activos será:

$$E(R_p) = x_1 E(R_1) + \dots + x_n E(R_n) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i)$$

Dado que se cumpla:

$$x_1 + \dots + x_n = \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

Para poder entender el rendimiento de un portafolio es necesario ejemplificarlo. Tenemos un inversor que es adverso al riesgo y que no quiere tener grandes pérdidas, se le presentan tres escenarios económicos y decide dividir sus fondos para no arriesgar todo en un activo. Desea invertir el 60% para el activo 1 y el 40% para el activo 2. Los pasos a seguir son:

Cuadro 2.2 Rendimiento de una cartera de dos activos (%)

Escenario	Probabilidad	Activo 1	Activo 2	$R_1 (.60)$	$R_2 (.40)$	$R = .60R_1 + .40R_2$
Bueno	.25	20	15	12	6	18
Malo	.50	30	50	18	20	38
Regular	.25	10	0	6	0	6

Fuente: Elaboración propia con datos de Messuti, op.cit. p188

1. Calcular el rendimiento de la combinación de los dos activos, el cual se representa de la siguiente manera:

$$R = .60R_1 + .40R_2$$

donde:

$$E(R_1) = R_1 = 20(.25) + 30(.50) + 10(.25) = 22.5$$

$$E(R_2) = R_2 = 15(.25) + 50(.50) + 0(.25) = 28.75$$

2. Obtener el rendimiento porcentual esperado:

$$\begin{aligned} E(R) &= E(.60R_1 + .40R_2) = .60E(R_1) + .40E(R_2) \\ &= .60(22.5) + .40(28.75) = 25\% \end{aligned}$$

3. Comprobar el resultado con la formula:

$$E(R) = \sum_{i=1}^3 R_i P_i = 18(.25) + 38(.50) + 6(.25) = 25$$

El resultado, muestra que cuando tenemos una cartera formada por dos activos el rendimiento esperado es alto (25%), a pesar de haber tenido un escenario económico malo.

Riesgo de la cartera

Para calcular la varianza que corresponde al portafolio con dos activos la formula es:

$$\sigma_{(R)}^2 = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2$$

Si siguiendo el ejemplo del cuadro 2.2, donde un inversionista decide invertir el 60% en el activo 1 y el 40% restante al activo 2, se tiene lo siguiente:

$$\sigma_{(R)}^2 = (18 - 25)^2 (.25) + (38 - 25)^2 (.50) + (6 - 25)^2 (.25) = 187.1$$

$$\sigma = \sqrt{1187.1} = 13.6\%$$

En los resultados vemos que se aplica el efecto de la diversificación es decir, se están compensando los activos y el riesgo es menor que el de los títulos individuales.

Tanto por razones técnicas como prácticas es conveniente expresar la varianza de una cartera en función de las varianzas de cada uno de los activos que lo componen¹⁹, ya que se puede analizar como influye el riesgo de cada activo en el riesgo del portafolio. Es así como el riesgo de la cartera, se ve influenciado principalmente por su covarianza o correlación de sus activos.

Covarianza y Correlación

La covarianza es una medida estadística que representa el grado de movimiento conjunto entre dos variables aleatorias. La fórmula para el cálculo de la covarianza es:

$$\text{cov} = (R_i; R_j) = \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{jt} - \bar{R}_j)$$

Para nuestro ejemplo:

$$\begin{aligned} \sigma_{12} &= (20 - 22.5)(15 - 28.75)(.25) + (30 - 22.5)(50 - 28.75)(.50) \\ &+ (10 - 22.5)(0 - 28.75)(.25) = 178.11 \end{aligned}$$

La fórmula anterior, muestra que el riesgo de un portafolio de inversión no se determina únicamente por el valor de las varianzas de cada activo, sino también debe contabilizarse la covarianza y el efecto que causa entre esos activos y sus rendimientos, así como la participación de cada activo en el portafolio.

Existe un estimador que supera a la covarianza, es el coeficiente de correlación lineal. Este coeficiente mide si dos variables al azar se relacionan y

¹⁹ Ibidem. p188.

como se relacionan. Por ejemplo, nos dice la relación entre las acciones de APASCO* y CEMEX con la siguiente fórmula:

$$\rho_{(R_i, R_j)} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma(R_i)\sigma(R_j)}$$

- **Correlación = 1:** La correlación es directa entre dos activos, por lo que el riesgo de la cartera depende solo del riesgo de los activos individuales y del valor ponderado que presenta la cartera.
- **Correlación = -1:** Con una relación indirecta o inversa, el riesgo es mucho menor que en el caso anterior, incluso si la desviación estándar llega a cero, se tendría una cartera sin riesgo, pero en la realidad esto no suele pasar.
- **Correlación = 0:** los rendimientos están no correlacionados linealmente y no hay relación funcional alguna.

En resumen, el hecho de que la diversificación reduzca el riesgo de forma significativa se debe a las correlaciones que registren entre sí los valores de la cartera, además, "tenemos que el efecto de la diversificación se aplica en tanto que haya menos que correlación perfecta, es decir que $\rho < 1$ "²⁰.

Lo último que nos queda por mencionar es la fórmula general para el cálculo de la varianza de los rendimientos de una cartera de n activos:

$$\sigma^2(R) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

Donde $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$

Su notación matricial es:

$$\sigma^2_{(p)} = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n,2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Matriz de varianzas y covarianzas

²⁰ ROSS Stephen A. "Finanzas Corporativas". Ed. McGraw-Hill. p295

Es evidente que no sirve de nada conocer el riesgo de un título por separado, para saber su influencia en la cartera, se debe medir su riesgo de mercado, es decir su sensibilidad respecto a los movimientos del mercado, esta sensibilidad se denomina Beta, que esta contenida dentro del modelo CAPM, que a continuación se describe.

2.3 Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM)

La teoría moderna de la toma de decisiones en incertidumbre introduce un marco conceptual genérico para medir el riesgo y el rendimiento de un activo que se mantiene como parte de una cartera y en condiciones de equilibrio de mercado. Este marco conceptual se denomina Modelo de Fijación de los Precios de los Activos de Capital o CAPM (del inglés Capital Asset Pricing Model). El Modelo fue desarrollado a partir de la teoría de Optimización de Carteras de Markowitz y Sharpe a mediados de los años sesenta.

Para este modelo, el riesgo de un título se divide en riesgo diversificable y el riesgo no diversificable o de mercado. Este último riesgo es el más importante para el CAPM y está medido por su coeficiente beta. Este coeficiente relaciona el exceso de rendimiento de los títulos respecto de la tasa libre de riesgo y el exceso de rendimiento de mercado respecto a la tasa libre de riesgo. El modelo se desarrolla en un mundo hipotético donde se hacen los siguientes supuestos acerca de los inversionistas y del conjunto de las oportunidades de cartera:

- Los inversionistas son individuos que tienen aversión al riesgo y buscan maximizar el valor esperado de los rendimientos, tomando sus decisiones en base al valor medio y a la desviación estándar de la distribución de probabilidades de los rendimientos.

- Los inversionistas son tomadores de precios y poseen expectativas homogéneas acerca de los rendimientos de los activos, los cuales tienen una distribución normal conjunta.
- Existe un activo libre de riesgo, tal que los inversionistas pueden pedir en préstamo o prestar montos ilimitados a la tasa libre de riesgo.
- Hay competencia perfecta en el mercado. No existen costos de transacción ni impuestos. La información es gratuita y al alcance de todos, además se pueden endeudar o tomar fondos a la misma tasa sin limitaciones.

Estos supuestos muestran que el CAPM se basa en los postulados de la teoría microeconómica, en donde el consumidor (el inversionista con aversión al riesgo) elige de entre curvas de indiferencia que le proporcionan la misma utilidad y el riesgo - rendimiento. Esta elección entre el riesgo y el rendimiento lleva al inversionista, por un lado, a la formación de carteras y a la búsqueda de portafollos que incluyan, además de los activos riesgosos, valores cuya tasa es libre de riesgo; y por otro lado a enfrentarse a un mercado que debe estar en equilibrio.

Como vemos, para poder calcular el CAPM en una cartera de acciones se necesita, conocer la cartera del mercado de capitales representada por un Índice Bursátil²¹, como el IPC, Dow Jones, etc.; la cartera de los títulos (acciones) y un activo libre de riesgo²² como los Cetes, que representan la tasa líder en México y ofrece rendimientos de 28, 91 y 182 días. Pasaremos a explicar en que consiste el modelo.

2.3.1 El mercado y los títulos

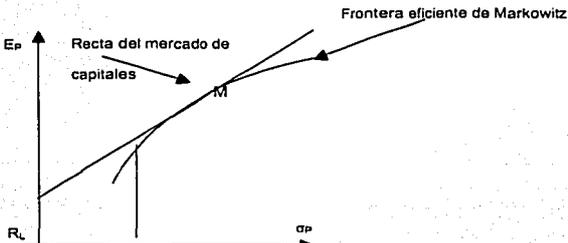
²¹ Número índice que refleja la evolución de los precios de un conjunto de acciones a lo largo del tiempo. Suelen ser representativos de lo que sucede en un mercado determinado. Así un índice se diferenciará de otro en la muestra de valores que lo compongan, la ponderación de cada título, la fórmula matemática que se utilice para calcularlo, la fecha de referencia o base y los ajustes que se apliquen al mismo

²² Véase Glosario financiero, Anexo 3

Recta del mercado

La cartera del mercado es una cartera de activos de riesgo (acciones) que incluye todos los activos con riesgo en el mercado. La vemos representada en la gráfica 2.1 en el punto M.

Gráfica 2.1 La recta del mercado de capitales (CML)



Fuente: Pascale Ricardo. Op.cit. p 216

La recta del mercado de capitales "muestra las distintas combinaciones de portafollos formados por una tasa libre de riesgo y el portafolio M que integra la frontera de eficiencia de Markowitz"²³. La selección de un portafolio óptimo con la introducción de un activo libre de riesgo será en el punto de tangencia de la curva de indiferencia más alta con la recta del mercado de capitales, tal como lo muestra la gráfica 2.1.

Debido a que los inversionistas que decidan conservar cualquier activo con riesgo preferirán la cartera M, la selección de una cartera riesgosa es independiente de la selección de una cartera en particular de la línea (CML). Esto se conoce con el nombre de *Teorema de Separación*, desarrollado por James

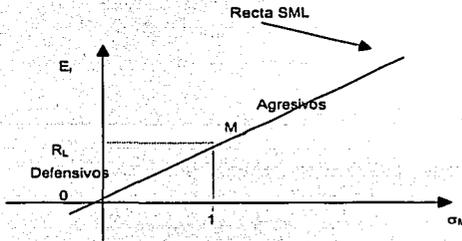
²³ PASCALE Ricardo. *"Decisiones Financieras"*, Ed. Macchi, p216

Tobin²⁴. El teorema señala, que el portafolio M está más allá de las preferencias de los distintos inversores, es decir, que la decisión de inversión esta separada de la decisión del riesgo a tomar.

Recta de títulos

La recta del mercado de títulos, esta representada por la línea SML, y representa los puntos de todos los activos de riesgo de mercado.

Gráfica 2.2 La recta del mercado de títulos (SML)



Fuente: Pascale Ricardo. Op.cit. p 222

La recta SML, de la gráfica 2.2, representa los rendimientos del activo y del mercado en periodos individuales (días, meses, trimestres, años, etc.). Los títulos o carteras con una Beta mayor a 1, se les denomina agresivos por responder más a las variaciones del mercado, mientras que los de Beta menor a 1, se les denomina defensivos porque aminoran las variaciones del mercado.

Para entender mejor lo antes dicho, es necesario explicar el modelo de mercado y el significado del coeficiente Beta.

²⁴ El Prof. James Tobin (1958), estudiando aspectos de la demanda keynesiana de dinero, introdujo el activo libre de riesgo en la contratación de portafolios.

Modelo de mercado

El CAPM se asienta en que solo un factor (el mercado) afecta los rendimientos del activo. "Esta relación es conocida como *modelo de mercado* el cual fue expuesto por Sharpe (1963), quien la llamó modelo de un solo índice"²⁵.

El modelo de mercado relaciona linealmente los rendimientos de un activo con los rendimientos del portafolio del mercado y se expresa como:

$$E_i = \alpha_i + \beta_i E_M + \xi$$

Donde:

E_i = rendimiento del activo i en el periodo t

α_i = término independiente de la regresión

β = término que relaciona los cambios en los rendimientos del activo i con los cambios en el portafolio de mercado

E_M = rendimiento del portafolio de mercado en el periodo t

ξ = término del error aleatorio

El modelo establece que el rendimiento de un activo depende del mercado y la influencia de éste es cuantificada por Beta. A continuación se mencionaran las características de este coeficiente.

2.3.2 El coeficiente Beta

El coeficiente Beta mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de un título individual al cambio de la rentabilidad de la cartera de mercado²⁶.

La formula para calcular la Beta es la siguiente:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

²⁵ Ibidem, p 223.

²⁶ ROSS Stephen. Op. cit. p 314

Una propiedad es que la Beta promedio de todos los títulos es = 1 cuando se pondera por la proporción del valor de mercado de cada título en comparación con la cartera de mercado, es decir:

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

En esta lógica, el inversor recibirá un premio por invertir en un activo libre de riesgo; siendo igual a la diferencia entre el rendimiento esperado de su inversión en riesgo y el de una inversión sin riesgo:

$$E_i - R_L$$

Al respecto, se debe de encontrar la relación de equilibrio entre el premio exigido en el mercado por invertir en un activo libre de riesgo y el que ofrece la cartera de mercado; esto es:

$$\underbrace{E_i - R_L}_{\text{Premio al riesgo por invertir en } i} = \beta_i \underbrace{(E_M - R_L)}_{\text{Premio al riesgo por invertir en } M}$$

Despejando E_i , tenemos la línea característica de un activo

$$E_i = R_L + \beta_i (E_M - R_L)$$

La interpretación de la Beta es la siguiente:

- ⇒ $\beta > 1$: Son acciones que poseen más riesgo que el mercado, de acuerdo a esto, subirán o bajarán más que el mercado.
- ⇒ $\beta = 1$: "La beta promedio de todos los títulos es 1 cuando se pondera con la proporción del valor de mercado de cada título comparado con el de la cartera de mercado".²⁷ Por lo que la rentabilidad esperada de cualquier

²⁷ Ibidem, p 318

título con una beta de 1 es $\overline{R_M}$ la rentabilidad esperada de la cartera de mercado.

- ⇒ $\beta < 1$: Son acciones que tienen menos riesgo que el mercado.
- ⇒ $\beta = 0$: Esto significa que no tiene ninguna relación con el mercado, su riesgo es todo él riesgo no sistemático o diversificable.

Siguiendo a Stephen Ross, demos un ejemplo del modelo CAPM en un portafolio de acciones, en donde se conoce el rendimiento de las acciones de ALFA y del mercado (IPC):

Cuadro 2.3 Rentabilidad del IPC y de ALFA (Cifras en porcentaje)

Tipo de economía	Rentabilidad del IPC %	Rentabilidad ALFA %
Alza	15	$25(1/2) + 15(1/2) = 20$
Baja	-5	$-5(1/2) + (-15)(1/2) = -10$

Fuente: Elaboración propia siguiendo a Ross. Op. Ct. P 315

Por lo tanto, las acciones de ALFA tienen un coeficiente de sensibilidad de 1.5. Cuando el mercado se encuentre al alza, se espera que las acciones de ALFA se comporten aún mejor, pero cuando el comportamiento del mercado sea a la baja, se espera que las acciones pierdan 1.5 puntos de su valor.

Es a partir de este punto, que podemos mencionar el riesgo sistémico del que nos habla el coeficiente Beta.

2.3.3 Riesgo sistemático y riesgo no sistemático

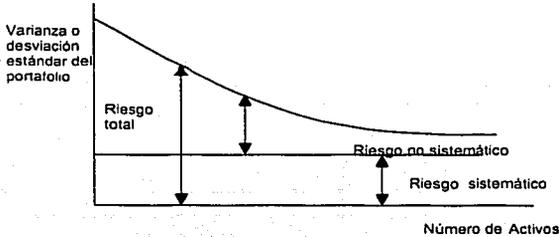
El *riesgo sistemático* se define por Sharpe, "como la variabilidad de los activos que puede ser atribuida a un factor común"²⁸. En tal caso, está vinculado al mercado en general, es decir a las condiciones generales de la economía, como

²⁸ PASCALE Ricardo. Op. cit. p 220

es la inflación, tipo de cambio, etc. Este riesgo es conocido como riesgo no diversificable o riesgo de mercado, ya que es el mínimo nivel de riesgo al que se llega con la diversificación de portafolios tomando un número significativo de títulos. Este riesgo no se puede disminuir a través de la diversificación.

El riesgo no sistemático es definido como "la proporción de variabilidad de un activo que puede ser eliminado a través de la diversificación eficiente".²⁹ A este riesgo también se le conoce como riesgo diversificable, riesgo único, riesgo residual, o riesgo específico de un título o empresa. La gráfica 2.3 nos muestra estos riesgos.

Gráfica 2.3 Riesgo sistemático y no sistemático



Fuente: Pascale Ricardo. Op.cit. p 221

Así, cuando incrementamos infinitamente el número de títulos el resultado es: $\sigma_p^2(N \rightarrow \infty) = \overline{\sigma_u^2}$, tiende a infinito.

De esta manera tenemos que la varianza del portafolio es la covarianza promedio y lo que se puede diversificar es la varianza más no la covarianza, el hecho es que podemos diversificar parte de nuestro riesgo, tomando en cuenta que no todo se diversifica; tal como se muestra en la gráfica 2.3.

²⁹ Ibid; p 221

La varianza del portafolio decrece conforme se agregan más títulos pero nunca se puede reducir a cero, se aproxima asintóticamente a la covarianza promedio, el valor de $\overline{\sigma_v}$ es el riesgo sistemático, de mercado o riesgo no diversificable.

Ventajas del CAPM

- El modelo CAPM muestra de una manera práctica la forma de medir el riesgo de una acción, dividiéndolo en riesgo sistemático y riesgo no sistemático.
- Para el cálculo de este riesgo utiliza solo un parámetro que es β .
- La Beta muestra el riesgo contenido en la acción en relación al mercado.

Desventajas del modelo:

- Stephen Ross señala que hay que suponer que los inversionistas no se equivocan de forma sistemática en sus creencias a priori.
- Las Betas calculadas con datos históricos suelen ser inestables, es decir, que pueden cambiar en el tiempo.
- La Beta puede llegar a ser estadísticamente no significativa.

Resumiendo, el CAPM postula que el rendimiento esperado de un valor depende de la tasa libre de riesgo, el riesgo sistemático y el mercado. Para que un inversionista decida tener un título de riesgo elevado, éste deberá tener una rentabilidad esperada lo suficientemente atractiva para compensar su riesgo.

Explicando la importancia del riesgo y el rendimiento de un portafolio, así como el modelo CAPM y su coeficiente Beta, se detallará, en el capítulo siguiente, las diferentes metodologías para el cálculo del VaR que es el objetivo del presente trabajo.

Sin embargo, no se podía dejar a un lado el tema del CAPM ya que recordemos que la cartera se conformará únicamente por acciones.

CAPITULO III
METODOLOGÍAS PARA LA MEDICION DEL VaR

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una metodología para medir cuantitativamente diversos tipos de riesgo financiero ha sido una de las principales preocupaciones tanto de las Instituciones financieras como de los reguladores gubernamentales. Anteriormente solo se podían hacer aproximaciones del riesgo tomando en cuenta cualitativamente los factores del mercado, lo cual hacía que muchas empresas, Instituciones financieras e inversionistas, tuvieran grandes pérdidas hasta el punto de quebrar.

