

49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

VALOR EN RIESGO
MARCO ECONOMICO ANALITICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMIA

P R E S E N T A :

FRANCO

GUERRERO

GALEANA

294873



CIUDAD UNIVERSITARIA

2001



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.

VALOR EN RIESGO

**Un reconocimiento por siempre
A Franco y Paula**

A mi hija Maria del Carmen

Asesor

Miguel Ventura

Sinodales

Víctor Colina Rubio
Juan Gallardo Cervantes
Fodel Jamit Simental
Josefina Valenzuela Cervantes

Profesores de la facultad de Economía
Agradezco su orientación, tiempo y disposición

ÍNDICE

Tabla de contenido

Presentación : Aproximación al tema	1
Marco de referencia: Histórico y conceptual.....	12
Marco Histórico.....	14
Marco conceptual.....	24
Capítulo 1: Riesgo y elementos de su administración.....	29
1.1. Definición de riesgo.....	30
1.2. Clasificación del riesgo.....	32
1.3. Actitudes hacia el riesgo.....	36
1.4. Fuentes de riesgo.....	45
1.5. Medición del riesgo.....	47
1.6. Elementos sobre administración del riesgo.....	58
Capítulo 2: Fundamentos estadísticos.....	61
2.1. Variable aleatoria.....	63
2.2. Modelos de distribución de probabilidades.....	63
2.3. Hipótesis de caminata aleatoria.....	77
2.4. Rendimientos.....	78
Capítulo 3: Fundamentos financieros.....	79
3.1. Instrumentos financieros.....	80
3.2. Rendimientos.....	88
3.3. Álgebra matricial y proyecciones.....	96

Capítulo 4: Metodología de cálculo del valor en Riesgo.

4.1 Elementos Genéricos de las Metodologías107
4.2 Métodos de Calculo del Valor en Riesgo113
4.3 Sistema de Valuación del Riesgo 115
4.4 Descripción de las metodologías del Valor en Riesgo.....117
4.5 Análisis de escenarios Stress Testing.....127

Capítulo 5: Aplicación del Valor en Riesgo.

5.1. Valor en Riesgo en posiciones cambiarias.....132
5.2. Valor en Riesgo en títulos de deuda..... 144
5.3. Valor en Riesgo en contratos adelantados..... 156
5.4. Valor en Riesgo en ADR's..... 161

Conclusiones. 172

Bibliografía. 180

PRESENTACIÓN.

Aproximación al tema.

No hace muchos años, la composición económica mundial y local era distinta de la actual. Las grandes empresas multinacionales de tradición como General Motors, Nestlé, Ford, IBM, Citibank marcaban las pautas a seguir en las industrias. Ahora la lista de empresas exitosas son mucho más y más jóvenes. El origen de estas se ha diversificado en relación a aquellos años. Surgen empresas poderosas en Corea, Finlandia, México y desde luego en los Estados Unidos de Norteamérica, Japón, Unión Europea y muchos más. Ejemplos de ellas son Nokia, Dell, L.G. Electronics, Telmex, Cemex, etc. Que buscan nuevos mercados bajo el influjo de las economías de alcance y escala aprovechando la apertura internacional que se hizo posible a finales del siglo XX. Esto implica la aceleración en el flujo de mercancías, insumos y capitales a través de todas las fronteras, así como el surgimiento de nuevos mecanismos financieros junto con el desarrollo de métodos novedosos de manejo de activos en búsqueda de jugosos rendimientos y ganancias de capital. Estas empresas y negocios, financieros o no financieros, enfrentan ahora un conjunto de riesgos más severos en la toma de decisiones y en las operaciones diarias que realizan. El valor financiero se relaciona con los nuevos y numerosos proyectos de inversión que emanan de la visión y experiencia del recurso humano que en ella colabora, reflejado en flujos de efectivo que son la fuente de su evaluación. Este hecho ha desembocado en una corriente de acciones enfocadas al

desarrollo del *capital intelectual*, como activo principal que genera nuevas ideas para la conservación dinámica o de nuevos negocios. Es de esta manera que la industria se reestructura o reubica en los últimos años. Las ganancias más elevadas se encuentran en el diseño y los prototipos procedentes de la investigación y desarrollo y el aspecto operativo se disemina en los lugares más apropiados para la distribución mundial y local.

No cabe la menor duda que las economías de mercado libre, permiten la participación de los agentes económicos en todas aquellas oportunidades de negocios que le proporcionen las circunstancias y características en donde se desenvuelven. Solo que uno de los requisitos indispensables contar con las posibilidades y la preparación para participar, que en teoría económica se le relaciona con las dotaciones iniciales y el grado de avance social alcanzado. Lo paradójico del asunto es que aquellos que tienen mayores expectativas de ganancia son las que más riesgo presentan y aún cuando establecen mejores sistemas de administrar el riesgo tienen mayores expectativas de pérdidas dentro del negocio en que participan.

En el riesgo, es decir, la posibilidad de pérdida o no alcanzar los rendimientos esperados de los activos que se poseen, se identifican con tres aspectos fundamentales: Aspectos del medio ambiente; de operación y financieros.

El aspecto ambiental es uno de los riesgos más difíciles de detectar ya que tiene que ver con las influencias de la situación doméstica y la internacional. Esto lleva a análisis complicados del comportamiento de los agentes y riesgo que se genera en diversas regiones del mundo. Los efectos que en algún tiempo no lejano del s. XX, que se bautizaron con nombres exóticos como “Tequila”, “Samba”, “Oso”, “Tigre”, “Samurai”, son ejemplos de fenómenos económicos

que *inesperadamente* arrastraron las variables que afectaban las actividades de los negocios y activos de manera negativa en la mayoría de los países.

Las pérdidas por este fenómeno ambiental, fue de enormes magnitudes, al grado que en agosto de 1998, se estimó la desaparición “*como por arte de magia*” de doscientos millones de dólares ante la problemática que planteó la decisión de moratoria rusa, “efecto Oso”, y la imposibilidad de los administradores del riesgo de las grandes corporaciones que manejan activos financieros e intermediarios, para prever tal magnitud de riesgo. Cabe aclarar que la metodología de análisis que se tiene para estos casos son de carácter macroeconómico y que generalmente corren a cargo de expertos en economía a nivel de industria, grupo de empresas y empresas especiales como intermediarios financieros o empresas transnacionales, pero es casi imperceptible en empresas medianas y pequeñas lo cual las pone en grandes desventajas. Ahí es importante la participación de las mas altas esferas de los gobiernos de los países para la orientación de la estructura económica mundial y en consecuencia el Sistema Monetario Financiero. Este aspecto sale de los objetivos del presente trabajo, y aunque es de gran importancia, solo se dirá que obedece primordialmente a cambios de política internacional.

El riesgo operacional, por su parte, surge con el desarrollo constante de actividades de carácter “operativo” de los agentes económicos, por múltiples razones. Destacan los mejoramientos en técnicas, servicios, atención a clientes y proveedores, etc.. Este tipo de riesgo lo enfrentan cada integrante de las organizaciones e instituciones, incluidos fuertemente los responsables de dirección, quienes apoyan e impulsan, o dejan de impulsar o apoyar, actividades riesgosas con posibilidad de éxito o fracaso que generalmente quedan a cargo del personal operativo, en la constante búsqueda

de incrementar el bienestar de todas aquellas que dependen de la buena orientación de la empresa. Esto hace recordar la esencia misma de la actividad humana: *cuando no se corre el riesgo de experimentar nuevos senderos con la idea de mejores condiciones intergeneracionales, se pierde la inquietud por el progreso de la civilización.*

El llamado riesgo financiero, se identifica con los movimientos que presentan ciertas variables de los mercados financieros. Y cómo tales movimientos influyen sobre, o son influidos por el proceso económico, en el sentido de regular los flujos de fondos entre agentes superavitarios y deficitarios es de enorme importancia desde el punto de vista micro y macroeconómico que se les revise constantemente. Tal revisión no es nada sencilla: en las empresas rebasa el ámbito de trabajo de las tesorerías y los organismos gubernamentales se ven agobiados por actividades de regulación que garanticen la reducción de este tipo de riesgo. En este momento se incrustan una serie de instituciones globales y particulares que se especializan en apoyos de orientación y asesorías en la identificación y reducción de este tipo de riesgo y que fortalecen el sistema financiero en de ese país. De esta manera se reducen costos de transacción aunque paradójicamente el acceso al mercado se hace más complicado por el cumulo de instrumentos que se diseñan con el afán de cumplir los apoyos que ofrecen.

Sin embargo, los sistemas financieros no han logrado la más alta de las eficiencias en los propósitos de reducción de riesgo a los circuitos económicos. Esto se demuestra en la desconfianza de superavitarios, y las instituciones mismas que conforman tal sistema, para canalizar fondos a deficitarios.

No obstante, las instituciones financieras, incluyen entre sus funciones actividades de apoyo para el manejo del riesgo financiero y se imponen el

compromiso de encontrar métodos de análisis de las fuentes de riesgo para ofrecer la confiabilidad deseable a sus clientes sobre los activos que les confían, pero sobre todo para las operaciones que ellas mismas tienen como negocio.

Los tipos de riesgos hasta ahora mencionados, y clasificaciones subsecuentes a las que se hará referencia más adelante se relacionan entre sí, existiendo la posibilidad de que las fuentes que los generan tengan también orígenes comunes. Esto resulta importante para la identificación y medición del riesgo, que dicho de manera rápida, es relativamente nueva en los países desarrollados y por lo mismo las instituciones de países con estructuras financieras menos organizadas llevan un mayor retraso en este tipo de actividades. En el caso de México prácticamente fue hasta mediados de los noventa del siglo XX cuando las instituciones financieras incursionan en este campo al incluir áreas de análisis de riesgo formalmente en sus estructuras o mediante *outsourcing* distintas al tradicional riesgo de crédito que también dejaba mucho que desear a decir de los resultados de cartera vencida que se presentaron en aquellas fechas. El terreno, obviamente aún requiere de mucha preparación para dominar e impulsar nuevos instrumentos de análisis, medición y administración del riesgo. Cabe destacar la labor de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores en este campo, que ante la evidencia de un mejor control privado sobre riesgo, emite circulares como la 1923 que bajo la denominación de "Disposiciones de carácter prudencial en materia de administración integral de riesgos", pone a disposición las principales recomendaciones hechas hace algunas décadas por el "Grupo de los Treinta", al cual se hace referencia un poco más adelante, en cuanto al impulso de la administración del riesgo en instituciones de banca múltiple, con lineamientos en la identificación, medición,

control y divulgación de riesgos que afectan la actividad diaria. El seguimiento de recomendaciones como la anterior, que surgen por la problemática misma en que se ven envueltos los países con grandes movimientos financieros representados en el “Grupo de los Treinta”, reduce problemas de pérdidas cuantiosas, aunque no los elimina, que influyen en el prestigio y calificación del riesgo país de trascendental importancia en el ambiente financiero internacional .

Por tal motivo, el conocimiento de los instrumentos que en la práctica son usuales para calificar riesgo país y riesgos propios de la actividad financiera como tal, resulta esencial como apoyo al desarrollo del circuito económico de un país. El caso del presente trabajo explica uno de los mecanismos recomendados y usados por las instituciones de regulación e instituciones financieras internacionales más prestigiadas en el mundo financiero global: El Valor en Riesgo.

El Valor en Riesgo, Value at Risk, o simplemente Var, es un instrumento que se populariza en el mundo financiero como un proceso que identifica, mide y controla la exposición al riesgo de los activos propiedad de los inversionistas, empresas e instituciones. .

El concepto se maneja como el acrónimo Var y proviene del quehacer bancario, que aún cuando es mas fácil identificarlo como Var a lo largo del documento no se hará así, para no confundirlo con la simple varianza que muchas veces se identifica con esta nomenclatura.

Se dice que Dennis Weatherstone , como directivo del J.P. Morgan solicitaba al final de cada día un reporte de una sola página que reuniera datos confiables sobre la exposición al riesgo de los instrumentos que manejaba la Institución ante los posibles movimientos de los mercados en que participaba. El reporte

incluía una estimación sobre la pérdida potencial esperada en las veinticuatro horas siguientes, que debía ser entregado a las 4:15 p.m. (16:00 hrs.) todos los días, por lo que los técnicos del Banco le denominaban el reporte “4:15”.

El área técnica del Banco, en su afán de la mejora continua del los reportes en cuanto a su confiabilidad sobre la medición y análisis del riesgo, como vía del conocimiento sobre la pérdida potencial en los portafolios de la institución, y en base a la experiencia de los resultados de las diversas posiciones que manejaban en los mercados, diseñaron una medida simple pero de mucha consistencia y congruencia para medir el riesgo en el proceso de toma de decisiones diarias que se debía realizar. Le denominaron Valor en Riesgo, que da idea del momento en que se está presentando el proceso de riesgo sobre los valores en juego.

En esa misma época, D. Weatherstone, participaba precisamente en el “Grupo de los Treinta” que resulta pertinente decir, es una institución internacional de carácter privado sin fines de lucro, donde se encuentran representados los puntos de vista de los sectores privados y públicos así como de la academia en aspectos económicos-financieros que influyen en las decisiones internacionales en la materia. Este Grupo sesiona con regularidad dos veces al año en Washington D.C. y entre sus actividades incluye reuniones especiales en temas considerados de alta prioridad que presenta posteriormente como publicaciones para el apoyo de los afectados.

Precisamente el caso de los activos derivados se discutió en un Grupo de estudio en 1993 por las características de riesgo que se les atribuyen a estos instrumentos sobre el desenvolvimiento sano de los países. El resultado fue un reporte intitulado “Derivatives: Practices and Principles”, en donde se incluye al Valor en Riesgo como recomendación específica en contra del riesgo de

mercado, por su simplicidad y poderío mostrado en las actividades del J.P. Morgan.

No obstante que a partir de esa recomendación, muchas instituciones empezaron a estudiar la conveniencia de complementar sus actividades de administración del riesgo con la introducción de dicha metodología, fue hasta finales de 1994, cuando el proceso se acelera, ante las pérdidas nunca vistas que registra el mercado de bonos a nivel mundial en esa época. Las instituciones bancarias y las tesorías de las corporaciones urgen por instrumentos, confiables y relativamente simples, para tomar decisiones en un ambiente cada vez más riesgoso. Solicitan a sus departamentos técnicos dar respuesta a esta prioritaria necesidad, revisan la propuesta del "Grupo" e impulsan posteriormente nuevos mecanismos con base a este instrumento del Valor en Riesgo.

El J.P. Morgan propone a sus clientes una versión acabada del sistema de medición del riesgo que tenía para uso propio con base en el Valor en Riesgo con el calificativo de "Risk Metrics".

El paquete "Risk Metrics", incluye el esquema analítico para el cálculo del Valor en Riesgo y datos sobre volatilidad y correlación sobre instrumentos financieros que facilitan los cálculos a los usuarios. Este paquete se accesa "gratuitamente" a través del servicio de Internet en virtud de un convenio que establecieron el J.P Morgan y Reuters Web. Lejos de pensarse que esto es un sentimiento altruista del Banco dentro de un ambiente financiero, que muy remotas probabilidades tiene de este tipo de actividades, mas bien es una medida estratégica para atraer clientes dentro del oligopolio en que participa.

Como era de esperarse, esta acción provoca una reacción casi inmediata de los competidores quienes a su vez proponen métodos alternativos de medición del riesgo, como apoyo a la toma de decisiones de sus clientes.

De esta manera, el C.S. First Boston Bank propone su metodología Prime Risk como parte de un paquete de administración del riesgo, The Chase Manhattan, The Bankers Trust y Deutsche Bank ofrecen también sistemas siguiendo las características de medición rápida y confiable del riesgo planteados por el J. P. Morgan.

Lo más interesante del caso, es que las diversas instituciones financieras en el ámbito mundial han encontrado en el concepto de Valor en Riesgo un elemento de medición apropiado a las necesidades de sus sistemas de riesgo, dada la facilidad de su comprensión y adaptación, el nivel de confianza y lo compacto de la medición.

Sin embargo cabe destacar de una vez que al igual que otros instrumentos en cualquier campo de la medición, no es ni debe considerarse como la panacea que por si mismo elimine los riesgos de las instituciones como por arte de magia, esto seria un error muy grave.

Ante este reconocimiento también participan en la aplicación del Valor en Riesgo las grandes instituciones de regulación de prestigio universal como U.S. Securities And Exchange Comission, The Bank for International Settlements y la European Commission. El Valor en Riesgo también se usa en áreas de riesgo de crédito y en los ámbitos que tienen que ver los negocios financieros.

Los cálculos del Valor en Riesgo se describirán en el interior del presente documento pero antes de ello se presenta la panorámica económica que ha llevado al mundo a los niveles de riesgos inéditos que se viven actualmente, pero los fundamentos teóricos que sustentan la concepción del acrónimo son de

capital relevancia para su comprensión y se le dedica un buen espacio aún cuando el lector pudiera estarse remitiendo a bibliografía especializada existente.

De esta manera lo que se pretende es reunir en un sólo volumen los antecedentes, los aspectos teóricos estadísticos, matemáticas y financieros para calcular y analizar el Valor en Riesgo. Esto en dos sentidos muy específicos, el primero tiene que ver con la necesidad de que las instituciones financieras y no financieras, que participan en proyectos y actividades de alto riesgo, tengan como referencia este instrumento para los diseños y adaptación que puedan hacer en el campo de la administración del riesgo. Y la segunda como documento para el apoyo de las instituciones de regulación en México en cuanto a la adaptación o capacitación de grupos interesados en el campo de la administración del riesgo.

Para esto el documento consta de cinco capítulos que incluyen los elementos básicos necesarios para la comprensión del instrumento que pueden complementarse con literatura más avanzada una vez se tenga un conocimiento como el que ahora presenta este trabajo. El primer capítulo presenta un marco dividido en histórico y conceptual a fin de comprender el ambiente que ha llevado al mundo financiero ante el nivel de riesgo en que se encuentra y por otra parte los desarrollos conceptuales teóricos que han hecho posible enfrentar los retos hasta este momento, el capítulo segundo trata los fundamentos estadísticos simples pero necesarios para comprender los cálculos y bases en que se fundamenta el Valor en Riesgo como vía para su adaptación, pero sobretodo para nuevos diseños que puedan derivarse de este en sistema financiero mexicano, el capítulo tercero presenta los fundamentos financieros que sustentan la aplicación práctica del instrumento y que mostrarán todo su

valor cuando se pasa a los capítulos cuarto y quinto en donde se presentan las alternativas mas utilizadas como metodologías concretas y los ejemplos de aplicación necesarios para ejercitar tales instrumentos alternativos.

En las conclusiones se presentan observaciones y puntos de vista que justifican la hipótesis planteada en la introducción del documento, pero sobre todo algunas reflexiones sobre el ambiente financiero hasta el momento de cerrar la página.

Cabe mencionar que en México existen instituciones, sobretodo con negocios globales, que mantienen áreas de administración del riesgo y que trabajan este indicador y otros complementarios, sin embargo y desgraciadamente son las más, que aún no cuentan con estas unidades ni la asesoría especializada en el tema, o bien no le destinan los recursos necesarios a esta actividad restando así la importancia que tiene con las consecuencias y los resultados que el azar les depara. Para ellos habrá que canalizar los esfuerzos, en aras de obtener mejores resultados en la eficiencia de los flujos financieros que hacen posible un mejor resultado en la actividad económica de un país en este caso México.

MARCO DE REFERENCIA

Marco Histórico Conceptual

La reunión del Fondo Monetario Internacional (F.M.I), conjuntamente con el Banco Mundial (B. M., en Octubre de 1998, en que participaron ministros de finanzas y gobernadores de Bancos Centrales de 182 países incluida la Reserva Federal de los Estados Unidos de Norteamérica, concluyó que la crisis financiera que enfrenta el mundo es de carácter sistémico global y que el proceso de recuperación de este tipo de fenómenos es largo y tortuoso que requería también de solución global. Las áreas de consenso para trabajar eran el aumento de transparencia, establecimiento de sistemas financieros sólidos, liberación ordenada y en *códigos y patrones de buena actuación aceptados internacionalmente*. La situación es grave, en ese momento el mundo presencia una caída en el mercado de valores de Nueva York que en sólo tres meses destruye 1.5 billones de dólares, Japón, Países Asiáticos, Rusia, en ese mismo lapso son actores de destrucción de activos, Estados Unidos de Norteamérica teme que un colapso del mundo afecte su posición hasta ese entonces privilegiada y movía a la baja su tasa de interés líder. Lo mismo pasaba en Inglaterra y otros países desarrollados. Se dice que hubo descuidos en el control del riesgo en países tan ordenados como Japón como justificantes de estas crisis financieras pero otros arguyen que no es descuido sino elemento

del riesgo operativo. En este capítulo se presenta el antecedente sobre esta necesidad de aplicar sistemas de medición del riesgo en las economías, que se magnifica a partir de la década de los setentas, en que el mundo entero asiste a la turbulencia que aún no termina con su sello de incertidumbre.

La explicación de los grandes movimientos en los sistemas financieros que provocan la incertidumbre y la aparición de mecanismos para prevenirlos o sortearlos, pueden encontrarse en algunos fenómenos claves que se han presentado a lo largo de este periodo que viene de los setentas. La caída del sistema monetario de Bretton Woods, el movimiento de tipos de cambio fijos a flexibles o semifijos, las crisis petroleras, los reajustes de la división política en el mundo, la reestructuración del sistema socialista, coexistencia de dobles monedas, la unión monetaria europea y la gran revolución tecnológica sobre todo en telecomunicaciones e informática son algunos ejemplos claros de estos fenómenos aludidos.

Seria entonces difícil explicarse las estrategias de los diversos agentes económicos y la cantidad de instrumentos financieros que se han generado en el tiempo si no se tiene en mente estos elementos que dan marco a su conducta. Ello justifica la inclusión somera de los acontecimientos históricos más relevantes y los conceptos básicos que emanan y enmarcan las metodologías para administrar el riesgo.

Marco Histórico

De manera genérica cuando se habla de un proceso de administración del riesgo, se incluyen los siguientes puntos fundamentales: La identificación del riesgo, el conjunto de normas o estándares de referencia, la medición y evaluación del riesgo y la optimización del riesgo.

De inmediato puede inferirse que cada uno de estos elementos no permanecen estáticos al paso del tiempo y no tan sólo eso sino que mucho dependen del ambiente económico doméstico y del ámbito internacional. Luego entonces el riesgo que corrían los activos manejados por los agentes económicos en la década de los sesenta, es muy distinto a los riesgos de los setenta y no se diga en toda la época de los noventa del siglo XX.

El análisis histórico del mundo contemporáneo muestra que después de la última de las grandes guerras del siglo XX, a raíz de la cual se establecen las bases que regirían el mundo en lo económico, político y social, sólo fue posible un periodo relativamente corto, que va de los cincuenta a los sesenta, veinte años a lo mucho, con prosperidad mundial. Esto culmina en un desajuste de enorme magnitud al iniciarse la década de los setenta con una oscuridad en todos los renglones sin precedente alguno en los ochenta y los noventa. El siglo XXI llega con una enorme carga negativa a la que se tiene que hacer frente con energía basado en el conocimiento de los fenómenos y el tipo de riesgo que estos implican.

La década de los setenta se inaugura con el colapso del sistema de estabilidad económica y financiera creado a finales de los cuarenta en Bretton Woods. Aquél sistema incluía un esquema de tipo de cambio fijo entre monedas, ligadas a la moneda dominante de aquel entonces, el dólar norteamericano. Este último a su vez se ligaba al valor del oro por ello se le denominó el sistema del

patrón oro. Con este sistema, la vigilancia de los tipos de cambio por parte de los agentes económicos era mínima y los movimientos en el comercio internacional no requerían de una previsión muy fuerte por esa vía. El punto clave en el sistema se centraba en la estabilidad del dólar o más específicamente en la tasa de inflación que presentara la economía de los Estados Unidos de Norteamérica. Mientras la tasa en ese país fuera estable y a bajos niveles, las tasas de interés también lo eran y el precio del dólar respecto del oro permanecía estable y en equilibrio. La tasa de interés internacional permitía los cálculos sin muchos riesgos y sobresaltos y todo indicaba que los sistemas financieros y de producción tendrían la estabilidad requerida para el crecimiento sostenido en todas las naciones.

En la década de los sesenta los Estados Unidos de Norteamérica participan en la Guerra de Vietnam que junto a estrategias internas a ese país en cuanto a programas de asistencia gubernamentales, lo conducen al sacrificio de la estabilidad de las tasas de inflación que se les dispara de uno a dos dígitos. Lo anterior lleva a la imposibilidad de sostener los tipos de cambio y las tasas de interés estables. El sistema financiero internacional se ve amenazado y la Reserva Federal o Banca Central de la Unión Americana en sus intentos por corregir domésticamente estos desajustes mediante mecanismos monetario, proporciona al mundo la señal de cambiar los dólares que tienen por oro. Ante la incapacidad de poder responder a la demanda de los países en este renglón, en agosto de 1971 el entonces presidente de los Estados Unidos de Norteamérica, Richard Nixon, declara unilateralmente la inconvertibilidad del oro- dólar y poco después en diciembre de ese mismo año la devaluación de esa moneda con las correspondientes consecuencias. Estos hechos marcan la ruptura del tipo de cambio fijo y la aparición de tipos de cambios flotantes y

“mixtos”. El mundo financiero al final de 1979 pasa a la nueva era de volatilidad creciente para el cual no estaba preparado. Prácticamente toda la década posterior la de los ochentas fue una especie de aprendizaje sobre la administración del riesgo financiero. Las compañías y organismos se preocuparon por establecer políticas y procedimientos para controlar y entender los tipos de riesgos a que se enfrentaban. Ensayaron nuevos métodos para negociación bajo riesgo, nuevos tipos de instrumentos para la optimización del riesgo, y nuevas estructuras y orientaciones en la capacitación de los recursos humanos para el análisis de las situaciones riesgosas. Parecía de pronto como entrar a un nuevo mundo con retos mayúsculos ante el cual las naciones más desarrolladas del orbe parecían desconcertadas y las menos desarrolladas prácticamente se colapsaron por espacio de dos décadas.