Con el desarrollo de la metodología denominada Valor en Riesgo se tiene una mejor estimación de la pérdida que pueden llegar a tener, los portafolios de inversión, las Instituciones financieras y las empresas. Por lo tanto, al calcular el VaR, el Administrador y Asesor financiero, podrán darle al inversionista la oportunidad de elegir si mantiene o retira su capital de dicho portafolio.

De esta manera, el objetivo de este capítulo es presentar las principales metodologías para estimar el VaR de portafolios de inversión. Cabe destacar que no es objetivo de este trabajo de investigación, realizar el cálculo del VaR con todas las metodologías que se presentan, ni tampoco se pretende poner a discusión cada una de ellas, lo importante es mostrarlas, para que se tenga una mejor idea de ellas.

Este capítulo es el preámbulo para el desarrollo de cada uno de los métodos del VaR, bajo estos supuestos se menciona a continuación cada uno de ellos.

3.1 La volatilidad como medida de riesgo de mercado

Es importante que antes de revisar las metodologías para la medición del VaR, se defina a la volatilidad, ya que es un cuantificador importante para la medición de los riesgos de mercado. "La volatilidad se define como una medida de dispersión de los rendimientos con respecto a la media aritmética de los mismos en un periodo de tiempo determinado"³⁰; es decir, que estadísticamente equivale a la desviación estándar de los rendimientos o cambios porcentuales respecto a su media aritmética.

La mayoría de los rendimientos se sitúan alrededor de un punto, generalmente el promedio de los rendimientos, y poco a poco se van dispersando hacia las colas de la curva de distribución normal, esa es la medida de volatilidad.

La volatilidad de un activo o de una cartera es predecible y tiene implicaciones importantes para la administración de riesgos. Es decir, si la volatilidad aumenta, también lo hará el valor en riesgo. Dicho así los inversionistas desearán ajustar sus portafolios, para reducir su exposición a aquellos activos cuya volatilidad que se pronostica con incrementos. Igualmente, una volatilidad predecible, significa que los activos que dependen directamente de ella, variarán su valor en una forma previsible.

Existen varias formas de medir y pronosticar la volatilidad, un ejemplo es la volatilidad de Markowitz, la cual se explicó en el capítulo anterior³¹. Enseguida se explicará el método de promedios móviles exponenciales debido a que se realizará un ejemplo en el último capítulo.

³⁰ Apuntes de la clase "Análisis de riesgo y portafolios de inversión", impartida por el Mtro. José Martín Rodríguez Aguilar.

³¹ Esta metodología se utilizará para el cálculo del VaR de esta investigación.

Promedios Móviles Exponenciales

El modelo de medias móviles exponenciales asume que existe correlación entre los cambios porcentuales de los factores de riesgo y por esta razón otorga una mayor importancia a los datos más recientes.

Este modelo de cálculo de volatilidad se ha hecho famoso debido a J.P. Morgan lo utiliza como un componente importante del sistema de RiskMetrics. El modelo otorga mayor importancia a los datos más recientes y lo hace a través de lo que se determina como "factor de decaimiento" que se utiliza para cada uno de los cambios en los precios o tasas.

Cuanto menor sea este factor, mayor será la ponderación e importancia dada a los cambios más recientes y el tiempo que tarda la medida de volatilidad en volver a sus niveles anteriores después de un movimiento brusco en los precios o tasas.

La expresión matemática para calcular la volatilidad siguiendo este modelo es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) X_t^2}$$

Donde:

λ = Factor de decaimiento y,

X_t = Es el cambio porcentual del precio en el día t, donde t = 1 es el cambio porcentual del precio del día anterior.

σ_{t-1}^2 = la varianza del precio en del día anterior

El factor de decaimiento es una variable principal en la determinación de la ponderación de las observaciones pasadas.

El número de observaciones a tomar (k), depende del grado de exactitud requerida (tolerancia) y el factor de decaimiento; la fórmula matemática para determinarlo es la siguiente:

$$K = \frac{\text{Log}(\text{exactitud requerida})}{\text{Log}(\text{factor decaimiento})}$$

La exactitud requerida viene dada por el porcentaje deseado por la Institución o el Administrador de riesgos.

La selección de un factor de decaimiento específico dependerá de la necesidad de que la cifra de VaR se ajuste rápidamente a los cambios en los factores de riesgo. Cuanto menor sea el factor de decaimiento con mayor rapidez responderá la medida de VaR a los cambios en los precios o tasas. En la práctica, el RiskMetrics utiliza sólo un factor de decaimiento para todas las series, el cual se fija en 0.94 para datos diarios y 0.97 para datos mensuales.

Ejemplo de volatilidad exponencial:

Si en nuestro portafolio incluimos las acciones de la empresa "X" en un periodo de 1 año, es decir, 252 observaciones, para determinar la volatilidad exponencial, seguiríamos los siguientes pasos:

1. Determinar la tolerancia, esto es, a qué porcentaje queremos hacer el cálculo del VaR, puede ser al 90%, 95% o 99% (sería la exactitud deseada para la volatilidad). Para nuestra ejemplo se elige al 95%.
2. Seleccionar el factor de decaimiento: J.P Morgan utiliza el 0.94 como este factor, para las series históricas diarias y como nuestro ejemplo se trata de acciones, este resulta ser el mejor.

Con estos datos, podemos conocer el número de observaciones que se pierden:

$$K = \frac{Ln(0.05)}{Ln(0.94)} = \frac{-2.99}{-0.061} = 50$$

Es decir que se pierden 50 observaciones. En la observación 51 empezamos el cálculo para la volatilidad.

3. Teniendo el factor de decaimiento ($k = 50$), sustituimos los valores en la fórmula para calcular la volatilidad. Suponga que $\sigma_1^2 = 0.0001176$ (.01176%) y el factor de cambio porcentual del precio del día anterior $X_1 = 0$, la volatilidad de las acciones de la empresa "X" es de:

4. $\sigma = \sqrt{(0.94)(0.01176) + (1 - .94)(0)} = 1.084\%$ volatilidad del periodo, con 252 observaciones.

En el último capítulo de la investigación se complementa el cálculo de las volatilidades exponenciales con las acciones del portafolio.

Para seguir con el objetivo de esta tesis, se explicarán las metodologías más importante y desarrolladas para el cálculo del VaR. Poniendo principal atención en el método paramétrico debido a que es el que se usará para los cálculos correspondientes al VaR.

3.2 Método Paramétrico (RiskMetrics)

El RiskMetrics es un sistema de administración de riesgos creado por J.P. Morgan, que cuenta con una extensa base de datos de volatilidades y estimaciones de correlación entre instrumentos del mercado norteamericano.

El método implementado por RiskMetrics, también llamado Analítico o de Deltas, "sostiene que el riesgo total del portafolio se describe como una función de la volatilidad de cada instrumento integrante del portafolio y la correlación entre los

instrumentos del mismo"³². Esto se logra mediante la construcción de la matriz de varianzas-covarianzas, la matriz de volatilidades y la matriz de correlaciones, para cada uno de los componentes de la cartera.

Esta metodología es tal vez, la más difundida y empleada para el cálculo del VaR. Se basa en la correlación que existe entre los valores de un portafolio para su cálculo, estas se derivan de ordenamientos y cálculos mediante matrices.

El RiskMetrics utiliza dos formas para medir el riesgo de mercado.

- El VaR simple para instrumentos lineales
- El VaR Delta-Gama para instrumentos no lineales

Al respecto, ofrece dos metodologías; la primera es una aproximación analítica y la segunda es de simulación, como lo es el modelo Montecarlo Estructurado, que se utiliza para posiciones no lineales.

La Aproximación analítica; se refiere a un método que relaciona una expresión matemática con el rendimiento de un portafolio y con el rendimiento de las tasas base. Esto se hace mediante una expansión de una serie de Taylor³³.

Philippe Jorion, menciona que entre varios enfoques para la medición del VaR, el método paramétrico parece ser el más fácil de implementar. "Dado que, el método supone linealidad lo único que se requiere es la combinación de las posiciones del portafolio y la matriz de varianzas-covarianzas"³⁴.

El riesgo se mide para un conjunto de factores primitivos para las divisas, bonos cupón cero, mercado accionario, de tal manera que el riesgo del portafolio se puede calcular a partir de la matriz de covarianza de los factores y del vector de posiciones. Su definición matemática es la siguiente:

³² SMITHSON Charles. "Corporate Risk Management". 1996, p 25

³³ La serie de Taylor se refiere a una serie que tiene derivadas de cualquier orden en un intervalo abierto.

³⁴ JORION Philippe. Op. cit., p229

$$\sigma = \sqrt{x' \alpha S' R \alpha x} = \sqrt{(w \times \sigma)' \rho (w \times \sigma)}$$

Donde:

α = es el nivel de confianza v. gr. $\alpha = 1.65$ para un nivel de una cola al 95%

$\Sigma = R$ = es la matriz de covarianza ya que algunas veces se presenta en términos de la matriz de correlaciones R.

$\sigma, \Sigma = S'RS$ = son las volatilidades individuales; S representa a una matriz con las volatilidades sobre su diagonal y ceros.

$V = (\alpha \sigma)$ = si el factor de riesgo es medido como el vector V.

El VaR de un portafolio puede obtenerse multiplicando, primero cada posición por el riesgo asociado y después, multiplicando la matriz de correlación, tal como se explica.

$$\Sigma = \sigma \rho \sigma$$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_n \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \dots & \rho_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

El VaR de un activo o de una sola posición se calcula:

$$VaR_t = \sigma \times \alpha \times VM \times \delta \times f_0 \times t$$

VM = valor de mercado

α = nivel de confianza

f_0 = factor de riesgo en el momento cero

σ = desviación estándar de los rendimientos del activo

δ = sensibilidad del activo (beta, delta, duración, etc.)

t = horizonte de tiempo

El VaR del portafolio se calcula de la siguiente manera:

$$VaR = \alpha \times S \times \sigma_p \times \sqrt{t}$$

Donde:

α = Es el factor que define el nivel de confianza

t = Es el horizonte de tiempo que desea ajustar el VaR

σ_p = Es la volatilidad del portafolio

S = Es el valor del portafolio o valor de mercado de la posición.

Ventajas del Modelo:

- Es útil para periodos cortos, con productos que representan linealmente a los factores de mercado, dado que las operaciones se simplifican notablemente y el cálculo del VaR es más exacto.
- Reduce el número de parámetros a estimar en la matriz de varianzas-covarianzas haciendo más fácil todos los cálculos.
- El método paramétrico es de fácil uso con la tecnología computacional; solo requiere los valores de mercado y la exposición de las posiciones actuales combinados con los datos de riesgo, por lo que en múltiples situaciones el método es apropiado y proporciona una adecuada medición del riesgo de mercado.

Desventajas del modelo:

- Este método cuenta con la existencia de colas anchas, este problema se presenta en la mayoría de los activos financieros en su distribución de los rendimientos. Desde el punto de vista para el cálculo del VaR, es un punto importante ya que lo que pretende esta medida es capturar el comportamiento del rendimiento del portafolio en la cola izquierda.
- El método mide inadecuadamente el riesgo de los instrumentos no lineales, tales como las opciones.

Con un ejemplo quedará claro este método, sin olvidar que se ampliará el tema en la parte práctica de este trabajo de investigación.

Como punto de partida para conocer el VaR de un portafolio, se inicia con una sola inversión, por ejemplo 100.000 acciones de la empresa "X". Para conocer la volatilidad de la acción, se requiere de la serie de cotizaciones de la acción. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Con el ejemplo del logaritmo natural se obtienen los rendimientos diarios, de los cuales se obtendrá la media y la varianza o volatilidad respectivamente.

Cuadro 3.1: Rendimiento de las Acciones

Día	Precio	Rendimiento de la acción	
0	45.69		
1	46.82	$\ln(46.82/45.69)$	0.02443101
2	47.07	$\ln(47.07/46.82)$	0.00532539
3	47.32	$\ln(47.32/47.07)$	0.00529718
4	48.26	$\ln(48.26/47.32)$	0.01967002
5	48.5	$\ln(48.5/48.26)$	0.00496074
Media	0.011936868		
Varianza	8.80921E-05		
Desv. Est.	0.009385741	Volatilidad	0.9386%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Anexo 1

El ejercicio, aunque sencillo, es la base estadística que se emplea para el cálculo del VaR. El comportamiento histórico de los valores permite conocer el desempeño diario de las acciones o valor en cuestión.

2. El parámetro que se emplea para el cálculo del VaR en una posición es la desviación estándar, ya que con ella, se puede conocer el VaR de 100, 000 acciones de la empresa "X".
3. El último día de cotizaciones de la acción su valor era de \$ 48.5, con una volatilidad de 0.9386%, el VaR sería (siguiendo la fórmula de una sola posición):

$$\text{VaR} = 100,000 \cdot 48.5 \cdot 0.009385 \cdot 1.65 = \$75,103.46$$

Como vemos el valor se encuentra señalado en unidades monetarias, pesos según el ejemplo. Verificando la sencillez del cálculo del VaR por este método, al mismo tiempo que resulta de gran capacidad informativa para un inversionista, en este caso, tiene la posibilidad de mantener su posición accionaria o, si el VaR es a su gusto muy elevado tendría la opción de vender y no correr el riesgo de perder dicha cantidad de dinero en su inversión.

El ejemplo anterior, solo implicó una variable para su cálculo, por lo que no hay que perder de vista que cuando se tiene un portafolio bien diversificado, el cual esta formado, por muchas diferentes acciones, se requiere entonces de variables estadísticas adicionales como; la matriz de varianzas-covarianzas, la matriz de correlaciones y la matriz de los factores de riesgo. Este tema se ampliará en el capítulo V.

3.3 Método Histórico

El método histórico, es otra metodología para el cálculo del VaR, se basa también en series históricas aunque su interpretación y su procedimiento cambian respecto al método paramétrico.

El método de simulación histórica proporciona una implementación directa de vinculación completa, que "consiste en regresar el tiempo, por ejemplo los últimos 30 días, y aplicar ponderaciones actuales a una serie de tiempo de rendimientos históricos del activo"³⁵, como lo muestra la formula:

$$R_{p,T} = \sum w_{i,t} R_{i,T}$$

Donde T = 1,....., t.

³⁵ JORION Philippe. Op.cit. p 217

Se observa que las ponderaciones w_i se mantienen en sus valores actuales. Este rendimiento no representa un portafolio real, pero reconstruye a un portafolio hipotético, utilizando la posición corriente.

De manera generalizada, la valuación completa requiere un conjunto completo de precios, por ejemplo, las curvas de rendimiento, en lugar de tomar en cuenta solo los rendimientos. Para obtener los precios futuros hipotéticos se aplican cambios históricos en los precios, al nivel actual de precios:

$$P_{i,T}^* = P_{i,0} + \Delta P_{i,T}, \quad i = 1, \dots, N$$

Después se obtiene un nuevo valor del portafolio $P_{p,T}^*$ con el conjunto completo de los precios hipotéticos que pueda incorporar relaciones no lineales. Es importante recalcar que el conjunto de precios puede incorporar mediciones de volatilidades implícitas, lo que genera el rendimiento hipotético que corresponde a la observación T.

$$R_{p,T} = (P_{p,T}^* - P_{p,0}) / P_{p,0}$$

Por lo tanto, el VaR se obtiene a partir de la distribución completa de los rendimientos hipotéticos. Entonces se asumirá que la distribución es normal y se confía en la varianza para obtener el VaR.

La forma correcta de calcular el VaR por el método histórico es utilizando la historia de los cambios porcentuales del precio y aplicarlo al portafolio que se analiza siguiendo estos pasos:

1. Obtener la serie histórica de cambios de precio para todos los instrumentos y factores de riesgo del portafolio.
2. Aplicar los cambios de precio al portafolio para generar una serie histórica de cambios en el valor del portafolio.
3. Ordenar los cambios en el valor del portafolio resultantes, de mayor a menor y obtener los percentiles de la distribución.

4. Obtener el VaR del portafolio usando los percentiles correspondientes.

Ventajas del Modelo

- Este método es relativamente simple de realizar si los datos históricos se registran a partir de valuaciones diarias a mercado. Los mismos datos pueden ser usados posteriormente para la estimación del VaR.
- Un dato importante es que este método permite no linealidades y distribuciones no normales, ya que la valuación completa se obtiene a partir de los datos históricos; el método cuantifica las colas anchas de la distribución y dado que no se basa en modelos de valuación, no está propenso al riesgo de modelo.
- Otra ventaja es que al seleccionar periodos de extrema volatilidad la simulación histórica, puede ser utilizada para pruebas de estrés, permitiendo tener dos medidas, VaR en periodos normales y VaR en periodo de crisis.

Desventajas del modelo:

- En este método solo se utiliza un patrón muestral, por lo que omitirá volatilidad temporalmente elevada
- Se requiere tener acceso a una buena base de datos para poder hacer los cálculos.
- Es crítico el horizonte de tiempo utilizado, ya que uno muy corto puede no tomar todos los valores de la muestra.

3.4 Método Montecarlo Estructurado (MCE)

Cuando no se tiene la historia completa de los cambios del precio de los instrumentos que componen un portafolio, es difícil encontrar el método adecuado a utilizar para la medición del VaR. Cada cambio en los factores de riesgo que influyen en el precio de los instrumentos se puede ver como un evento aleatorio.

La metodología de Montecarlo, permite la generación de un gran número de estos eventos (cambios correlacionados en los factores de riesgo que afectan los Instrumentos del portafolio) para poder calcular el valor en riesgo.

Se pueden identificar dos niveles de administración del riesgo financiero donde se aplica el modelo Montecarlo:

- Alto nivel de análisis de escenarios y VaR por mesas, bancas o a nivel institucional.
- Bajo nivel de sensibilidades de portafolios y operaciones como parte de valuación a mercado (mark to market) y de procesos de cobertura.

El método consta de dos pasos:

- a) El Administrador de riesgo especifica un proceso estocástico para variables financieras así como los parámetros del proceso, el riesgo y las correlaciones, pueden derivarse de datos históricos o implícitos.
- b) Se simulan senderos de precios ficticios para todas las variables de interés, en cada horizonte de tiempo considerado, el cual puede ser de un día a muchos meses, el portafolio es valuado a precio de mercado utilizando una valuación completa.

Cada una de la "pseudo"³⁶ realizaciones es utilizada para reunir una distribución de rendimientos y poder calcular un VaR. Para entender el modelo de Montecarlo, primero es necesario comprender la manera de crear escenarios mediante la generación de números aleatorios.

Debido a que los precios de un activo en mercados eficientes se comportan de acuerdo a un proceso estocástico (movimiento geométrico Browniano), la

³⁶ Se les llama números "seudo" aleatorios, dado que se generan a partir de un algoritmo utilizando una regla determinística. Iniciando a partir del mismo número "semilla" la secuencia se puede repetir las veces que uno quiera.

ecuación matemática que representa este proceso es el modelo de Winer que se presenta a continuación.

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma dz$$

Donde:

$$dz = \xi_i \sqrt{dt}$$

Sustituyendo a dz en la primera fórmula se obtiene:

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma \xi_i \sqrt{dt}$$

Donde:

μ = es la media de los rendimientos

σ = es la desviación estándar de los rendimientos.

El modelo indica que los rendimientos de un activo $\left(\frac{ds}{s}\right)$ están determinados por un componente determinístico (μdt) y un componente estocástico ($\sigma \xi_i \sqrt{dt}$) que contiene un ruido blanco o choque aleatorio ξ_i , se distribuye normalmente con $N(0,1)$. Ahora bien, este modelo se puede expresar en términos de una variable discreta de la siguiente manera:

$$\frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} = \mu \Delta t + \sigma \xi_i \sqrt{\Delta t}$$

Como puede observarse esta es una ecuación recursiva. Para generar escenarios, basta con generar números aleatorios (alrededor de 10,000) y para determinar el nuevo valor del activo, es claro que éste dependerá del valor obtenido en el periodo anterior, de manera sucesiva el valor de la media y de la desviación estándar (rendimiento y riesgo del portafolio) permanecen constantes.

La simulación de Montecarlo, es uno de los métodos más completos en términos de exactitud y aplicabilidad a diferentes tipos de instrumentos, ya que el

simular repetidamente un proceso aleatorio para la variable financiera de interés, recrea la distribución completa de los valores del portafolio.

Este método es una herramienta poderosa, ya que es capaz de estimar el VaR en un portafolio de gran complejidad y con instrumentos no lineales.

Desventajas del modelo:

1. El modelo es muy caro de implantar en términos de infraestructura de sistemas computacionales.
2. Para realizar las simulaciones se utiliza un generador de números aleatorios con un valor inicial o semilla, por lo que si este no es diseñado adecuadamente, entonces los números aleatorios que se generen no tendrán las propiedades deseadas de aleatoriedad e independencia. De igual manera éste generador sigue un ciclo (se repite el número semilla cada vez que termina la secuencia) y si el ciclo no es lo suficientemente grande para que no se repitan los números en secuencia, entonces no se tendrá una aproximación confiable.

3.5 Pruebas de Sensibilidad

Es importante que para realizar un análisis más completo del riesgo se lleven a cabo cálculos adicionales que respalden de forma más intensa los modelos desarrollados validando los mismos. Entre estos cálculos tenemos las pruebas de sensibilidad, también conocidas como "Stress Testing" y "Back Testing".

Es importante aclarar, que no se aplicaron estas pruebas en la tesis debido a la extensión del tema, sin embargo es importante mostrar, el significado de estas pruebas así como el significado de su cálculo.

Las pruebas de estrés muestran diferentes escenarios en donde las variables se mueven generando crisis económicas, por lo que deben de ser consideradas en la medición del VaR.

Las pruebas de respaldo, proporcionan la comprobación de la relación costo-beneficio en la implementación de los sistemas para el cálculo del valor en riesgo. A continuación se explican metodológicamente ambas.

3.5.1 Pruebas de Estrés (Stress Testing)³⁷

Las pruebas de estrés se utilizan para tener una idea del tamaño de la pérdida que se puede tener cuando una o varias variables financieras tienen un movimiento drástico.

Este método, denominado algunas veces como *análisis de escenarios*, examina el efecto de grandes movimientos simulados en variables financieras clave sobre el portafolio. Radica en el análisis de escenarios para determinar los posibles cambios en el valor del portafolio. Estas pruebas son muy útiles cuando se trata de analizar la cola de la distribución, es decir, el peor escenario en el que se puede incurrir. Cabe señalar que esta prueba es complemento al valor en riesgo, no un sustituto.

Lo primero que se hace en una prueba de estrés es generar o suponer un conjunto de escenarios para cada factor de mercado o variable financiera, después, asignarle una probabilidad a cada escenario y por último, valuar el portafolio para cada uno de ellos. Teniendo la distribución del valor del portafolio se generan las tasas de retorno correspondientes como en el método de Simulación Histórica y se obtiene el VaR de manera análoga.

³⁷ También llamadas Simulación de Escenarios o Escenarios de Estrés.

Algunas variables que se deben de tomar en cuenta en las pruebas de estrés son:

- Los cambios paralelos a la curva de las tasas de interés
- Devaluaciones del tipo de cambio
- Incumplimiento de contraparte

Desventajas de las Stress Testing:

1. Una desventaja para este modelo es que si los escenarios son poco probables conducirán a medidas equivocadas del VaR.
2. Si los escenarios cambian en el tiempo, las medidas de riesgo pueden cambiar por causa de estas variaciones.
3. La prueba de estrés no especifica la probabilidad de las peores situaciones y maneja pobremente las correlaciones, las cuales son un elemento importantísimo para medir el riesgo de un portafolio.

3.5.2 Pruebas de Respaldo (Backtesting)

Dado el extenso uso del valor en riesgo como una medida de riesgo de mercado, es importante realizar un análisis de costo beneficio de la implementación de los modelos para calcular el VaR. El hecho de que existan supuestos que hagan el cálculo del VaR más accesible y menos complicado lleva también a tener resultados menos acertados. Es por esto la importancia de medir el desempeño de los diferentes modelos de estimación. La forma más conocida para hacerlo es el método de Pruebas de Respaldo.

Estas pruebas consisten en la comparación de los resultados observados del portafolio, es decir de las pérdidas y ganancias reales, contra las estimaciones de estas mismas pero calculadas con las metodologías de valor en riesgo. Si las pruebas de respaldo son usadas en forma adecuada, representan una aportación

valiosa como muestra de la integridad del análisis de riesgo y el proceso de estimación de los mismos.

Las pruebas de respaldo utilizan los rendimientos observados para el mismo periodo de tiempo que el que se utilizó como horizonte para el cálculo de las estimaciones del VaR. La más simple de estas pruebas consiste en, por un lado, observar gráficamente el número de veces que el valor observado se sale de la estimación del valor en riesgo; y por otro lado, calcular el porcentaje de veces en que los rendimientos observados son más negativos que el VaR comparando este número con el nivel de confianza utilizado para su cálculo.

Así, para el VaR estimado a un 95% de confianza, los valores observados deben exceder solo un 5% de las veces el valor estimado. Otro factor importante que se debe tomar en cuenta al probar la eficiencia de los modelos es la magnitud de las observaciones que se excedieron al valor en riesgo.

La prueba de respaldo consiste en si, en compara el valor estimado del VaR y el observado (valor real del portafolio), comprobando que la estimación haya cubierto a lo que ocurrió realmente; por último se cuentan las observaciones que se salieron de la estimación.

Lo que se trata de establecer con una prueba de respaldo es si el modelo de valor en riesgo que se está utilizando es el adecuado para representar el mercado en el que se aplica. Si el modelo de VaR es adecuado y la prueba no indica lo contrario, se podrá tomar una decisión correcta.

Es posible que el modelo sea correcto pero las pruebas de respaldo indiquen lo contrario, por lo que se puede cometer un error Tipo I; o bien lo que es más grave, que el modelo no sea adecuado para la información que se está usando y las pruebas de respaldo no lo detecten, entonces se cometerá un error Tipo II.

En ambos caso se llegará a una conclusión incorrecta de los resultados que arroje el cálculo del VaR. Por lo anterior es importante observar los factores que afecten la probabilidad de cometer un error Tipo II, como son el nivel de confianza y el tamaño de la muestra.

Otro factor importante es que el portafolio debe ser relativamente estático en el periodo de observación para que las pruebas de respaldo puedan verificar el modelo de riesgo usado.

En la practica, por la compra y venta de instrumentos, es difícil que se cumpla con esto ya que es claro que mientras mayor sea el periodo de tiempo en que se observe el portafolio mayor será el número de movimientos que se tendrá que hacer; sin embargo no debemos olvidar que el número de estimaciones para realizar una prueba de respaldo debe ser grande, entonces hay que buscar la mejor forma de combinar estas dos necesidades al hacer las pruebas.

En síntesis, conociendo el riesgo-rendimiento, así como las metodologías para el cálculo del VaR, entonces se puede explicar la formación de la cartera de inversión, para poder alcanzar el objetivo de la tesis, que es la medición del VaR.

CAPITULO IV
FORMACIÓN DEL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

INTRODUCCIÓN

Si consideramos que una inversión financiera es la adquisición de valores de diversa índole comprometiendo para esto un capital por un determinado tiempo con el fin de obtener una ganancia por la tenencia de los mismos. Cuando se decide realizar inversiones financieras se presentan innumerables interrogantes en cuanto a rendimiento, riesgo, plazo e instrumento financiero en donde invertir.

Si se busca que la inversión sea muy rentable se van a correr muchos riesgos, entonces la posibilidad de perder es elevada. En cambio, si se prefiere una inversión más segura, las ganancias que se pueden esperar son menores.

Para poder seleccionar el conjunto de instrumentos que se pueden incluir en un portafolio, es necesario conocer el rendimiento que ofrecen, y el riesgo, es decir, lo que estamos dispuestos a perder.

Es por lo anterior, que en este capítulo se explica la composición del portafolio de inversión, así como los criterios para la selección de los activos. Es importante mencionar, que el estudio práctico, es únicamente en el mercado de acciones, a lo cual se dará la explicación correspondiente.

Sin embargo, es necesario aclarar que para no perder el objetivo de esta investigación, no se detallarán todos los instrumentos del Mercado de Valores Mexicano³⁸, sino únicamente los que integraran la cartera de inversión.

³⁸ El Mercado de Valores Mexicano representa el conjunto de normas e instituciones cuyo funcionamiento permite el proceso de emisión, colocación y distribución de los valores inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios Bursátiles, aprobados por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores para su cotización en la Bolsa Mexicana de Valores.

4.1 Que es y como se forma un portafolio de inversión

Antes de presentar la composición de la cartera, así como los criterios seguidos en la selección de los activos, es necesario definir a los portafollos de inversión y presentar los mercados con los que podemos formar una cartera de activos.

Un portafolio de inversión "es una combinación de activos o títulos individuales, (entre ellos se consideran las acciones), de modo tal que una combinación de títulos casi siempre sea menos arriesgada que cualquier título individual"³⁹. Es posible eliminar el riesgo porque las rentabilidades de los títulos individuales, por lo general, no están perfectamente correlacionadas entre sí, por lo que cierto porcentaje del riesgo se puede eliminar con la diversificación.

El principio por el cual se rigen los portafollos de inversión es la teoría de portafollos, la cual se explico en el capítulo II. En esta teoría de gestión de la cartera, se define el análisis de los valores a partir de dos parámetros, rentabilidad y riesgo. De lo anterior parte el principio de diversificación, es decir, que una cartera debe de estar diversificada básicamente por dos ventajas: disminuir el riesgo en toda inversión financiera y aumentar el rendimiento de la inversión.

A continuación se presentan algunos pasos a seguir para construir una cartera de inversión:

- Determinar el tiempo o plazo necesario para cumplir los objetivos de la inversión.
- Calcular la cantidad a invertir para satisfacer los objetivos de la inversión.
- Determinar que el nivel de riesgo sea aceptable.
- Seleccionar el tipo de inversión para cada asignación.

³⁹ MORALES Castro Arturo. "Inversiones en Acciones y Portafollos de inversión" p.49

- Evaluar periódicamente el desempeño del portafolio.

Normalmente los portafolios de inversión se integran por una combinación de Instrumentos de todos los mercados financieros: mercado de deuda, mercado accionario, mercado de metales, mercado de divisas y mercado de derivados.

El mercado de deuda: este mercado se caracteriza por ser a corto plazo y de bajo riesgo. Se pueden incluir instrumentos en los portafolios, tales como los Cetes⁴⁰, los pagares bancarios, los fondos de inversión de renta variable, cobertura y de deuda; los fondos especializados para el retiro.

El mercado de divisas, en donde se cotizan las diferentes divisas del mundo. La más representativa para nuestro país es el dólar. Así, se tienen operaciones de mercado, en donde se cotiza el tipo de cambio, dólar spot, fix y el peso contra las principales divisas como son: el euro, la libra esterlina, franco suizo, el yen, el real brasileño, entre otros.

El mercado de metales, en el se cotizan los metales del país como son los metales preciosos el oro (centenarios, oro barra y onza), la onza plata, el platino y el paladio; los metales industriales como el cobre, aluminio, níquel zinc y plomo.

El mercado de derivados provee los servicios para que coticen y negocien los contratos de futuros y de opciones. En nuestro país no se hacen operaciones de opciones, solo de futuros financieros, el cual "es un acuerdo entre dos partes, en donde los contratantes se comprometen a pagar un determinado producto, especificado en cantidad y calidad, en una fecha y precio previamente acordada"⁴¹. Los futuros que se negocian en México son: futuros en la TIIE⁴² en el

⁴⁰ Certificados de la Federación, son títulos de crédito en los cuales se consigna la obligación directa e incondicional del Gobierno Federal, de pagar a su vencimiento, una cantidad determinada de dinero. El rendimiento que ofrece esta en función del mercado y son amortizaciones en una sola exhibición.

⁴¹ MARTÍNEZ Abascal Eduardo. *"Futuros y opciones en la gestión de carteras"*. Edit. Mc Graw-Hill, p1

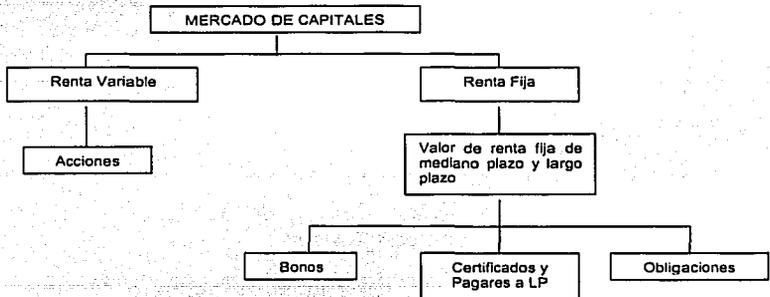
⁴² Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio. Véase glosario en Anexo 3

Mexder, del dólar, en el IPC del Mexder, futuros del Cete, del bono a tres años del Mexder y en acciones del Mexder. Es un mercado joven con un riesgo muy bajo y los inversionistas, por lo general, adquieren un producto derivado para cubrir sus portafolios de los riesgos de mercado.

Después de esta breve explicación de los diferentes mercados que puede consultar un inversionista para formar un portafolio de inversión, a continuación se explicará el mercado accionario a detalle, debido a que la cartera se compondrá de acciones.

La finalidad del mercado accionario o bursátil es la adecuada canalización de recursos hacia empresas y proyectos productivos, para financiar su desarrollo mediante el establecimiento de instancias y normas que fomenten el intercambio de valores. Los procesos de canalización de recursos y de intercambio de valores se realizan a través de la intervención de tres participantes: las entidades emisoras de valores, los intermediarios bursátiles y los inversionistas. En el esquema 4.1 se ve representado el mercado de capitales mexicano.

Esquema 4.1 Estructura del mercado de Capitales



Las acciones representan una parte de la propiedad de la empresa emisora que las coloca y otorgan el derecho a participar de las utilidades, que

es la acumulación de valor contable y/o el pago de dividendos, a esto se le conoce como derechos patrimoniales pues también (como accionista) tiene derechos corporativos como votar para elegir el consejo, convocar a asamblea, estar presente en la asamblea anual para conocer los resultados de la empresa, etc. El cuadro 4.1 muestra la clasificación de las acciones y sus características.

Cuadro 4.1 Estructura de Series Accionarias

SERIE	CARACTERISTICAS
A	Acción ordinaria exclusiva para mexicanos
B	Acción ordinaria libre de suscripción (mexicanos y extranjeros)
C	Acción ordinaria que restringe los derechos corporativos a los inversionistas extranjeros
D	Acción ordinaria con voto limitado

Fuente: Bolsa Mexicana de Valores

Las acciones comunes u ordinarias: este tipo de acciones otorgan a sus tenedores derechos corporativos y patrimoniales sobre la empresa.

Las acciones preferentes: que son legalmente un título de capital propio con derecho a recibir un dividendo fijo, el cual deberá de ser pagado con previa revisión de las utilidades generadas por los emisores, otorgan un voto limitado.

Cuando un inversionista esta interesado en comprar acciones, deberá observar aquellos factores que pueden afectar directamente al rendimiento y el precio, tales como: modificaciones en la estructura financiera de la empresa (Junta directiva), devaluaciones de la moneda, variación en las tasas de interés, administración de riesgos de la empresa, prospecto de fusiones, posibles quiebras, entre otras cosas.

Los diferentes tipos de emisiones del mercado de capitales lo constituyen el mercado primario o de distribución original, que son colocaciones de aumentos de

capital de las empresas, los recursos se canalizan en forma directa a las empresas para que lo apliquen en proyectos de expansión. Estas colocaciones se realizan a través de oferta pública con los lineamientos de inscripción de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores(CNBV), la Bolsa Mexicana de Valores(BMV) e INDEVAL.

Después de ser colocados en el mercado primario, si el tenedor así lo prefiere, los títulos ingresan al circuito del mercado secundario en donde pueden ser revendidos y sus precios se determinan de acuerdo a la oferta y demanda de los valores individuales. El que dichos títulos ingresen al mercado secundario no implica nuevos recursos para la empresa emisora.

Para que una empresa pueda cotizar sus acciones en la BMV, es necesario cumplir con los requisitos para una emisión pública de acciones, los cuales básicamente son los siguientes:

- Solicitud de la empresa emisora con previa aprobación de la CNBV y la BMV
- Tener solvencia y liquidez adecuadas; la empresa debe haber aprobado el estudio técnico respecto a su fortaleza económica y financiera.
- Inscripción en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios
- Realizar una colocación con un "Floting" (porcentaje mínimo de capital) el cual deberá de ser suficiente para garantizar su burzatilidad en la BMV.
- Proporcionar la información que determine la CNBV y la BMV.
- Cumplir con las normas de participación en el mercado

Los objetivos prioritarios de la colocación accionaria son:

- o Disminuir los costos de capital.
- o Incrementar los recursos de la empresa.

- o Diversificar la estructura financiera

Desventajas:

- o Que se puede llegar a perder el control de la empresa.
- o Control de nuevos participantes, y participación en los ingresos de la empresa.

Se estima que el promedio de los montos mínimos para invertir en acciones es de 700 mil pesos, aunque se espera que con el uso del Internet bajen los montos mínimos en el corto plazo.

Los rendimientos de las acciones se determinan en base a dos factores: ganancia de capital y pago de dividendos. En el caso de los dividendos el rendimiento proviene de los pagos decretados por los accionistas, en los conceptos de beneficio distribuido o no retenido; se pueden dividir en dividendos en acciones y dividendos en efectivo.

Ahora bien, se explicarán dos formas de obtener los rendimientos de las acciones:

1. **Rentabilidad simple:** "Se obtiene dividiendo el valor de la acción al final del periodo, más dividendos, derechos y otros ingresos inherentes a la acción, por el valor al inicio"⁴³. Es frecuente que los precios vengan ajustados por dividendos, derechos y otras remuneraciones, en cuyo caso la rentabilidad simple de un período (día, mes años, etc.) viene dada por.

$$R_i = \frac{P_{t+n} - P_t}{P_t} - 1$$

⁴³ MARTINEZ Abascal Eduardo. "Invertir en Bolsa: conceptos y estrategias". Edit. McGraw-Hill p 137

2. Rentabilidad continua: Es aquella tasa de rentabilidad que compuesta continuamente nos da la tasa simple anual por lo tanto tenemos:

$$R_c = LN(1 + R_A) = LN \frac{P_{t+n}}{P_t}$$

La forma más fácil de presentar el rendimiento de las acciones es por rendimientos continuos, ya que como se explico en el capítulo II, los precios de las acciones no tienen una distribución normal, por lo que es necesario basarse en la hipótesis de la distribución de lógnormal (Vease capitulo II p 15).