El 19 de octubre de 1987 se le denominó el lunes negro porque después de la segunda guerra mundial no se habían registrado pérdidas de la magnitud del 23% en el precio de las acciones como en ese día. Siete años después, en 1994, se registraría una caída estrepitosa en bonos que vuelve a dislocar los mercados del mundo entero con cuantiosas pérdidas. La problemática se hace cada vez más fuerte y en 1997 y 1998 el colapso en los mercados también se califica de esa manera cuando una de las naciones reconocidas por su solidez económica, el Japón, impulsa un movimiento negativo en el ámbito financiero internacional, cuando Rusia declara moratoria, cuando los países del sudeste asiático presentan dificultades financieras y cuando los países latinoamericanos más fuertes presentan serios problemas para solventar sus obligaciones financieras.

El caso de México es especial por la amplia cercanía además de la geográfica, que ha tenido en materia comercial y financiera con los Estados Unidos de Norteamérica. La problemática de la época de los setentas en aquel país

naturalmente se refleja al interior de la república mexicana con el desfase correspondiente al avance tecnológico y de toma de decisiones que correspondían a aquel entonces. El impacto se resiste de manera moderada por las circunstancias en cuanto productor de petróleo que al subir los precios llevaron a niveles de tasas de crecimiento del PIB elevadas mientras ese auge petrolero lo permitió. Sin embargo, el auge no va mas allá de los primeros años de los ochentas cuando los precios inician una caída que los llevan a niveles mínimos a finales de los noventas. Las finanzas del sector publico se desequilibran, las deudas adquiridas no tienen activos de soporte, se presenta un esquema de moratoria y se sale adelante atendiendo las recomendaciones de organismos internacionales en el manejo de las políticas monetarias y fiscales lo cual lleva a una reestructuración financiera sin precedentes.

De sobra cabe decir que las instituciones financieras mexicanas enfrentan una situación en donde no tenían experiencia alguna y además que era difícil recurrir a asesoría del exterior ya que también ellos, como se ha mencionado arriba, tenían serios problemas de aprendizaje. La búsqueda de previsión y manejo del riesgo era un reto al interior de cada organismo. El problema en sus inicios pierde tiempo en análisis con esquemas de corto plazo y visión local presionados por los mecanismos de ajustes impuestos por las instituciones de Bretton Woods que también tienen problemas de concepción de la nueva situación mundial.

Las recomendaciones frenan la participación de las instituciones gubernamentales de desarrollo en forma demasiado brusca, se promueve el libre comercio con una apertura económica con una velocidad que ni en países desarrollados tiene precedentes por lo corto del plazo de establecimiento. Las consecuentes modificaciones en tipos de cambio, tasas de interés, conducta de

la autoridad monetaria en emisión, regulación financiera, y otros elementos desquician el sistema financiero interno. La problemática de una Banca nacionalizada en principios de los ochentas para revertirse en el corto tiempo a una Banca *desnacionalizada* ; la participación real de las casas de bolsa y otras instituciones en el sistema financiero, el establecimiento de bandas fijas en el tipo de cambio y el paso inmediato a tipos flexibles, la aparición de instrumentos derivados, etc., son fuentes de riesgo que no contaron con sistemas de administración estructurados que como guardias o alarmas alertaran posibilidades de pérdidas.

El país, los organismos, las empresas financieras o no financieras y en general los agentes económicos requieren ahora más que nunca métodos para identificar los tipos de riesgos a que se exponen, sin que ello quiera decir que quedarían exentos de pérdidas, pero si con mayores posibilidades de detectarlas con anticipación, que es una actividad instintiva en los agentes que debiera sistematizarse.

El marco histórico lleva implícitas las actividades que los agentes económicos realizan para hacer frente a las situaciones que se presentan. El desarrollo teórico que hacen los institutos de investigación, universidades y personal de apoyo en las empresas, reducen las dificultades para encontrar soluciones en la práctica, sin embargo son mas los acontecimientos inéditos en esta época lo que da sentido al desarrollo teórico en el campo financiero. Aparecen un sinnúmero de conceptos e instrumentos financieros que a su vez dan forma a la evolución que ha tenido el proceso de medición del riesgo. Tal conjunto de instrumentos y métodos distintos para la medición y control del riesgo que su uso genera, conforma gran parte del material de apoyo para la toma de decisiones en el mundo de las finanzas. Los siguientes párrafos ubica la

aparición de los principales instrumentos en el marco histórico del periodo de referencia.

Cuando se hace referencia a la década de los setenta, en que se colapsa el sistema Bretton Woods, y da paso de tipos de cambio fijos a flexibles, también trae a memoria que fue en 1973 que se publican y estudian las ideas de Black y Sholes sobre los precios de los activos derivados novedosos para aquella época en el mundo y para la actual en México, que son el sustento para la administración del riesgo de muchas organizaciones que participan con esos activos en los mercados financieros.

En efecto, 1973 marca el inicio de una proliferación de instrumentos derivados que surgen como una respuesta práctica para administrar el riesgo ante los cambios de precios por tipo de interés y tipo de cambio. Los instrumentos derivados como lo son los futuros, contratos adelantados, "Swaps", y Opciones, vienen a proporcionar un alivio a las necesidades de minimizar los riesgos en los portafolios de los inversionistas e instituciones financieras. Las características de estos instrumentos en el sentido de ofrecer bajos costos de transacción respecto al beneficio que aportan, así como, la facilidad y rapidez en su aplicación explican el amplio desenvolvimiento que tienen desde los setentas hasta la fecha. No obstante, lo hasta ahora apuntado, este tipo de instrumento, excelentes para la cobertura sobre riesgo, son también el descubrimiento ideal para las actividades de especulación pura dentro de los mercados financieros. Algunos estudiosos de las finanzas consideran que los futuros y opciones existen a los especuladores porque es una especie de juego en donde hay un ganador y forzosamente un perdedor. Ganar o perder se atribuye a la habilidad técnica del especulador pero sobre todo a la intuición, imaginación, e inteligencia para estar dentro de un reducido número que

obtiene ganancias extraordinarias en tiempos sorprendentemente cortos en función de la opinión que se tenga sobre los mercados y las estrategias para abordarlos. Esto se transforma en todo un reto a la inteligencia y la pertenencia a una clase distinguida, admirada y con un nivel de vida superior. Con el advenimiento de los instrumentos derivados, crece el movimiento de títulos y la interrelación se estrecha entre países por la posibilidad que permite el avance en las telecomunicaciones, que forma parte de lo que se ha dado en llamar globalización de los mercados financieros. Por lo cual cabe mencionar que la internacionalización es un fenómeno que afecta el riesgo de los portafolios que participan no sólo en el mercado universal sino en las economías domésticas, por la influencia que tienen los movimientos de los primeros en las variables fundamentales fuente de riesgo dentro de cualquier país. El sistema internacional hasta la década de los noventa eliminó restricciones para el libre movimiento de los capitales entre países o regiones económicas que pudieron existir antes de los setentas como el control por comisiones que se fijaban en las transacciones internacionales de títulos, impuestos que gravaban el flujo de los capitales, limitantes en la participación de emisiones de títulos a extranjeros en las economías domésticas, y un conjunto de restricciones abolidas para entrar de lleno a la competencia de este llamado mercado global. La falta de control del sistema financiero internacional es para muchos analistas el elemento crucial en el caos internacional que viven las economías del orbe a finales del siglo XX.

El avance de la informática y las telecomunicaciones es invaluable en cuanto amplitud y eficiencia de los mercados en el sentido del conocimiento instantáneo de lo que acontece en cualquier región del universo lo que hace posible el aprovechamiento de arbitrajes y reducción de pérdidas a los agentes

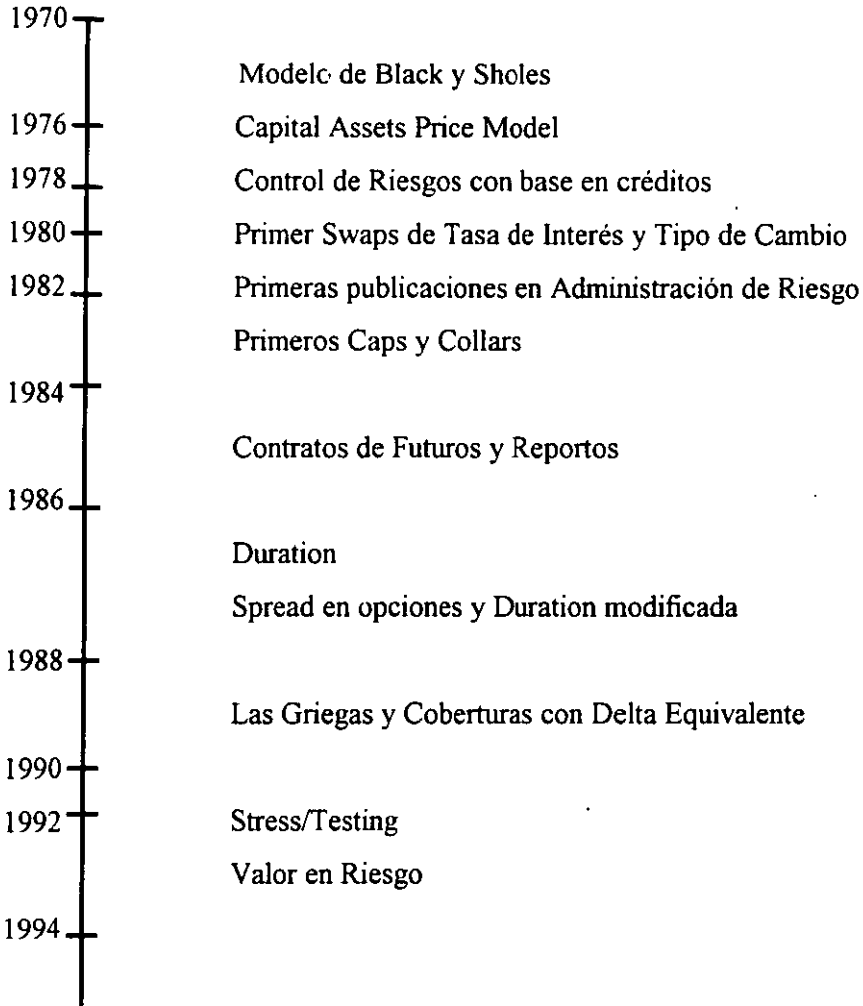
que lleva a la perfección del mercado. Sin embargo los conocimientos y estrategias juegan un papel muy importante, dado que no es lo mismo tener la información transparente, que adelantarse a los hechos por el análisis de esa información transparente.

Los dos esquemas que siguen, m.1 y m.2, resumen la evolución que han tenido las mediciones del riesgo y el tipo de instrumento en el último tercio del siglo.

Lo interesante de estos es el observar como el mercado financiero ha proporcionado a lo largo de las últimas cuatro décadas un conjunto de instrumentos que proporcionan múltiples oportunidades para obtención de beneficios, protección y nuevas expectativas sobre los activos que el trabajo humano crea constantemente y lleva a los mercados financieros. Tales activos en las economías con sistemas financieros estructurados se les tipifica en términos comunes y se les clasifica con nombres específicos reconocidos en el ámbito financiero internacional. Con el avance de la lectura del documento se van incorporando muchos de los conceptos de los esquemas citados y por ahora será conveniente hacer algunas reflexiones sobre los tipos de mercados en que se participa.

Esquema m.1

Evolución de la medición del riesgo



Fuente : Capital Market Risk Advisors; Risk Publishers. 1997

Esquema m.2.

Evolución de las herramientas para administrar riesgos

Año	tipo de herramienta
1972	Futuros de Divisas
1973	Opciones
1975	Futuros en Bonos de Tesoro
1981	Swaps sobre Divisas
1982	Swaps de Tipos de Interés, Futuros en Notas del Tesoro Futuros en Eurodólares, Futuros en Índices de Precios, Opciones sobre Futuros, Opciones en Divisas.
1983	Opciones en Índice de Precio, Opciones sobre Futuros en Divisas, Opciones en Tasas, Caps, Floors.
1985	Opciones en Eurodólares
1987	Opciones sobre OTC
1989	Futuros sobre Swaps de Tipos de Interés
1990	Swaps sobre Índices de Precios
1994	Opciones de crédito por incumplimientos.

Fuente: Jorión P, The New Benchmark for controlling Derivatives Risk, 1997.

Marco teórico

En la teoría financiera moderna se reconoce como trabajo pionero de los llamados procesos aleatorios, la tesis doctoral sobre la teoría de la especulación que presentó en el año mil novecientos en la Sorbona de París, Louis Bachelier. Esta aportación pasó desapercibida, quizá por el avance práctico que tenían las finanzas en aquellos tiempos, hasta que Paul Samuelson en la década de los cincuenta hace referencia a ella al trabajar la incertidumbre en su modelo de inversión.

Fueron Arrow y Debreu (1953, 1959) quienes proponen la introducción de la incertidumbre dentro de los modelos económicos con la consideración de estados futuros en la naturaleza económica.

A estos se suman los trabajos de investigadores de la época entre los que destacan las contribuciones de Modigliani y Miller (1958, 1961). Estos autores sostienen que en presencia de mercados financieros ausentes de imperfecciones y con suficiencia, la política de endeudamiento y dividendo en las empresas carecen de importancia para su valuación. Lo anterior genera otro conjunto de trabajos en búsqueda de imperfecciones del mercado, que afectan la valuación.

No obstante la importancia de las contribuciones anteriores, las bases de la teoría del portafolios moderno se encuentran en Markowitz (1959) que aprovechan autores como Sharpe (1964), Lintner (1965), Fama (1972) y Mossin (1973) que la perfeccionan hasta como se conoce actualmente.

Este conjunto teórico indica que el riesgo de un activo individual se debe evaluar conforme a su contribución marginal al riesgo global de un portafolios de activos y no sobre la base de posibles desviaciones del rendimiento esperado del activo individual. La importancia de lo anterior, descansa en el

grado de correlación de ese activo con el resto que conforman el portafolio, ya que de ello depende el grado de riesgo de dicho activo.

A partir de ese razonamiento teórico se desprenden infinidad de trabajos empíricos que llevan al perfeccionamiento del modelo planteado por Sharpe que se le conoce como Valuación de Activos de Capital CAPM . El punto medular del modelo, siguiendo a Fabozzi y Modigliani (1996), es que los activos con el mismo riesgo sistemático deben de tener la misma tasa de rendimiento esperada. Como el riesgo sistemático es el riesgo que no puede eliminarse o reducirse por diversificación, el rendimiento en una cartera bien diversificada tendrá una correlación alta con el mercado y su variabilidad será la incertidumbre del mercado.

Con ese razonamiento se puede cuantificar el riesgo sistemático de un valor y relacionar el riesgo sistemático de una cartera con aquel de sus valores componentes. Para lograr lo anterior se plantea un rendimiento sistemático que se correlaciona perfectamente y es proporcional al rendimiento del mercado además de una parte que es independiente al mercado que sumados proporcionan el rendimiento del valor considerado esto se condensa en la expresión: $R_v = \text{Riesgo sistemático} + \text{Riesgo no sistemático}$. Pero como el riesgo sistemático es proporcional al rendimiento del mercado se puede expresar este como βR_m y el rendimiento no sistemático como ξ , siendo así la β una especie de índice de sensibilidad del mercado y la expresión se le puede escribir como $R_v = \beta R_m + \xi$. Ahora bien, si el rendimiento no sistemático se expresa como $\xi = \alpha + \varepsilon$ entonces $R_v = \beta R_m + \alpha + \varepsilon$ que es una línea recta en donde la β es la pendiente que indica el incremento esperado en el rendimiento del valor ante un aumento del uno por ciento del rendimiento del mercado y la α será el valor promedio de rendimientos no sistemáticos a

través del tiempo y el residual ε tiende a cero en el tiempo. A esta línea se le denomina línea característica.

Los valores con riesgo sistemático mayores esperarán rendimiento más altos. Y la relación entre riesgo y rendimiento explicada por el CAPM, se presenta por lo general bajo el concepto de prima de riesgo o exceso de rendimiento. Esto no es más que la diferencia “prima” que se obtiene cuando se resta del rendimiento, la tasa libre de riesgo que se toma como “piso”. De aquí que, si la “prima” de riesgo de la cartera se expresa como $R'p = E(Rp) - Rf$ y la “prima” del mercado como $R'm = E(Rm) - Rf$ y considerando que la prima de riesgo de la cartera es igual a la prima del mercado multiplicado por β del portafolios entonces el modelo de Valuación de Activos de Capital que como: $E(Rp) - Rf = \beta p (E(Rm) - Rf)$ y si se quiere calcular la β se despeja y se llega a la siguiente expresión:

$$\beta = E(Rp) - Rf / (E(Rm) - Rf).$$

S. Ross (1976) presenta un modelo alternativo al CAPM que realmente lo que hace es puntualizar con mayor rigor el análisis de evaluación.

En 1972, Fama introduce el concepto de eficiencia de mercado que en términos muy resumidos indica que cuando se dispone de toda la información para fijar precios de activos, el precio de mercado representa el valor que como consenso asigna este. De ahí que un mercado eficiente será aquel en donde los precios de los valores reflejan toda la información “pública” disponible. Entonces ello lleva a que los precios de los valores varíaran sin un patrón fijo alrededor de su valor subyacente. Este hecho es muy importante porque se considera que en mercados eficientes los valores son un buen reflejo de la información disponible.

No obstante del conocimiento anterior, los agentes financieros se encuentran muy atentos para aprovechar cualquier ineficiencia que pueda registrar el mercado. Esto es de hecho un requisito para que se de la eficiencia de tal mercado. En el momento que se presentara una deficiencia de inmediato se detecta y se elimina.

Tobin (1958) introduce un concepto muy valioso para el análisis financiero, el teorema de la separación: Este Teorema “separa” las preferencias individuales de utilidad de la elección que se haga sobre un portafolios optimo de activos riesgosos; es decir, se separan las decisiones sobre finanzas de las preferencias de los inversionistas. De esta manera es el rendimiento y el Riesgo del portafolios lo que determina el portafolios óptimo de activos riesgosos para que posteriormente actúe la actitud hacia el riesgo(adverso, amante, neutral) al definir las condiciones deseables del Valor libre de Riesgo y su portafolios.

El riesgo técnicamente se le relaciona con la variabilidad de los resultados posibles a los esperados y para fines de medición se recurre a los estadísticos desviación estándar y esperanza matemática.

Los avances específicos de Riesgo se tratan en el siguiente capítulo.

Como se puede ver, ese conjunto representativo de la evolución que ha seguido la administración, medición de riesgo, refuerza de lo que hasta ahora se ha escrito. El mundo, específicamente el financiero, se mueve más en la incertidumbre que en procesos de predicción simple. Los desajustes generales de las economías llevan también a desajustes en los modelos y teorías mas consolidadas en finanzas. Esto representa entonces pérdidas en la eficiencia de su funcionamiento.

De hecho los mercados financieros distan de ser eficientes en épocas “normales”, caso contrario no existiría posibilidades de ganancias

extraordinarias y en épocas de cambios vertiginosos se agudiza la asimetría en la información, se altera la correlación entre mercados, los agentes no distinguen el tipo de riesgos a que se enfrentan y así múltiples distorsiones parecidas.

De lo anterior queda claro que las herramientas y medidas de riesgo en los mercados financieros dejan margen a distorsiones en las predicciones. El caso del Valor en Riesgo no es la exención dado que los elementos fundamentales en que se apoya, como lo es la consideración de distribución normal, liquidez de los mercados, se verán trastocados. Sin embargo, no por ello resultará mejor enfrentar al mercado en descubierto, sin elementos de juicio que reduzcan la incertidumbre. Para ello es recomendable la aplicación de modelos de escenarios que reproducen situaciones de riesgo extremos que complementen a los instrumentos como el Valor en Riesgo.

CAPITULO UNO

Riesgo y Elementos sobre su Administración

La lectura de las secciones anteriores, llevan a reflexiones de carácter económico muy necesarias, porque explican muchos de los acontecimientos que influyen en la conducta de los mercados financieros. Pero por otra parte es trascendental el confirmar que la actividad del hombre, de manera muy resumida, obedece a un proceso de toma de decisiones continuo que se presenta debido a la multiplicidad de alternativas u ocurrencias de resultados que obtiene en la búsqueda exhaustiva de mayores niveles de bienestar. Los resultados como son de esperarse, han sido diversos y distintos pero el mecanismo de toma de decisiones realmente ha tenido pocos cambios aunque si muchos enfoques en su análisis. La teoría económica considera este proceso como un esquema de decisiones bajo incertidumbre que forman la base para entender los movimientos en los mercados financieros y participar en ellos con menores dificultades. Por tal motivo se incluyen este capítulo los conceptos que identifican el riesgo con la elección bajo incertidumbre que puede ser un aspecto de diferencia entre un mayor o menor éxito en las actividades financieras microeconómicas que realizan los agentes. Estos deberán tener claro que cualquier negocio, proporciona prioridad a la identificación, medición y valuación del riesgo latente en la actividad que corresponda. Esto significa estar atento a las pérdidas y oportunidades potenciales que a cada instante se les presentan y con ello aprovechar las ganancias o cobertura en el momento

justo para obtenerlas con niveles de confiabilidad deseables. Sobra decir que todo ello no es resultado de la casualidad, sino del conocimiento que se posee en todos los aspectos que se han y seguirán mencionado. La administración del riesgo es una de las vías de mayor efectividad que se conocen actualmente para el tratamiento sistemático del riesgo por lo que al final del capítulo se hace alusión a sus elementos básicos. Debe tenerse en cuenta que los sistemas de administración del riesgo conservan mucho de *arte* en sus actividades y que el descuido en la identificación, medición y trazos de los tipos de riesgos conforme a valores y conductas de los agentes económicos lleva a experiencias amargas tal y como lo demuestran muchas decisiones en la administración pública mexicana y casos de instituciones de mucho prestigio que han llegado a la quiebra como el Banco Baring en Inglaterra.

El Valor en Riesgo no es un elemento aislado sino, precisamente, dentro de un sistema de administración de riesgos por lo que es necesario conocer los fundamentos que se expresan en el presente capítulo.

1.1. Definición de Riesgo.

Se ha argumentado hasta aquí que el riesgo existe porque existen alternativas sobre el curso futuro de los eventos. Cómo lo anterior tiene relación con la incertidumbre, entonces el esquema teórico natural para explicarlo es la teoría de las probabilidades, que en su aspecto muy simplificado se pudiera acotar a la medición de desviaciones en una distribución.

Aunque en un capítulo posterior se hace referencia a los conceptos que se mencionan, y verá al riesgo dentro de tal esquema, es preciso por ahora

ubicarlo en un contexto mas general que incluye aspectos cualitativos y no tan sólo los de carácter meramente cuantitativos.

El lenguaje moderno del riesgo, lo ubica como un peligro de pérdida que se puede mediante la dispersión de los resultados esperados que provocan los movimientos de ciertas variables financieras. Las causas que originan tales movimientos en favor o en contra de las expectativas se les identifica como las fuentes de riesgo. El riesgo entonces se le define en estos términos, es decir, mediante la fijación de límites de pérdidas que no deberán sobrepasarse en el desarrollo de las actividades que se realizan y que se encuentran sujetas a distintas fuentes de riesgo. Por ejemplo *“No exponerse mas allá de...”*.

El Valor en Riesgo considera los activos precisamente en el momento de afrontar el riesgo y para ser congruente con ello, el riesgo será una posibilidad de pérdida como consecuencia de los movimientos aleatorios que presentan las variables que provocan la incertidumbre en los resultados esperados.

Antes de continuar es conveniente dejar en claro que aún cuando la palabra riesgo e incertidumbre tienen connotaciones diferentes, existen ciertos desacuerdos cuando se establecen definiciones formales sobre los mismos, siendo muy conocida la crítica de Savage (1965) a Knight (1965) cuando este último escribió que se habla de riesgo en aquellos casos en que no se conoce el resultado específico de alguna actividad, pero si la distribución de probabilidad y, de incertidumbre cuando no se conoce ni resultados ni distribución. A esto Savage arguye que no se puede hablar de acciones racionales sin que se pueda resumir la información bajo la forma de distribución de probabilidades. A fin de no caer en discusiones de tanta precisión como la expuesta, para la concepción del Valor en Riesgo se toman ambos conceptos para expresar situaciones en

que los análisis necesitan considerar posibilidades de resultados distintos o consecuencias alternativas de las posiciones que se toman.

Entonces el riesgo puede verse como un peligro de que la realidad no se corresponda con las esperanzas, creencias o promesas que se forman generalmente optimista sobre el resultado de una actividad bajo el conocimiento de que estos tienen alguna variabilidad de carácter favorable o desfavorable.

Cómo se verá posteriormente, en las formulaciones matemáticas, el análisis que se hace de la valuación del riesgo tiene que ver con la corrección de este sesgo de optimismo, pero además con los ajustes que consideran las actitudes hacia el riesgo que mucho tienen que ver con los gustos y preferencias de los agentes y que proporcionan altos niveles de variabilidad.