4.2 ¿Por qué solo se incluirán acciones en el portafolio?

La expansión de los mercados accionarios es uno de los fenómenos económicos más importantes de la última década, que se manifiesta en el fuerte incremento en la valorización de las bolsas y en la mayor difusión de la tenencia de acciones entre los inversionistas.

La escasa rentabilidad mostrada por los productos financieros tradicionales, como los Cetes, las imposiciones a plazo fijo, como los pagares bancarios, etc. y por tanto, la necesidad de encontrar alternativas más rentables, son factores que pueden, en parte explicar, este masivo acercamiento al mercado bursátil.

Como resultado, cualquier inversionista pensaría: ¿por qué invertir en acciones?, la respuesta a esta cuestión es la siguiente:

1. A diferencia de los instrumentos de deuda que buscan minimizar el gasto financiero que representan los intereses prometidos por la emisora, con las

acciones se puede ganar una parte proporcional a las ganancias que generé la empresa. Estas ganancias en el largo plazo, en las empresas con una adecuada administración, resultan ser mayor al interés que se paga en los instrumentos de deuda.

2. De acuerdo a lo anterior, a menor riesgo menor rendimiento, los instrumentos de deuda que garantizan un rendimiento programado (a diferencia de los dividendos) y que tienen derecho de pago antes que los accionistas (que irían después, en caso de liquidación) tienden a generar un menor rendimiento. Aún existe la posibilidad de no pago ni de intereses, y obviamente, ni de dividendos cuando la emisora está en una mala situación.
3. El mercado bursátil es uno de los más desarrollados del país, después del mercado de deuda. "De enero a octubre del 2002 se han hecho operaciones de registro y ofertas públicas en el mercado accionario cercanas a los 45 mil millones de pesos, incluyendo la colocación del Nafrac coordinada con Nacional Financiera"⁴⁴, Certificados de Participación Ordinaria no amortizables, los cuales confieren a sus tenedores el derecho a una parte alícuota de un portafolio de acciones fideicomitidas. Es el primer instrumento en su tipo en Latinoamérica, cuyo objetivo es reproducir el comportamiento del IPC de la BMV y facilitar a pequeños inversionistas el acceso a inversiones patrimoniales.
4. Por último, cuando un inversionista adquiere acciones, indica que lo que realmente le atrae es incrementar su patrimonio, sin embargo, es también motivo de atención para el inversionista, el riesgo que corre su capital, por ello la necesidad del VaR.

⁴⁴ BMV, XIII Convención del Mercado de Valores: "Transparencia y Liquidez", Octubre del 2002.

Por lo antes expuesto, se han elegido a las acciones como las indicadas para observar su comportamiento en la creación de un portafolio, es decir, que las acciones representan el principal mercado de riesgos y el objetivo de la investigación es, precisamente, conocer el riesgo de mercado.

De esta forma, se aceptará que si lo que buscamos son altos rendimientos debemos estar dispuestos a aceptar un alto nivel de riesgo, en otras palabras, para poder obtener algo necesitamos pagar por ello, es decir, los rendimientos dependerán del riesgo que se decida correr.

No debemos olvidar, que el principal riesgo que se tiene al invertir en acciones, es que se produzca una caída en las cotizaciones de la acción en la que se invirtió. Sin embargo, si se mantiene la inversión por un periodo prolongado, las probabilidades de obtener una buena rentabilidad aumentan. Para terminar, en el cuadro 4.2 se exponen las principales diferencias entre las acciones y los instrumentos de deuda al invertir en ellos.

Cuadro 4.2 Instrumentos de Deuda y Acciones

	Acciones	Instrumentos de deuda
Prometa un rendimiento periódico	En general no (algunas veces en el caso de acciones preferentes o con warrants incluidos, pero no es común que se ofrezcan en el mercado)	Si, que puede ser fijo como en los Cetes, o papel comercial, o bien variable como en la mayoría de los otros instrumentos
Permite participar en las decisiones de la empresa	Si, a través del voto en las asambleas de accionistas	Por lo general no
Enfoque en los derechos patrimoniales y/o corporativos	Se enfoca más a los derechos corporativos	Se enfoca a los derechos patrimoniales

Fuente: Elaboración propia con información de apuntes de la clase de Mercado de Valores impartida por el Profesor Oscar León Islas.

4.3 Selección de las acciones para el portafolio de inversión

Quizás, el primer ejercicio que debería plantearse un inversionista, a la hora de decidir el destino de su inversión, sería definir con precisión qué riesgo está dispuesto a asumir, o dicho de otro modo, qué nivel de beneficio/pérdida espera aplicar a dicha inversión. Esto significa que es necesario que conozca la pérdida máxima que tendrá de esa inversión, o mejor dicho, el VaR.

Al respecto, para la selección de las acciones de la cartera y así poder llevar a cabo la medición del riesgo de mercado, se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

1. El rendimiento y riesgo de los activos (acciones). Basado en la teoría del portafolio de Markowitz, en donde se busca seleccionar la mejor combinación o cartera de títulos considerando la rentabilidad esperada y la desviación estándar de los títulos individuales, de tal manera que se encuentre la combinación en donde el rendimiento sea alto y el riesgo mínimo. Este último es función de los tres factores que se enuncian a continuación.

- a) La proporción o ponderación de cada valor en el portafolio.
- b) La varianza o la desviación estándar de la rentabilidad de cada valor.
- c) La covarianza o coeficiente de correlación entre las rentabilidades de cada par de valores.

Cabe señalar, que existe otro parámetro que mide el riesgo de un portafolio de acciones, como lo es la beta, en términos estadísticos es la tendencia de una acción individual a covariar con el mercado, por ejemplo, con el IPC de la BMV, que de alguna manera permite medir la rentabilidad del mercado accionario mexicano.

2. También se consideró el principio de diversificación, que muestra la relación entre los títulos, es decir, que el efecto de diversificación se aplica en tanto que haya menos que correlación perfecta ($\rho < 1$)⁴⁵. Cuando la correlación

⁴⁵ ROSS Stephen, op. cit. p 295.

entre los títulos, se acerque más a ser negativa reducirá la varianza (el riesgo) de la cartera; por lo tanto, cuando un título de la cartera, tiende a subir el otro baja o viceversa, entonces los títulos se están compensando entre sí y el riesgo de la cartera será bajo.

La razón de diversificar la cartera es porque los rendimientos de los diversos activos no se mueven al mismo ritmo o en la misma dirección, ya que sus riesgos asociados no están perfectamente correlacionados. De esta forma, el rendimiento de una cartera diversificada tiende a ser más estable que los rendimientos de los activos particulares que componen la canasta. La diversificación permite al inversionista reducir el impacto del mal desempeño de cualquiera de los activos.

A pesar de que la inversión puede estar sujeta a la volatilidad de los mercados financieros, un portafolio de acciones bien diversificado reduce el riesgo de inversión en una sola empresa o en un sector en especial.

3. Asimismo, es importante tener en cuenta la *liquidez* de la inversión, ya que no todos los productos ni valores tienen la misma posibilidad de ser vendidos cuando así lo desee el inversor. La liquidez de un valor depende de su frecuencia y volumen de contratación; un valor será más líquido cuantas más sesiones cotice y más volumen de transacciones y efectivo realice en el mercado.

Es importante señalar, que existen otros métodos para la selección de activos financieros, como el "análisis fundamental y análisis técnico"⁴⁶, pero que desde luego no es el objetivo de la presente tesis.

Ahora bien, quedando claro los criterios utilizados en la selección de las acciones, se eligieron cinco acciones de diferentes sectores, que cotizan en la BMV y que son de alta bursatilidad. Únicamente fueron cinco acciones, ya que lo

⁴⁶ Véase Glosario en Anexo 3, o para profundizar el tema, Martínez Abascal Eduardo. Op.cit. parte III.

que se quiere mostrar es lo práctico y sencillo del cálculo del VaR. Las acciones seleccionadas se presentan en el cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Acciones del Mercado Mexicano

Emisión/serie	Sector	Ramo
GMODELO C	Transformación	Alimentos Bebidas y Tabaco
APASCO *	Construcción	Construcción
GEO B	Construcción	Vivienda
ALFA A	Varios	Controladoras
GFNORTE O	Servicios financieros	Grupos Financieros

Fuente: El Financiero, 28 de marzo de 2003.

Se investigaron los precios diarios de las acciones seleccionadas durante el año 2002, del 28 enero de 2002 al 29 de enero del 2003. La muestra fue de 253 datos (días hábiles) y las series históricas se obtuvieron del programa de finanzas Economática.

En la práctica, para conocer el riesgo y rendimiento de los activos seleccionados, es importante saber cual ha sido su comportamiento histórico durante un periodo de tiempo, para esto se obtiene la rentabilidad de cada acción por día. Tomando el precio diario de las acciones, se obtuvo la rentabilidad continua de las mismas. Conviene señalar, que todos los cálculos que se realizan son a partir de los rendimientos obtenidos. En el cuadro 4.4 se muestran los resultados.

Cuadro 4.4 Rendimiento y Riesgo de las Acciones

(porcentaje anualizado)

Parámetros	GModelo C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O
Rendimiento	7.48%	25.55%	12.76%	9.77%	25.75%
Riesgo	5.63%	5.38%	7.55%	3.45%	8.08%

Fuente: Cuadro Anexo 2

Inicialmente, para cada serie de acciones, se han tomado 253 muestras, del cierre de cotizaciones diarias de cada acción. Lo anterior significa que las muestras abarcan 12 meses. Por ejemplo, para la acción **GModelo C**, se tiene el siguiente resumen de sus rendimientos logarítmicos o continuos.

Cuadro 4.5 Rendimientos diarios de la acción GModelo C

Muestra	Fecha	Precio	Rendimiento
0	28/01/2002	22.07	
1	29/01/2002	21.38	-0.03135924
2	30/01/2002	20.95	-0.02052299
3	31/01/2002	21.91	0.04469769
.....
n(252)	29/01/2003	23.78	0.01056869

Fuente: Anexo 2

En el cuadro anterior, se muestra sólo un resumen de toda la serie de precios de las acciones de GModelo C, se muestra el cálculo de los rendimientos logarítmicos diarios, por ejemplo la muestra 1 = $\text{LN}(21.38/22.07) = -0.03135924$, esta cifra puede variar un poco por el redondeo.

Siguiendo a Martínez Abascal⁴⁷, para anualizar los rendimientos logarítmicos de una serie accionaria, se tendrían que seguir las siguientes fórmulas:

$$R_{c\text{ anual}} = R_c \times n \quad \text{y} \quad \text{Des.Est}_{c\text{ anual}} = \sigma \times \sqrt{12}$$

Con estas fórmulas se obtuvieron los resultados del cuadro 4.4

Ahora bien, es importante mencionar que se siguieron estos mismos pasos, para otras acciones, tales como: Telmex L ($\mu = -2.72\%$ y $\sigma = -5.87\%$); Walmex C ($\mu = 5.71\%$ $\sigma = 6.97\%$); Kimber A ($\mu = -0.63\%$ y $\sigma = 5.49\%$). Por razones obvias de rendimiento no se incluyeron en la cartera.

⁴⁷ MARTINEZ A. Eduardo. Op.cit. p 138

4.4 Comportamiento de los factores de riesgo de mercado durante el 2002

Conociendo el riesgo y rendimiento de las acciones, pasemos ahora a describir los factores de riesgo de mercado. Lo importante es analizar, de manera general, el comportamiento de las principales variables financieras (tasa de interés, inflación y tipo de cambio, así como el comportamiento del IPC); durante el periodo que se esta analizando (2002-2003). Sin embargo es importante mencionar, que no se detallan las diversas medidas financieras para disminuir los efectos en los mercados financieros ya que no es objeto de esta investigación, a lo cual se tendría que hacer un minucioso análisis.

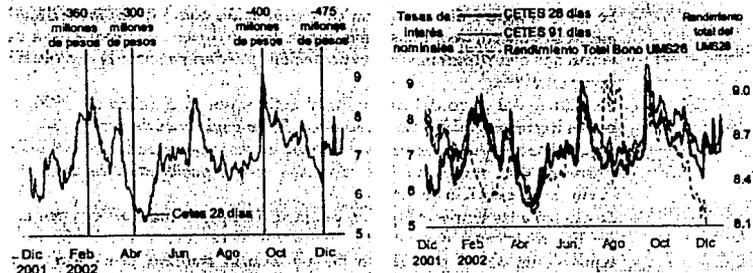
Tasa de interés:

Al inicio del 2002 el panorama externo no era del todo favorable, ya que la desaceleración de la economía de los Estados Unidos aun no se había revertido plenamente debido a la tensión política en el Medio Oriente. Así el panorama, para los primeros seis meses del año, la economía mexicana enfrentó un escenario caracterizado por una elevada volatilidad de los mercados financieros internacionales ocasionada, principalmente por la inquietud con respecto a la evolución futura de la economía mundial.

Este contexto internacional adverso, ejerció su influencia sobre el comportamiento del tipo de cambio del peso y de la tasa de interés. "Lo anterior se reflejó en las tasas de interés durante el 2002, que oscilaron entre un mínimo cercano a 5% y un máximo de 9% (tasa de los Cetes a 28 días), respondiendo a factores tanto de índole externa como interna"⁴⁸.

⁴⁸ Informe Anual del Banco de México, año 2002

Gráfica 4.1 Comportamiento de la Tasa de Interés



Fuente: Banco de México

Durante el primer trimestre del 2002 las tasas de interés internas se incrementaron de forma importante durante enero, anticipándose al efecto inflacionario. Posteriormente, la intervención oportuna de la política monetaria influyó en las expectativas inflacionarias y las tasas de interés bajaron, como se observa en la gráfica 4.1

Para el tercer trimestre del 2002 prevaleció un entorno negativo en los mercados internacionales de capital. Sin embargo, a lo largo del último trimestre la aversión al riesgo se fue dispersando y se calmó la tensión en los mercados latinoamericanos. Estos factores ejercieron una influencia positiva que se reflejó en un descenso importante de los indicadores del riesgo país para México.

Inflación

La inflación mostró un alza de 1.2 puntos porcentuales por arriba del objetivo de 4.5 por ciento. Entre los factores que explican que no se haya conseguido el objetivo de inflación se encuentran los siguientes:

- Incrementos en los precios del gas doméstico y de la electricidad residencial

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Los fuertes incrementos de las frutas y verduras

Es importante mencionar que se pudo controlar el aumento de la inflación y que no sufriera una desviación aun mayor, debido a la aplicación de una política monetaria congruente con el abatimiento de las presiones inflacionarias y la significativa desaceleración que experimentó la demanda interna.

En este entorno, en cada uno de los primeros seis meses de 2002 la tasa de variación anual de los precios fue inferior a la registrada en igual periodo del año anterior. Así en junio del 2002, la inflación anual se ubicó en 4.94%, 0.44 puntos porcentuales por arriba de lo esperado. Al cierre del primer semestre de 2002, el INPC había alcanzado un crecimiento acumulado de 2.63 por ciento respecto de su nivel de diciembre del año anterior, es decir, más de 58% de la inflación esperada.

**Cuadro 4.5 Índice Nacional de Precios al Consumidor
(Variaciones porcentuales)**

Mes	Mensual ^{1/}	Acumulada ^{2/}	Anual ^{3/}
Enero	0.92	0.92	4.79
Febrero	-0.06	0.86	4.79
Marzo	0.51	1.37	4.66
Abril	0.55	1.93	4.70
Mayo	0.20	2.13	4.68
Junio	0.49	2.63	4.94
Julio	0.29	2.93	5.51
Agosto	0.38	3.32	5.29
Septiembre	0.60	3.94	4.95
Octubre	0.44	4.40	5.94
Noviembre	0.81	5.24	5.39
Diciembre	0.44	5.70	5.70

1/ Variaciones con respecto al mes anterior

2/ Variaciones con respecto a diciembre del mes anterior

3/ Variaciones con respecto al mismo mes del año anterior

Fuente: BANXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

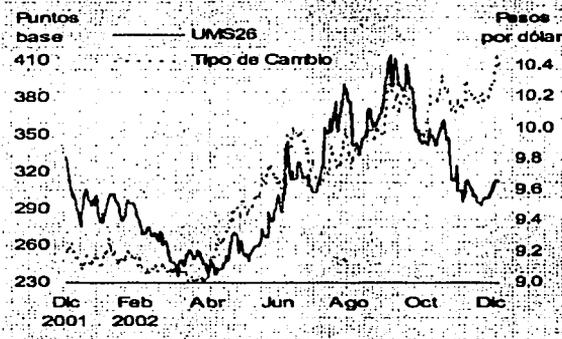
Por otra parte, en los últimos meses del 2002, la inflación resulto relativamente estable, por lo que al termino del año, la inflación se situó en 5.7%, 1.2 puntos porcentuales por arriba de la meta. El subíndice de la canasta básica aumento 6.06% en 2002, 0.36 puntos porcentuales por arriba de la variación del INPC. Los incrementos de los precios que tuvieron mayor impacto durante el año sobre el subíndice de referencia fueron los de electricidad, del gas domestico y el impuesto del autobús urbano.

Tipo de Cambio

Durante los primeros tres meses del año el tipo de cambio mostró una tendencia a apreciarse, alcanzando el primero de abril 9.01 pesos por dólar. A partir de ese momento la paridad comenzó a depreciarse ubicándose al final de 2002 en 10.40 pesos por dólar y acumulando con respecto al cierre, del mismo año, una depreciación de 13.5%. La trayectoria que mostró el tipo de cambio de marzo a septiembre resultó congruente con el aumento de la percepción del riesgo país ocurrido en el periodo.

Sin embargo, el último trimestre de 2002 el rendimiento neto de la deuda externa mexicana se redujo en alrededor de .96 puntos base, mientras que la moneda nacional se deprecio 1.8 % frente al dólar. Dicho resultado contrasta con la correlación positiva que se había mostrado en trimestres anteriores entre la cotización del peso y los indicadores del riesgo país para México.

Gráfica 4.2 Tipo de Cambio Puntos base y Peso dólar



Fuente: Informe anual del Banco de México

Sin embargo, las asociaciones que ha presentado la moneda nacional con algunas variables financieras han demostrado ser inestables o poco duraderas, las cuales pudieron haber sido causadas por comportamientos especulativos al haberse reducido la liquidez en el mercado cambiario. Los movimientos de la paridad peso dólar durante el 2002 respondieron a factores fundamentales que afectaron el desenvolvimiento de variables reales, entre los cuales destacan los siguientes:

- La incertidumbre en cuanto a la recuperación económica en los Estados Unidos durante el 2003.
- La competencia más intensa que enfrentan las exportaciones mexicanas en el mercado de los Estados Unidos.

TESIS CON
FALLA DE CONTEN

Mercado Accionario

Durante el 2002 el mercado de Valores de México tuvo un periodo, en el que el comportamiento económico mundial, principalmente la falta de claridad en la recuperación norteamericana, el estancamiento en Europa, la acentuada recesión en Japón y en algunos otros países de Asia, así como crisis económicas, políticas y sociales en América Latina, han afectado el desempeño de los mercados de valores⁴⁹.

Derivado de este escenario, se desmoronó el activo más importante de la industria bursátil: la confianza; provocando alta volatilidad, nerviosismo, alejamiento de inversionistas y emisoras, cuestionamiento a la autorregulación, así como reacciones por parte de las autoridades y otros actores, con el propósito de recuperar esa confianza a la brevedad.