1.2.- Clasificación del Riesgo

Es innegable que el riesgo se encuentra presente en cada una de las actividades en que participan los seres humanos. Inclusive antes de su nacimiento ya se encuentra expuesto a ciertos tipos de riesgos. Entonces cuando se quiere realizar un análisis sobre el riesgo, la primera pregunta que habrá que resolver es sobre la clase de riesgo que se va a analizar.

Se han hecho muchas clasificaciones del riesgo y éstas se han englobado en categorías que estandarizan su manejo. Para el caso del riesgo financiero en este apartado explica la clasificación más común.

Riesgo de Negocios.

El riesgo en general se divide en dos categorías: riesgo de negocio y riesgo financiero. El primero, riesgo de negocios, como ya lo adelantó la introducción al trabajo, es aquél que corren las empresas en la toma de decisiones sobre la

permanencia misma en el negocio. Este tipo de riesgo es aceptable hasta el momento que se decide dejar el negocio o la quiebra de éste. Entonces el negocio es un riesgo permanente al cual se le pide el rendimiento según magnitud que corresponda.

Por su parte el riesgo financiero, es aquel que tiene que ver con la exposición a que se encuentran sometidos los flujos financieros que generan las empresas y que generalmente se les consideran totalmente inaceptables, aunque paradójicamente se reconoce su presencia. Por lo anterior, al riesgo financiero se le trata de minimizar o buscar una cobertura en contra de él.

Riesgo Financiero

Como se puede intuir del apartado anterior, el riesgo financiero es objeto de las tesorerías empresariales e instituciones financieras en cuanto tienen vínculos de responsabilidad con posturas de clientes y de ellos mismos en los mercados. Entonces dada la importancia de este tipo de riesgo, se le subclasifica en subcategorías, las cuales a su vez se vuelven a clasificar para un mejor manejo del mismo tal y como lo muestra el esquema siguiente:

Riesgos Financieros	Credito	{ De Transacción,
	Liquidez	
	Mercado	{ Tasa de interés, Tipos de cambio, Equidad
	Legal	
	Operación	{ Errores, Sistemas, Modelos

Los riesgos de crédito y de mercado son los que mas atención han tenido a lo largo de la historia por parte de las instituciones de todo tipo en todo el mundo. Las reguladoras financieras en países desarrollados, organismos privados y públicos que atienden el sector financiero y desde luego las instituciones bancarias y también las no bancarias. Sin embargo, el riesgo operacional es una fuente muy importante de pérdidas en magnitud, sin olvidar que el riesgo que imprime el factor humano va implícito en todas las clases de riesgo.

El riesgo de créditos fue el común denominador en la evaluación de riesgos en las instituciones hasta la llegada explosiva de los instrumentos derivados. Lo cual no debe entenderse como que fueron estos instrumentos derivados los creadores de los otros tipos de riesgo, pero que sin lugar a dudas, los pusieron a un nivel que requieren de mayor análisis.

Es preciso también dejar anotado que todos los tipos de riesgo tienen algún grado de relación entre si, de manera tal que no es extraño que cuando se trabaja en la reducción o cobertura de alguno de ellos, puede provocarse el incremento de otro, lo cual refuerza el conocimiento de la tipología de los riesgos y los mecanismos que los generan.

Riesgo de Mercado

Este tipo de riesgo, depende del comportamiento de los precios en razón de los cambios que se presentan en las condiciones de mercado. Como es de suponerse, este es el tipo de riesgo clave en la Valuación en Riesgo que se aplica sobre activos financieros, por lo cual es importante identificar los elementos de cambio del mercado tales como las tasas de interés, tipos de

cambio, precios de los activos como explicación del riesgo específico que afecta al mercado en que se participa y la valuación correspondiente.

Riesgo Operacional

Este tipo de riesgo corresponde a las pérdidas que se pueden presentar como resultado de la aplicación o control inadecuados de los sistemas de operación de las empresas financieras o no financieras, o bien por fallas humanas en la administración de dichos sistemas.

Riesgo de crédito.

El riesgo de crédito es la pérdida potencial que se presenta cuando una de las contrapartes que participan en el crédito puede incurrir en incumplimiento. Tal pérdida se cuantifica mediante las expectativas de flujos de caja que se dejarían de generar mientras no se reemplaza el contrato con algún otro. Es de notar otras vez, que por mucho tiempo esta fue la preocupación de las instituciones bancarias en el mundo y aún les queda la tendencia de considerarlo como el riesgo a vencer.

Riesgo legal.

El riesgo legal corresponde al riesgo de pérdida en virtud de que los contratos no cumplan la normatividad establecida en la comunidad en que se trabaja, que en términos comunes se puede presentar cuando se tiene documentación incompleta o insolvencias y bancarrotas que son poco probables de preverse en la documentación, o bien cuando no existen elementos de juicio en el orden legal.

Riesgo de Liquidez

Este es un riesgo que provee pérdidas debido a la incapacidad que puede presentar una empresa en sus actividades de fondeos en activos de poca liquidez .

1.3.- Actitudes hacia el riesgo

El riesgo y su evaluación son difíciles de entender cuando se desconoce el comportamiento de los agentes económicos en este aspecto. De aquí que resulta indispensable el análisis del riesgo en términos de las actitudes que los agentes tienen hacia él. Un agente racional, por definición, siempre aspirará al mejor de los escenarios que se le presenten y ese escenario requiere de la administración adecuada del riesgo deseable para obtenerlo. El esfuerzo que eso implica se le identifica como las restricciones del problema y dependerá de la actitud de cada agente el alcanzar los resultados para él deseables.

En los mercados financieros constantemente se demuestra la máxima de que *"a mayor riesgo mayor es el valor esperado"* y dependiendo del agente es su aspiración. Para el análisis de lo anterior se reconocen tres tipos de agentes: los adversos al riesgo, los neutrales al riesgo y los amantes al riesgo.

Mucha de la literatura económica considera que la postura normal de los agentes ante el riesgo es de adversidad, pero parece que lo contradice el sinnúmero de apostadores que existen en un extremos y el punto de vista de que los empresarios de éxito tienen características de amantes al riesgo dada la incertidumbre que llevan cuando desarrollan por ejemplo nuevos productos.

Un especulador es una persona con mucho de *fe* en sus cálculos e intuición para *ganarle al mercado* pero que nunca deja de fuera de tales elementos de juicio la probabilidad de pérdida y la magnitud de la misma, contra la ganancia y condiciones que espera del resultado, lo cual le genera interés y dinamismo

en los mercados que participa. Notar que no se discute si es buena o mala la especulación para la economía en su conjunto, mas bien se ve como un elemento de los mercados que realizan agentes bajo cálculos precisos que incluyen evaluaciones también precisas sobre los riesgos.

Las curvas de indiferencia y función de utilidad.

Una herramienta analítica básica en economía en cuanto a observar las preferencias de consumo de los agentes económicos, son, las curvas de indiferencia. Estas curvas dependen de la psicología que se supone tienen estos agentes. Destacan conceptos de insaciabilidad local que indica que siempre se quiere tener más a menos de algo; la convexidad de preferencias con lo que se indica que los agentes tendrán disposición a diversificar sus portafolios en lugar de sobrecargarse en un sólo tipo de bien y que el agente realiza su elección interesado en su propia utilidad.

Por otro lado el concepto de curva de indiferencia también considera que los agentes son racionales, es decir, que conocen perfectamente lo que les conviene o les conviene menos y con capacidad de discernir buscando siempre la maximización de su satisfacción de la manera más eficiente que les permiten sus posibilidades. La teoría identifica este comportamiento bajo propiedades de ordenamiento que cumplen supuestos de reflexibilidad en donde un portafolios es tan preferido a otro portafolios idéntico a él ($A \succeq A$); de transitividad la cual garantiza la inexistencias de incongruencias en las elecciones, es decir, si un portafolios A, es preferido a un portafolios B y el portafolios B es preferido al portafolios C, entonces nunca podrá elegirse el portafolios C en lugar del portafolios A. ($A \succeq B \succeq C \rightarrow A \succeq C$).

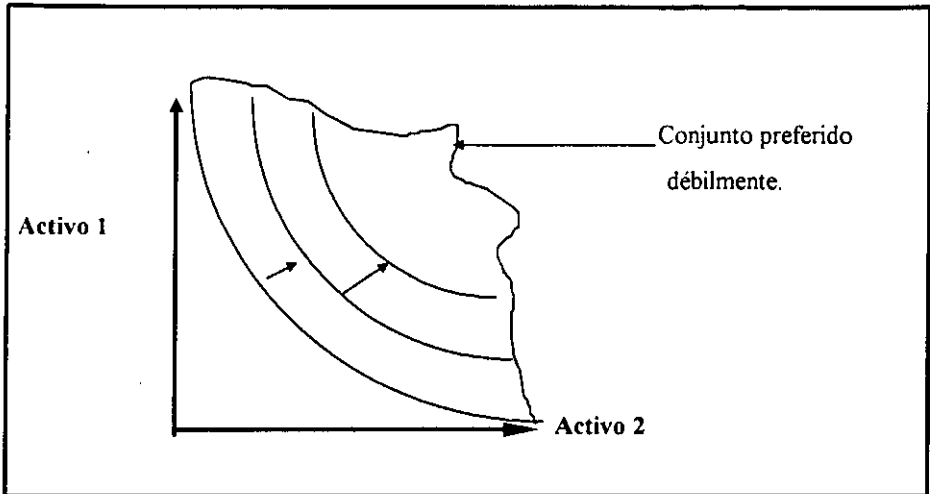
El párrafo anterior lleva a la reflexión del porque estas curvas son tan indispensables dentro del conocimiento teórico de los participantes activos de los mercados financieros y cuanta la importancia que en estos mercados proporcionan en la ciencia económica y más aún el porque las áreas de administración de riesgo, tesorerías y bancarias son lugares naturales para el asesoramiento de los profesionales de la economía, pero por ahora solo la causa de que se destine un espacio significativo en este trabajo.

En términos no muy estrictos, una curva de indiferencia muestra un conjunto de puntos frontera (carteras de activos o canastas de bienes en elección) ante los cuales los agentes económicos se muestran indiferentes y son instrumento poderoso para describir las preferencias ante la disposición que tienen los agentes de sustituir los distintos tipos de bienes o activos. Así por ejemplo, cuando esta disposición se hace a una tasa constante (sustitutos perfectos) la curva de indiferencia tendrá pendiente constante, cuando se realiza en proporciones fijas (complementarios perfectos) la curva de indiferencia tiene forma de escuadra. Pero existe una forma que expresa la preferencia estándar que la teoría denomina curvas de indiferencias regulares, que tiene la propiedad de monotonía (entre más mejor) y pendiente negativa y de concavidad (los bienes se consumen juntos, preferencias de medias a extremos), lo cual se representa según la figura 1.1.

La pendiente de una curva de indiferencia se le conoce como relación marginal de sustitución e indica la disponibilidad de un agente al sacrificio de una cierta cantidad de uno de los bienes para adquirir cierta cantidad del otro bien.

Figura 1.1

Curvas de indiferencia



Comportamiento del inversionista.

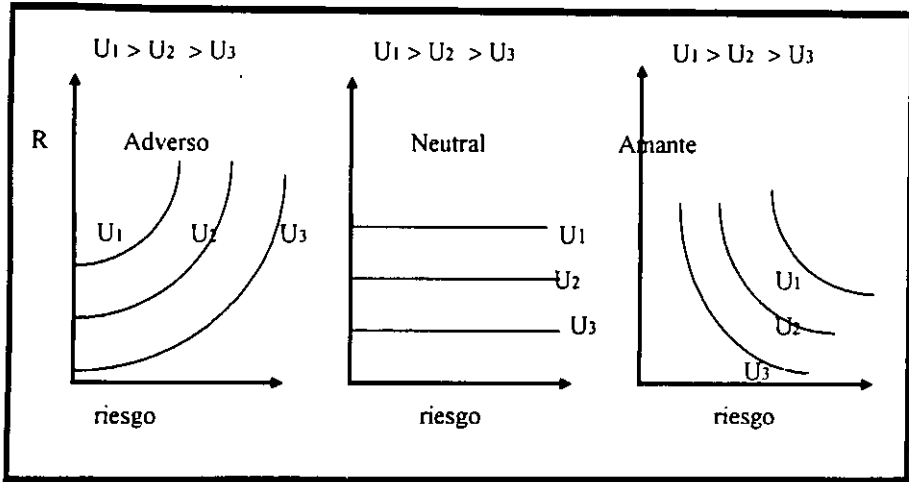
Las características que presentan los activos (bienes) son los puntos de referencia que tienen los agentes en cuanto al grado de utilidad esperada y son estas las que hacen deseables a tales activos. Por ejemplo, cuando un agente desea una residencia, observa los atributos como extensión de terreno, localización, calidad de acabados, etc. . Lo interesante en los mercados financieros es que las características que se solicitan a los activos o títulos se les puede reducir a dos de ellas como punto de apoyo para la toma de decisiones: el valor esperado del flujo de efectivo y la desviación que puedan presentar estos valores y que se le identifica como el riesgo. De manera que

cuando se enfrentan dos instrumentos alternativos, que proporcionen el mismo rendimiento bajo condiciones similares, la mayor utilidad identificada por el agente corresponderá al instrumento que proporcione el menor riesgo.

El valor esperado es un atributo que cualquier agente considera deseable entre mayor sea su magnitud, sin embargo, el riesgo tiene connotaciones diferentes dependiendo de la valoración que le asignen los individuos. Cuando el valor que se atribuye al riesgo es de carácter negativo, esto es, cuando en situación de incertidumbre es menos deseable a mayor que a menor riesgo, caso contrario, cuando los agentes tienen un singular afecto para participar en situaciones riesgosas, lo que incrementa la utilidad de la misma, se les llama “amantes” al riesgo. Existen también los agentes que no consideran dentro de su función utilidad el elemento riesgo y son los “neutrales” al riesgo. Quien participa o analiza un mercado financiero, sabe la importancia que tiene identificar el comportamiento de los agentes que participan en él, dado que algunos consideran al riesgo como un atributo negativo y otros como positivo lo que integra un alto grado de complicación que el análisis de cualquier otro mercado. Aquí se encuentran curvas de indiferencias distintas según sean los agentes, curvas con pendiente positiva cuando el atributo riesgo se considera como malo y curvas de indiferencia con pendiente negativas cuando el riesgo se le considera atributo deseable y con pendiente nula cuando para nada se considera el riesgo. Estas conductas de los agentes se muestran gráficamente en la figura 1.2.

Figura 1.2.

Comportamientos frente al riesgo.



La teoría económica desde épocas de Adam Smith (libro 1, capítulo 10), ha contribuido a puntualizar que en los mercados financieros, las preferencias por la inversión que tienen los agentes se sujeta al esquema de aversión al riesgo. Esta puntualización ha sido polémica dado que contrariamente a lo que expresa Smith y sus seguidores, en el sentido de que los agentes cuando insisten en un premio por parte del mercado, es señal clara, de que son adversos al riesgo ya que si no fuese así estarían en disposición plena a aceptar descuentos de rendimiento para soportar la variabilidad; Marshall (libro 6, capítulo 8) y sus

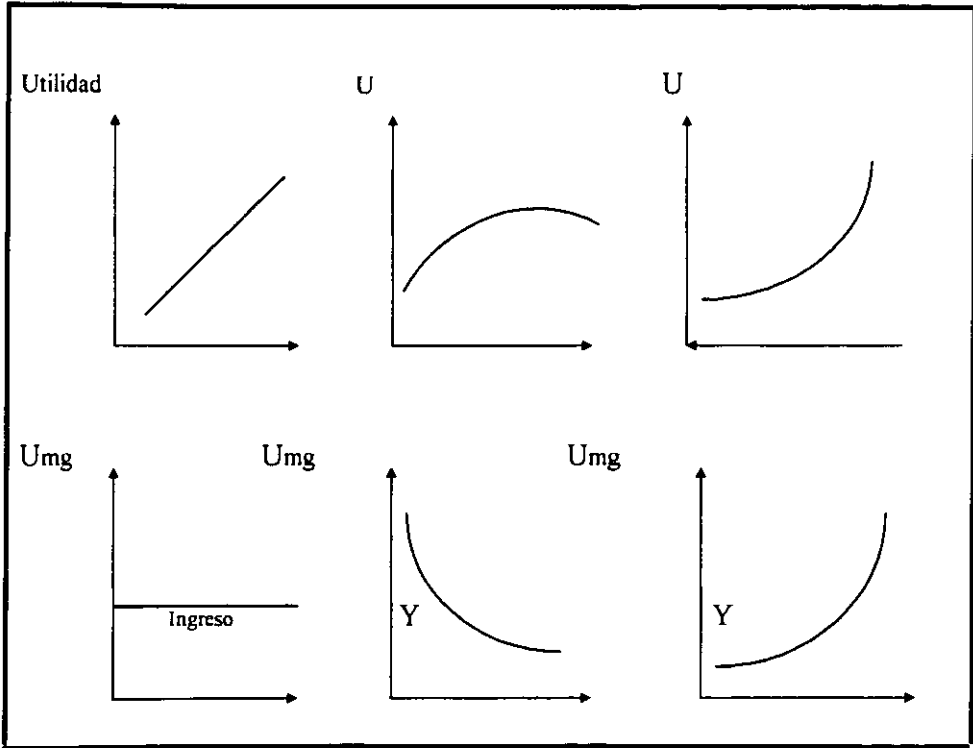
seguidores ponen como ejemplo la existencia de los seguros argumentando el amor por el riesgo.

En la época moderna, Friedman y Savage (1964), interpretan la actitud hacia el riesgo, en relación a los niveles de ingresos esperados por los agentes, llegando a concluir que para la mayoría de los individuos la utilidad marginal del ingreso declina cuando éste último, el ingreso, aumenta si el análisis se centra al inicio o parte baja de los niveles de ingreso. Pero esta situación es distinta cuando se pasa al siguiente estrato de ingresos del inicialmente considerado dado que la utilidad marginal sube en lugar de bajar para volver a caer en el siguiente nivel. La hipótesis en este caso acepta que la preferencia por la inversión puede estar sujeta tanto a esquema de *amor* o adversidad al riesgo y explica las contradicciones aparentes de que un agente puede ser adverso en una actividad y al mismo tiempo amante al riesgo en otra. .

La conclusión más aceptada en los análisis de administración del riesgo, es como se indicó anteriormente, que los agentes tienen un comportamiento congruente al esquema de adversidad al riesgo. Ello lleva a reconocer una función de utilidad en que la utilidad marginal del ingreso tiene tendencia decreciente y por tanto, la expectativa de invertir en bonos, acciones u otros instrumentos la confronta con la probabilidad de éxito o fracaso que le proporciona un nivel esperado de ingresos sobre tales inversiones traducida a utilidad esperada. Tal utilidad deberá ser mayor a la situación cierta que en ese momento tiene. Como la curva de utilidad es decreciente, normalmente elige una situación de certidumbre.

Figura 1.

Comportamiento en esquema utilidad ingreso



Actitud del inversionista genérico.

Un inversionista cualquiera, aspira obtener altos rendimientos con riesgos mínimos. De esta manera estructura sus carteras o portafolios de inversión combinando activos que disminuyen el riesgo no sistemático. Entonces el

problema al que se enfrenta es encontrar la combinación de activos que maximizan la utilidad.

El portafolios de inversión incluye activos con distintos rendimientos y sus correspondientes riesgos, incluso activos libres de riesgo como cetes mexicanos o T bill de los E. U. A.. La expectativa de rendimiento se obtienen aplicando esperanza matemática. Entonces una cartera con un activo libre de riesgo y otro activo riesgoso llevan a un rendimiento que se expresa de la siguiente forma:

$$R_p = X_{cr} * R_{cr} + (1 - X_{cr}) R_{lr}$$

En donde:

$1 - R_{cr}$ = Fracción de activos libre de riesgo

X_{cr} = Fracción de activos con riesgo

R_{lr} = Rendimiento del activo libre de riesgo.

R_{cr} = Rendimiento de activos con riesgo

Por su parte el riesgo cuando se consideran bonos y acciones varia en proporción a la fracción riesgosa:

$$\text{Riesgo} = \sigma X_{cr}$$

Combinando las ecuaciones anteriores queda:

$$R_p = X_{cr} R_{cr} + R_{lr} - X_{cr} R_{lr}$$

$$R_p = R_{lr} + X_{cr} (R_{cr} - R_{lr})$$

Pero como:

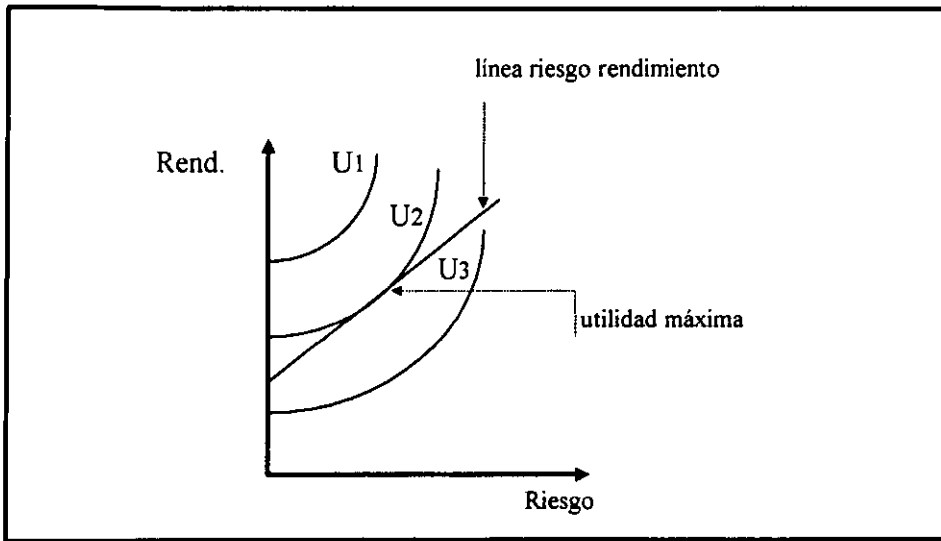
$$X_{cr} = \frac{\text{Riesgo}}{\sigma} = \frac{\Pi}{\sigma}$$

$$R_p = R_{lr} + \frac{\Pi}{\sigma} (R_{cr} - R_{lr})$$

Esta ecuación muestra la dependencia lineal del rendimiento del portafolios

respecto al riesgo. Con estos elementos ya se puede encontrar la máxima utilidad que espera un inversionista de un portafolios dado. La figura 1.3 muestra como se gráfica la utilidad máxima para un inversionista adverso al riesgo.

Figura 1.3. Utilidad máxima de adverso al riesgo



1.4.- Fuentes de Riesgo

Los motivos que causan o incrementan la incertidumbre en las transacciones que se realizan en los mercados, son las fuentes de riesgo. Estos tienen que ver con los múltiples aspectos de carácter macro y microeconómico que se aludieron en el capítulo introductorio a este trabajo. Para fines prácticos dentro

de los mercados financieros se concentran en ciertas variables que reflejan la sensibilidad de los movimientos que surgen en las economías en el plano doméstico como internacional.

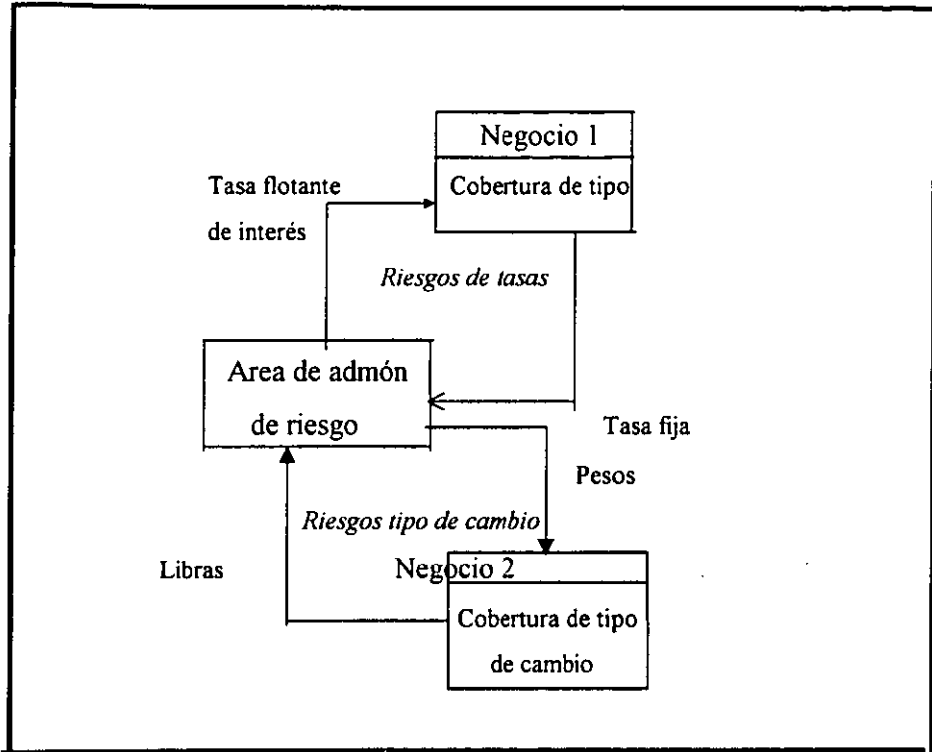
Las variables que tradicionalmente se les considera como representativas de las fuentes de riesgo, corresponden a las tasas de interés en el horizonte elegido, el tipo de cambio, las tasas de inflación, medidas de insolvencia y medidas de riesgo país.

La práctica ha tomado como punto de apoyo para identificar las fuentes de riesgo, estrategias de *mapeo* en donde se identifican las variables de interés relacionadas con los tipos de exposición que se tienen. Esto dentro de los objetivos y tipos de instrumentos del sistema de riesgo que se establece. En el caso del cálculo del Valor en Riesgo, posteriormente se verá que la identificación de estas fuentes de riesgo son requisitos iniciales para las distintas metodologías existentes, sea en portafolios o flujos de caja particulares de algún instrumento o actividad generadora de ganancias.

Entonces el *mapeo* del riesgo, no es más que la identificación de las fuentes de riesgo conforme a la exposición que se tiene en cada áreas de los negocios en que se participa. El diagrama 1.1 muestra un ejemplo de *mapeo* para identificar fuentes de riesgo.

Diagrama 1.1

Identificación de fuentes de riesgo



1.5.- Medidas de Riesgo.

Regularmente los riesgos se miden de acuerdo a los tipos de activos que se tienen expuestos al riesgo. Entre estas mediciones destacan la Duración y Convexidad para casos de activos de renta fija, las Betas para activos de renta variable, las Griegas para opciones. Todas ellas antecedentes del Valor en Riesgo. Las metodologías del Valor en Riesgo, como se verá posteriormente, incluyen dentro de su teoría y cálculos estas medidas tradicionales por lo cual es pertinente recordar en este apartado las características básicas de cada una de ellas.

La Duración/ Duración modificada

La duración mide el porcentaje de cambio en el valor presente del flujo de caja de activos tipo *bonos*, como resultado de *pequeños* cambios que presentan sus rendimientos. En otros términos, la duración mide la sensibilidad del precio del activo tipo bono ante cambios en el rendimiento del mismo.

Se conoce que el precio de un activo tipo bono es el valor presente de su flujo de efectivo que en forma desarrollada se expresa como:

$$P = \frac{C}{(1+r)} + \frac{C}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n}$$

donde:

P = precio del activo

C = cupón que paga el bono en cada periodo

r = tasa de rendimiento equivalente al periodo en que se paga el cupón

VN = Valor nominal del activo.

n = numero de periodos.

Para encontrar la variación del precio respecto a la tasa de rendimiento que define a la duración, se aplica la primera derivada a la expresión anterior:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{C}{(1+r)^2} - 2\frac{C}{(1+r)^3} - \dots - n\frac{C}{(1+r)^{n+1}} - \frac{VN}{(1+r)^{n+1}}$$

factorizando:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{(1+r)} \left(\frac{C}{(1+r)} + 2\frac{C}{(1+r)^2} + \dots + n\frac{C}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n} \right)$$

En términos porcentuales (dividiendo entre p):

$$\frac{dP}{dr} \frac{1}{p} = -\frac{1}{p} \frac{1}{(1+r)} \left(\frac{C}{(1+r)} + 2 \frac{C}{(1+r)^2} + \dots + n \frac{C}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n} \right)$$

En donde la expresión con signo negativo en el corchete afectada por la inversa del precio se le denomina Duración. De aquí se puede escribir:

$$\text{Duración} = -\frac{1}{p} \left(\frac{C}{(1+r)} + 2 \frac{C}{(1+r)^2} + \dots + n \frac{C}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^n} \right)$$

Cuando se considera toda la expresión se le conoce como Duración Modificada:

$$\text{Duración Modificada} = \frac{\text{Duration}}{(1+r)} = \frac{dp}{p} * \frac{1}{dr}$$

Como puede verse, la duración modificada es la variación del precio en términos porcentuales, es decir, mide el rendimiento y no los precios de forma que un movimiento de uno por ciento en la tasa de interés proporciona un cambio en el precio del bono en la magnitud que indica la duración modificada. Esto será relevante en el cálculo del Valor en Riesgo por el método de las deltas.

Debe notarse que la Duración para un bono sin pago de cupones simplemente es el plazo, lo que significa que la sensibilidad del precio del bono es inversa a la tasa de descuento y cuanto mayor el plazo mayor el riesgo.

Entonces la duración mide la exposición al riesgo ante movimientos en la tasa de rendimiento.

La Convexidad

Los rendimientos de un activo que dependen de una tasa de interés, se pueden expresar considerando los cambios marginales en dicha tasa de interés, mediante expansión de Taylor:

$$\frac{\Delta p}{p} = \left(\frac{\partial p}{\partial r}\right) + \left(\frac{1}{p}\right) * \Delta r + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2}\right) * \Delta r^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\partial^3 p}{\partial r^3}\right) * \left(\frac{1}{p}\right) * \Delta r^3 + \dots$$

Pero al considerar un polinomio de segundo grado solo se tendrán los dos primeros términos del segundo miembro de la ecuación:

$$\frac{\Delta p}{p} = \left(\frac{\partial p}{\partial r}\right) + \left(\frac{1}{p}\right) * \Delta r + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2}\right) * \Delta r^2$$

En donde el coeficiente Δr corresponde a la expresión del apartado anterior de la duración y el coeficiente de Δr^2 mostrará la curvatura o convexidad de la curva de manera que :

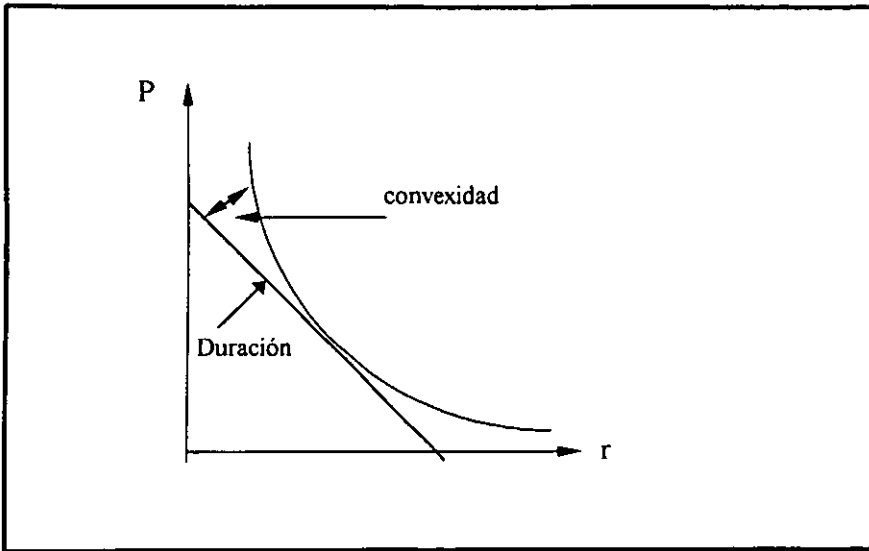
$$\frac{\Delta p}{p} = \text{Duration} * (\Delta r) + \text{Convexidad} * (\Delta r^2)$$

Cuando la curva es una función lineal, la convexidad tiende a cero y la duración explica la variación del precio ante la variación de la tasa de interés. Pero como la curva de la relación entre estas variables para activos tipo bonos no es lineal, solo en tramos muy cortos, variaciones muy pequeñas, la duración es una aproximación al riesgo que corren los precios ante condiciones adversas respecto a la variación de la tasa de interés.

La convexidad al ser una segunda derivada, representa el cambio de la duración ante cambios en la tasa de interés. La convexidad es la variación de la duración.

Figura 1.4

Duración / Convexidad



Riesgo sistemático o “Beta”.

En el mercado de las acciones o activos de ingreso variable, la exposición al riesgo se mide mediante el parámetro conocido como “beta”. Pero la probabilidad de obtener una rentabilidad menor al promedio cuando se toman acciones, generalmente se reduce mediante diversificación tomando una combinación de acciones individuales arriesgadas en una cartera. El riesgo que se reduce es el riesgo no sistemático y queda el riesgo de mercado o

sistemático. Los teóricos y analistas del mercados financiero han demostrado que la mejor medida del riesgo de un titulo de una cartera numerosa es la “beta” del titulo. Esta se define como la tendencia de una acción individual a covariar con el mercado (Puede tomarse el índice de precios como mercado referencial.).

$$\beta = \frac{\text{Cov.}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

Donde:

$\text{Cov.}(R_i , R_m) =$ covarianza.

$\sigma^2 (R_m) =$ varianza del mercado.

De manera que una acción con una “beta” de uno tiende a subir o bajar en el mismo porcentaje que el mercado, acciones con “beta” menor que la unidad tienden a un movimiento menor que el mercado, las acciones con “beta” mayor que la unidad fluctúan mas que el mercado en términos porcentuales y cuando la “beta” de un titulo es cero se estará en presencia de una tasa libre de riesgo. Esto es muy importante para medir los riesgos de portafolios en donde se tienen acciones pero como se verá posteriormente al incluir opciones ya no es confiable.

Las Griegas.

El valor de los instrumentos derivados, depende del precio de los instrumentos del mercado primario que se toman como subyacente, lo cual, como se anotó al final del inciso anterior complica el análisis del riesgo. Para tal efecto y en caso concreto de las opciones, se han desarrollado medidas básicas del riesgo representadas por las letras griegas lo cual ha dado el nombre referencial a este tipo de instrumentos de medición que ahora se describen.

La Delta

Esta unidad de medida del riesgo indica el cambio en el precio teórico de un instrumento derivado o portafolios que los contengan, ante pequeños cambios en el precio del activo que se toma como subyacente. En un diagrama analítico que relacione el precio de la opción con el precio del activo subyacente, la delta es la pendiente de la función resultante. Esto es un concepto muy similar al caso de la Duración que se hizo referencia cuando se trató de los riesgos a que se exponen los instrumentos de renta fija.

$$\text{Delta } (\Delta) = \frac{\text{Cambio en el precio de la opción}}{\text{Cambio en el precio del activo subyacente}}$$

$$\Delta = \frac{\partial c}{\partial s}$$

De modo que el uso de la delta de la opción permite calcular la posición *spot* equivalente y estimar el riesgo de dicha posición. Esto será la base para la metodología del Valor en Riesgo de Varianza / Covarianza que se verá mas adelante.

Cabe destacar que la delta de una cartera será la suma de las Deltas de las opciones individuales de la cartera.

$$\Delta = \sum_{i=1}^n (\delta_i * w_i)$$

Donde : w_i es el número de opciones .
 δ_i la delta individual de las opciones

El cálculo de la Delta en términos teóricos es fácil de obtener derivando la formula de Black/ Sholes tal y como se explico en el apartado 3.1. Sin embargo también puede estimarse mediante observación del mercado si se observa una asociación sostenida entre cambios en el precio del subyacente y la prima de la opción. De esta manera una opción tendrá una Delta de 40

cuando la prima se mueve (sube o baja) en 40% cuando el precio del subyacente se mueve un punto básico (una centésima de punto porcentual):

$$\Delta = \text{Cambio en prima de la opción} / \text{Cambio en el precio subyacente}$$

$$\Delta = 0.4 / 1.0 * 100 = 40\%$$

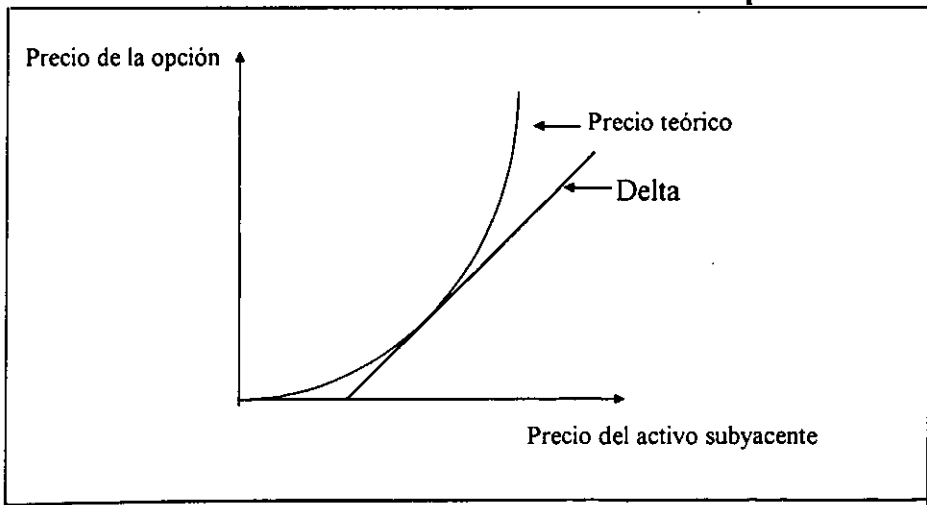
Esto significa que se tiene una expectativa de que ante el movimiento de un punto básico el precio de la opción cambia en 0.4, o en otros términos, una posición larga en 40 acciones equivalen a una posición larga en 100 opciones.

$$100 \text{ Opciones} * 0.4 = 40$$

Cuando la Delta es positiva beneficia la posición ante la subida del activo subyacente pero será perjudicial cuando la Delta es negativa.

Figura 1.5.

Delta de una opción call



La Gamma

Al igual que los conceptos de Duración y Convexidad para los activos de renta fija, en el caso de las opciones se incluye la delta, que como se vio en el inciso anterior corresponde a la pendiente de la función no lineal, que se complementa con la gamma que mide ahora la curvatura correspondiente. Entonces la gamma se le reconoce como el cambio de la delta ante los cambios que pueda presentar el activo subyacente. Esto en términos matemáticos se representa con la primera derivada de la delta o la segunda derivada del precio de la opción respecto al movimiento del activo subyacente:

$$\Gamma = \frac{\partial \Delta}{\partial S} \quad \text{o bien}$$

$$\Gamma = \frac{\partial^2 c}{\partial S^2}$$

El valor de la Gamma es positiva cuando la Delta se incrementa ante los incrementos del activo subyacente y es negativa cuando la delta se decrementa ante los incrementos del activo subyacente.

Cuando la Gamma es positiva el cambio en el precio de la opción es más favorable que el que se predice con el uso solamente de la delta. Al contrario de lo anterior, cuando la Gamma es negativa el cambio del precio de la opción es más adverso. Para mayor claridad se muestra la siguiente formula:

$$\partial \text{ en precio de opción} = \Gamma * (\partial S) + 1/2 \Gamma (\partial S)^2$$

Es conveniente dejar claro que en la práctica, tanto el valor de la convexidad como la gamma, se les puede eliminar en casos de periodos cortos dado que

realmente son insignificantes y en el cálculo del Valor en Riesgo será suficiente el considerar solamente la metodología delta y no la delta-gamma más rigurosa.

El cálculo teórico es la segunda derivada de la formula Black / Sholes. Si por ejemplo se toma la Delta del punto anterior de 0.4 y la gamma resulta 0.06 entonces la Delta estará sujeta a fluctuaciones de 0.06 puntos por cada punto básico que varíe el subyacente.

Una Gamma positiva aumenta la Delta al subir el precio del subyacente y la reduce cuando es negativa.

Theta, Vega y Rho.

Con estas letras se identifican los efectos que proporcionan al valor del instrumento el riesgo del envejecimiento, volatilidad del subyacente y valores de tipo de interés respectivamente.

La theta representa la variación del valor de la cartera con el paso del tiempo (disminución de un día el tiempo de expiración) manteniendo todo lo demás constante. En otros términos mediante este análisis se determina que pasa con el valor del portafolios cuando el tiempo de vigencia se reduce. La Theta casi siempre es negativa, debido a que al paso del tiempo el vencimiento decrece y las opciones tienden a menor valor. Es decir mide el desgaste que experimenta la prima al transcurrir el tiempo.

La Theta es la primera derivada del precio del Call respecto al tiempo en la Black / Sholes:

$$\theta = -r S N(d_1) + r X N(d_1 - \sigma \sqrt{t}) + S N'(d_1) \frac{\sigma}{\sqrt{t}}$$

Por ejemplo si una opción reporta una Theta de 0.05, esto es indicativo de que se espera que se pierdan cinco puntos básicos en el precio de la prima de la opción por cada día que pasa.

Una Theta positiva beneficia la posición con el desgaste temporal y la negativa la perjudica.

La Vega es la variación del valor de la cartera con respecto a la volatilidad del activo subyacente. Esta medida siempre es positiva y lo importante es observar la magnitud de esta. Cuando Vega es alta en términos absolutos, significa que los cambios en la volatilidad tienen impactos relativamente pequeños sobre la cartera.

De la misma manera que las anteriores Griegas, la Vega es la primera derivada respecto a la volatilidad, es decir:

$$v = S \sqrt{t} N'(d_1)$$

Cuando el calcula de la Vega de una opción es de 0.03 con una volatilidad del 25% es de esperar que el precio suba un punto básico cuando la volatilidad suba a 28% .

Una Vega positiva beneficia la posición al aumentar la volatilidad mientras que una negativa la perjudicará.

La Rho expresa la variación del valor de la cartera respecto a la variación del tipo de interés.

La suma de las Griegas proporciona el efecto totalizador en los cálculos del riesgo que efectúe.

1.6.- Elementos sobre Administración del Riesgo.

Lo expresado en el capítulo hasta este punto, contiene muchos elementos sobre la Administración del Riesgo y es momento que se le proporcione una especie de orden para su aplicación.

Como se recordará, el Riesgo y su Administración hasta hace poco tiempo era una actividad de "Balance". Una diferencia entre la magnitud de los activos y pasivos y su control dentro de un rango que previamente se especificaba.

Sin embargo, la desregulación de mercados, el incremento de productos derivados y títulos en intermediación financiera, el incremento en la asunción de riesgos deliberados, la amplia volatilidad de los mercados, las presiones de inversionistas por mayores rendimientos y por ende riesgos, han hecho de la Administración del Riesgo un proceso más "científico" en que se requiere no sólo de la explicación sino de la predicción con base en información e instrumentos adecuados, sobre todo en proyecciones en ámbitos de gran incertidumbre sello de estos tiempos.

Específicamente en Riesgos de Mercado (cambios adversos en precios de activos), el proceso de Administración del Riesgo varía en los distintos instrumentos financieros y no financieros, pero los siguientes puntos son comunes en sus actividades:

Ámbito de Aplicación.

El área responsable del Riesgo debe tener claridad en cada una de las posiciones o transacciones que están sujetos al análisis de Riesgo. De esta manera tiene una "cartera" de transacciones en Riesgo que deberá tener correctamente administrada.

Mapeo de Portafolios de Transacciones.

En el punto 1.4, del presente capítulo, se hizo alusión a esta actividad y no es mas que la descomposición de las distintas posiciones en Riesgo considerando los factores que las afectan. Este concepto de descomposición de Riesgo es central en la aplicación de medidas de evaluación del Riesgo como el Valor en Riesgo que ha sido tema principal de este documento.

Valuación del Riesgo

A fin de estimar las ganancias, del portafolios se revalúa considerando los factores de Riesgo que son relevantes para el caso, mediante el uso de precios y tasas corrientes. Es decir el valor del portafolios que será liquidado en un momento relevante en el tiempo se representa mediante el cambio en el Valor de dicho portafolios respecto su evaluación previa que le denominan Marked to market.. Esto es distinto a la Valuación estática tradicional.

Manejo del Riesgo.

En este punto del proceso se estima el Riesgo de Pérdida del portafolios. Los precios y las tasas proyectadas son la base de esta etapa de estimación. Las técnicas de Valor en Riesgo que se veran mas adelante son de las mas recomendadas y aplicadas en las grandes intituciones financieras internacionales.

Informe y Seguimiento

Es necesario mantener un registro del sistema y los informes que puntualmente se requieren para la toma de decisiones deberán presentarse justo a tiempo.

Además de los puntos citados con anterioridad, existen muchos otros que se aplican en la práctica de las organizaciones y ninguna guía por muy amplia que fuera sería suficiente para incluirlos. Sin embargo será importante también incluir las orientaciones que hizo, el *Grupo de los Treinta* en el documento básico (1994) de apoyo para las áreas de administración del riesgo que se cita en la bibliografía . Aquí solo se incluye la siguiente por la importancia que conlleva para cualquier clase de Administración que se aplique.

Responsabilidad de la Gerencia.

Dentro del sistema de administración del riesgo la participación de las áreas directivas es primordial para el éxito deseable. Pero la participación implica un elevado grado de involucramiento al establecer políticas claras y precisas sobre el Riesgo, la revisión de estas políticas y el análisis y aprobación de los procedimientos. Esto implica tiempo y renovación constante del conocimiento tanto del Área de Riesgo como de variables clave de la economía en general. Pero sobre todo trabajar en equipo con los colaboradores. Sin este punto es imposible asegurar una buena valuación del Riesgo.

CAPITULO DOS

Fundamentos Estadísticos

Sin duda, uno de los atractivos más amplios de los mercados financieros para las actividades de especulación lo es el que existan ciertos agentes que consideran que en estos mercados se presentan pautas de comportamiento muy bien definidas que proporcionan grandes posibilidades de *ganarle* al mercado y desde luego embolsar grandes ganancias en tiempos muy cortos sobre los activos que arriesgan. Para ello, deberán estar ampliamente capacitados en el *arte* de observar el mercado pero sobre bases firmes y bajo condiciones de información lo más cercano a lo perfecto. La estadística y econometría son herramientas fundamentales en ese aspecto.

Por otro lado otros agentes distintos a los netamente especuladores, mantienen la idea de que en el quehacer financiero, la mayoría de las magnitudes que sirven de base en la toma de decisiones no pueden predecirse de manera exacta y que las herramientas netamente estadísticas resultan insuficientes en el análisis de la información, cuando se pretende afrontar situaciones que tienen relación con el futuro o con análisis de carácter exhaustivo. La incertidumbre viene a ser la constante en el manejo que se tiene en estas situaciones y esta incertidumbre habitualmente se le cuantifica o se le relaciona con la teoría de las probabilidades, en el sentido de acotarla y asumir riesgos *controlados* que proporcione mayores posibilidades de éxito.

Lo que queda claro es que tanto la teoría de probabilidades como estadística son los fundamentos cuantitativos de los análisis en mercados financieros además de la serie de cálculos de matemática financiera que serán objeto del siguiente capítulo.

La revisión de estos conceptos es obligada en el cálculo e interpretación del Valor en Riesgo que tiene que ver con datos de procedencia incierta y métodos que requieren ciertos márgenes de confianza en ambiente de incertidumbre. Entonces los fundamentos estadísticos es el tema del presente apartado.

2.1.- Variable Aleatoria

Si se parte de que los fenómenos financieros corresponden a hechos que tienen un alto grado de dificultad para poder predecirse con exactitud, se encuentran en una situación que incluye un comportamiento estocástico o aleatorio, en donde la función numérica de los resultados asociados a tales fenómenos (aleatorios) representa a una variable aleatoria.

La variable aleatoria transforma entonces los resultados de los fenómenos aleatorios en números reales que identifican sus probabilidades de manera cuantitativa, es decir, ubica las posibilidades de encontrar esos resultados dentro de ciertas categorías de análisis y no tanto una valoración absoluta dentro del análisis.

En términos un poco más formales, la variable aleatoria, es el *valor numérico* (χ) de cualquier variable cuantificable (x) que se asigna con un experimento aleatorio.

Cuando el conjunto de todos los valores posibles (χ) es infinito debido a que la variable (x) puede tomar valores en todos los puntos de la escala numérica, se le llamará *variable aleatoria continua* y cuando toma valores específicos a intervalos inevitables entre ellos sobre la escala se le llamará *variable aleatoria discreta*.

2.2.- Modelos de distribución de probabilidades.

Para el caso de un estudio descriptivo, las variables estadísticas son completamente adecuadas para representar la realidad que se desea describir utilizando un conjunto reducido pero preciso de medidas descriptivas de las variables que se consideran, como lo son las medidas de tendencia central y de dispersión.

De igual manera, en el caso de variables aleatorias, se identifican mediante modelos Probabilísticos y los parámetros relacionados con características de posición y dispersión.

Los Modelos Probabilísticos.

Se dice que un modelo de probabilidad es una idealización “probabilística” de fenómenos aleatorios que es más fácil de analizar al conjunto de fenómenos o experimentos aleatorios reales. Esto es así porque las características de los experimentos entran plenamente en las condiciones del modelo o porque las observaciones se ajustan a los resultados teóricos que predicen los modelos.

Existen modelos teóricos de distribuciones de probabilidad ampliamente conocidos como el de la distribución Binomial, Normal, Poisson y distribución Lognormal entre otros. Para fines de cálculo del Valor en Riesgo en el siguiente apartado se hace referencia sólo a los modelos que se manejan.

Clasificación de las Distribuciones de Probabilidad.

Modelos Discretos y Continuos.

Las distribuciones de probabilidad se les puede clasificar conforme al tipo de valores que toma la variable aleatoria: valores discretos o valores continuos.

Cuando la distribución representan valores discretos de la variable aleatoria, la distribución será un modelo de distribución discreta y cuando represente valores continuos será un modelo de distribución continua. Esto que pareciera trivial. Es importante en los análisis que se realizan en la práctica cuando se toma un modelo determinado como base de la valuación del riesgo. El método de Valuación del Riesgo, y otros más, consideran que los movimientos reales

en los precios no es un proceso netamente continuo porque para fines prácticos, tampoco se pierde mucho si se toma la distribución como continua a menos que los *saltos* sean muy marcados que en ese caso se tendrá que considerar a la distribución en un *proceso de saltos* o Binomial de Bernolli. El Valor en Riesgo fundamenta su análisis en la distribución normal y da por hecho la continuidad de la distribución, por ello es objeto de revisión en párrafos más adelante.