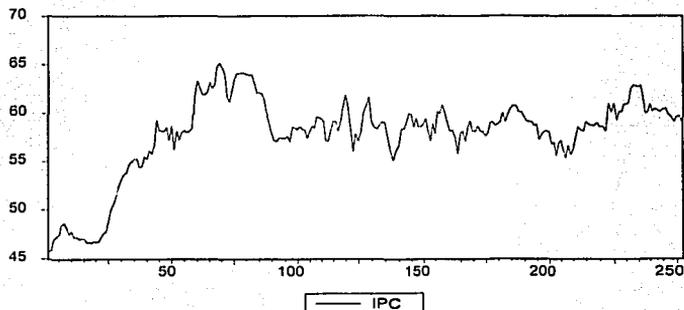
Este panorama, que se conjugó con una nueva amenaza de guerra en el Medio Oriente y con incertidumbre sobre el crecimiento y desarrollo económico mundial, temas en los que los Estados Unidos tienen una contribución muy significativa, provocó desde el 2001, uno de los periodos más difíciles en la historia de las Bolsas de Valores, de manera particular, durante el 2002.

Durante los primeros cinco meses del año, la Bolsa Mexicana de Valores tuvo una trayectoria relativamente favorable.⁵⁰ Fue a partir de junio que se revirtió, resultando similar a la exhibida por el Dow Jones y el Nasdaq.

⁴⁹ BMV, XIII Convención del Mercado de Valores: "Transparencia y Liquidez", Octubre del 2002

⁵⁰ A mediados de mayo el IPC había acumulado un incremento de 18% con respecto al nivel de inicio del año.

**Gráfica 4.3 Evolución del Mercado Bursátil Mexicano
(Periodo 29/01/02 al 29/01/03)**



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banxico
Nota: Se utilizaron precios reales

De esta manera, el cierre del 2002 el IPC decreció 3.8% en términos nominales con relación al cierre del 2001, reducción del 95% en términos reales y del orden del 14.8% medida en dólares. No obstante que en el 2002 el desempeño del mercado en México resultó poco propicio, la disminución del índice bursátil fue, con todo, menos pronunciada que la que resistieron las principales bolsas de los Estados Unidos, Europa y Latinoamérica.

En conclusión, a pesar de que el 2002, fue un año violento y sorpresivo para el mercado bursátil mexicano, con virajes y altibajos muy apartados de las tendencias históricas. Con todo, y por increíble que parezca, existen oportunidades de inversión. La mayoría de los inversionistas tan solo necesitan ayuda para identificarlas. Prueba de esto es que, con todo y la alta volatilidad de los mercados financieros, el número de millonarios en América Latina está creciendo año con año.

1200000000
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V

CÁLCULO DEL VaR EN EL PORTAFOLIO DE INVERSIÓN SELECCIONADO: CASO PRÁCTICO

INTRODUCCIÓN

Una vez que se ha planteado en los capítulos anteriores la necesidad del VaR como un indicador de riesgo para el inversionista, en el presente capítulo se calculará el VaR por el método paramétrico para conocer así su eficiencia ante los resultados reales. El uso de este modelo se consideró el adecuado debido a la facilidad de su cálculo para portafolios formados por acciones, facilitando la estimación del VaR.

De antemano, el cálculo de VaR, por sí mismo, debe cubrir la necesidad del inversionista, como un factor de decisión en su permanencia en el portafolio de inversión, en base a su susceptibilidad al riesgo.

Como ya se mencionó, no es objeto de estudio la tipificación de la estrategia y la teoría de diversificación de las carteras, sin embargo, es evidente que el inversionista se encuentra a merced del riesgo de mercado (sistemático) y espera reducirlo al máximo posible mediante una cartera de inversión diversificada; esto es, reducir su exposición al riesgo particular (o no sistemático) de una industria o sector económico.

Derivado de lo anterior, es posible afirmar que la inversión de capital en una cartera, por muy diversificada que se encuentre, siempre contará con un riesgo, ese riesgo, es precisamente lo que trata de informar el VaR, y al cuantificarlo, permitirá al inversionista determinar su postura frente a dicha inversión y el riesgo que lleve implícito.

Por lo tanto, es necesario conocer el riesgo sistemático de las acciones que conforman el portafolio. Aplicando la teoría expuesta en el capítulo II se conocerá al coeficiente Beta. Para el cálculo del VaR se retomará la parte teórica del capítulo III.

5.1 El riesgo sistemático de las acciones (Coeficiente Beta)

Como se vio en el capítulo II, el Modelo CAPM da una explicación acerca de cómo se fijan los precios de un activo financiero para el caso de las acciones. El modelo se basa, en que solo un factor (el mercado) afecta los rendimientos de un activo.

Para la aplicación del modelo CAPM, se detallan los pasos a seguir:

Paso 1: Cálculo de los rendimientos promedio del mercado y de un activo libre de riesgo. Se utilizaron, el IPC de la BMV, como representación del mercado; y a los Cetes⁵¹ a 28 días como representación de la tasa de interés. El rendimiento de ambos se obtuvo de la misma forma en que se obtuvieron los rendimientos de las acciones, es decir, como el promedio de los rendimientos diarios para el periodo del 28/enero/02 al 29/enero/03. A continuación se presentan los resultados.

Variables	Promedio	Varianza	Des. Estándar
IPC	-0.0485%	0.000189	1.3762%
Cetes 28 días	0.635%		

Paso 2: Para obtener la Beta, previamente hay que conocer la covarianza de cada acción con respecto al mercado, esto es para saber en que sentido se están moviendo dichas acciones. Las covarianzas se calcularon siguiendo los pasos del capítulo II⁵². El cuadro 5.1 tiene los resultados obtenidos.

⁵¹ Para los Cetes no es necesario calcular la varianza y la desviación estándar, ya que es un instrumento libre de riesgo.

⁵² Verse capítulo II p 25.

Paso 3: Obtención del coeficiente Beta para medir el riesgo sistemático de las acciones. Este coeficiente indica si una acción sube más, igual o menos que el mercado. La fórmula utilizada es:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

Cuadro 5.1 Coeficiente Beta de las Acciones

Activos	Covarianza	Correlación	Beta	Rendimiento Esp. de c/ tit.
IPC-APASCO *	9.84714E-05	0.46213	0.5198	0.28%
IPC-GMODELO C	0.0001063	0.47709	0.5613	0.25%
IPC-GEO B	0.0001451	0.48566	0.7663	0.11%
IPC-GFNORTE O	0.0001849	0.57874	0.9764	-0.03%
IPC-ALFA A	0.0002048	0.60641	1.0816	-0.10%

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo 2.

La segunda columna del cuadro, muestra las covarianzas del rendimiento de cada activo con respecto al rendimiento del mercado, en la tercera columna se encuentran las correlaciones de las acciones ante los movimientos del mercado, en la cuarta, se calcularon las betas con la fórmula mencionada.

Paso 4: Obtener el rendimiento esperado para cada acción, como lo muestra el Modelo CAPM por la ecuación: $E_i = R_L + \beta_i(E_M - R_L)$. La última columna del cuadro 5.1 muestra los resultados.

El premio requerido para colocar fondos en el activo i es mayor en cuanto mayor sea su sensibilidad a los cambios en el mercado (su Beta), es decir, entre mayor sea su riesgo no diversificable. La rentabilidad esperada de un título se relaciona positivamente con el riesgo, ya que se espera obtener mayor

rentabilidad para aquellos títulos valor con riesgo mayor, es decir, a mayor riesgo se espera mayor rentabilidad.

Es evidente que para el presente caso práctico, todas las acciones tienen una Beta positiva, por lo tanto, las rentabilidades de los títulos tienen un comportamiento en el mismo sentido que el mercado. Por ejemplo, si tomamos la beta de ALFA A, su rentabilidad se incrementará o perderá 1.08 veces en comparación con la del mercado, es decir, que en un mercado a la baja, como lo fue en el 2002, no conviene invertir en estas acciones por considerarlas agresivas.

Siguiendo esta lógica, cuando el mercado este a la baja, lo más conveniente, son las acciones que tengan una $\beta < 1$, porque son acciones con menos riesgo que el mercado y por lo tanto, bajaran menos que éste, y serán una buena inversión. Por lo anterior, las acciones que contribuyen en menor grado al riesgo de la cartera son Apasco* (0.5185) y GModeloC (0.5630).

Paso 5: Con todo lo expuesto hasta este punto, el rendimiento, el riesgo y la sensibilidad de las acciones ante cambios en el mercado, se puede hacer ya una ponderación, en porcentaje, a cada acción dentro del portafolio.

La cantidad con la que se inicia la inversión es de \$1,000,000.00. Es importante recalcar, que la ponderación en la cartera se llevo a cabo utilizando los resultados de las Betas, con un mercado, (IPC) para el año de estudio (2002), con movimientos a la baja. Bajo este esquema se consideraron dos puntos importantes:

1. Se dio una mayor ponderación a las acciones que presentaron una $\beta < 1$, porque se demostró que bajaran menos, aun y cuando el mercado vaya a la baja.

2. Se tomo en cuenta, el coeficiente de correlación entre la rentabilidad de la acción con respecto al mercado, explicando así, en que medida los movimientos del mercado explican los movimientos de la acción (Vease cuadro 5.1).

Cuadro 5.2 La Cartera de Acciones
(Posición al 28-Enero-02)

Acciones	Ponderación %	Importe \$	Precio de Compra	N° Títulos
APASCO *	55%	550,000	46.82	11,747
GMODELO C	20%	200,000	21.38	9,355
GEO B	15%	150,000	15.54	9,653
GFNORTE O	8%	80,000	19.00	4,211
ALFA A	2%	20,000	14.24	1,404
Total	100%	1,000,000		

Fuente: Fuente Anexo 2.

La primera columna muestra los porcentajes, con la distribución correspondiente, el importe resulta del porcentaje dado a cada acción, el numero de títulos se obtuvo de multiplicar el total de la inversión de las acciones por la participación porcentual, dividido entre el precio de compra, por ejemplo, para el caso de Apasco* se compararon las acciones en 46.82 (precio al 28-enero-02), por lo tanto $(1,000,000/55)/46.82 = 11,747$ acciones.

Considerando los aspectos antes mencionados, en el cuadro 5.2 se muestra que Apasco y GModelo C fueron las acciones a las que se les dio mayor porcentaje, debido principalmente a que cumplen con los dos puntos anteriores y por lo tanto, resultan ser una buena inversión.

Paso 6: Ahora que conocemos el porcentaje asignado a cada acción, podemos calcular el coeficiente Beta de la cartera, el cual es sencillamente un promedio ponderado de los n títulos que integran la cartera. Se encuentra representada por la siguiente ecuación:

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

Títulos (Acciones)	Ponderación (X _i)	Coef. Beta (B _i)	B _i * X _i
Apasco *	55%	0.5198	0.2859
N
Sumatoria = Beta de la cartera			0.6129

La Beta de la cartera (0.612) resulto ser menor a la unidad, es decir, que el rendimiento de la misma, bajará menos de lo que pueda bajar el mercado. De esta forma, se demuestra como el riesgo sistemático se reduce por los efectos de la diversificación y la cartera tiende a ser más estable que los rendimientos de los activos que la componen.

Paso 7: Es el último paso, y en el se resumen los tres puntos siguientes:

- 1) Riesgo Total de la cartera

$$\sigma_{cartera} \times \beta_{cartera} = 0.765\% \text{ puntos porcentuales}$$

- 2) Riesgo Sistemático de cada activo; nos indica qué porcentaje de la varianza o riesgo total de la acción se explica por el riesgo del mercado o riesgo sistemático.⁵³

$$RS = \beta_i \times \sigma_M$$

⁵³ MARTINEZ A. Eduardo. Op. cit. P157

APASCO* = 0.71%

GMODELOC = 0.77%

GEOB = 1.06

GFNORTE = 1.35%

ALFA A = 1.48%

3) Riesgo Sistemático de la cartera:

$$RS_{cartera} = \beta_c \times \sigma_M$$

$$RS_{cartera} = 0.84\%$$

Este último riesgo nos dice que el 0.84% de su riesgo se debe a factores del mercado.

5.2 Parámetros básicos para la obtención del VaR

Mediante la metodología descrita en los capítulos dos y tres, se calcularon la media, varianza y desviación estándar de cada acción. Ahora se procederá a presentar estos resultados en el cuadro 5.3. Los rendimientos se obtuvieron, tal y como se explicó en el capítulo cuatro.

Cuadro 5.3 Resumen de las Variables Estadísticas Básicas del periodo

Activos	Media	Varianza	Desviación Estándar
Apasco *	0.001014	0.0002416	0.0155
GModelo C	0.0002970	0.0002643	0.0162
Geo B	0.0005064	0.0004753	0.0218
GFNorte O	0.001021	0.0005434	0.0233
Alfa A	0.0003878	0.0006074	0.0246

Fuente: Anexo 2

Hay que recordar, que estos parámetros, son el resultado del cambio del factor de riesgo (precio de las acciones), es decir, cuando se calculan los rendimientos en base a logaritmos, y es a partir de éstos rendimientos, que se calcula la varianza y la desviación estándar. También es importante tomar en cuenta, para evitar confusiones, que los resultados (riesgo y el rendimiento) son del periodo de estudio, no se encuentran anualizados, ni en porcentaje.

Como lo que buscamos es la obtención del riesgo de la cartera, conocer cual es su pérdida máxima o el VaR, es necesario determinar las matrices de covarianza y correlación. A continuación se presentan cada una de ellas.

MATRIZ DE VARIANZAS-COVARIANZAS (σ^2 , ρ , σ)

	APASCO *	GMODELO C	GEO B	GFNORTE O	ALFA A
APASCO *	0.00026443				
GMODELO C	4.6665E-05	0.00024182			
GEO B	0.00011173	0.00010816	0.00047387		
GFNORTE O	0.00012055	0.00011829	0.00017997	0.00060196	
ALFA A	0.00011957	9.6437E-05	0.00021646	0.00023931	0.00054448

MATRIZ DE CORRELACIONES (ρ)

	APASCO *	GMODELO C	GEO B	GFNORTE O	ALFA A
APASCO *	1				
GMODELO C	0.18454114	1			
GEO B	0.31562825	0.31950333	1		
GFNORTE O	0.30214588	0.31002903	0.33696564	1	
ALFA A	0.31511394	0.26577178	0.42613705	0.41801385	1

Además de estas matrices, es conveniente dar la descripción de la posición del portafolio a la fecha en la que se quiere conocer el VaR. Por lo tanto, se manejan varios supuestos.

La inversión se inicia con \$1,000,000. un millón de pesos, el portafolio se compone únicamente de instrumentos de renta variable, por lo tanto, el factor de riesgo al que esta expuesta la cartera, es a la variación del precio de las acciones. Se asume que la posición de la cartera es la siguiente. se presenta en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4 La Cartera de Acciones
(Posición al 29-Enero-03)

Acciones	Ponderación %	Importe \$	Precio al 29-01-03	N° Títulos
APASCO *	55%	593,073	59.00	11,747
GMODELO C	20%	236,307	26.26	9,355
GEO B	15%	174,816	18.11	9,653
GFNORTE O	8%	100,138	23.78	4,211
ALFA A	2%	22,675	16.15	1,404
Total	100%	1,227,008		

Fuente: Fuente Anexo 2.

La columna del importe se obtuvo de la multiplicación entre el precio (al 29-01-03) y el número de títulos⁵⁴. El rendimiento en monto del portafolio al final del periodo de estudio (1 año) fue de \$227,008.00.

Por tanto, tenemos las herramientas necesarias para calcular el valor en riesgo y conocer la pérdida máxima del portafolio.

⁵⁴ Es de importancia mencionar, que todas las acciones tuvieron, al final del periodo, un comportamiento al alza y por lo tanto la cartera tuvo una buena rentabilidad. Es evidente que las acciones que más contribuyeron al rendimiento favorable de la cartera fueron las de Apasco*.

5.3 Aplicación del Método Paramétrico

Para conocer cual será la pérdida que podría tener el portafolio de inversión ante cambios en los precios de las acciones,⁵⁵ la obtención del VaR, se llevo a cabo siguiendo los pasos del modelo paramétrico, el cual se consideró el conveniente debido a la facilidad de su cálculo y por ser el más utilizado en portafolios compuestos por acciones.

Recordando que se tiene un portafolio compuesto por cinco acciones, el único factor de mercado que afecta la posición de las mismas en el portafolio, es la variación de los precios, conociendo de ante mano, que si los precios de las acciones van a la baja, la cartera tendrá un comportamiento similar y viceversa. Se asume el supuesto de que la cartera permanece constante, es decir, que no se compran ni se venden títulos en el periodo de estudio⁵⁶.

En esta parte se resumen cinco pasos sencillos para el cálculo del VaR, con lo cual se cumple la intención de la tesis, de presentar de manera práctica y sencilla la obtención de esta medida de riesgo.

Paso 1. Obtener la volatilidad de la cartera. El modelo Riskmetrics implementa una metodología para el calculo de la volatilidad, para nuestra cartera se utilizaron las medias móviles exponenciales.

⁵⁵ Los cambios en los precios de las acciones en un periodo de tiempo se utilizan como el factor de riesgo de mercado.

⁵⁶ Este es uno de los supuestos que maneja el valor en riesgo, ya que es necesario que los títulos que componen la cartera de inversión objeto de estudio, permanezcan constantes, en donde no se compren ni se vendan más títulos. Este supuesto es valido para cualquier mercado existente para invertir.

Con un nivel de confianza del 95% $(1.65)^{57}$, una $\lambda = 0.94$; el número de observaciones a perder son: $K = \frac{Ln(0.05)}{Ln(0.94)} = \frac{-2.99}{-.061} = 50$

Por ejemplo, la volatilidad que presentan los precios de las acciones de Geo B es la siguiente: $\lambda = .94$ $\alpha = 1.65$ y $k = 50$

Observaciones	Acciones de Geo B
51	0.0005168
....
251	0.0002908
N = 252	0.0003436
Volatilidad	0.01853

Se muestra un ejemplo reducido de la volatilidad de las acciones de Geo B. En la primera columna, vemos que se pierden las primeras 50 observaciones (como factor de decaimiento), es a partir de la 51 observación o muestra, en donde se empieza el cálculo para la volatilidad (vease capítulo 3 p39-40). Para obtener la volatilidad se obtiene la raíz cuadrada del último valor (muestra 252) y el resultado es: $\sqrt{0.0003436} = 0.01853$ o lo que es lo mismo 1.85% resulta ser el riesgo de las acciones de Geo B.

Estos pasos se siguen para cada una de las acciones para obtener como resultado la matriz de volatilidades.

⁵⁷ Se obtiene de la tabla del área de la curva normal.

MATRIZ DE VOLATILIDADES (σ)

	APASCO*	GMODELOC	GEOB	GFNORTEO	ALFAA
APASCO*	0.0108443	0	0	0	0
GMODELOC	0	0.0133293	0	0	0
GEOB	0	0	0.0185374	0	0
GFNORTEO	0	0	0	0.0186127	0
ALFAA	0	0	0	0	0.0119545

Paso 2. Una vez que tenemos la matriz de volatilidades podemos calcular el riesgo de la cartera siguiendo estos pasos:

a) Se multiplican las volatilidades con la ponderación que se otorgó a cada acción

ACCIONES	Ponderación	Volatilidad	$w \times \sigma$
APASCO*	0.55	0.01084426	0.00596434
GMODELOC	0.20	0.01332928	0.00266586
GEOB	0.15	0.01853739	0.00278061
GFNORTEO	0.08	0.0186127	0.00148902
ALFAA	0.02	0.01195452	0.00023909

b) Para obtener la volatilidad de la cartera se multiplican la matriz transpuesta de $w \times \sigma$ por la matriz de correlaciones (ρ)⁵⁸

Para la volatilidad se siguió la fórmula $\sigma = \sqrt{(w \times \sigma)^T \rho (w \times \sigma)}$ y el resultado fue de 0.009305 (.9305%) es el riesgo de la cartera⁵⁹. Conociendo la volatilidad de la cartera podemos pasar al paso 3.