Modelos Lineales y no Lineales.

Por otro lado los modelos de distribución de probabilidades, se les considera también en dos clases definidas por el grado de independencia que tienen los parámetros explicativos de la distribución (media μ y desviación σ) en el tiempo y la independencia estadística que tienen los valores de las variables al paso del tiempo. En términos más concretos, los resultados de los valores de las variables aleatorias en el tiempo pueden dar resultados de media y varianza homocedasticas (sin cambio en el tiempo) o heterocedasticas (con cambio en el tiempo) y por otra parte la serie de tiempo que se origina pueden tener características de autocorrelación en la varianza, es decir la varianza puede tener correlación conforme a la dependencia estadística de los valores de la variable aleatoria en el tiempo.

De esta manera, las distribuciones tendrán una *característica lineal o incondicional cuando los valores de la variable aleatoria son independientes unos de otros con parámetros homocedasticos y por supuesto fuera de autocorrelación*. El Valor en Riesgo asume esta posición, que es por cierto una de las críticas más fuertes que se hacen a este método de valuación, por lo cual se aplican técnicas para el alivio de ese problema.

De otro lado se tienen modelos no lineales o dependientes, que al contrario de los anteriores, considera que existe dependencia y autocorrelación. Para estos, se aplican técnicas más sofisticadas en cuanto a su análisis, como el Generalizad Autorregresive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) el cual saldrá de este trabajo en virtud de que el Var se aplicará a modelos lineales.

Medidas Resumen de una Distribución de Probabilidades.

Las características que identifican la distribución de probabilidades de una variable aleatoria, son: el Valor Esperado o Esperanza de la variable aleatoria y la Dispersión (Varianza o Desviación Típica)

El Valor Esperado

El valor esperado, que también se le identifica como *Media o Primer Momento*, es un valor resumen de la variable aleatoria que incluye el valor de la variable y su probabilidad:

$$E(x) = \int x dF(x)$$

donde :

$E(x)$ = esperanza matemática de la variable aleatoria x .

$dF(x)$ = función de densidad de la variable y su probabilidad.

En el caso de que la variable aleatoria sea continua

$$dF(x) = f(x) dx.$$

En la formula anterior $f(x)$ recoge la densidad de probabilidad es no negativa, dado que $F(x)$ es una función monótona no decreciente y por lo tanto significa

que cuando existe su derivada no puede ser negativa, es decir, se garantiza que no existan probabilidades negativas.

En caso de que la variable aleatoria sea discreta

$$dF(X_i) = F(X_i) - F(X_{i-1}) = p(X_i)$$

es decir:

$$E(x) = \sum X_i p_i$$

En esta fórmula la probabilidad es la frecuencia relativa.

De manera general, el valor esperado de una distribución de probabilidades es el promedio ponderado de la distribución.

Por ejemplo en el campo financiero, la rentabilidad de acciones que se negocian en los mercados, se constituye por dos partes: la rentabilidad esperada o normal y la rentabilidad incierta o arriesgada.

En este caso la rentabilidad esperada depende de la información que el inversionista tiene de las acciones y con esto pronostica la probabilidad. La otra parte, la incierta, se deriva de la información que se da a conocer conforme transcurre el mes o factor inesperado. De manera que la rentabilidad de las acciones de Telmex, por ejemplo, se podrían expresar como:

$$R = E(x) + \varepsilon$$

Donde ε será el factor inesperado de la rentabilidad o sorpresa.

La Varianza.

La varianza, identificada también como segundo momento, es una medida de dispersión que resume las desviaciones cuadráticas de una variable aleatoria respecto al centro de la distribución o valor esperado.

$$\sigma^2 = E(x - E(x))^2$$

$$\sigma^2 = \int (x - \mu)^2 dF(x)$$

Para el caso de variable continua

$$\sigma^2 = \int (x - \mu)^2 f(x) dx$$

Para el caso de variable discreta :

$$\sigma^2 = (x_i - \mu)^2 \cdot p_i$$

donde:

p = probabilidad

x = variable aleatoria

σ^2 = varianza

$E(x)$ = valor esperado de la variable

$x - E(x)$ = error aleatorio

$(x - \mu)^2$ = desviación cuadrática

La varianza se interpreta como una medida de riesgo ya que sintetiza los errores o desviaciones cuadráticas respecto a la expectativa, ponderando cada error o desviación con su potencialidad de suceder (probabilidad).

La distribución estándar o desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza. Esta es más usual que aquella para medir el grado de dispersión dado que elimina el problema de obtener unidades cuadradas de la variable aleatoria.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\text{varianza}}$$

Cabe hacer notar que la esperanza matemática y la varianza/ desviación estándar, equivalen en variable aleatoria en lo que en estadística corresponde a media y varianza / desviación estándar, solo que para el primer caso el rasgo

distintivo es lo concerniente a la probabilidad o potencialidad de aparición como consecuencia del carácter aleatorio de la variable considerada x .

Con las dos medidas anteriores se plantea la desigualdad de Chebyshev. Esta desigualdad indica que la probabilidad de que el valor de una variable aleatoria se sitúe en cierto entorno de la esperanza, determinado ese entorno por la desviación típica, es mayor que una cierta cantidad:

$$p [(\mu - k\sigma) < x < (\mu + k\sigma)] \geq (1 - 1/k^2)$$

en donde μ se interpreta como una medida de riesgo asociada a la variable aleatoria. Cuando se considera la distribución normal, que se verá en el siguiente apartado, se llega a las siguientes:

$$p [(\mu - \sigma) < x < (\mu + \sigma)] \geq 0.66$$

$$p [(\mu - 2\sigma) < x < (\mu + 2\sigma)] \geq 0.95$$

$$p [(\mu - 3\sigma) < x < (\mu + 3\sigma)] \geq 0.99$$

es decir el 66 % de los valores que toma la variable se localiza en $(\mu \pm \sigma)$, el 95 % de los valores que toma la variable se localiza en $(\mu \pm 2\sigma)$, y el 99 % de los valores que toma la variable se localiza en $(\mu \pm 3\sigma)$.

La distribución Normal de Probabilidades estandarizada.

Distribución Normal de Probabilidades.

La distribución normal de probabilidades es la representación típica de una distribución de probabilidades continua, en donde el área bajo la curva que describe la función de la variable continua (x), se iguala a la unidad. Esta distribución es entonces una función de densidad de probabilidades, perfectamente simétrica alrededor del valor esperado de la variable aleatoria, cuyas *colas* se extienden indefinidamente en ambas direcciones desde el centro sin que se llegue a tocar el eje horizontal. Lo anterior garantiza probabilidades positivas de encontrar valores de la variable aleatoria en cualquier punto del espacio que se prolonga de $(+ \infty)$ a $(- \infty)$. La representación matemática de la distribución es la siguiente :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} * \exp \left[-1/2 \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad \text{o bien}$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} * \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_x^2} * (x - \mu_x)^2 \right]$$

donde

$f(x)$ = función de valores observados de la variable aleatoria x

μ_x = Valor esperado de la variable aleatoria

σ_x = Desviación estándar

Exp = 2.718282 base del logaritmo natural

π = 3.1416 razón circunferencia diámetro del círculo.

Distribución normal estandarizada.

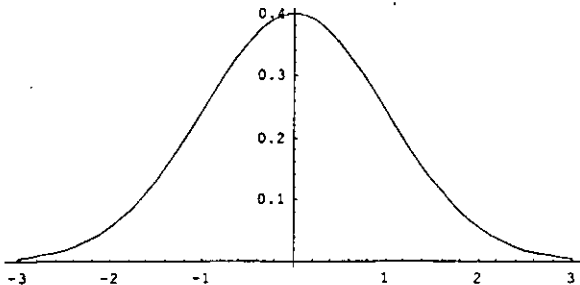
La función de densidad de probabilidades normal, se estandariza cuando se toma una media en cero y la desviación estándar como unidad.

$$\sim N(\mu, \sigma^2) \rightarrow \sim N(0, 1)$$

La transformación de la distribución normal de probabilidades a una distribución estandarizada, se obtiene al cambiar los valores de los datos observados de la variable aleatoria (x) a valores de desviaciones normales estandarizadas (z), mediante la siguiente expresión :

$$z = \frac{(x - \mu_x)}{\sigma_x}$$

Lo importante de esto es que el área bajo la curva representa ahora la probabilidad de encontrar valores de una variable aleatoria normalmente distribuida dentro de un número específico de desviaciones estándar por arriba o por debajo del valor esperado considerado como cero. La visión esquemática de lo anterior es la siguiente:



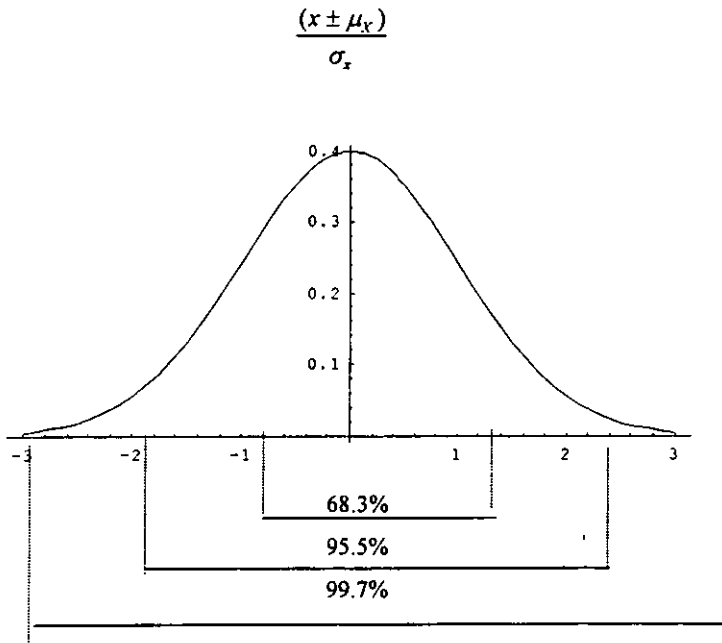
La relación matemática anterior mediante cierto arreglo lleva a definir el valor de la variable aleatoria (x) en función de la media y la desviación estándar tipificada, que es básica en los cálculos del Valor en Riesgo.

$$z = \frac{(x \pm \mu_x)}{\sigma_x}$$

$$z\sigma_x = x \pm \mu$$

$$x = \mu_x \pm z\sigma_x$$

Esta expresión recuerda las desigualdades de Chebyshev con la regla empírica en la distribución normalizada de la siguiente manera:



Como se verá el Modelo de Covarianza para obtener el Valor en Riesgo asume que los cambios porcentuales en precios dentro de los mercados financieros se distribuye normalmente.

Con ello se supone que el riesgo se puede describir en términos de desviación estándar específicamente tipificándola. Además de ello se involucra la confianza que se puede tener de que los cambios de los precios no rebasen la volatilidad establecida. De manera que con un intervalo de confianza de 90% se quiere decir que un alza o disminución en los precios se registra fuera de 1.65 desviaciones estándar a su derecha o izquierda. Lógicamente que el Valor en Riesgo toma la parte izquierda 5% que es la pérdida potencial.

Anormalidades en la Distribución Normal : Tercer y Cuarto Momento.

Muchos de los instrumentos que se aplican en los mercados financieros al evaluar su comportamiento normal con datos históricos de los valores de la variable aleatoria, presentan dos tipos de anomalías que se les conoce como asimetría y curtosis

La asimetría viola el supuesto de la simetría de la curva normal que por definición es simétrica con respecto al valor esperado con valor de referencia o coeficiente de simetría cero. La asimetría puede presentarse en cualquiera de los extremos respecto al valor esperado tal y como se muestra en la gráfica siguiente. El caso en que la cola se alarga hacia el lado derecho, es una distribución con asimetría positiva y cuando se alarga a la izquierda será una distribución con asimetría negativa.

La medida habitual de la asimetría es el coeficiente gamma uno que se define como:

$$\gamma_1 = \left(\frac{\epsilon x}{\sigma}\right)^3$$

Si este indicador resulta mayor que cero se tiene asimetría positiva, si es menor a cero tendrá asimetría negativa y como se mencionó con anterioridad, si el coeficiente es igual a cero, corresponde a la situación normal.

La **curtosis** se refiere a lo agudo o aplanado que puede presentar la curva de distribución de probabilidades y se mide mediante el coeficiente gamma dos:

$$\gamma_2 = \left[\frac{E(x^4)}{\sigma^4} \right] - 3 = \left[\left(\frac{\mu}{\sigma} \right)^4 \right] - 3$$

Cuando este indicador es mayor que cero, la distribución es leptocurtica, cuando es menor será platocurtica y cuando se iguala a cero corresponde a la normalidad.

Al igual que la asimetría el problema de las *colas gordas*, de manera que en estas se puede encontrar una cantidad de datos mayor a los que se obtienen por cálculos con la distribución normal .

Las colas gordas afectarán las estimaciones del riesgo que se obtiene mediante el uso de metodologías que toman de base la distribución normal, caso del Valor en Riesgo.

Distribución Normal de Probabilidades Estandarizada con Fractiles

Aún cuando la varianza y la desviación estándar, son las medidas de desviación mas usuales para obtener la dispersión en una distribución de probabilidades, los fractiles también son una muy buena referencia en análisis que tienen que ver con el riesgo en los mercados financieros, caso concreto con el riesgo de mercado.

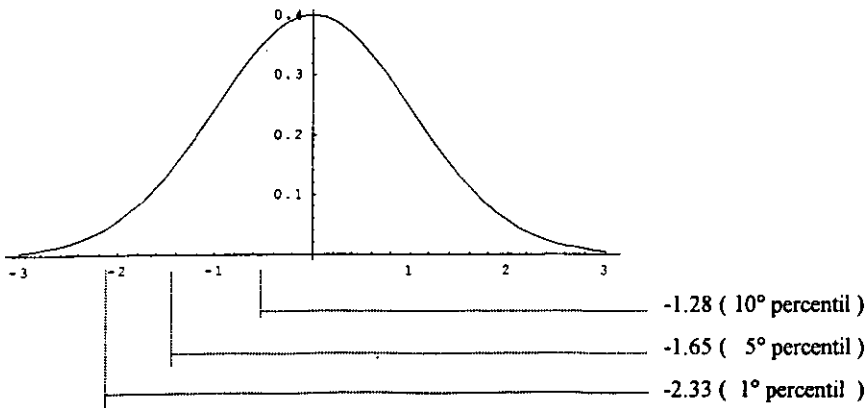
Los fractiles mas usuales son los deciles, cuartiles y percentiles que indican el punto en el o debajo del cual se encuentra la proporción establecida de valores dependiendo del número de partes iguales en que se dividen los datos. En los casos anteriores se dividen en diez, cuatro y cien partes respectivamente y cada

parte contiene el diez, veinticinco y uno por ciento de los elementos de la distribución también respectivamente.

La importancia del uso de los fractiles es que indican un valor exacto de probabilidad del cual no se puede exceder y la magnitud del valor que se encuentra en riesgo. En los cálculos del riesgo de mercado es usual trabajar con percentiles, y dentro de la distribución de probabilidades de los valores de la variable aleatoria, el orden del percentil (%) es el valor que excede un porcentaje del valor de la variable aleatoria.

$$\% = \int_{-\infty}^P f(x) dx.$$

Por ejemplo un percentil usado en la metodología de Risk Metrics es el quinto percentil. Este percentil representa el punto en la distribución normal estandarizada en donde cae el 95 % de las observaciones. Pero como la distribución normal se encuentra estandarizada, $N(0, 1)$, los percentiles corresponden a un valor definido en número de desviaciones estandar como se muestra en la figura.



De manera que si se conoce la media y la desviación estandar, se puede predecir fácilmente si la variable aleatoria en un determinado tiempo, se encuentra en un valor definido o menor a él, con un cierto grado de probabilidad, que es la base de calculo del Valor en Riesgo. En otras palabras, y tomando nuevamente el dato de Risk Metrics, para obtener el quinto percentil o 5 % de probabilidad de la variable aleatoria que puede ser el rendimiento de un activo; se tendrá:

$$\text{Probabilidad } ((x_t - \mu_t) / \sigma_t < -1.65) = 5 \% \text{ o bien}$$

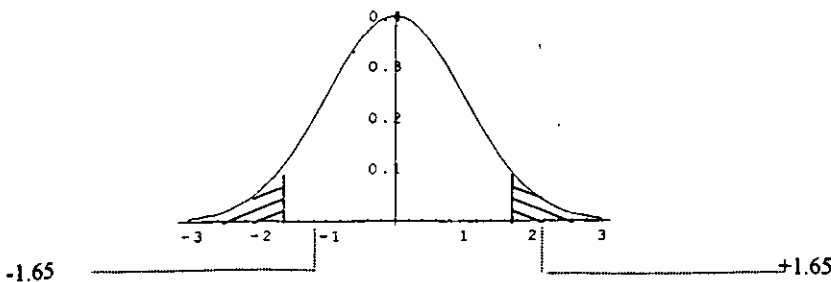
$$\text{Probabilidad } [x_t < (\mu_t - 1.65 \sigma_t)] = 5 \%$$

En donde la probabilidad de que la variable aleatoria se encuentre en un punto menor dentro de la distribución normalizada a $\mu_t - 1.65 \sigma_t$ es de 5%, pero como la media es cero ($\mu_t = 0$) entonces el punto de referencia solo será $-1.65 \sigma_t$. Deberá notarse que en una curva normal simétrica esto también se puede escribir para la otra cola de la siguiente manera:

$$\text{Probabilidad } [x_t > (\mu_t + 1.65 \sigma_t)] = 5 \%$$

En caso de que se quiera obtener el área bajo la curva entonces

$$\text{Probabilidad } [(\mu_t - 1.65 \sigma_t) < x_t < (\mu_t + 1.65 \sigma_t)] = 90 \%$$



Distribución de Probabilidades Lognormal.

Esta distribución es un modelo al que se recurre en los análisis que se realizan en mercados financieros, con el objeto de asegurar una aproximación muy cercana a la distribución normal. Esto es así porque ya se dijo con anterioridad que muchos de los instrumentos financieros presentan distorsiones en un esquema de normalidad. La transformación se realiza tomando cambios en el logaritmo del valor de una variable.

$$f(x) = \frac{1}{x_{t-1}\sigma_t\sqrt{2\pi}} * \exp \left[- (\ln X_{t-1} - \mu)^2 / 2\sigma_t^2 \right]$$

Que como se observa, se supone que : los cambios en el valor de la variable considera el precio en periodos previos y el nivel absoluto de precios no puede ser negativo.

2.3.- Hipótesis de Caminata Aleatoria

Cualquier proyección que se realiza, requiere información y varios son los puntos de vista sobre esta. Entre las mas comunes destacan las proyecciones con base en el precio actual (hoy) mas los cambios promedio diarias del precio en un amplio periodo de tiempo previo, o bien, el uso del precio de hoy y un amplio número de precios previos.

La caminata aleatoria considera que los cambios de precios se da en un proceso aleatorio y los precios *caminan* en una vía impredecible, por lo que en consecuencia, las proyecciones que se basan en precios de hoy no se pueden

mejorar con el solo uso de precios previos. La hipótesis es entonces de que los cambios de precios son independientes y tienen distribución idéntica.

2.4.- Rendimientos Diarios

El análisis estadístico directo de los precios financieros es difícil porque los precios consecutivos se correlacionan y la varianza de precios crece con el tiempo. Los precios no son estacionarios (media, varianza y covarianza cambian con el tiempo) y en consecuencia es más conveniente el análisis de cambios en precios.

La reflexión que nos queda con la lectura de este capítulo es que la estadística básica para los métodos tradicionales de Valuación del Riesgo son de corte elemental. Sin embargo cuando se quiere mayor precisión habrá que tener en consideración que se sacrifica sencillez y claridad de los instrumentos para quienes no tienen tiempo de profundizar en los conocimientos estadísticos que generalmente son las personas que toman las decisiones.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO TRES

Fundamentos Financieros

Las metodologías de cálculo del Valor en Riesgo, que se tratan en el siguiente capítulo, requieren del conocimiento de modelos de valuación de los precios de los instrumentos, específicos o portafolios, que se tienen expuestos al riesgo. Instrumentos de deuda, derivados, portafolios de instrumentos de renta variable o portafolios que incluyen derivados y otros activos, presentan distintos métodos de cálculo en sus precios.

El principio básico en la valuación de instrumentos financieros indica que el precio de un activo, que genera flujos de efectivo en el tiempo, corresponde al valor presente de tal flujo de efectivo. Y que este precio tiene una relación inversa respecto al tipo de rendimiento adecuado que se utiliza en el proceso de valuación. En virtud de lo anterior, en este apartado, se hace una revisión somera de los elementos básicos que tienen que ver con la valuación de flujos de efectivo de ciertos instrumentos financieros de uso frecuente.

Las matemáticas o deducciones de fórmulas, no se hace de manera exhaustiva en principio porque no es objeto de este trabajo, y porque estas se pueden dejar para una revisión bibliográfica de quienes estén interesados en ello. Sin embargo esto no significa que se deje de hacer mención de los esquemas algebraicos más representativos en apoyo a la estructura de cálculos que se realizan en el capítulo quinto. Cabe aclarar también que estos fundamentos, son una herencia del conocimiento universal en materia de finanzas por lo que no se consideraron créditos a un autor especial sobre los mismos.

3.1.- Instrumentos Financieros.

Como se expresó en el marco de referencia, los instrumentos financieros se mueven en los mercados financieros, pero también se expuso que los mercados para su mayor comprensión se les clasifica de acuerdo a su madurez, vencimiento, naturaleza del instrumento, entrega y formalidad de organización. De aquí que se hable de instrumentos del mercado de dinero y de capitales, instrumentos de renta fija y renta variable, instrumentos derivados o en efectivo, etc. que tienen ciertas características que no hacen tan obvia la primera afirmación.

Para fines ilustrativos, en el capítulo sólo se hará referencia a instrumentos de deuda, negociación de divisas y opciones aunque el Valor en Riesgo se pueda calcular para infinidad de instrumentos y carteras. En la mayoría de los casos los cálculos se hacen recurriendo a simplificaciones fraccionando las valuaciones por ejemplo en los reportos que se replican como contratos adelantados o forwards .

Instrumentos con Cupón o Sin Cupón.

Las obligaciones que contraen los agentes para apalancarse, generalmente son documentos o títulos que emiten en donde se indica la magnitud de la deuda, plazo, intereses y otras características para su reembolso. De manera genérica cuando se habla de obligaciones en los mercados financieros se les identifica como bonos.

Los bonos son de dos tipos, los que hacen un solo pago en una fecha establecida del futuro o fecha de vencimiento y se les llama bonos cupón cero y bonos que estipulan pagos a intervalos regulares antes de la fecha de vencimiento que se les llama bonos con cupón.

El valor de un bono o precio a pagar, se obtiene mediante el valor presente del flujo de caja que genera. En el caso de un bono cupón cero se tiene un solo flujo en el futuro que se actualiza atendiendo al rendimiento y al periodo estipulado. El bono con cupón por su parte, tendrá el valor que resulta de la actualización de los pagos de los cupones mas el valor actualizado del principal o valor nominal de la obligación.

$$P = \frac{C}{(1+y)} + \frac{C}{(1+y)^2} + \dots + \frac{(C+VN)}{(1+y)^n}$$
 es la correspondiente para bonos con cupón en donde C representa el cupón.

Para fines de riesgo, el problema de la valuación de las obligaciones se encuentra en la tasa que se emplea para descontar el bono, por lo que tal problema se identifica con la variación de la tasa y entonces para cálculos del Valor en Riesgo habrá que observar esa variación de tasas y no la de precios porque aquellas son la fuente del riesgo que determinan el precio.

Los bonos cupón cero que más se negocian en México son los Cetes a distintos plazos, las Aceptaciones Bancarias, el Papel Comercial, los Pagares, los Bonos Prenda y anteriormente los Tesobonos que por sus manejos inadecuados se eliminaron. En cuanto los bonos con pago de cupón se negocian los Bondes, Ajustabonos, Udibonos y Bonos Bancarios, estos últimos considerados dentro del mercado de capital y por tanto fuera de oportunidades de reportos.

Operaciones en Divisas.

Cuando se llevan a cabo operaciones que incluyen monedas distintas entre quienes usan y facilitan los recursos financieros, una de las fuentes de riesgo más evidentes es la posibilidad de la variación del tipo de cambio.

El tipo de cambio es el precio de la moneda de un país por el de otro y regularmente en México se expresa en términos de pesos por las divisa que se considera

El riesgo de los tipos de cambio corresponde a los movimientos que pueden tener los valores de las divisas al alza o la baja, según la posición de riesgo en que se encuentre el inversionista. Cuando el inversionista se obliga en un futuro próximo a pagar cierto tipo de cambio por la compra de una mercancía en una transacción internacional, se dice que toma una posición corta en la divisa externa a su país o una posición larga en la moneda corriente del lugar de referencia. En el caso de que la transacción la realice una empresa mexicana, con una firma americana tendría que pagar en dólares a un tipo de cambio en pesos por dólares, lo que es equivalente a la entrega (venta) de dólares contra la mercancía, previa compra de estos dólares con pesos mexicanos, una posición corta en dólares y larga en pesos. La contrapartida tendría posición contraria, largo en dólares, recibe (compra) dólares pero no tendría que realizar operación alguna en pesos.

Entonces cuando se tiene posición corta en dólares, el riesgo es que se mueva el tipo de cambio al alza y si se tuviese una posición larga en dólares el riesgo sería que baje el tipo de cambio.