⁵⁸ Utilizando una hoja de cálculo como Excel, se puede obtener la multiplicación de matrices de una manera muy sencilla.

⁵⁹ El riesgo de la cartera también se podía obtener siguiendo el método de Markowitz, no se utilizó, debido a que el método paramétrico contiene otras metodologías alternas, como las medias móviles exponenciales, en donde se suaviza la serie y por lo tanto, las volatilidades tienden a ser menores.

Paso 3. Llegando a este paso, se calcula el VaR para cada una de las acciones del portafolio con la fórmula $VaR_t = \sigma \times \alpha \times VM \times \delta \times f_0 \times t^{60}$. Vemos que para este calculo se necesita la sensibilidad del activo (δ), para este caso fue la Beta. Esto demuestra la necesidad de obtener las betas de las acciones siguiendo el CAPM.

Por ejemplo para las acciones de Geo B su pérdida máxima al día 29-enero-03 es de $VaR_{GeoB} = 0.01853 \times 1.65 \times 174,816 \times 0.7663 \times 0.1811 \times 1 = \741.75 es lo que se espera que perderán las acciones en un día con un 95% de confianza. El cuadro 5.5 muestra los resultados para todas las acciones.

Cuadro 5.5 VaR de las acciones
(Al 29-enero-03, cientos y miles de pesos)

Acciones	VaR
Apasco *	\$3,793.72
GModelo C	\$739.23
Geo B	\$741.23
GFNorte O	\$715.90
Alfa A	\$777.12

Fuente: Elaboración propia en base al cuadro Anexo 2 y capítulo 5

Las acciones con más pérdida son las de Apasco, ya que se invirtió más en ellas (55% del portafolio con un monto de inversión de \$693,096.00).

⁶⁰ La VM de la fórmula, significa el valor de mercado, es decir, el monto total invertido en las acciones de GeoB ver cuadro 5.4.

Paso 4. Antes de obtener el VaR del portafolio, es necesario plantear los datos para su cálculo.

Se desea conocer el Valor en Riesgo, del portafolio conformado por cinco acciones al día 29-enero-2003, con un horizonte de tiempo de 1 y 5 días, debido a que las posiciones tardan en promedio este tiempo para deshacerse de estas.

- ◆ Valor de Mercado del portafolio (S) \$1,227,008.00
- ◆ Horizonte temporal para el VaR (t) $1 = \sqrt{1}$ y $5 = \sqrt{5} = 2.2360$
- ◆ Volatilidad del Portafolio (σ_P) 0.93% (volatilidad exponencial)
- ◆ Nivel de Confianza (α) 95% = 1.65 veces (desviaciones estándar)⁶¹

Paso 5. Con los datos de arriba y la fórmula siguiente $VaR = \alpha \times S \times \sigma_p \times \sqrt{t}$ podemos calcular el VaR del portafolio, el cual fue el objetivo principal de esta tesis. Sustituimos los valores en la fórmula y obtenemos lo siguiente:

$$VaR = 1.65 * 1,227,008 * 0.0093 * 1 = \$18,828.43$$

$$VaR = 1.65 * 1,227,008 * 0.0093 * 2.2360 = \$42,100.38$$

Estos resultados permiten llegar a la conclusión, de que con una probabilidad del 95%, el portafolio no perderá más de \$18,828.43 si se retiene un día, y lo que se espera perder en 5 días es \$42,100.38

⁶¹ Como la distribución normal es simétrica, cuando se mide el VaR lo que se busca es conocer la pérdida en condiciones normales de mercado, por lo que se puede no tomar en cuenta la cola derecha de la distribución, o mejor dicho, lo que nos interesa es la cola izquierda de la distribución.

Si quisiéramos incrementar aun más el nivel de confianza del VaR a un 97.5% el factor de desviaciones estándar a aplicar sería 1.96, por lo que el VaR resultaría \$22,365.90 en un día y para cinco días sería de \$50,010.156. El incremento de la pérdida se debe a que se aumenta en 2.23 veces (periodo de tenencia) en comparación a un día, por lo que el riesgo aumenta si continuamos con estas posiciones en la cartera. A continuación se presentan los resultados.

VaR (diario)	\$18,828.43
VaR(5 días)	\$42,100.38
VaR(anual)	\$298,807.30

El VaR obtenido anteriormente, con un nivel de confianza del 95%, será el que se informará al inversionista de forma diaria, el cálculo recién, presentado significa que sería el nivel de riesgo en unidades monetarias para un inversionista al 29 de enero del 2003, dado que los cálculos terminan un día hábil antes es decir el 28 de enero del mismo año.

Una vez que se tiene el VaR en valor monetario, comienza la tarea de administrar riesgos. La Administración de riesgos involucra el control de los procesos y la divulgación de los resultados a los inversionistas.

Se le recomendará que es posible la inserción de un portafolio derivado, como un futuro en IPC o bien, diversificar aún más la cartera comprando otras acciones con su previo análisis del CAPM.

CONCLUSIONES

90A

CONCLUSIONES

En este apartado mencionaremos las conclusiones de la investigación las cuales se dividieron en dos partes. La primera, explica los resultados obtenidos en la medición del riesgo de mercado, la segunda expone las conclusiones generales del trabajo. Posteriormente se mencionarán las recomendaciones para quienes estén interesados en ahondar en el tema de VaR.

Antes de presentar los resultados de la investigación, se señalan algunas limitantes que se encontraron para la realización del trabajo.

1. La información de los precios históricos de las acciones no es del todo accesible como parece, ya que aunque existen muchos portales financieros especialistas en finanzas (Finsat, Bloomberts, Economatica, etc.) en Internet, y la BMV, la información llega a tener costos elevados, el mismo caso es para el Mexder, que es más restringido.

2. El tema de Valor en Riesgo es muy extenso, debido a esto y a que se pretendió exponerlo de manera sencilla, solamente se cubre la parte del cálculo del VaR omitiendo algunas pruebas como el análisis de sensibilidad o la inclusión de otro instrumento en el portafolio.

Resultados de la investigación:

- El rendimiento de la cartera fue bajo, debido a que hubo recesión económica para el año 2002, la inflación terminó en 5.7% y el IPC fue a la baja por la gran volatilidad que presentaron los mercados financieros debido al conflicto bélico.

- Con esto estamos comprobando que de no considerar los riesgos inherentes a la cartera, bajo el escenario de recesión, el rendimiento podría haber sido peor.

- El riesgo de la cartera disminuyó al diversificarla, lo que comprueba que se puede eliminar volatilidad mediante la diversificación, como se explicó en la teoría de Markowitz. Es importante aclarar que diversificando se puede eliminar riesgo, pero éste, nunca podrá llegar a ser nulo, ya que siempre existe riesgo sistemático.

- La aportación del CAPM es la siguiente:
 - Conociendo el coeficiente beta de las acciones, podemos determinar la ponderación que tendrá cada una en la cartera, debido a que sabremos como se moverán éstas acciones con respecto al mercado.
 - Este coeficiente es un parámetro que sirve en el momento de comprar acciones porque indica el movimiento a seguir con respecto al mercado.
 - El riesgo de una acción, incluida en una cartera diversificada, depende exclusivamente del riesgo de mercado y del coeficiente beta; por lo tanto el riesgo que aporta la acción a la cartera depende de su riesgo sistémico.

Derivado de lo anterior, es posible afirmar que el riesgo se encuentra disminuido de manera considerable, al tiempo que ofrece un nivel de rendimiento inherente ligado al comportamiento del mercado.

Sin embargo, aunque el inversionista esté enterado de éstas condiciones, no conoce a ciencia cierta el nivel de riesgo implícito en la posición monetaria que

tiene, por lo tanto no conoce el valor en riesgo de la inversión de ahí la importancia de calcular el VaR.

- ◆ Con los resultados obtenidos del VaR y un nivel de confianza del 95%, vemos que debido al efecto de la desviación estándar, el resultado a un día (\$18,828.43) fue menor al de cinco días (\$42,100.38). Lo anterior indica entonces, que el primer cálculo cuenta con una probabilidad porcentual del 16% de que el movimiento sea negativo (cola izquierda de la curva) en el valor de la acción. El segundo cálculo, cuando se cambia el nivel de confianza, 97.5% (1.96 veces desviación estándar), implica una desviación estándar mayor, es decir, una reducción en la probabilidad de malos resultados⁶² y el riesgo aumenta a (\$22,365.90) la pérdida no excederá de esta cantidad.

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente tomando en cuenta los objetivos planteados en la presente tesis.

- El VaR se resume en una medida monetaria única, que indica aquella parte del valor de un portafolio de inversión que se encuentra en riesgo, es decir la pérdida máxima que se puede experimentar basándose en los factores de riesgo con que cuenta el portafolio.
- Es posible y sencillo obtener el VaR de un portafolio de renta variable (acciones) mediante el método paramétrico, ya que la metodología no implica grandes inversiones en sistemas informáticos, de tal forma que podría estar a disposición del inversionista cuando lo requiera, obteniéndolo a un bajo costo.

⁶² Se dice que es un 16% de probabilidad con un nivel de confianza de 95% para cada caso, debido a que el área restante fuera de la curva, se divide entre dos, para dejar solamente aquella parte de resultados negativos, a la izquierda de la curva, es decir, una desviación estándar con nivel de confianza del 68%, dejando fuera de este nivel el 32% de los resultados. Al VaR le interesan los del lado izquierdo de la curva al cual le corresponde la mitad, el 16% en el caso de 1.65 desviaciones estándar, el espacio restante del 90% del nivel de confianza que abarca, sería el 10%, por lo que los resultados negativos, serían del 5%, el 5% restante, lado derecho de la curva, no le ocupan al VaR.

- o Debido a la sencillez que presenta este modelo, facilita la labor de otorgar al inversionista una medida de sencilla comprensión y como esta expresado en dinero, facilita al inversor, la lectura de su riesgo.
- o Una de las conclusiones importantes que se obtuvo en la elaboración de este trabajo, fue que no existe un método que supere a los demás, pues todos ellos tienen ventajas y desventajas que deben considerarse al momento de escoger una metodología de estimación. Debido a esto, los Administradores financieros tienen que usar otras herramientas que proporcionen un panorama más amplio de las fuentes de riesgo que existen en un portafolio.
- o Con todos los puntos antes mencionados, el inversionista puede decidir, sobre su permanencia en el portafolio, cambiar a otro o retirar su inversión.
- o La necesidad de calcular el VaR en un portafolio de inversión, surge, principalmente, cuando en países como México, se observan distintos escenarios que afectan el desempeño de los portafolios, ya sea positiva o negativamente en su rendimiento
- o Como sabemos, los portafolios no pueden evitar estar inmersos en el riesgo de mercado, es decir, que estén expuestos a los vaivenes de cualquier efecto global o interno de la economía. Por ello, se considera necesario un VaR simple, para explicar las eventualidades causadas por algún movimiento en el mercado.
- o Por ejemplo, el escenario del mercado bursátil del país durante el 2002, mostró una alta volatilidad dado los problemas de los países del Medio Oriente, como consecuencia del 11 de septiembre del 2001; el año 2002

fue totalmente de recesión y uno de los mercados que más lo resintió, fue el de acciones.

- o Finalmente se puede decir, que el VaR permitiría, tanto a empresas, instituciones financieras, e inversores en general, informar adecuadamente su posición de riesgo con la confianza de tener una medida precisa que les permita tomar decisiones oportunas en sus inversiones.
- o Una conclusión final e importante es que aun en periodos de recesión económica, se invierte en bolsa y se obtienen ganancias, como se demostró en el caso práctico; sin embargo también se tienen pérdidas las cuales se pueden medir y controlar una vez que las conocemos.

Con todos los puntos señalados, podemos decir que se alcanzó el objetivo de este trabajo de tesis, que era calcular el VaR de una forma clara, sencilla y de fácil interpretación. Por otro lado, se comprobó la hipótesis ya que al obtener el VaR se le informará al inversionista para que tome una decisión en cuanto a la inversión y al riesgo que decida tomar.

Recomendaciones

Las recomendaciones que se dan, al llevar a cabo la medición del VaR son las siguientes:

- ◆ Una vez que se obtiene el VaR es necesario comenzar por administrar los riesgos. La Administración involucra, el control de los procesos y la divulgación de los resultados obtenidos a los inversores o Instituciones.
- ◆ Para tener sentido el VaR reportado deberá compararse con otros valores que permitan dimensionar su magnitud, tales como, razones que involucren

al capital, las utilidades generadas, cuadros comparativos que resuman la posición en riesgo por instrumento, etc.

- ◆ Cuando se valoran los resultados, es necesario que los inversionistas e instituciones puedan interpretar los resultados, en función de las expectativas que tienen de los mercados. Esto será la mejor guía para orientar estratégicamente al inversionista, empresa o Institución.

- ◆ Tanto los inversionistas como los Administradores financieros, deberán elaborar lineamientos específicos que involucren la cobertura de riesgos y la diversificación, decidiendo si para el accionista será necesario aceptar o reducir los niveles existentes de riesgo, ya sea a nivel de portafolio o de posiciones.

- ◆ La última fase en el proceso de implementación es la fase de control. En ella se hacen revisiones periódicas para monitorear que el sistema de administración funcione efectivamente.

- ◆ El proceso de control debe hacerse a intervalos regulares para que puedan identificarse las desviaciones oportunamente. A este propósito, son de uso importante los informes de las pruebas de respaldo como el backtesting.⁶³

- ◆ Al respecto, el VaR no puede considerarse como una panacea a los problemas de estimación de riesgos de mercado, pero sí como una herramienta indispensable en el proceso de administración de riesgos (medición, monitoreo y control) que debe ser complementada con otros métodos estadísticos que cubran sus deficiencias tales como, las pruebas de respaldo.

⁶³ Estas pruebas comparan los resultados del VaR con los valores del portafolio que realmente ocurrieron permitiendo la elaboración de medidas de desempeño del sistema.

- ◆ Una alternativa de importancia al VaR es el método Montecarlo, ya que implica un desarrollo mayor en sus metodologías y por lo tanto en recursos informáticos y humanos para la empresa.
- ◆ Para terminar, se dice que el VaR es extensivo a cualquier portafolio de inversión, del cual se deseé medir su valor en riesgo y sería un proyecto aplicable a las empresas o Instituciones financieras, en atención a la necesidad de los inversionistas para conocer mejor su posición de riesgo, y ante la falta de regulación por parte de las autoridades financieras.

ANEXO 1
CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA

CONCEPTOS DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Definición de Universo, Población y Muestra⁶⁴:

Universo: Es el conjunto de individuos, objetos o unidades; por ejemplo; los habitantes de la ciudad de México, etc.

Población: Es el conjunto de valores posibles que toman una característica de un conjunto de individuos o elementos.

Muestra: Esta construida por una parte de los elementos o unidades que componen el universo.

Probabilidad: es una idealización de la proporción de veces que ciertos resultados ocurrirán en repetidos sucesos de un experimento.

Variable aleatoria discreta: se dice que una variable X es discreta cuando la función asocia a un conjunto numerable de valores reales con el espacio muestral.

Variable aleatoria continua: se define como la función que asume un conjunto de valores, donde entre uno y otro valor sucesivo que puede tomar la variable aleatoria X , existe un conjunto infinito de valores intermedios.

Distribución de probabilidad: describe el número de veces que puede ocurrir un evento

Función de distribución de probabilidad: es una función que asigna probabilidades a cada valor de una variable, lo que interesa de esta distribución es la probabilidad de los eventos donde λ puede ser cualquier valor de la variable aleatoria.

⁶⁴ HAYASHI Martínez Laureano. "Estadística elementos de muestreo y correlación", Ed. Diana, p 13

ESTADÍSTICA BASICA

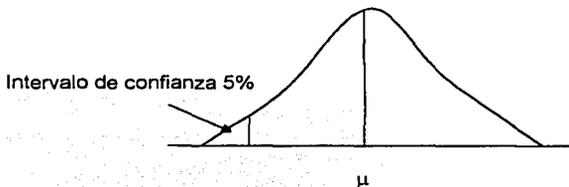
La estadística parte de un conjunto de elementos y sus características. Para poder analizar mejor las características de esos elementos se llevan a cabo tres acciones:

1. Medidas de Tendencia Central: que nos dicen que medida representa más al conjunto de valores sumariado en un solo número.
2. Medidas de Dispersión: Nos dice que tan disperso está el conjunto de números en relación a la tendencia central.
3. Generación de gráficos: Nos muestra visualmente la dispersión y tendencia de los datos.

Distribución Normal

Es la más importante de las distribuciones teóricas, conocida con el nombre de curva normal y curva de Gauss. En sus orígenes la curva normal se aplicó para estudiar la distribución de los errores (desviaciones) respecto al promedio aritmético por lo que también se le conoce como curva normal de errores.

Una característica importante es que su función de densidad es simétrica, es decir que la media, mediana y la moda son iguales, toman el mismo valor⁶⁵.



⁶⁵ Ibidem. p 106

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la gráfica se observa que la curva se aproxima asintóticamente al eje de las x, hacia ambos lados de la μ , significando que los valores muy alejados de la media, ya sea a la derecha o izquierda, tienen poca probabilidad de realizarse.

Parámetros de la Distribución Normal

Media Aritmética (μ): es la suma ponderada de todos los valores posibles

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \longrightarrow \text{Universo o Población}$$

$$E(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i \longrightarrow \text{Promedio Muestral}$$

Varianza (σ^2): mide las desviaciones cuadráticas con respecto a la media.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}$$

Desviación estándar o Típica (σ): se define como la raíz cuadrada de la varianza

$$\sigma = \sqrt{\text{varianza}}$$

α_3 = coeficiente de asimetría = 0

α_4 = coeficiente de curtosis, la cual nos dice el grado de aplanamiento de distribución = 3

Distribución Normal Estándar

Es la que se reduce a un patrón único mediante un cambio de variable con lo cual la media es igual a cero y la desviación estándar es 1.

$$\mu = 0 \text{ y } \sigma = 1$$

Intervalo de Confianza

La teoría estadística nos proporciona suficientes elementos para tener la certeza de que el promedio aritmético de toda las muestras posibles es igual al promedio aritmético de la población. El intervalo de confianza se acompaña de un enunciado de probabilidad.

Notación: $P\{\bar{x} - z\sigma_{\bar{x}} \leq \bar{X} \leq \bar{x} + z\sigma_{\bar{x}}\} = 1 - \alpha$

Donde α es la probabilidad de no caer en el intervalo.