Activos Derivados.

Los derivados son contratos que *derivan* su valor de activos de diversa índole que se denominan subyacentes. esto significa que el valor de los activos derivados dependen del valor de variables básicas subyacentes como pueden ser bonos, acciones, mercancías futuros, etc.

Contratos Adelantados y Futuros.

Un contrato adelantado, o también llamado contrato forward por su denominación en idioma inglés, es de los derivados mas sencillos que conocen y consiste en un acuerdo para la compra o venta de un activo en una fecha futura a un precio definido. Estos contratos se verán afectados en sus rendimientos esperados ante los movimientos que registren los activos subyacentes.

Un contrato de futuros tiene características similares a los contratos adelantados, solamente que tales contratos de futuros se llevan dentro de una estructura de negociación perfectamente organizada mientras que los Forwards se negocian como contratos a la medida o lo que en otros países se les denomina mercados *Over The Counter*. (OTC). La valuación tiene el mismo fundamento teórico, aunque en los futuros se realizan depósitos o márgenes y el registro constante de pérdidas y ganancias al tiempo que avanza el vencimiento del contrato, asegurando así, el estricto cumplimiento.

Los precios de contratos a futuro, se calculan según las características del activo subyacente, entre las cuales destacan los títulos que no generan ingresos hasta su vencimiento, los que si generan y aquellos que generan rendimientos por dividendos.

El precio Forward, para los títulos que no tienen cupón ni rendimientos antes del vencimiento como los bonos cupón cero, se calculan mediante la siguiente expresión:

$$f = S * e^{-rt}$$

en donde:

- f = precio a plazo
- S = precio del activo subyacente
- r = tasa de interés libre de riesgo
- t = tiempo de vencimiento.

En el caso de activos que pagan dividendos o bonos con cupón, el precio forward será:

$$f = (S - I) * (e^{-rt})$$

En donde ahora se incluye I que es el valor actual del flujo de caja de los dividendos o cupones.

Finalmente el rendimiento por dividendos o ingreso como porcentaje del valor, caso de divisas e índice sobre acciones, se tiene:

$$f = S * e^{(r-q)t}$$

La cual se puede expresar también como:

$$S (e^{-r_1 t}) = f (e^{-rt})$$

$$\frac{S}{e^{r_1 t}} = \frac{f}{e^{rt}}$$

En donde ahora la r_1 es la tasa de dividendos del activo en el extranjero.

Cuando el activo subyacente se trata de divisas, S, será el precio actual de una unidad de divisa, r_1 será el tipo de interés continuo libre de riesgo en el extranjero y f el monto que se recibe en el momento t.

Esta ecuación dentro de los cálculos que se realizan para obtener el Valor en Riesgo, se le considerará como una ecuación de dos miembros de igual magnitud (brazos), el primero corresponde en su caso a la compra de una divisa, $S(e)^{-r_1 t}$, y el segundo a la venta del contrato forward sobre la divisa, que como se dijo, debe ser una igualdad estricta. Por lo que se tendrá:

$$f = S(e)^{(r-r_1)t}$$

Esta ecuación muestra dos factores de riesgo, el tipo de cambio y el tipo de interés que genera la divisa en el país de origen. La ecuación muestra también que si $r > r_1$, entonces f será mayor que S , y que f aumentará cuando el vencimiento del contrato aumenta, y será menor que S cuando $r < r_1$, y disminuirá cuando el tiempo para el vencimiento del contrato aumenta.

Si la ecuación se maneja en tasas nominales de capitalización compuesta el valor teórico del forward se transforma de la siguiente manera:

$$S/(e)^{(r_1 t)} = f/(e)^{(r t)}$$

$$S/(1+R_1/m)^m = f/(1+R/m)^m$$

$$S/(1+R_1) = f/(1+R)$$

$$f = \frac{S(1+R)}{(1+R_1)}$$

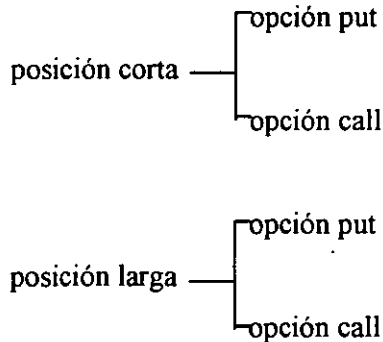
Contrato de Opciones

Los contratos de opciones proporcionan a su propietario el derecho de hacer *algo*, mas no la obligación a ejercer ese derecho, previo pago de dicho contrato.

Existen dos tipos de contratos de opciones básicos, las opciones de compra llamadas también *call* y las opciones de venta llamadas *put*. Una opción *call*, proporcionará entonces el derecho a la compra de un activo a un precio que se ha determinado para una fecha definida, más no la obligación de ejercer dicha compra. La opción *put* proporcionará por su parte, el derecho de vender un activo a un precio establecido para una fecha definida pero sin que se obligue a realizar tal venta.

Los contratos de opciones que pueden ejercerse en cualquier momento antes de su vencimiento, se les identifica como opciones americanas y aquellas que solo pueden ejercerse en la fecha de su vencimiento, se les llama opciones europeas.

En los contratos de opciones quien emite las opción, sea *call* o *put*, se encuentra en una posición de venta o posición corta y quien invierte en la opción, comprándola, tiene una posición larga:



Las opciones europeas generalmente se evalúan de manera teórica mediante la fórmula de Black y Sholes. Esta fórmula se aplica a opciones de compra y de venta de la siguiente manera:

Para opciones de compra:

$$C = SN(d1) - X e^{-rt} N(d2)$$

Para las opciones de venta:

$$P = X e^{-rt} N(-d2) - SN(-d1)$$

La $d1$ y $d2$ se definen como:

$$d1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d2 = d1 - \sigma\sqrt{T}$$

Donde:

C = precio teórico del call

P = precio teórico del put

S = precio del activo subyacente

X = precio de entrega

$N(d)$ funciones de probabilidad acumulada

r = interés libre de riesgo

σ =volatilidad del precio del activo subyacente (acción).

Cuando se calcula el precio de un call, el precio del put se obtiene de manera rápida mediante el uso de la paridad put/call.

$$C + e^{-rt} = P + S$$

Es pertinente recordar que el modelo Black and Sholes considera los siguientes supuestos:

- a.- La varianza y la tasa de interés son constantes.
- b.- Los activos son perfectamente divisibles.
- c.- No existen dividendos sobre el activo subyacente durante la vida de la opción.

d.- El precio del activo subyacente sigue un proceso de caminata aleatoria o movimiento Browniano.

Como se puede observar, las opciones tienen varios factores de riesgo que mínimamente serán: el precio del activo subyacente (S), la volatilidad del precio de ese activo subyacente, la variación del interés libre de riesgo, y el tiempo T. Aunque se reconoce que el activo subyacente es el que mayor cuidado requiere y la variación del precio del derivado respecto a este activo para el caso de un call se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\partial C}{\partial S} = \frac{\partial(S * N(d1) - X * e^{-r} * N(d2))}{\partial S}$$

Como lo establece el capítulo anterior, a esta expresión se le conoce como la delta de la opción que puede utilizarse como una medida de cobertura. Sin embargo, al no haber una relación lineal entre el precio de la opción y el del activo subyacente, se deberá de incluir el análisis gamma, delta/gamma convexidad y vega.

Con lo anterior se quiere dejar en claro, lo que se ha venido repitiendo desde la introducción al trabajo, que el introducir opciones en los portafolios complica los cálculos del riesgo.

3.2.- Rendimientos

Hasta este punto del documento, se ha hecho referencia en muchas ocasiones a los distintos conceptos sobre rendimiento de los activos que se emplean en el ámbito financiero, sin entrar a la diferenciación de cada uno de estos. En virtud de que en la parte correspondiente a cálculos se hace necesario el empleo específico de cada uno de ellos, se incluye ahora una descripción somera de los mismos.

Rendimiento para un sólo periodo (interés simple).

En términos muy prácticos, los agentes financieros observan la información *pasada* como referencia al riesgo al que se han visto expuestas las posiciones en los tipos de activos que manejan. Es así como los cambios en los precios toman relevancia en las evaluaciones del análisis de riesgo.

El cambio de precios relativos al precio inicial o rendimiento, se le considera como la mejor medida del cambio de precios, de manera que, cuando se tiene una serie de tiempo con precios absolutos de una variable aleatoria, se consideran los rendimientos y no los precios para su análisis.

Los rendimientos pueden expresarse como un cambio relativo simple o bien en términos logarítmicos, de la siguiente manera:

$$R_t = \frac{(P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}} \quad \text{ó} \quad R'_t = \frac{\ln P_t - \ln P_{t-1}}{\ln P_{t-1}}$$

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - \frac{P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad R'_t = (\ln P_t / \ln P_{t-1}) - 1$$

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad R'_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$$

donde:

P_t = precio en el periodo, t.

P_{t-1} = precio en el periodo anterior, t-1.

R_t = rendimiento simple.

R'_t = rendimiento logarítmico o de composición continua.

En los cálculos del Valor en Riesgo, el periodo t se toma generalmente como un periodo simple de un día y se calcula el rendimiento día tras día. Cuando se desea conocer el rendimiento en múltiples días previos, simplemente se suman los rendimientos del periodo considerado; por ejemplo para un periodo de un

mes, considerando 26 días hábiles, el rendimiento en composición continua será:

$$R'(26) = R't + R't-1 + R't-2 + R't-3 + \dots + R't-25$$

Lo anterior queda completamente claro cuando se ejemplifican los cálculos del Valor en Riesgo en el capítulo cinco.

Evolución (futura) de Precios.

Las proyecciones a futuro de cambios de precios se apoya en el concepto estadístico de caminata aleatoria que matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$P_t = \mu + P_{t-1} + \sigma \epsilon_t \quad \text{ó} \quad \ln P_t = \mu + \ln P_{t-1} + \sigma \epsilon_t$$

$$P_t = P_{t-1} e^{(\mu + \sigma \epsilon_t)}$$

Por manipulación algebraica simple en términos logarítmicos queda:

$$P_t / P_{t-1} = \mu + \sigma \epsilon_t$$

donde:

P_t = Precio en un periodo t cualquiera.

P_{t-1} = Precio en el periodo previo.

μ = Parámetro que afecta la media de la distribución de los precios.

σ = Parámetro que afecta la desviación estandard de la distribución de los precios.

ϵ_t = Variable aleatoria distribuida normalmente.

La formula anterior será muy familiar en los cálculos del capítulo cinco.

Interés Real y Nominal.

La tasa de interés nominal incluye la tasa de inflación esperada en el mercado, por lo que si se quiere conocer la tasa de interés real habrá que dejar a la tasa nominal neta de inflación. En la práctica las tasas generalmente se expresan en

términos nominales y tendrá que restarse la tasa de inflación de la siguiente manera:

$$R_r = \left(\frac{P_1}{P_0} - 1 \right) - R_\pi$$

En donde:

R_r = tasa de interés real.

$\left(\frac{P_1}{P_0} - 1 \right)$ = tasa de interés nominal para un solo periodo.

Interés después de Impuestos

A la tasa de interés nominal se le descuenta la tasa de impuesto, en documentos que no sean exentos de estas. Lo anterior es de gran importancia en cálculos de rendimientos netos, sobre todo en operaciones de bajo margen, que al igual que la inflación al no considerárseles, puede llevar a pérdidas substanciales.

$$R_{tx} = R_t \cdot (1 - T_x)$$

En donde:

R_{tx} = Tasa después de impuestos.

R_t = Tasa nominal

T_x = Impuestos.

Tasa de Descuento.

Es el rendimiento al vencimiento de los bonos cupón cero, bonos con flujo de caja, F , en fecha específica, t .

$$P_b = \frac{F}{(1 + R_t)^t}$$

mediante arreglo algebraico:

$$\cdot (1 + R_t)^t = F / P_b \quad \text{ó} \quad R_t = [(F / P_b)^{-t}] - 1$$

Tasa Equivalente y de Cupón.

La tasa equivalente es aquella en que la tasa de descuento o rendimiento de un bono cupón cero se hace comparable a los pagos que realizan los bonos que pagan cupón.

La tasa cupón es el flujo de caja periódico relativo que recibe el poseedor de un bono antes del periodo de vencimiento.

$$Re = [(1 + Rt)^{\frac{a}{b}} - 1] * \frac{360}{a}$$

donde:

a = periodo de equivalencia

b = periodo original

Interés Libre de Riesgo.

En muchos casos la tasa de interés relevante en calculo sobre riesgo (futuros y opciones), es la tasa de interés libre de riesgo. Con esto se indica una ausencia virtual de riesgo sobre algún préstamo, que se relaciona en algunos casos con la tasa que pagan los bonos de la tesorería de un país por el respaldo para cubrir las obligaciones que se consideran tienen los gobiernos. Sin embargo, una tasa técnica libre de riesgo corresponderán a las tasas de reportos que como se verá en esta misma sección de fundamentos financieros, los valores que se proporcionan contra un préstamo son garantías de que se pagará el monto establecido y la tasa premio será respetada.

Interés Compuesto Continuo.

Cuando se valúan activos derivados, sobre todo opciones, la tasa de interés que se utiliza, es la tasa de capitalización continua o instantánea que se le expresa como:

$$e^{Rn}$$

En donde:

$$e = 2.718282$$

R = tasa anual

n = años.

Esta tasa se relaciona con la tasa de interés nominal con capitalización compuesta m veces al año para hacer conversiones:

$$e^{R_1} = \left(1 + \frac{R_2}{m} \right)^m$$

que mediante ajuste algebraico:

$$R_1 = m \ln \left(1 + \frac{R_2}{m} \right) \quad \text{ó}$$

$$R_2 = m \left(e^{R_1/m} - 1 \right).$$

Donde R_1 es la tasa continua y R_2 es la tasa capitalizada m veces.

Tasa de Interés de Contado.

Es la tasa que prevalece *ahora*, en el periodo cero.

Tasa de Interés *Forward*.

Es la tasa que promete pagar ahora, para dentro de un periodo posterior, o bien como la tasa que se contrata hoy para un periodo futuro, f . Esta tasa forward se representa como f_n .

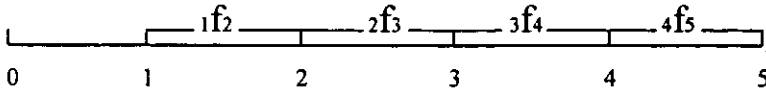
donde:

f = tasa forward

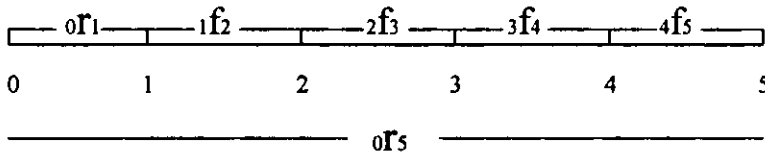
t = periodo en que se inicia el contrato, un periodo después del anterior.

n = periodo en que vence el contrato.

Por ejemplo ${}_2f_3$ significará la tasa forward hoy para un contrato de un año que inicia dos años después y termina en el tercero.



La tasa nominal con rendimiento al vencimiento de un bono en un periodo determinado (tasa de largo plazo), deberá ser igual a la secuencia de tasas forwards en ese periodo:



Es decir:

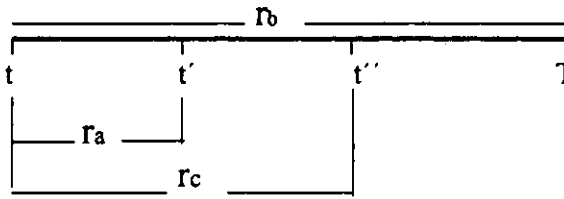
$$(1 + {}_0r_n)^n = (1 + {}_0r_1)(1 + {}_1f_2)(1 + {}_2f_3) + \dots + (1 + {}_{n-1}f_n)$$

De manera que cuando se desea conocer la tasa forward en k periodos se tendrá la siguiente formula obtenida por manejo algebraico de la anterior:

$${}_n f_{n+k} = \left[\left[(1 + {}_n r_{n+k})^{n+k} / (1 + {}_0 r_n)^n \right]^{-k} \right] -$$

Tasas Intermedias o *Alambradas*

Cuando se conocen dos tasas con diferentes periodos, y se desconoce la tasa de un periodo intermedio, se puede obtener dicha tasa por interpolación que en el argot financiero mexicano se le reconoce como *alambrar* tasas.



En el esquema se conocen r_a y r_b y se desconoce r_c entonces los cálculos siguen el siguiente proceso:

- i.- Calcular la tasa forward entre t' y T (con el uso de r_a y r_b).
- ii.- Realizar el cálculo de la tasa equivalente para el plazo t't'' .

$$Re = \left[\left(1 + r_f \cdot \frac{T-t'}{360} \right)^{\frac{t''-t'}{T-t'}} - 1 \right] \cdot \frac{360}{t''-t'}$$

iii.- Cálculo de la tasa intermedia o *alambrada*.

$$Ra = \left[\left(1 + r_a \cdot \frac{t'-t}{360} \right) \left(1 + r_c \cdot \frac{t''-t'}{360} \right) - 1 \right] \cdot \frac{360}{t''-t}$$

- donde
- ra = Tasa en el periodo a .
 - re = Tasa equivalente
 - rf = Tasa forward
 - t = Puntos en el tiempo.
 - rb = Tasa en el periodo b.

Rendimientos de Portafolios.

Un portafolios o conjunto de activos en proporciones definidas, se descompone para su análisis en un conjunto de posiciones con un número determinado de factores de riesgo.

El rendimiento del portafolios, será así, una combinación lineal de rendimientos sobre los activos subyacentes con ponderaciones correspondientes a la cantidad monetaria relativa que se invierte en cada uno de los activos al principio del periodo. La formula para un portafolios en el periodo de t a t+1 será:

$$R_{p, t+1} = \sum w_i \cdot R_{i, t+1}.$$

Siendo:

$$w_{i, t} = w_{1, t} + w_{2, t} + \dots + w_{n, t} = 1 \quad \text{o} \quad \sum_{i=1}^n (w_i) = 1$$

donde:

$w_{i, t}$ = Cantidad porcentual de los activos en el portafolios.

$R_{i, t+1}$ = Rendimientos de los activos en el periodo t + 1.

3.3.- Algebra Matricial y Proyecciones.

El cálculo del Valor en Riesgo de portafolios implica generalmente a más de un factor de riesgo. Ello lleva al planteamiento de modelos que usan el álgebra matricial para su evaluación. Por su importancia en el análisis del método Montecarlo para determinar el Valor en Riesgo, ahora se hace referencia al álgebra necesaria en su evaluación correspondiente, las matrices diagonales y descomposición de Cholensky. Por otra parte las técnicas que se incluyen en las metodologías de cálculo para la proyección de la variación del riesgo y correlaciones que afectan al Valor en Riesgo se presentan como apoyos próximos, en este caso un proceso GARCH (Generalized Autorregressive Heteroskedastic Model).

Notación Matricial

Para simplificar las expresiones en los cálculos del Valor en Riesgo en portafolios, se emplea la notación matricial con vectores:

$$Y_p = [a_1, a_2, \dots, a_n] \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = a' y$$

$$Y_p = a' y$$

En donde:

- Y_p = Variable del portafolios
- y_1, \dots, y_n = variables de componentes del portafolios
- a' = Vector transpuesto
- y = vector de componentes del portafolios.

De la misma manera:

$$A_p = x A x'$$

Significa que:

- A_p = Variable A del portafolios
- x = Matriz de ponderadores de A.
- A = Matriz de componentes de A.
- x' = Matriz transpuesta de ponderadores de A.

Proceso Browniano y de Ito.

Un movimiento Browniano, es el movimiento espontáneo de partículas suspendidas en un fluido¹. Cuya descripción matemática rigurosa la hizo Norbert Wiener, por lo que también se le conoce como proceso Wiener. El concepto lo introduce en las finanzas Louis Bachelier, considerando la

incertidumbre que se presenta en este tipo de mercado. En resumen un proceso Browniano, es una generalización del concepto de *caminata aleatoria* o *Random Walk*, que lo definen formalmente como un proceso estocástico β_t que satisface las siguientes condiciones:

- i.- El proceso se inicia en cero.
- ii.- Para cualquier par de instantes, t y $t+1$, el incremento $\beta_{t+1} - \beta_t$ sigue distribución normal con valor esperado cero y varianza t y $t+1$.
- iii.- Para un conjunto de instantes t_0, \dots, t_n las variables aleatorias correspondientes β_i son independientes.
- iv.- La ruta $f(t) = \beta(w, \sigma)$ es continua para cualquier w .

Una generalización del movimiento Browniano que se hace para observar el comportamiento de los activos, se le conoce como proceso de Ito el cual se expresa de la siguiente manera:

$$S_t = x + \int_0^t \mu_s dS + \int_0^t \sigma_t d\beta_s$$

En donde la primera integral es una integral con respecto al tiempo y la segunda es una integral estocástica. En la literatura se encuentra la diferenciación de esta fórmula como:

$$\frac{dS}{S} = \mu_t dt + \sigma_t d\beta_t$$

o en representación finita :

¹ Término en honor al botánico inglés Brown.

$$\frac{\Delta S}{S} = \mu \Delta t + \sigma \Delta \beta$$

Por último cabe solamente mencionar que en los modelos financieros se incluye el Lemma de Ito, el cual dice que si un proceso estocástico es función del tiempo y proceso de Ito, es en si mismo un proceso de Ito que puede definir sus leyes.

Simulaciones de Procesos Aleatorios.

La metodología para calcular el Valor en Riesgo que se le considera como la más completa, el método de Montecarlo, simula patrones aleatorios de precios tomando como base los modelos de movimientos Brownianos. En el caso de intervalos finitos, y para una sola fuente de riesgo, mediante un reareglo de variables se tiene:

$$\frac{\Delta S}{S_{t+1}} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

En caso de mas de una variable financiera, se tiene que incluir la correlación entre ellas. Al considerar que las variables son independientes y sin autocorrelación, se tienen que transformar a variables normalizadas ε .

Al tener dos variables aleatorias, como un ejemplo, se tendrá:

$$\varepsilon_1 = \eta_1$$

$$\varepsilon_2 = \rho \eta_1 + [(1 + \rho^2)^{\frac{1}{2}}] * \eta_2$$

Siendo ρ el coeficiente de correlación entre las variables ε . Debiéndose verificar que la varianza de ε_2 sea unitaria.

$$\rho^2 + (1 - \rho^2) = 1$$

y para calcular la covarianza de la ε se acude a la siguiente expresión:

$$\text{Cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = \rho \text{Cov}(\eta_1, \eta_2) = \rho$$

Factorización de Cholesky

La descomposición en factores de Cholesky de una matriz simétrica se constituye por una matriz triangular y su transpuesta:

$$R = t \cdot t'$$

El proceso es el siguiente:

Sea una matriz simétrica $R = \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix}$ que se descompone en t y t' , esto es:

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11} & 0 \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} t_{11} & t_{21} \\ 0 & t_{22} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

Operando $t \cdot t'$:

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11}^2 & t_{11} t_{21} \\ t_{21} t_{11} & t_{21}^2 + t_{22}^2 \end{bmatrix}$$

Calculando los valores de “t”, término a término:

$$1 = t_{11}^2 \Rightarrow t_{11} = 1$$

$$\rho = t_{11} t_{21} \Rightarrow t_{21} = \rho$$

$$\rho = t_{21} t_{11} \Rightarrow t_{21} = \rho$$

$$1 = t_{21}^2 + t_{22}^2 \Rightarrow t_{22} = \sqrt{1 - \rho^2}$$

Sustituyendo estos valores en (1) se cumple que:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \rho_{12} & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \\ 0 & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} \\ \rho_{21} & 1 \end{bmatrix}$$

Es decir el proceso de simulación con múltiples variables, que se correlacionan, se pueden obtener iniciando con un proceso aleatorio en donde las variables sean independientes y por tanto no correlacionadas (η) y después por transformación de Cholensky llevarlas a variables estimadas e:

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \rho_{12} & \sqrt{1-\rho^2} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix}$$

Que operándolos proporcionan lo que ya se conocía en 3.3.3.

$$e_1 = \eta_1$$

$$e_2 = \rho\eta_1 + \sqrt{1-\rho^2} \eta_2$$

Ahora bien, en el caso e_1 la esperanza matemático o media será:

$$E(e_1) = E(\eta_1) = 0$$

y la varianza será:

$$V(e_1) = V(\eta_1) = 1$$

De ahí que la variable e_1 es una variable estandarizada $e_1 \sim N(0,1)$

En el caso de e_2 la esperanza será:

$$E(e_2) = E(\rho\eta_1 + \sqrt{1-\rho^2} \eta_2) = E(\rho\eta_1) + E(\sqrt{1-\rho^2} \eta_2)$$

$$E(e_2) = \rho E(\eta_1) + \sqrt{1-\rho^2} E(\eta_2) = 0$$

$$E(e_2) = 0$$

La varianza de e_2 también se estandariza $e_2 \sim N(0,1)$

La covarianza

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = \text{Cov}(\eta_1, \rho\eta_1 + \sqrt{1-\rho^2} \eta_2)$$

Pero por definición

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E[(e_1 - E(e_1))(e_2 - E(e_2))]$$

Pero como $E(e_1) = 0$ y $E(e_2) = 0$

entonces:

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E[(e_1)(e_2)]$$

que sustituyendo:

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E[(\eta_1)(\rho\eta_1 + \sqrt{1-\rho^2} \eta_2)]$$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E[(\rho\eta_1^2 + \sqrt{1-\rho^2} \eta_2 \eta_1)]$$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E(\rho\eta_1^2) + E(\sqrt{1-\rho^2} \eta_1 \eta_2)$$

Como $E(\eta_1) = 0$, entonces $\eta_1 \eta_2 = 0$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = E(\rho\eta_1^2) + 0$$

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = \rho E(\eta_1^2)$$

Como la varianza $V(\eta_1) = E(\eta_1^2) = 1$ entonces:

$$\text{Cov}(e_1, e_2) = \rho$$

Lo que significa que los valores de las variables “estimadas” e tienen correlación similar a las variables originales p .