De una distribución normal de media μ y de desviación estándar σ se obtienen los intervalos de confianza siguientes:

Desviación Estándar	Intervalo de Confianza
1.00 σ	84.15%
1.65 σ	95.00%
2.00 σ	97.70%
2.33 σ	99.00%
3.00 σ	99.85%

Covarianza: Mide la forma en que covarian los valores de la muestra con respecto a la media aritmética. Una desventaja de la covarianza es que presenta los datos en forma cuadrática por lo que el parámetro adecuado es el coeficiente de correlación.

$$Cov(x_i, x_j) = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}_i) \times (x_j - \bar{x}_j)]}{N}$$

Coefficiente de correlación (ρ): se emplea para medir la magnitud de la relación existente entre dos variables; sus valores límites van de -1 a $+1$. Una correlación de $+1$ significa una relación perfecta y positiva o directa entre los rangos; cuando tenemos -1 indica una correlación perfecta y negativa o inversa entre sus rangos, cuando el índice es cero indica que no hay relación entre los rangos.⁶⁶

$$\rho_{(i,j)} = \frac{Cov(x_i, x_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

⁶⁶ HAYASHI M. Op. cit. p 319

ANEXO 2

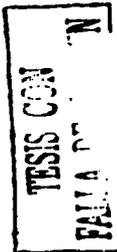
SERIE HISTORICA DE LOS PRECIOS DE LAS ACCIONES

101A

**Precio de las Acciones
(Cierre por día)**

Muestra	Fecha	GModelo C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O	IPC	LN	Cates a 28 d
1	28/01/2002	22.07	45.70	15.94	14.65	19.53		LN	
2	29/01/2002	21.38	46.83	15.54	14.25	19.01	-0.0115		0.1429
3	30/01/2002	20.95	47.07	15.39	14.25	19.52	-0.0063		0.0000
4	31/01/2002	21.91	47.32	15.48	14.50	19.57	0.0262		-0.2375
5	01/02/2002	21.72	48.26	15.83	14.10	19.60	-0.0038		0.1885
6	04/02/2002	21.87	48.50	15.6	13.67	19.59	-0.0053		0.1034
7	06/02/2002	22.06	48.05	15.6	13.32	19.21	-0.0114		-0.0563
8	07/02/2002	22.07	47.37	14.98	13.52	19.01	-0.0009		-0.0728
9	08/02/2002	22.06	47.64	14.39	12.78	18.48	-0.0147		0.1357
10	11/02/2002	21.24	47.07	14.2	13.02	17.85	-0.0137		0.0063
11	12/02/2002	21.56	47.07	14.59	13.14	19.06	0.0127		0.0000
12	13/02/2002	21.62	46.88	15.3	13.44	19.20	0.0063		-0.0500
13	14/02/2002	21.54	46.92	15.38	13.65	19.58	0.0003		0.0921
14	15/02/2002	21.59	46.92	15.26	13.55	19.66	-0.0030		0.0241
15	18/02/2002	21.39	46.55	15.3	13.49	19.73	-0.0027		0.0471
16	19/02/2002	20.76	46.55	15	13.37	19.73	-0.0105		-0.0449
17	20/02/2002	20.53	46.50	14.6	13.60	19.73	-0.0038		-0.0353
18	21/02/2002	19.75	46.60	14.65	13.91	19.66	-0.0076		-0.0427
19	22/02/2002	20.08	46.57	14.54	13.90	19.82	-0.0093		-0.0191
20	23/02/2002	20.91	46.60	14.6	14.10	19.92	0.0139		0.0117
21	26/02/2002	21.23	47.02	15.3	14.06	19.96	0.0114		-0.0210
22	27/02/2002	21.47	47.45	16.13	14.16	20.41	0.0238		-0.0255
23	28/02/2002	21.62	47.64	16.36	14.20	20.44	-0.0090		0.0193
24	01/03/2002	21.99	48.63	16.4	13.01	20.53	0.0243		-0.1216
25	04/03/2002	22.40	49.93	17	12.99	20.63	0.0191		0.0923
26	05/03/2002	21.94	50.42	16.92	13.26	20.69	0.0034		0.0254
27	06/03/2002	22.16	51.26	16.98	14.11	20.93	0.0143		-0.0728
28	07/03/2002	21.72	52.30	17.15	14.07	20.25	-0.0130		0.0074
29	08/03/2002	22.54	52.97	17.49	14.56	20.31	0.0186		0.0000
30	11/03/2002	22.58	53.50	17.4	14.66	20.06	-0.0043		-0.0294
31	12/03/2002	22.69	53.73	17.99	14.84	20.23	0.0163		0.0379
32	13/03/2002	22.71	54.59	18.25	14.65	20.33	-0.0082		-0.1387
33	14/03/2002	22.52	54.87	18.21	14.12	19.97	-0.0041		0.5254
34	15/03/2002	22.70	55.16	18.31	14.52	20.06	0.0117		0.0000
35	18/03/2002	22.67	55.14	19.15	14.53	19.87	0.0098		-0.1222
36	19/03/2002	22.37	54.30	19.33	14.35	20.03	0.0113		-0.0127
37	20/03/2002	22.36	54.40	19.61	13.99	19.91	-0.0059		-0.0256
38	22/03/2002	22.48	55.35	20.39	14.19	20.04	0.0075		0.0197
39	25/03/2002	22.22	55.16	20.91	14.00	20.25	-0.0078		-0.0194
40	26/03/2002	22.21	56.01	21	13.98	20.25	-0.0041		0.0066
41	27/03/2002	22.71	55.68	21.5	13.91	20.45	0.0015		-0.0915
42	01/04/2002	23.11	56.58	21.5	14.42	20.65	0.0014		-0.1367
43	02/04/2002	23.22	59.15	20.51	14.56	20.50	-0.0075		-0.0833
44	03/04/2002	23.70	58.09	20.63	14.94	20.59	-0.0171		0.0000
45	04/04/2002	24.09	58.02	20.9	15.94	21.45	0.0086		-0.0909
46	05/04/2002	24.66	58.01	21.3	16.79	22.64	0.0113		0.1480
47	08/04/2002	24.74	58.40	20.8	16.26	23.27	-0.0087		-0.0157

Fuente: Portal Financiero Económica 2002



ANEXO 2 Serie Histórica del precio de las Acciones

Muestra	Fecha	GModelo							Cetes a 28 d
		C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GfNorte O	IPC		
48	09/04/2002	24.91	57.06	20.5	15.96	23.59	-0.0001	-0.0885	
49	10/04/2002	24.83	58.49	20.83	16.76	24.40	0.0339	-0.2621	
50	11/04/2002	24.60	56.11	20.3	16.10	23.75	-0.0101	0.3579	
51	12/04/2002	23.88	58.00	20.35	16.12	23.74	-0.0068	0.0271	
52	15/04/2002	25.08	57.12	20.8	16.08	23.42	0.0007	-0.0453	
53	16/04/2002	25.51	57.82	20.79	16.31	23.40	0.0187	0.1443	
54	17/04/2002	25.87	58.06	21.15	16.40	23.79	0.0052	-0.0846	
55	18/04/2002	25.95	57.90	21.2	16.51	23.65	-0.0056	-0.0377	
56	19/04/2002	25.86	58.01	21.47	16.61	23.54	-0.0030	0.0118	
57	22/04/2002	25.64	58.29	21.3	16.59	22.78	-0.0099	-0.0116	
58	23/04/2002	25.73	61.86	20.8	16.60	22.43	-0.0043	-0.0392	
59	24/04/2002	25.69	63.24	21	16.19	23.16	0.0137	0.0571	
60	25/04/2002	25.78	62.51	20.97	16.78	23.26	-0.0038	-0.0734	
61	26/04/2002	25.7	61.81	21	17.87	23.55	0.0021	0.1354	
62	29/04/2002	25.55	61.81	21	18.19	23.59	-0.0077	-0.0092	
63	30/04/2002	25.39	62.1	20.57	18.45	23.94	0.0063	-0.2130	
64	02/05/2002	25.35	63.06	20.38	18.30	23.96	0.0008	0.2353	
65	03/05/2002	25.45	62.5	20.19	18.45	23.98	0.0047	0.2190	
66	06/05/2002	26.05	62.82	21.3	18.59	24.55	0.0027	-0.0391	
67	07/05/2002	25.73	64.65	21.7	19.15	24.87	-0.0147	0.1707	
68	08/05/2002	25.62	65.07	22.57	19.23	25.05	0.0116	-0.1528	
69	09/05/2002	24.69	64.6	22.01	19.23	24.55	-0.0222	0.1475	
70	10/05/2002	24.8	64	21	20.02	24.46	-0.0065	-0.0071	
71	13/05/2002	25	61.54	20.28	20.31	24.45	0.0005	0.1151	
72	14/05/2002	25.15	61.06	20.76	20.01	25.04	0.0075	-0.0194	
73	15/05/2002	25.21	62.27	21.28	19.92	25.01	0.0056	0.0000	
74	16/05/2002	25.42	63.41	21.63	20.70	25.02	0.0151	-0.0855	
75	17/05/2002	25.4	64	22.21	20.46	25.02	0.0030	0.0072	
76	20/05/2002	25.15	64	21.93	20.44	24.74	-0.0090	0.0000	
77	21/05/2002	25.15	64.05	21.85	19.57	24.74	-0.0112	0.0143	
78	22/05/2002	25.01	64	22	19.24	24.72	-0.0001	-0.0282	
79	23/05/2002	24.51	63.89	22.25	19.33	24.79	0.0018	-0.0145	
80	24/05/2002	24.56	63.85	22.35	18.80	24.26	-0.0043	0.0441	
81	27/05/2002	24.49	63.85	22.35	18.80	24.26	-0.0012	-0.0141	
82	28/05/2002	24.05	62.98	21.92	18.25	23.69	-0.0073	0.0571	
83	29/05/2002	23.99	62	21.85	17.65	23.36	-0.0237	-0.0676	
84	30/05/2002	24.64	62	21.2	17.95	23.51	-0.0097	-0.0942	
85	31/05/2002	24.41	61.9	21.5	17.90	23.46	-0.0042	0.1392	
86	03/06/2002	24.48	61.25	21.46	17.57	22.64	-0.0049	-0.0449	
87	04/06/2002	25	59.9	20.5	17.84	22.43	0.0027	-0.0074	
88	05/06/2002	25.14	59	19.45	17.54	22.10	-0.0059	-0.0963	
89	06/06/2002	24.3	57.89	18.82	17.34	20.95	-0.0262	0.1066	
90	07/06/2002	24.3	57.05	19.2	17.76	21.03	0.0096	0.0741	
91	10/06/2002	24.5	56.97	19.7	17.63	21.55	-0.0033	-0.0110	
92	11/06/2002	24.22	57.37	19.64	17.45	22.31	0.0041	-0.0139	
93	12/06/2002	24.3	57.3	19.58	17.00	22.26	-0.0089	-0.0028	
94	13/06/2002	24.33	57.27	19.4	16.50	22.35	-0.0060	-0.0284	
95	14/06/2002	24.94	57.5	19	16.79	22.07	-0.0060	-0.0949	

Fuente: Portal Financiero Economatca 2002

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ANEXO 2 Serie Histórica del precio de las Acciones

Muestra	Fecha	GModelo C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O	IPC	Cetes a 28 d
96	17/06/2002	25.34	56.98	19.6	17.58	22.45	0.0102	0.1048
97	18/06/2002	24.71	58.4	19.7	17.64	22.45	-0.0035	-0.0190
98	19/06/2002	24.28	58.37	20	17.25	21.97	-0.0110	0.0119
99	20/06/2002	24.65	58.16	19.83	16.43	21.88	-0.0165	-0.0147
100	21/06/2002	23.96	58.49	19.3	16.16	21.81	-0.0118	0.1791
101	24/06/2002	23.49	58.2	19.9	15.77	20.80	-0.0264	-0.0696
102	25/06/2002	23.8	58.14	20.16	16.90	21.50	0.0036	0.0476
103	26/06/2002	23.51	57.3	19.54	15.24	21.30	-0.0287	0.0260
104	27/06/2002	23.64	58	20.5	15.83	21.67	0.0371	-0.0633
105	28/06/2002	23.46	58.5	20.5	16.54	21.91	0.0094	0.0878
106	01/07/2002	23.21	58.4	20.5	16.21	22.01	-0.0152	-0.0186
107	02/07/2002	23.3	59.5	20.5	16.01	21.78	-0.0089	-0.0663
108	03/07/2002	23.06	59.39	20.63	16.97	21.65	0.0032	-0.2166
109	04/07/2002	22.99	59.29	20.7	17.37	21.59	0.0042	-0.1545
110	05/07/2002	23.08	59	20.79	17.55	21.49	0.0173	0.0352
111	08/07/2002	23.46	57	20.88	17.30	21.63	0.0040	-0.0476
112	09/07/2002	23.25	57	21.5	17.64	23.21	-0.0043	0.0714
113	10/07/2002	23.14	58	21.77	18.00	21.87	-0.0139	-0.0667
114	11/07/2002	23.15	59	21.4	18.45	21.11	0.0030	0.0143
115	12/07/2002	23.04	59	21.39	19.02	21.31	0.0016	-0.0423
116	15/07/2002	22.91	58.1	20.55	18.61	21.40	-0.0044	-0.0221
117	16/07/2002	23.63	59	20.78	17.95	21.31	-0.0088	0.0301
118	17/07/2002	23.5	60.5	20.84	18.02	21.02	0.0138	-0.0292
119	18/07/2002	23.6	61.8	20.9	18.54	21.01	0.0048	0.0075
120	19/07/2002	23.5	60.61	20.64	18.49	20.66	-0.0151	0.0000
121	22/07/2002	23.11	58.29	20.52	17.67	18.88	-0.0352	-0.0448
122	23/07/2002	22.98	55.98	19.89	16.76	18.91	-0.0362	0.0156
123	24/07/2002	23.84	57.8	21.5	17.82	19.44	0.0200	0.0000
124	25/07/2002	22.58	57.06	20.1	17.56	19.99	-0.0147	-0.0154
125	26/07/2002	22.01	57.9	20.26	17.53	20.44	-0.0037	0.0156
126	29/07/2002	22.75	60	20.2	18.05	21.95	0.0345	-0.0031
127	30/07/2002	22.29	60.69	20.57	17.48	22.31	-0.0146	-0.0170
128	31/07/2002	22.46	61.59	20.61	17.67	22.70	0.0012	-0.3721
129	01/08/2002	22.1	59	20.5	16.35	22.73	-0.0441	0.6250
130	02/08/2002	21.93	58.49	20.4	15.46	21.68	-0.0193	-0.0077
131	05/08/2002	21.95	58.3	19.65	15.22	19.96	-0.0195	-0.0310
132	06/08/2002	22.74	58.7	20	15.92	21.30	0.0385	0.0192
133	07/08/2002	23.11	59	20.25	15.83	22.02	0.0189	0.0000
134	08/08/2002	23.3	58.96	20.48	16.35	21.88	0.0297	-0.0581
135	09/08/2002	22.9	57.5	20.5	16.50	21.63	-0.0193	0.0167
136	12/08/2002	22.7	55.99	20.39	16.38	21.19	-0.0019	0.0230
137	13/08/2002	22.92	55.01	20.4	16.46	21.01	-0.0102	0.0256
138	14/08/2002	23.55	56	20.2	17.05	21.19	0.0362	0.0109
139	15/08/2002	24.15	56.5	19.96	17.10	21.21	0.0153	0.0124
140	16/08/2002	24.15	58.25	20.15	17.36	21.40	0.0072	0.0000
141	19/08/2002	23.75	58.25	20.15	16.93	20.55	0.0017	0.0229
142	20/08/2002	23.7	58.94	20.05	16.85	20.65	-0.0013	-0.0149
143	21/08/2002	24	59.8	20.55	16.99	21.67	0.0121	-0.0227

Fuente: Portal Financiero Economica 2002

TEXIN CON
 FALLA DE CEN

ANEXO 2 Serie Histórica del precio de las Acciones

Muestra	Fecha	GModelo C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O	IPC	Cetes a 28 d
144	22/08/2002	24	59.75	20.87	17.11	21.88	-0.0045	0.0109
145	23/08/2002	24	58.5	20.48	16.74	22.10	-0.0145	-0.0107
146	26/08/2002	24.02	59.3	21.2	17.41	23.37	0.0185	0.0078
147	27/08/2002	23.8	58.5	21.55	16.80	23.47	-0.0168	-0.0077
148	28/08/2002	24	58.5	21.38	16.94	22.93	-0.0068	-0.2248
149	29/08/2002	24.96	58.75	21.38	16.88	22.91	0.0108	0.3000
150	30/08/2002	24.92	59.3	21.39	16.99	22.93	0.0056	0.0062
151	02/09/2002	24.52	58	21.5	16.89	22.93	-0.0081	-0.0214
152	03/09/2002	24.4	57	21.25	16.50	22.10	-0.0116	0.0000
153	04/09/2002	24.7	58.76	21.49	16.25	21.90	0.0033	0.0312
154	05/09/2002	24.7	57.78	21.34	15.83	21.48	-0.0077	0.0152
155	06/09/2002	25.08	60	21.65	16.21	21.51	0.0076	-0.0149
156	09/09/2002	25.63	59.86	22.28	16.46	22.10	0.0076	-0.0227
157	10/09/2002	25	60.69	22	16.49	22.53	0.0106	0.0109
158	11/09/2002	24.85	60	22.6	16.96	23.31	0.0057	-0.0077
159	12/09/2002	24.9	58.99	22.36	16.74	23.62	-0.0065	0.0046
160	13/09/2002	25.05	58.03	21.89	16.66	23.50	-0.0047	0.0769
161	17/09/2002	25.08	58.1	20.94	15.76	23.00	-0.0179	-0.0357
162	18/09/2002	25.2	57.38	20.5	15.21	22.86	-0.0197	-0.0074
163	19/09/2002	24.5	55.68	19.52	13.94	21.53	-0.0529	0.0373
164	20/09/2002	24.4	57.8	19.5	14.37	21.55	0.0255	0.0935
165	23/09/2002	24.23	57.99	19.5	14.23	20.79	-0.0081	0.0526
166	24/09/2002	24.44	57	18.76	14.44	21.12	-0.0063	0.0625
167	25/09/2002	24.51	58.47	19.33	15.20	21.86	0.0180	-0.3235
168	26/09/2002	24.86	59.04	20	15.47	22.90	0.0256	0.4435
169	27/09/2002	24.98	58.01	19.99	15.45	22.54	-0.0262	-0.1566
170	30/09/2002	25.57	58	19.32	15.04	21.96	-0.0125	0.0714
171	01/10/2002	25.58	58.51	19.11	15.45	22.64	0.0346	0.0133
172	02/10/2002	26.42	58	19.34	15.87	22.16	-0.0167	-0.0263
173	03/10/2002	26.06	57.92	19.28	15.88	21.83	0.0121	0.0811
174	04/10/2002	25.95	57.5	19.04	15.77	21.28	-0.0049	-0.0875
175	07/10/2002	25.95	57.89	19.26	15.88	20.89	-0.0027	0.0342
176	08/10/2002	26	58.93	19.28	15.91	21.40	-0.0007	-0.0066
177	09/10/2002	26.22	58.9	20	15.72	21.35	-0.0149	0.0067
178	10/10/2002	26.72	58.6	20.07	15.69	22.01	0.0000	0.0331
179	11/10/2002	26.51	58.75	20.12	15.82	22.02	0.0144	-0.0256
180	14/10/2002	25.96	59	20.12	15.88	21.67	0.0034	-0.0263
181	15/10/2002	25.59	59.89	20.4	16.17	22.1	0.0299	0.0541
182	16/10/2002	25.27	59.01	20.3	15.89	21.79	-0.0191	-0.0577
183	17/10/2002	25.5	59.76	20.92	16.01	22.16	0.0103	0.0272
184	18/10/2002	25.3	60.36	21.05	16.09	22.21	-0.0021	-0.0199
185	21/10/2002	26.46	60.65	21.16	16.31	22	0.0074	-0.0541
186	22/10/2002	25.95	60.6	20.6	16.51	21.99	-0.0063	0.0143
187	23/10/2002	25.43	60	20.75	16.93	22.11	0.0035	-0.1338
188	24/10/2002	25.46	60	20.14	16.41	22	-0.0154	0.1610
189	25/10/2002	25.54	59.5	20.17	16.67	22.05	-0.0004	-0.0126
190	28/10/2002	25.62	59.07	20.04	16.59	22.3	-0.0031	0.0142
191	29/10/2002	25.69	59	20.25	16.6	22.24	0.0011	0.0070

CON
FALLA DE ORIGEN

Fuente: Portal Financiero Economica 2002

ANEXO 2 Serie Histórica del precio de las Acciones

Muestra	Fecha	GModelo							IPC	Cetes a 28 d
		C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O				
192	30/10/2002	26.38	59	20.26	16.92	21.96	0.0119	0.0153		
193	31/10/2002	25.64	58.6	19.96	16.77	22.61	0.0007	0.0055		
194	01/11/2002	25.8	58.67	20.1	17.01	23.2	0.0130	0.0286		
195	04/11/2002	26.3	57.14	20	16.91	22.9	0.0023	-0.0013		
196	05/11/2002	25.89	57.66	19.84	16.98	22.56	-0.0031	-0.0728		
197	06/11/2002	25.93	57.98	19.35	17.1	22.4	0.0039	0.0429		
198	07/11/2002	25.69	58	18.66	17.47	22.04	-0.0089	-0.0137		
199	08/11/2002	25.35	57.9	18.6	17.3	21.75	-0.0036	-0.0278		
200	11/11/2002	24.62	56.7	17.59	16.96	20.96	-0.0162	0.2143		
201	12/11/2002	24.66	56.79	17.55	16.31	21.04	-0.0045	-0.1176		
202	13/11/2002	24.2	55.45	17.78	15.77	20.56	-0.0088	0.0000		
203	14/11/2002	24.61	56.7	18.69	15.87	21.27	0.0146	-0.0257		
204	15/11/2002	24.04	57	18.49	15.72	20.57	-0.0134	-0.1644		
205	18/11/2002	24.02	56	18.42	15.15	20.06	-0.0160	0.0066		
206	19/11/2002	23.52	55.27	17.42	14.82	19.4	-0.0147	0.0912		
207	21/11/2002	24.75	55.53	17.99	15.41	21.37	0.0385	-0.0149		
208	22/11/2002	24.42	55.6	17.9	15.1	22.03	-0.0089	-0.0303		
209	25/11/2002	24.95	56.1	18.01	15.7	22.05	0.0075	0.0938		
210	26/11/2002	25.02	57.45	18.05	15.88	22.26	0.0103	-0.0571		
211	27/11/2002	25.44	58.45	19.2	16.52	23.32	0.0349	-0.0303		
212	28/11/2002	25.24	58.13	19.2	16.49	23.58	0.0048	0.0312		
213	29/11/2002	24.96	58	19.23	16.4	23.3	-0.0003	-0.0455		
214	02/12/2002	25.18	58.95	19.49	16.37	23.3	0.0108	-0.0159		
215	03/12/2002	25.1	58.7	19.51	16.69	23.41	-0.0003	0.0806		
216	04/12/2002	25.21	58.6	19.25	17.05	23.27	-0.0055	0.0000		
217	05/12/2002	25.21	58.56	19.6	16.95	23.11	-0.0058	0.0224		
218	06/12/2002	25.23	58.9	19.46	17	23.3	-0.0042	0.0365		
219	09/12/2002	24.99	58.46	19.13	16.74	23.44	-0.0118	0.0634		
220	10/12/2002	25.2	58.48	19.21	16.65	23.18	0.0046	-0.0728		
221	11/12/2002	24.9	58.04	19.35	16.8	23.4	0.0089	0.0429		
222	13/12/2002	25.15	60.9	19.11	16.73	23.4	-0.0035	-0.0068		
223	16/12/2002	25.41	60	19.2	17.05	24.12	0.0117	-0.0276		
224	17/12/2002	25.38	60.89	19.2	16.86	24.47	-0.0032	0.0142		
225	18/12/2002	25.19	59.2	18.37	16.66	24.65	-0.0124	-0.1608		
226	19/12/2002	24.96	60.01	18.8	16.63	25.4	0.0051	0.1833		
227	20/12/2002	24.53	60.08	19	16.6	24.99	0.0017	0.0070		
228	23/12/2002	24.53	60.78	19.2	16.6	25.23	0.0037	0.0000		
229	24/12/2002	24.5	60.8	19.2	16.6	25.27	-0.0003	-0.0350		
230	26/12/2002	25.01	61	18.81	16.91	24.8	0.0051	0.0435		
231	27/12/2002	24.6	62.44	18.9	16.61	24.99	-0.0092	-0.0069		
232	30/12/2002	24.81	62.76	19	16.89	25.4	-0.0003	0.0378		
233	31/12/2002	25.36	62.7	19.1	16.73	25.5	0.0004	0.0512		
234	02/01/2003	25.51	62.6	19.35	16.98	26.01	0.0160	-0.0256		
235	03/01/2003	25.2	62.75	19.35	16.88	26.69	0.0045	-0.0395		
236	06/01/2003	25.2	61.6	19.47	16.92	26.8	0.0128	-0.0411		
237	07/01/2003	24.6	59.87	19.18	16.86	26.89	-0.0086	0.1286		
238	08/01/2003	25	60	19.1	16.83	26.22	-0.0020	-0.0823		
239	09/01/2003	24.68	60.78	19.1	17.03	26.2	0.0101	0.0621		

Fuente: Portal Financiero Economica 2002

ANEXO 2 Serie Histórica del precio de las Acciones

Muestra	Fecha	GModelo						
		C	Apasco *	Geo B	Alfa A	GFNorte O	IPC	Cetes a 28 d
240	10/01/2003	24.53	60.1	19.1	17.16	25.85	0.0036	0.0390
241	13/01/2003	24.38	60.32	18.9	16.92	25.87	0.0018	0.0250
242	14/01/2003	24.56	60.2	18.39	17.16	26.21	0.0067	-0.0244
243	15/01/2003	24.54	60	18.1	17.01	25.62	-0.0013	-0.2500
244	16/01/2003	24.47	60.3	18.14	17.08	25.89	-0.0105	0.3583
245	17/01/2003	24.21	60.35	17.95	16.75	25.46	-0.0201	-0.0061
246	20/01/2003	24	59.73	18.2	16.6	25.4	-0.0070	0.0123
247	21/01/2003	23.9	59.51	17.8	16.5	24.5	-0.0112	0.0366
248	22/01/2003	23.78	59	17.26	16.31	23.98	-0.0112	0.0682
249	23/01/2003	24.4	59.5	17.66	16.31	24.19	0.0050	0.0132
250	24/01/2003	23.78	59.6	17.66	16.19	24.1	-0.0069	-0.0652
251	27/01/2003	23.5	59	17.3	15.93	24.09	-0.0148	0.0116
252	28/01/2003	23.53	59	17.51	15.99	24.5	-0.0006	0.0115
253	29/01/2003	23.78	59	18.11	16.15	25.26	0.0031	0.0227

Fuente: Portal Financiero Econometrica 2002.

ANEXO 3

GLOSARIO DE TÉRMINOS FINANCIEROS

107A

Acción: Parte alícuota del capital social de una empresa. Suelen otorgar ciertos derechos a sus propietarios, entre otros, derecho a parte de los beneficios, a una cuota de la liquidación en caso de disolución, a voto en las juntas generales y derecho preferente de suscripción de acciones nuevas.

Activo: Parte del balance de situación de una empresa donde se representan sus bienes y sus derechos, por extensión, se conoce con este nombre a todos los elementos que en él figuran.

Activos Financieros: Son aquellos productos, pagarés, letras, bonos, acciones, que el emisor utiliza para financiarse. Por tanto es el inversor quien adquiere estos activos financieros.

Activo sin riesgo: Es un bien, normalmente de carácter financiero, que asegura al propietario una renta y/o un precio de venta, antes de su compra.

Analista Financieros: Persona que analiza los mercados de valores, calculando el precio de los distintos activos financieros en función de su situación patrimonial actual y sus perspectivas futuras de rentabilidad y riesgo.

Análisis fundamental: Tipo de análisis cuyo propósito es calcular el valor intrínseco de una acción. Para ello se sirve de toda la información disponible sobre la empresa y su entorno. La idea central de este análisis es que el valor de una acción es el valor actual de los ingresos futuros del accionista.

Análisis técnico: Tipo de análisis que pretende encontrar señales de compra y de venta de valores siguiendo el estudio de las cotizaciones y volúmenes negociados. Trata de identificar tendencias y su herramienta principal son los gráficos.

Aversión al riesgo: Supuesto que se suele hacer en finanzas respecto al comportamiento de los inversores: se supone que a los inversores no les gusta el riesgo, por tanto para que alguien acepte asumir un mayor riesgo al realizar una inversión deberá esperar un mayor rendimiento de la misma.

Beta: Medida del riesgo sistemático de un activo. Mide la sensibilidad del valor de una acción frente a variaciones en el mercado.

Bolsa: Mercado organizado en el que se negocian fundamentalmente títulos de renta variable. En la mayoría se negocia también renta fija y diversos activos. En España es necesaria la aprobación de la Comisión Nacional del Mercado de Valores para la negociación de cualquier título.

Bursátil: Relativo a la actividad en Bolsa. Se utiliza para calificar un título valor, se pretende significar elevada bursatilidad, es decir, un título valor que puede comprarse o venderse con relativa facilidad y que tiene liquidez. Característica de

un título valor, que significa la posibilidad de encontrar compradores o vendedores del mismo con relativa facilidad.

CAPM: Modelo muy utilizado en las finanzas modernas que predice las relaciones entre la rentabilidad y el riesgo de una inversión. Su herramienta principal es la beta.

Cartera índice: Cartera de acciones que un inversor forma con los mismos valores que conforman un índice bursátil determinado y dando a cada acción la misma ponderación que tiene en el índice.

Coefficiente de correlación: Es una medida estadística que trata de medir la relación entre dos variables, oscila entre -1 y 1, siendo el signo, la dirección de la relación (proporcional o inversamente proporcional) y la cifra, la magnitud de la relación.

Coefficiente de Determinación: Es el cuadrado del coeficiente de correlación, mide la independencia entre dos variables y oscila entre 0 y 1, el 0 muestra independencia y el 1 lo contrario.

Cotización: Precio de mercado de un activo.

Covarianza: Medida estadística utilizada para valorar la relación entre distintas variables.

Deflactar: Convertir una cantidad expresada en términos nominales en otra expresada en términos reales, habitualmente se utiliza el IPC para llevar a cabo dicha operación.

Derivados: Instrumentos financieros (opciones y futuros) cuyo valor depende de otros títulos o activos subyacentes y cuyo objetivo es transferir el riesgo de estos últimos.

Desviación Estándar: Es la raíz cuadrada de la varianza. Es utilizada para medir el riesgo de un activo.

Devaluación: Reducción, por decisión de la autoridad monetaria, del valor de la moneda propia respecto a las extranjeras. Es lo equivalente a una depreciación monetaria en un sistema de tipo de cambios fijo.

Diversificación: Reducción del riesgo de una cartera mediante la adecuada combinación de activos.

Dividendo: Parte de los beneficios que se reparte entre los accionistas.

Divisa: Medio de cambio cifrado en una moneda distinta a la nacional o doméstica.

Especulación: Actuación consistente en asumir un riesgo superior al corriente con la finalidad de obtener beneficios aprovechando las discrepancias entre los precios actuales y los precios futuros esperados.

Fondo de inversión: Instrumento de inversión por el que un inversor o participe aporta o suscribe una cantidad de dinero que le da derecho a la propiedad de un porcentaje de la cartera del fondo (participación). Dicha cartera está formada por diversos activos y es administrada por una sociedad gestora.

Futuros: Contrato que establece la compraventa de un activo en una fecha futura a un precio determinado en el momento de formalizar el contrato. A diferencia de las opciones, los futuros son de obligado cumplimiento.

Indicador: Herramienta utilizada en el análisis técnico para detectar tendencias en los precios de las acciones.

Índice bursátil: Número índice que refleja la evolución de los precios de un conjunto de acciones a lo largo del tiempo. Suelen ser representativos de lo que sucede en un mercado determinado. Así un índice se diferenciará de otro en la muestra de valores que lo compongan, la ponderación de cada título, la fórmula matemática que se utilice para calcularlo, la fecha de referencia o base y los ajustes que se apliquen al mismo (por dividendos o modificaciones en el capital).

Inflación: Subida generalizada de los precios. La inflación de nuestro país se mide con el IPC, este índice es una media ponderada, no es la medida exacta de los precios de todos los productos.

Liquidez: Naturaleza de ciertos activos por la que son transformables en dinero efectivo de forma inmediata.

Media móvil: Promedio que suaviza la curva de precios de un determinado valor y se convierte en una línea curva de tendencia. Es uno de los instrumentos más utilizados en el análisis técnico.

Mercado alcista: Mercado en el que los precios de los activos negociados siguen una tendencia general al alza.

Mercado bajista: Mercado en el que los precios de los activos negociados siguen una tendencia general a la baja.

Mercado de derivados: Mercado secundario donde se negocian derivados (opciones y futuros).

Mercado de divisas: Mercado en el que se intercambian divisas y se determinan los tipos de cambio de las mismas, tanto al contado como a plazo.

Oferta Monetaria: Es la cantidad de dinero existente en una economía. Existen varios indicadores para medirla, siendo el M1 el más sencillo, este está constituido por el efectivo en manos del público y los depósitos a la vista.

PIB (Producto interior bruto): Valor de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un determinado periodo de tiempo (generalmente un año).

Prima de riesgo: Diferencia en la rentabilidad exigida a un activo a consecuencia del mayor riesgo que implica dicho activo frente a otro libre de riesgo.

Renta Fija: Conjunto de valores cuyos flujos futuros son conocidos con certeza de antemano. Esta rentabilidad es independiente de los resultados obtenidos por la entidad emisora.

Renta variable: Conjunto de valores cuyos flujos futuros no son fijos ni conocidos con certeza de antemano. Dentro de la renta variable están entre otras las acciones, obligaciones convertibles y participaciones en fondos de inversión.

Riesgo no sistemático: Es el riesgo específico de una empresa o sector, este riesgo se puede eliminar de una cartera si ésta se diversifica.

Riesgo Sistemático: Es el riesgo inherente al propio mercado, que no puede eliminarse mediante ninguna diversificación.

Tendencia: Dirección que toma un mercado (alcista, bajista o lateral).

Tipo de interés: Precio del dinero. Precio que cobra un acreedor por prestar, y paga un deudor por recibir, una cierta cantidad de dinero durante un determinado periodo de tiempo. Generalmente se expresa en porcentaje y hace referencia a un periodo de tiempo.

TIIE: A partir de marzo de 1995 se consigna la tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE), determinada por el Banco de México con el objeto de establecer una tasa interbancaria que refleje mejor las condiciones del mercado.

TIR (Tasa interna de rentabilidad): Tasa que iguala la inversión inicial al valor presente de los flujos futuros provenientes de dicha inversión. Es la tasa que hace que el VAN sea cero.

Valor Futuro: Es la cantidad de dinero que se tendría en una fecha futura si se invirtiese hoy una cantidad y se capitalizase a un tipo de interés.

Valor Presente: También llamado valor actual. Es el valor actual de unos flujos de fondos futuros, obtenidos mediante su descuento. En otras palabras, es la cantidad de dinero que se necesitaría invertir hoy para obtener dichas cantidades en el futuro.

Varianza: Es la media aritmética de la suma de los cuadrados de las desviaciones de una variable con respecto a su media. Por tanto, cuanto mayor sea esta medida, menos representativa de la realidad será la media de dicha variable.

Vencimiento: Es la fecha de pago de una obligación financiera.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ARAGONES, "Valor en Riesgo" Ed. Prentice-Hall
- 2 BMV, Conversión del Mercado de Valores "Transperencia y liquidez", Octubre del 2002
- 3 BEST Philipp W. "Implementing Value at Risk" Ed. John Wily and sons, 1999
- 4 BREALEY, MYERS. "Principios de Finanzas Corporativas" Ed. Mc Graw-Hill
- 5 CARO F. Efrain. "El Mercado de Valores en México, estructura y funcionamiento" Ed. Ariel
- 6 DE LARA Alfonso, "Valor en Riesgo en instrumentos del mercado de dinero"
Conducef año 1 vol. 1 n°2
- 7 DIEZ DE CASTRO Luis, "Ingeniería financiera, la gestión en los mercados internacionales"
Ed. McGraw-Hill
- 8 FRANK Fabozzi, "Mercados financieros e Instituciones" Ed. Prentice-Hall.
- 9 HAYASHI, HOLGUIN. "Estadística, elementos de muestreo y correlación" Ed. Diana.
- 10 "Inducción al Mercado de Valores", Material de Apoyo. AMIB, año 1994
- 11 Informe Anual del Banco de México. Año 2002.
- 12 JORION Philippe, "Valor en Riesgo, el nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados". Ed. Limusa.
- 13 J.P. Morgan. "RiskMetrics Technical Document"
- 14 KOLB Robert W. "Inversiones". Ed. Limusa
- 15 LABORDA BARTOLOME, "La Bolsa y su entorno, ensayo y aproximación a la probabilidad bursátil".
- 16 MARKOWITZ. Harry. "Portfolio Selection" Journal of finance 7 n° 1, Marzo 1952
- 17 MARTINEZ Abascal, Eduardo. "Futuros y Opciones en la gestión de carteras"
Ed. McGraw-Hill.
- 18 MARTINEZ Abascal Eduardo. "Invertir en Bolsa: conceptos y estrategias" Ed. McGraw-Hill.
- 19 MESSUTI, ALVAREZ. "Selección de Inversiones. Introducción a la teoría de la cartera"
Ed. Macchi.
- 20 MORALES Castro Arturo. "Inversión en acciones y portafolios de inversión". Edit. McGraw-Hill

- 21 PASCALE Ricardo. "Decisiones Financieras" Ed. Macchi.
- 22 ROSS Stephen. "Finanzas Corporativas" Ed. McGraw-Hill
- 23 SANCHEZ Ceron Carlos. "Valor en Riesgo y otras aproximaciones" SEI Investments 2001
- 24 SMITHSON Charles. "Corporate Risk Managment" Ed. McGraw-Hill.
- 25 SOLER R. José A. "Gestión de riesgos financieros, un enfoque para países latinoamericanos" Ed. BID Grupo Santander.
- 26 VAN HORNE. "Administración Financiera" Ed. Prentice-Hall
- 27 VEGA Rodriguez, Francisco. "El Mercado de Dinero, Capitales y productos Derivados: sus instrumentos y sus usos". Tomo I Ed. León.

HEMEROGRAFÍA

- 1 El Financiero, 12 de marzo del 2002

INTERNET

1. <http://www.elfinanciero.com.mx>
2. <http://www.finsat.com.mx>
3. <http://www.economatica.com.mx>
4. <http://www.banxico.gob.mx>
5. <http://www.bmv.com.mx>
6. www.yahoofinanzas.com