La utilidad de esta transformación será clara al revisar el método Monte Carlo en un capítulo mas adelante.

La correlación

Otro aspecto importante en el cálculo del Valor en Riesgo es la correlación. Este elemento involucra la reducción del riesgo no sistemático por la diversificación de cartera.

En términos matemáticos, la correlación para dos títulos en una cartera se le representa como una relación de la covarianza de los títulos respecto a la varianza de los títulos individuales.

$$\rho = \frac{\text{Cov}_{1,2}}{\sigma_1 * \sigma_2}$$

En donde la Covarianza de los Activos se obtiene mediante la siguiente relación:

$$\text{Cov}_{1,2} = \sum_1^2 p(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Existen otros métodos de cálculo que no serán considerados en este trabajo.

El coeficiente de correlación varia entre +1 y -1 . Cuando se tiene un coeficiente de correlación en el extremo de +1 significa que los rendimientos de los activos se mueven en el mismo sentido sea que pierdan o que ganen, lo que implica que la diversificación no es afortunada como cobertura de riesgo

no sistemático. Cuando el coeficiente se encuentra en el otro extremo de -1 , los rendimientos de los títulos se mueven en sentido inverso lo cual es benéfico para la cobertura del riesgo no sistemático. Pero es difícil que un portafolio se encuentre exactamente en los extremos y es de esperar coeficientes de correlación con valores intermedios entre tales extremos.

También se puede dar el caso que no halla correlación y el coeficiente será de cero.

Para una concepción más amplia de este punto es conveniente que se remita al punto 4.2 de los métodos de cálculo del Valor en Riesgo en el siguiente capítulo.

Por ahora se puede concluir que el mercado financiero, como muchos otros procesos de carácter aleatorio, parecen ser de dificultad extrema cuando no se los observa o analiza a través de los instrumentos y técnicas que los científicos han legado a la humanidad. El caos se transforma en orden y bajo ese orden, la probabilidad de predicción se magnifica. El Valor en Riesgo abreva en la teoría del caos y resulta muy recomendable en las medidas de su género.

CAPITULO CUATRO

Metodología de cálculo del Valor en Riesgo

Como se indicó en el capítulo correspondiente a la introducción a este trabajo, las necesidades especiales de la alta gerencia de una institución financiera llevó a la adopción del Valor en Riesgo como medida resumen del riesgo del mercado. Posteriormente su difusión exitosa en otras organizaciones financieras y no financieras llevó a mejoramientos en el sistema y la definición de un conjunto de metodologías con base al mismo principio.

Realmente las metodologías que se utilizan no son muchas, sino son variantes de la idea original que buscan la precisión en los cálculos de acuerdo a las complejidades que presentan los instrumentos que constituyen los portafolios expuestos a riesgo.

Entonces el concepto subyacente de Valor en Riesgo es el mismo en cualquiera de las metodologías, una especie de autoaseguramiento del valor de activos o, el nivel máximo de capital que una institución estaría dispuesta a *perder* conocido el nivel de probabilidad. Habrá diferencias en los periodos de cálculo del Valor en Riesgo, en los niveles de confianza y los métodos para definir la serie o lista de precios, históricos o simulados, aunados a la complejidad que se mencionó en los activos. Esto lleva al reconocimiento generalizado de tres principales metodologías: El método Histórico, el método de Varianza/Covarianza, y el método Monte Carlo. Es propósito de esta sección

describir tales metodologías y algunos elementos básicos en que se fundamenta su elección.

Cabe mencionar antes, que los cálculos que se ejecutan del Valor en Riesgo mediante el uso de distintas metodologías, no necesariamente arrojan a un resultado numérico idéntico, pero si mantienen congruencia en los resultados analíticos que de ellas se esperan. Y por otra parte, el acierto mas grande de este indicador de riesgo es su facilidad de lectura y entendimiento, lo cual a la vez ha motivado sentimientos de desconfianza en los expertos analistas y recomendaciones para la adopción de procesos de seguridad en las metodologías, mediante análisis de sensibilidad o lo que se le conoce como Srtess Testing.

No existe regla genérica alguna que obligue a tomar una metodología de cálculo determinada, simplemente, el tipo de instrumentos, información y la capacidad técnica en el personal encargado del área de Riesgos lo definen.

Existen, por supuesto, críticas severas a los métodos tratados en este capítulo, algunas de las cuales se incluyen al final para normar criterios en caso de iniciar actividades en este campo.

4.1.- Elementos genéricos de las metodologías,

Periodo y niveles de confianza.

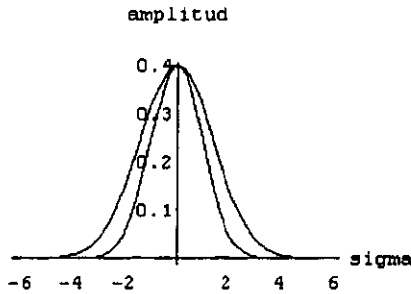
Se ha dicho que el Valor en Riesgo de un portafolios o posición financiera en que se participa, es el nivel de pérdida máxima que se acepta bajo una probabilidad ϕ en un periodo definido t , o en otros términos como la pérdida que se espera durante x % de los t días del periodo considerado. Entonces, y en congruencia con esto, los elementos cuantitativos primarios que deberán elegirse en cualquiera de las metodologías, serán, el horizonte de tiempo apropiado para de la organización responsable de administrar el riesgo y los niveles de confianza aceptables para la alta dirección. En ausencia de estos elementos la interpretación del Valor en Riesgo perdería todo sentido. La elección del horizonte de tiempo y el nivel de confianza queda a criterio de cada institución en particular y no existe regla específica en su determinación. En efecto, se encuentran instituciones o compañías que toman un día, otras diez días e incluso existen quienes toman hasta meses en lo que se refiere al periodo, y del 90 %, 95 % y 99 % en cuanto a los niveles de confianza. Lo anterior tiene su explicación en lo tratado por en el capítulo tercero sobre la actitud de los inversionistas hacia el riesgo. Quienes son más adversos al riesgo solicitan mayores niveles de confianza y periodos de tiempo mas cortos, sin embargo, debe recordarse que esta actitud se ve limitada por las fuertes cantidades de capital que se requerirán para cubrirse con medidas muy severas contra el riesgo. La norma es que los responsables en la toma de decisiones definan estos parámetros y los analistas los consideran factores exógenos al realizar sus cálculos.

En la práctica es muy común atender recomendaciones de instituciones como Risk Metrics que usa periodos de un día y 95% de niveles de confianza; el Comité Basle quien propone periodos de 10 días y 99% de niveles de confianza y algunos bancos de renombre internacional que consideran periodos de un día y 99% de niveles de confianza. Lo que habrá de preguntarse siempre en el momento de definir estos parámetros si sería anormal una pérdida con una probabilidad de ϕ o χ por ciento.

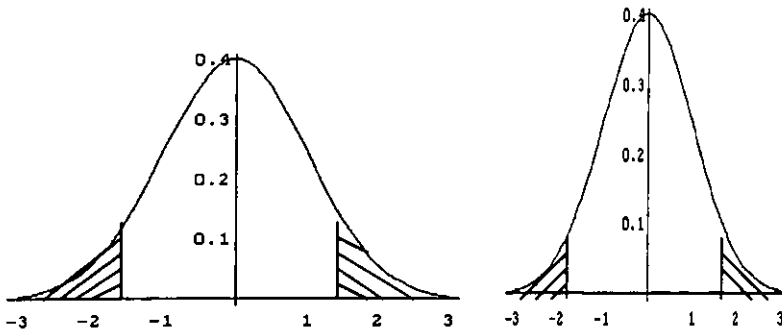
El capítulo tercero detalló las características de las distribuciones para variables aleatorias con el propósito de un pronta ubicación del lector en el uso de los niveles de confianza y periodos de análisis en el cálculo del Valor en Riesgo que se hacen en el presente capítulo, con lo cual se da paso a lo siguiente:

Al construir una distribución considerando periodos de tiempo cada vez mas largos, cinco días, diez días o un mes, en lugar de un periodo corto por ejemplo un día, los datos tienden a diseminarse y la distribución será mas dispersa. La consecuencia de esto es que se refleja en la pérdida, permisible al conjugar los niveles de confianza y los diferentes periodos. Así resulta que cinco o diez días de pérdidas (ganancias) serán mayores que si se toma un sólo día, las distribuciones son más extendidas y la pérdida que excede solamente el ϕ % del tiempo sería más grande. De manera que el Valor en Riesgo sería mayor. En otros términos, las pérdidas que exceden el x % del tiempo pueden resultar mas grandes o como se le denomina en el argot financiero, observan *colas gordas* que por lógica lleva a distintos resultados numéricos del Valor en Riesgo. Es decir la pérdida aceptable en periodos largos se expresaría en un número demasiado grande que influenciaría la racionalidad y aversión al riesgo del inversionista promedio.

En términos de cálculo de riesgo sería como tener una referencia en la distribución normal de dos a tres sigmas mientras que realmente se está trabajando en la distribución dentro de un rango de cuatro a seis sigmas.



Es claro entonces que, la distribución lleva implícito el periodo de análisis y nivel de confianza o probabilidad teórica de la magnitud de pérdida que se aceptaría ante la exposición al riesgo de un activo o conjunto de activos financieros.



Bajo esta óptica, el Valor en Riesgo será un número diferente cuando se tomen periodos y niveles de confianza diferentes y lo único que se requiere es congruencia en los valores de estos parámetros al hacer comparaciones dentro de la empresa o contra otras empresas. Las conversiones son inciertas por las

características de carteras, toma de datos y otros elementos propios del mercado en que se desenvuelven las organizaciones.

Factores de riesgo.

El cálculo del Valor en Riesgo, al igual que cualquier medida de riesgo, requiere identificar precios o tasas que afectan el valor del portafolios o posición particular que se tenga. Estos factores de mercado, que se detallaron en uno de los capítulos anteriores, deben reducirse al número menor posible en aras de simplificar los cálculos y mantener las posiciones en un campo administrable. En este sentido, todas las metodologías que se verán más adelante, recomiendan identificar estos factores, mediante la simplificación o descomposición, en instrumentos relacionados con factores básicos de riesgos de mercado llevando así los portafolios complejos a portafolios más sencillos de analizar. En el capítulo quinto se descomponen los flujos de caja de contratos como las coberturas cambiarias en portafolios equivalentes a bonos cupón cero, por mencionar algunas de las formas de simplificación a las que ahora se hace referencia.

Revalorización de la exposición al riesgo de mercado.

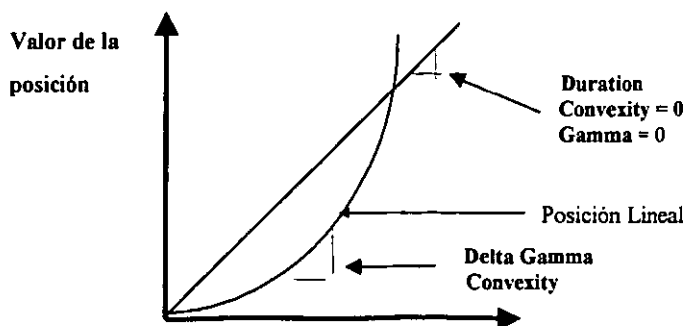
Los datos para valuar los portafolios o posición específica de un inversionista, se obtienen con la frecuencia que indica el periodo de tiempo que se ha elegido. En el caso de periodos de un día será la lista de precios corriente diarios. Luego estos precios se transforman, por regla general a rendimientos diarios para después revaluarse con los resultados endógenos propios de la metodología aplicada. resulta de la misma serie de precios históricos o de la simulación que se efectúe para el caso.

Tipos de posición

Es obvio que en la práctica, el Valor en Riesgo se calcula como posición en portafolios en lugar de posiciones específicas, debido a que los usuarios son generalmente, como se observó en la introducción a este documento, instituciones financieras y empresas corporativas que manejan paquetes de instrumentos disponibles en el mercado. Sin embargo, las técnicas de cálculo del Var, realmente descomponen los portafolios en partes o posiciones sujetas al mínimo de factores de riesgo relevantes.

Las posiciones pueden ser de dos tipos atendiendo la relación en que varían los valores de los activos subyacentes y los valores resultantes de la posición: Este punto es de gran trascendencia en virtud de las desviaciones que pueden sufrir los cálculos cuando no se les considera. Una relación lineal quedará correctamente definida al introducir el concepto de *duration* o *delta* dado que por definición la convexidad y la gamma serán igual a cero. Mas este no es el caso cuando la posición es de carácter no lineal en donde si se debe considerar convexidad y gamma. La gráfica siguiente muestra los tipos de posición y las desviaciones que se presentan con uno u otro tipo de postura.

Figura 4.1: Gráfico del tipo de posiciones Delta Gamma



En el siguiente apartado se detallan estos conceptos por lo pronto cabe dejar en claro que debido a la importancia de la linealidad en los cálculos del Valor en Riesgo, las instituciones de apoyo a los mercados financieros, proporcionan relaciones de instrumentos y activos como guías de orientación en cálculos. Algunos de ellos se muestran en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1

Tipos de posición por instrumento

Tipo de posición	Instrumento	Activo subyacente
Lineal	Bonos	Precio del bono
	Acciones	Índice de precios
	Tipo de cambio	Tasa del tipo de cambio
	Mercancías	Precio de la mercancía
	Swaps	Precio de swaps
Lineal en derivados	Forward de tipo de cambio	Precio de mercado del dinero y tipo de cambio
	Forward de tasa dinero	Precio del mercado de
	Swaps en monedas	Precio de swaps y tasa del tipo de cambio.
No lineal en derivados	Opciones en acciones	Precio de acciones
	Opciones en bonos	Precio de bonos
	Opciones en tipo de	Tasa de tipo de cambio cambio.

Fuente: Risk Metrics, Technical Documents

4.2.- Métodos de cálculo del Valor en Riesgo.

La valuación de posiciones o portafolios de activos se basan en las características que estos tienen. En el caso de instrumentos de renta fija u operaciones que tienen que ver con tipos de cambio, la valuación toma en cuenta la relación lineal con el activo subyacente, caso contrario a las opciones que no presentan relación lineal. El cálculo del Var, tendrá métodos diferentes en función de estas condiciones de linealidad.

En los métodos lineales se parte del supuesto de que los cambios en el valor de la posición sigue una distribución normal con media μ y varianza σ^2 . La fórmula representativa en este caso es la siguiente:

$$\text{Var} = \sqrt{\mu \pm z\sigma}$$

Y cuando la media se ubica en cero, entonces la fórmula sólo depende de la desviación estandar:

$$\text{Var} = \sqrt{z\mu}$$

Como se revisó en el capítulo correspondiente a los fundamentos estadísticos, la z corresponde al valor crítico de la distribución normal, según el coeficiente de confianza deseable. En el caso de un 95 % de confianza o quinto percentil, la z corresponde a 1.65 y la valuación de la posición se realizará conforme a la expresión anterior modificada con este valor:

$$\text{Var} = \sqrt{1.65\sigma}$$

El caso de un portafolios con dos activos, conocidas sus ponderaciones w será:

$$\text{Var} = \sqrt{w_1^2 * 1.65\sigma_1^2 + w_2^2 * 1.65\sigma_2^2 + 2\rho_{1,2}\sigma_1\sigma_2}$$

En donde los subíndices corresponden a los instrumentos y la w representa la ponderación porcentual en el portafolios.

Para el caso de portafolios de un número mayor de dos activos se recurre al álgebra matricial:

$$\text{Var} = \sqrt{ARA'}$$

Donde:

- A = Vector de Valores en Riesgo por Instrumento.
- R = Matriz de correlación.
- A' = Vector transpuesto.

La matriz de correlación se expresa como:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & \rho_{21} & \rho_{31} \\ \rho_{12} & 1 & \rho_{32} \\ \rho_{13} & \rho_{23} & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Para el caso de relaciones no lineales, ante variaciones relativamente grandes en los factores de riesgo, los cálculos del Var se apoyan en metodologías de aproximación analítica o por simulaciones.

El enfoque analítico, aproxima los cambios en valor de los rendimientos de la posición y los correspondientes al activo subyacente, aplicando los conceptos de delta, gamma, duration y convexity, véase gráfica 4.1, mientras que el enfoque de simulación reevalua el portafolios bajo distintos escenarios.

Los cambios en el valor mediante métodos analíticos, al tomar la delta, gamma, duration, por definición, se les considera que está en función de la sensibilidad

de la posición o en otros términos como la relación entre el valor del instrumento y el subyacente.

En el caso de los métodos de simulación o modelos de valuación total (full valuation) el portafolios se revalúa en distintos escenarios y no es una sensibilidad como en el caso anterior, sino un conjunto de situaciones distintas que pueden presentarse en un mundo incierto. Este último método se aplica a los modelos de simulación histórica y Monte Carlo que se detallaran mas adelante.

4.3.- Sistema de Valuación de Riesgo

Independientemente del modelo que se elija para obtener el Valor en Riesgo, siempre se encontrarán las siguientes bases de cálculo:

Posiciones de los activos.

Este elemento es importante porque de él depende la forma en que se aplican los cálculos de los valores de mercado. Entonces habrá que identificar los métodos de obtención de precios, parámetros importantes, etc. que permiten valuar las posiciones a precios de mercado (hoy).

Factores de riesgo.

Dependiendo de la posición, los instrumentos y otras características propias de cada uno de ellos, se identifican los signos del mercado que afectan los activos o portafolios que se manejan: Variaciones de tasas de interés, tipos de cambio, etc.

Metodología de cálculo.

En el siguiente apartado se explican las metodologías más utilizadas para el cálculo del Valor en Riesgo. Lo importante no es la metodología por sí misma, sino la conveniencia de su aplicación en atención de las características de los instrumentos o portafolios planteados en los dos elementos anteriores.. Como se verá, el método varianza/covarianza puede resultar menos exacto, cuando se emplean instrumentos no lineales, en su variante delta normal que en el delta gamma normal o en mayor medida contra el método Monte Carlo. Por otro lado, el método Monte Carlo podría resultar adecuado para los técnicos financieros pero muy complicado para una explicación simple que esperan los miembros de la alta dirección y las tesorerías en las empresas.

Aplicación de la metodología elegida.

El elemento obvio después de los anteriores, es la aplicación de la metodología que se eligió y que serán explicadas un poco mas adelante. Aquí es importante identificar datos y las normas técnicas tales como niveles de confianza y periodos que ya fueron explicados.

Análisis y presentación de resultados.

El cálculo del valor en riesgo, es netamente práctico, aunque tenga fundamentos teóricos, con lo que se quiere reafirmar que el Var se obtiene como apoyo a la toma de decisiones que diariamente realizan las áreas financieras. Aquí se verá la conveniencia del autoaseguramiento y, dentro de éste, el significado real de los números encontrados.

4.4.- Descripción de metodologías.

Las instituciones que utilizan el Valor en Riesgo emplean y recomiendan básicamente tres metodologías. Estas vistas en su conjunto son la Simulación Histórica, el Enfoque Varianza Covarianza y la Simulación por Monte Carlo.

Técnicamente, estas metodologías se integran en dos grupos de enfoques: Enfoques de Valuación Total y Enfoques de Valuación Local. Los Enfoques de Valuación Total, calculan el valor del portafolios simulando diferentes niveles de precios, mientras que las enfoques de valuación Local calculan el valor del portafolios una sola vez en su posición actual (v_0) que depende de su precio actual. La valuación local, es muy recomendable en posiciones de tipo lineal para lo cual las medidas de sensibilidad, deltas, griegas, duration y convexity, son adecuadas para definir las perdidas y ganancias potenciales, mientras que los métodos de valuación total aplican para instrumentos o portafolios no lineales. La simulación histórica, el método Monte Carlo y una de las dos modalidades, que se verá posteriormente, de la metodología de varianza-covarianza, son ejemplos del enfoque de valuación total, mientras que la otra modalidad del método varianza-covarianza se incluye en el enfoque de valuación local.

Método de Simulación Histórica.

Este método deriva su nombre del hecho de que se utilicen cambios históricos en precios (rendimientos) para obtener el conjunto de pérdidas y ganancias que servirán para establecer el Valor en Riesgo dado un $x\%$ de confianza y el horizonte de cálculo. Es relativamente simple de aplicar, siempre y cuando se tenga la facilidad de obtener los datos que se necesitan oportunamente.

Los pasos que guían los cálculos del Valor en Riesgo por este método son los siguientes:

Formulación matemática y factores de mercado.

Dependiendo del tipo de contrato de inversión que se tiene, forward, futuros, etc., se identifica la formulación matemática que corresponda así como los factores de mercado que la afectan (tasas de interés, tipos de cambio, etc.) . Se descomponen de ser posible a portafolios equivalentes (por ejemplo bonos cupón cero en caso de forwrds de tipo de cambio) y así se establece la formula para el cálculo del valor corriente en términos de los factores de mercados básicos.

Para ejemplificar se usará el primer caso del forward de tipo de cambio, que se verá en el siguiente capítulo, el instrumento se puede dividir en dos portafolios equivalentes de bonos cupón cero:

Una posición larga (compra de dólares en un punto definido en el tiempo) en dólares a “x” días con valor nominal de “y” millones de dólares, entonces:

$$\frac{S}{1 + r_{\text{dólares}} * \frac{x}{360}} * Y_{\text{dólares}}$$

Y una posición corta en pesos (venta en pesos) a los “x” días, con valor nominal de “z” pesos:

$$\frac{Z_{\text{pesos}}}{1 + r_{\text{pesos}} * \frac{x}{360}}$$

Entonces la formula total sería la suma de las dos posiciones simples:

$$\left[\frac{S}{1 + r_{\text{pesos}} * \frac{x}{360}} * Y_{\text{dólares}} \right] - \frac{Z_{\text{pesos}}}{1 + r * \frac{x}{360}}$$

Los factores de mercado serían entonces:

La tasa en pesos r_p .

La tasa en dólares r_d .

El tipo de cambio S .

Capturar la historia de los factores de mercado en “n” periodos definidos.

Obtener los valores históricos de los factores de mercado para “n” periodos. Normalmente se recomiendan cien periodos antes de la fecha actual. La historia se toma para cada uno de los factores de riesgo, que para el caso del punto anterior, serían tres series de cien días, una para r_p , otra para r_d y otra para S .

Calcular las pérdidas y ganancias hipotéticas (simuladas).

Los valores históricos de los factores de mercado, se transforman a cambios porcentuales diarios, tal como se indicó en el capítulo de los fundamentos matemáticos.

Valores históricos hipotéticos.

Se calculan “N” conjuntos de valores hipotéticos de los factores de mercado, combinando los cambios porcentuales diarios de cada factor de mercado con su valor de mercado corriente (hoy). Es decir, cada uno de los cambios porcentuales históricos, se combinan con el factor de mercado actual y se obtienen los conjuntos de valores hipotéticos de factores de mercado.

Valores históricos hipotéticos del portafolios.

Con los conjuntos hipotéticos de factores de mercado, calcular los valores históricos del portafolios.

Pérdidas y ganancias.

A los valores históricos del portafolios, restar el valor de hoy del portafolios para obtener las pérdidas y ganancias hipotéticas diarias.

Ordenamiento de las pérdidas y ganancias.

Los resultados de perdidas y ganancias ordenarlos de mayor ganancia a mayor pérdida.

Valor en Riesgo.

Seleccionar la pérdida que iguale al percentil que se elige como la peor pérdida que se acepta. Como se mencionó en un capítulo anterior, el 5 % es un valor aceptado en muchas organizaciones, y en este caso el Valor en Riesgo será el número en el quinto percentil o cinco de cien días.

Cuadro 4.2

Resumen de la metodología.

Periodo riesgo	Factor de riesgo	Variación	Simulación	Valuación	U/P	Orden
t_n	I_n	Δf	$f_o^* \Delta f = s_n$	$w^*s_n = v_n$	$v_n - v^*$	U/P ↑
$t-2$	$f-2$	Δf_2	$f_o^* \Delta f_2 = s_2$	$w^*s_2 = v_2$	$v_2 - v^*$	U/P ↓
$t-1$	$f-1$	Δf_1	$f_o^* \Delta f_1 = s_1$	$w^*s_1 = v_1$	$v_1 - v^*$	U/P ↓
t_0	f_0	Δf_0	$f_o^* \Delta f_0 = s_0$	$w^*s_0 = v_0$	$v_0 - v^*$	U/P

v^* = valor de la posición hoy
 w = posición cota o larga

Var = quinto percentil

Método de Varianza/Covarianza.

Esta metodología se trabaja bajo dos modalidades. Una denominada Método de las Sensibilidades y otra Método de Valuación Total. El Método de Sensibilidades se incluye en los llamados enfoques locales los cuales consideran dentro de sus cálculos los conceptos de Delta, Gamma, Duration y Convexity, en virtud de lo que se especifica en el párrafo siguiente. Por su parte

el Método de Valuación Total, corresponde a la clasificación de los enfoques totales que se apoyan en métodos de simulación.

Ambos Métodos asumen distribución normal de los factores de riesgo subyacentes a las posiciones de los accionistas. Esto último ha llevado a que los teóricos antepongan fuertes objeciones a esta metodología, aduciendo que portafolios que incluyan opciones, por ningún motivo presentan características lineales con distribución normal. Como, respuesta los defensores incluyen mecanismos correctivos como la convexidad y las griegas que llevan a denominar al método incluyendo el nombre del mecanismo que se utiliza, por ejemplo al primero es común encontrarlo como Método Delta/Gamma Normal con la corrección correspondiente. Los detalles de esta discusión, para los fines del presente documento, no se incluyen y se trabaja el método de sensibilidades solamente en su modalidad Delta y por supuesto el de Valuación Total.

Pasos que guían el Método de las Deltas.

Factores de Mercado.

Identificar los factores de mercado básicos (factores de riesgo) que afectan el portafolios o instrumento específico: tipos de cambio, tasas de interés etc..

Parámetros de la distribución de los factores de mercado.

La tendencia y variabilidad de la distribución de los factores de mercado se calculan con la media de la distribución y la varianza o desviación estandar respectivamente como parámetros representativos. El movimiento que existe entre estos factores se estima mediante el coeficiente de correlación.

Cálculo del Valor de la posición

Dependiendo del portafolios o instrumento en riesgo y de la posición que tiene el inversionista respecto a él, será la formulación para sus cálculos. Conviene

remitirse al apartado del método de simulación histórica en el que se aludió este mismo aspecto y al capítulo de fundamentos financieros.

Cálculos del Valor en Riesgo.

Como ya se ha dicho, el Var normalmente se calcula diario y 95 % de confianza con la siguiente formulación:

$$\text{Var} = \sqrt{\mu \pm z\sigma}$$

Sustituyendo los elementos anteriores quedará:

$$\overset{\text{media}}{\underset{5\%}{\text{Var}}} = \sqrt{\mu p \pm 1.65\sigma p}$$

En virtud de que en la distribución se tienen tasas y no los precios, la duration modificada permite la transformación de la formula para su uso correcto. En el caso de títulos de renta fija el procedimiento es el siguiente:

$$dP/P = -D_m * dr * r/r$$

$$dP/P = -D_m * r * dr/r$$

incluyendo esperanzas:

$$E(dP/P) = (dp/p)$$

$$E(dr/r) = (dr/r)$$

entonces:

$$E(dP/P) = -D_m * r * E(dr/r)$$

$$\mu_{dp/p} = -D_m * r * (dr/r)$$

Esta última ecuación corresponde a la media de variación de precios en función de las tasas. De la misma manera se procede para el caso de transformar la varianza en función de tasas en lugar de precios así:

$$V_{\frac{dp}{p}} = -D_m^2 * r^2 * V_{\frac{dr}{r}}$$

$$\sigma_{dp/p} = \sqrt{V_{\frac{dp}{p}}} = \sqrt{-D_m^2 * r^2 * V_{\frac{dr}{r}}}$$

$$\sigma dp/p = -Dm * r * \sigma dr/r$$

sustituyendo las expresiones anteriores en la fórmula del Valor en Riesgo

$$Var_{1,día}^{5\%} = (\mu dr/r +/- 1.65\sigma dr/r) * -Dm * r$$

que si se afecta por el valor de la posición queda:

$$Var_{1,día}^{5\%} = (\mu dr/r +/- 1.65\sigma dr/r) * -Dm * (p * T)$$

En donde:

T = número de títulos

p = precio de los títulos

p*T = Vp = valor de la posición.

Cuando se considera el caso de portafolios, la media es la suma de las medias de las posiciones en función de las tasas:

$$\sigma_{portaf.} = \mu_1 * r_1 * -Dm_1 * V_{pos1} + \mu_2 * r_2 * -Dm_2 * V_{pos2} + \dots$$

Y el cálculo de la volatilidad del portafolios, considera las volatilidades y las correlaciones de los factores de riesgo mediante la fórmula ya conocida:

$$\sigma_{portaf.} = \sqrt{ARA}$$

En donde A es la matriz de volatilidades y R la matriz cuadrada simétrica de correlaciones entre factores de riesgo.

Análisis de Valor en Riesgo.

La alta dirección espera el significado del número que se encontró, lo cual generalmente se les entrega en un reporte estructurado para toma de decisiones.

Método de Valuación Total con Varianza Covarianza

Para este método se siguen los siguientes pasos:

Definir la fórmula matemática y Factores de Mercado básicos.

Según sea el instrumento se identifica la fórmula matemática que corresponda y así se reduce a posiciones estandarizadas simples como, se hizo en el método de simulación histórica, y al igual que en los otros métodos se obtendrán los factores de mercado que afectan al portafolios considerado.

Cálculo de variaciones de tasas y parámetros de la distribución de los factores de riesgo.

De las variaciones de tasas, para cada uno de los factores de mercado, calcular la media y desviación estándar de dichas variaciones

Cálculo de tasas simuladas de los factores de mercado con la media de variaciones.

$$\text{Tasa del factor "i"} = \text{Valor "hoy"} (1 + \text{Media del factor "i"})$$

Cálculo del Valor simulado de mercado.

$$VM_{factor\ i}^c = (\text{Valor de la posición estandarizada con tasa simulada})$$

Cálculo del valor del mercado corriente "hoy".

$$VM_{factor\ i}^c = (\text{Valor de la posición estandarizada con tasa de "hoy"})$$

Cálculo de la media del portafolios

$$\text{Media de portafolios} = \sum VM_{factor\ i}^s - VM_{factor\ i}^c$$

Cálculo de la desviación del portafolios

a. Cálculos de las tasas simuladas de los factores de mercado con la desviación de las variaciones.

$$\text{Tasa del factor "i"} = VM_{factor\ i}^c \left(1 + \frac{\sigma}{100} \right)$$

b.- Cálculo del valor simulado del mercado

$$VM^s = (\text{Valor de la posición estandarizada con la tasa simulada de })_i$$

c.- Cálculo del valor de mercado corriente "hoy".

$Vm^c_{\text{factor "i"}} = (\text{Valor de la posición estandarizada con tasa de "hoy"})$

d.- Cálculo de la desviación en los valores de mercado para cada "i".

e.- Cálculo de la desviación estandar del portafolios

Cálculo del Valor en Riesgo del portafolios.

Método Monte Carlo.

El método Monte Carlo es considerado el método más adecuado para portafolios que incluyen instrumentos no lineales, caso de derivados. Este método simula tasas o precios para los factores de riesgo que se han definido como relevantes, mediante la elección de un modelo estocástico que generalmente será el relativo al movimiento "Browniano" y luego se efectúa la reevaluación del portafolios con los factores de riesgo así simulados. El resultado es la distribución de probabilidades total de pérdidas y ganancias mediante la cual, y, de manera similar al método Histórico, es posible obtener el Valor en Riesgo.

Como se ve el Método Monte Carlo es muy similar al Método de Simulación Histórica, sólo que ahora los cambios hipotéticos en precios se realizan bajo un esquema aleatorio dentro de un proceso estocástico. La esencia del Método entonces, es la simulación repetida de las variables financieras en un proceso aleatorio y lo primero que se tiene que hacer es elegir el modelo con que simula el comportamiento de los precios, que como se dijo, se verá en el siguiente capítulo es de antemano el llamado movimiento Browniano.

Pasos que guían el Método Monte Carlo.

Factores de Mercado.

Identificar los factores de mercado básicos (factores de riesgo) que afectan el portafolios o instrumento específico.

Parámetros de la distribución de factores básicos.

En este caso y para asegurar valores positivos, los parámetros de la distribución se obtienen mediante transformación logarítmica de los datos de la variable. Podrá verse que esto corresponde a un ejemplo de distribución lognormal para los factores básicos del mercado, dadas las consideraciones hechas en el capítulo correspondiente a fundamentos financieros.

Esto es un elemento que distingue este método con los anteriores que consideraron distribución normal.

Simulación de valores.

Mediante un método generador de variables aleatorias generar "n" valores hipotéticos de cambio en los factores de mercado. "n" puede ser un número muy grande y por supuesto, el uso de computadora.

Simulación de valores del portafolios

Con los valores calculados en el paso anterior, simular valores hipotéticos del portafolios.

Cálculos de pérdidas y ganancias.

A los valores del portafolios, obtenidos en el paso anterior, restarle el valor del portafolios actual. Esto lleva a definir las "n" pérdidas y ganancias hipotéticas diarias.

Valor en Riesgo

Ordenar de mayor ganancia a mayor pérdida los valores obtenidos con el paso anterior. El Valor en Riesgo será la pérdida que iguale o exceda el "x" % de las veces

4.5.- Análisis de Escenarios o sensibilidades .(Stress Testing)

Realmente esta no se le considera como una metodología independiente de cálculo del Valor en Riesgo, sino más bien una investigación sobre los efectos en estos cálculos por condiciones extremas de mercado o por violaciones en los supuestos básicos en que se apoyan los métodos explicados. En otros términos, se dice que, el análisis de escenarios o Stress Testing, responde a la pregunta de ¿Que pasaría si ? considerando posibles posiciones que pueda asumir el mercado en que se desenvuelve el agente financiero.

Entonces el análisis de escenarios, representa los límites en que se puede encontrar en determinado momento un modelo de valuación de Riesgo fuera del escenario actual. Mide así una especie de riesgo que no logra captar el modelo de valuación que en ese momento se tiene establecido.

Los cálculos del análisis de escenarios, no siguen un método establecido, sino que depende del conocimiento de quienes lo aplican en relación a posibles movimientos extremos del mercado. Estos movimientos se pueden encontrar en las curvas de rendimiento, apreciaciones o depreciaciones del tipo de cambio o cualquier elemento que pueda afectar los activos que se tienen expuestos al riesgo pero de manera extrema. Lo que se busca es prevenir a los administradores del riesgo ante escenarios pésimos y prepararse para afrontarlos.

4.6- Elección de los métodos para Valuación de Riesgo.

Existen algunas pautas que orientan el criterio de los administradores del riesgo en la elección de alguna de las metodologías descritas entre las que destacan las siguientes:

Linealidad de la posición

Se sabe que los valores de mercado para posiciones lineales cambian a una tasa constante (delta) respecto a cambios en la tasa del activo subyacente y que estos cambios pueden calcularse fácilmente multiplicando "la delta" con los cambios estimados en tasas ("delta valuation").

En contraste con lo anterior en valores de mercado con posiciones no lineales solamente se pueden estimar por valuación total (full valuation) en las tasas originales y en sus cambios.

Grado de normalidad del mercado.

En mercados normales los cambios en tasas son aleatorias y la curva normal es una campana simétrica de Gauss con todas sus propiedades. Estos mercados se describen por la volatilidad o la amplitud de la campana. El riesgo estimado en este tipo de mercado depende de la volatilidad futura que se estima del mercado.

En mercados que no siguen una distribución normal, las cosas son un tanto diferentes, y es una de las criticas mas severas que se hacen a la metodología del Valor en Riesgo.

Generalidades para la elección

Aunque es muy difícil proporcionar una recomendación en la toma de decisiones sobre elegir un método de medición de Riesgo, pueden considerarse como elementos de juicio las siguientes generalidades observadas en la aplicación empírica de la administración del riesgo:

Método de Simulación Histórica o Stress con valuación Delta.

Ha dado muy buenos resultados para posiciones lineales en mercados no normales.

Métodos de Varianza Covarianza o tipo Risk Metrics.

Muy recomendable para posiciones lineales con mercados normales.

Método Monte Carlo con Valuación total

Recomendable en posiciones no lineales en mercados normales.

Cabe señalar que se han hecho muchos intentos con simulaciones no lineales, para atender posiciones no lineales en mercados no normales pero aún se tienen problemas de orden teórico en virtud de que la mayoría de los modelos de valuación de las posiciones no lineales toman consideraciones de mercados normales; pero es aquí en donde se trabaja con entusiasmo.

Al llegar al final de este capítulo se puede decir que se concluyen los antecedentes teóricos que sustentan el cálculo del Valor en Riesgo. Estos antecedentes proporcionan sentido a las lecturas posteriores que se hacen sobre una cifra indicativa del acrónimo estudiado. Decir que el Valor en Riesgo es de 500 000 pesos como pérdida máxima que se acepta en un día de operaciones con una probabilidad del 95% es de sumo interés para los altos ejecutivos de una institución financiera porque confían que sus colaboradores tienen bastante claros los fundamentos teóricos que sustentan tal afirmación.

La definición del Valor en Riesgo destaca tres elementos primordiales que se tienen que considerar bajo conocimiento de la Alta Dirección: La posición de activos, el periodo de referencia (t) y la composición (diversificación) del portafolios.

En realidad el concepto de Valor en Riesgo es de lo más sencillo que se conoce y por ello se presta a dudas sobre la efectividad de sus resultados y multiplicación de detractores. Sin embargo causa mucha confianza, debido al

uso que le proporcionan las organizaciones financieras y reguladoras más prestigiadas del mundo en su trabajo cotidiano.

Cabe señalar que el Valor en Riesgo para posiciones en títulos individuales lineales simples corresponde a la multiplicación de la posición por la volatilidad e intervalo de confianza: $\text{Var} = \epsilon\sigma V$. Esta misma sencillez se mantiene en las metodologías presentadas solo que incluyen algunas complicaciones propias de los tipos de activos relacionados con la convexidad y número de factores de mercado que los afectan.

Es lógico que se ha profundizado muchísimo más en la teoría de cálculo del Riesgo, sin embargo aquí se han plasmado los elementos necesarios para una buena aplicación en la práctica.

CAPITULO CINCO

Aplicaciones del Valor en Riesgo

Una vez cubiertos los capítulos anteriores se está en condiciones para valorar el riesgo en instrumentos financieros concretos . El capítulo inicia con un caso sencillo de aplicación del Valor en Riesgo para posiciones cambiarias. Esto con la finalidad de familiarizarse con el mecanismo de aplicación en situaciones que incluyan posiciones que presentan transacciones con divisas para algún agente económico. Mas adelante, la aplicación se realiza para un título de deuda o renta fija atendiendo posiciones con diferentes plazos y el portafolios también como ejemplificación de las aplicaciones. Finalmente se toman los American Depositary Receipt como vía para poner en práctica la metodología Monte Carlo.

El lector encontrará que se incluyen cálculos con datos reales y en número suficiente como para apreciar la aplicación y labor necesarias que se tienen que realizar en la práctica. Las operaciones se efectúan en lenguaje básico de Excel, para lo cual se solicita conocimiento elemental del lenguaje citado y desde luego la lectura previa de los capítulos anteriores..

5.1.- Posiciones cambiarias.

Los volúmenes de operaciones de cambios en divisas que se realizan en México en particular y en los países del mundo en general, han avanzado a gran velocidad con la apertura de los mercados en la etapa de integración mundial que ahora es posible. Las empresas mexicanas amplían cada vez las transacciones con empresas o consumidores de otros países que usan diferentes monedas. De esta manera, las instituciones financieras incrementan sus servicios que involucran la compra y venta de monedas o los agentes simplemente demandan mayores operaciones en moneda de distintos países para viajes de negocios o como "coberturas" de ahorros. En este ámbito de uso de monedas distintas a las del curso legal, o de manera más amplia, en el uso de divisas (billetes y monedas, transferencias bancarias e instrumentos financieros líquidos denominados en monedas extranjeras), el tipo de cambio es el factor de mercado que juega un papel preponderante.

El tipo de cambio, es el precio relativo de una moneda respecto a otra (unidades de monedas domésticas que equivalen a unidades de moneda externa) y puede permanecer en un régimen fijo, flexible o controlado. México en la actualidad se incluye entre los países que aplican un régimen de cambio flexible aún ante la insistencia de que se introduzca un régimen de caja monetaria. Lo anterior significa que el tipo de cambio se encuentra regido por la oferta y demanda de las divisas. Que tiene su fundamento en la demanda relativa de los activos financieros denominados en diferentes monedas, que depende a su vez de los rendimientos de estos activos.

La importancia de ello radica en que, dependiendo de la posición que se tenga sobre un activo financiero, en moneda extranjera o moneda local, las

características de volatilidad que presenta el precio relativo de las monedas relevantes puede llevar, al dueño de la posición, a grandes pérdidas o a grandes ganancias. Ante este escenario, la aplicación del Valor en Riesgo puede tener distintas connotaciones, para algunos como límite a la probabilidad de pérdidas en las posiciones o bien como reglas en los esfuerzos de capitalización (capital para soportar pérdidas con cierto grado de confianza) o asignación de capital en áreas riesgosas o poco riesgosas en las instituciones relacionadas con las transacciones en divisas.

Para la ejemplificación del cálculo del Valor en Riesgo diario, se supone una firma "X" que por necesidades del negocio decide tomar una posición larga en dólares por un monto de 5 millones 500 mil dólares con una probabilidad de 5%.

Aplicación del Método Histórico.

Como se indicó más arriba, este primer ejercicio tiene fines de acercamiento con la metodología para lo cual se toman solamente veintitrés datos sobre el tipo de cambio diario. El lector posteriormente lo puede hacer con un mínimo de cien datos según sus necesidades.

Al aplicar la metodología de simulación histórica, tal y como se explica en el capítulo anterior, lleva a la obtención de la tabla 5.1. En esta se distinguen en la primera columna las fechas históricas consideradas hasta llegar al día de hoy marcado con cero, la segunda columna indica el tipo de cambio histórico y la tercera su variación. La tercera y cuartas columnas simulan y valúan el tipo de cambio históricamente y la séptima muestra la pérdida y ganancia que se tiene al comparar lo simulado con la valuación de hoy para que finalmente se ordenen en la octava columna y obtener el Valor en Riesgo considerando el 5%

estipulado de riesgo a un día. Esto último considera el 5% del número de los datos de la muestra para ubicar el Valor en riesgo, es decir $0.05 * 153 \approx 7$.

El resultado que se obtiene como valor Var es de $-202\ 374$. Ello significa que en un día se podría esperar una pérdida de hasta \$ 202 374.00 pero no mas.

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Historica
en posición cambiaria**

	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'28/03/2000	9.1985	0.00038084	9.32954986	23323874.7	23315000	8874.660141	29241.22074
'29/03/2000	9.217	0.0020112	9.34475643	23361891.1	23315000	46891.0692	28235.3096
'30/03/2000	9.304	0.00943908	9.41402886	23535072.1	23315000	220072.1493	27179.41925
'31/03/2000	9.278	-0.0027945	9.29993852	23249846.3	23315000	-65153.69733	24941.16389
'03/04/2000	9.2665	-0.00123949	9.3144405	23286101.3	23315000	-28898.73895	19832.00425
'04/04/2000	9.274	0.00080937	9.33354816	23333870.4	23315000	18870.39335	18870.39335
'05/04/2000	9.39	0.01250809	9.44265042	23606626.1	23315000	291626.0513	12477.2557
'06/04/2000	9.35	-0.00425985	9.28627263	23215681.6	23315000	-99318.42386	12454.59402
'07/04/2000	9.328	-0.00235294	9.30405647	23260141.2	23315000	-54858.82353	8874.660141
'10/04/2000	9.281	-0.00503859	9.27901008	23197525.2	23315000	-117474.807	7467.96925
'11/04/2000	9.395	0.01228316	9.44055274	23601381.9	23315000	286381.8554	7134.332925
'12/04/2000	9.388	-0.00074508	9.31905141	23297628.5	23315000	-17371.47419	4995.179432
'13/04/2000	9.402	0.00149127	9.33990754	23349768.9	23315000	34768.85386	4963.27834
'14/04/2000	9.476	0.00787067	9.39940183	23498504.6	23315000	183504.5735	2479.52781
'17/04/2000	9.5	0.00253271	9.34962009	23374050.2	23315000	59050.23217	0
'18/04/2000	9.432	-0.00715789	9.25924547	23148113.7	23315000	-166886.3158	-4901.198234
'19/04/2000	9.396	-0.00381679	9.29040458	23226011.5	23315000	-88988.54962	-9785.93914
'24/04/2000	9.457	0.00849212	9.38654555	23466363.9	23315000	151363.8782	-9965.804659
'25/04/2000	9.403	-0.00571006	9.27274802	23181870	23315000	-133129.9566	-14756.32911
'26/04/2000	9.404	0.00010635	9.32699181	23317479.5	23315000	2479.52781	-17371.47419
'27/04/2000	9.4565	0.00558273	9.37806455	23445161.4	23315000	130161.3675	-22113.49984
'28/04/2000	9.416	-0.00428277	9.2860589	23215147.3	23315000	-99852.74679	-22514.48498
'02/05/2000	9.341	-0.00796517	9.25171686	23129292.2	23315000	-185707.8377	-27467.60201
'03/05/2000	9.377	0.00385398	9.36194219	23404855.5	23315000	89855.47586	-28898.73895
'04/05/2000	9.4	0.00245281	9.34887491	23372187.3	23315000	57187.26672	-29370.14487
'08/05/2000	9.507	0.01136298	9.43215766	23580394.1	23315000	265394.1489	-32330.13333
'09/05/2000	9.464	-0.00452298	9.28381866	23209546.6	23315000	-105453.3502	-35257.60025
'10/05/2000	9.559	0.01003804	9.41961475	23549036.9	23315000	234036.8766	-36766.71573

continúa

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Historica
en Posición Cambiaria.**

FECHA	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'03/01/2000	9.369						
'04/01/2000	9.445	0.00811186	9.40165119	23504128	23315000	189127.9752	441002.91
'05/01/2000	9.584	0.01471678	9.4632487	23658121.8	23315000	343121.7575	343121.7575
'06/01/2000	9.553	-0.00323456	9.29563452	23239586.3	23315000	-75413.71035	309794.6039
'07/01/2000	9.52	-0.00345441	9.29378415	23234460.4	23315000	-80539.62106	291626.0513
'10/01/2000	9.4325	-0.00919118	9.24028309	23100707.7	23315000	-214292.2794	286381.8554
'11/01/2000	9.472	0.00418765	9.36505402	23412635	23315000	97635.03843	265394.1489
'12/01/2000	9.533	0.00844003	9.38605976	23465149.4	23315000	150149.3877	234036.8766
'13/01/2000	9.494	-0.00409105	9.28784685	23219617.1	23315000	-95382.88052	228228.8162
'14/01/2000	9.441	-0.00558247	9.27393786	23184844.6	23315000	-130155.3613	220467.2089
'17/01/2000	9.414	-0.00285987	9.29932888	23248322.2	23315000	-66677.78837	220072.1493
'18/01/2000	9.443	0.00308052	9.35472891	23386822.3	23315000	71822.28596	209047.9958
'19/01/2000	9.4075	-0.0037594	9.29093985	23227349.6	23315000	-87650.37594	206327.4336
'20/01/2000	9.392	-0.00164762	9.31063428	23276585.7	23315000	-38414.2971	189127.9752
'21/01/2000	9.439	0.00500426	9.37266972	23431674.3	23315000	116674.2973	188083.2897
'24/01/2000	9.467	0.00296642	9.35366479	23384162	23315000	96161.9875	187170.1701
'25/01/2000	9.543	0.00802789	9.40086807	23502170.2	23315000	187170.1701	183504.5735
'26/01/2000	9.498	-0.00492508	9.28006874	23200171.9	23315000	-114828.1463	169808.9394
'27/01/2000	9.5075	0.00121104	9.33729412	23343235.3	23315000	28235.3096	158439.6236
'28/01/2000	9.565	0.00604786	9.38240231	23456005.8	23315000	141005.7849	151363.8782
'31/01/2000	9.63	0.00679561	9.38937585	23473439.6	23315000	158439.6236	150149.3877
'01/02/2000	9.5885	-0.00430945	9.28581007	23214525.2	23315000	-100474.8183	141005.7849
'02/02/2000	9.574	-0.00151223	9.31189696	23279742.4	23315000	-35257.60025	130293.3907
'03/02/2000	9.48	-0.00981826	9.23443493	23086087.3	23315000	-228912.6802	130161.3675
'04/02/2000	9.474	-0.00063291	9.32009747	23300243.7	23315000	-14756.32911	119136.4333
'07/02/2000	9.441	-0.00348322	9.29351552	23233788.8	23315000	-81211.20963	116790.1397
'08/02/2000	9.395	-0.00487237	9.28056032	23201400.8	23315000	-113599.195	116674.2973
'09/02/2000	9.397	0.00021288	9.32798531	23319963.3	23315000	4963.27834	109168.8837
'10/02/2000	9.441	0.00468235	9.36966755	23424168.9	23315000	109168.8837	104264.661
'11/02/2000	9.42	-0.00222434	9.3052558	23263139.5	23315000	-51860.50207	100171.8582
'14/02/2000	9.4	-0.00212314	9.30619958	23265498.9	23315000	-49501.06157	99743.31551

continúa

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Historica
en posición cambiaria**

	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'15/02/2000	9.375	-0.00265957	9.30119681	23252992	23315000	-62007.97872	99594.19052
'16/02/2000	9.362	-0.00138667	9.31306795	23282669.9	23315000	-32330.13333	97635.03843
'17/02/2000	9.395	0.00352489	9.3588731	23397182.8	23315000	82182.76009	95173.35525
'18/02/2000	9.364	-0.00329963	9.29522767	23238069.2	23315000	-76930.81426	92684.38121
'21/02/2000	9.404	0.00427168	9.36583768	23414594.2	23315000	99594.19052	92626.24151
'22/02/2000	9.434	0.00319013	9.35575117	23389377.9	23315000	74377.92429	89855.47586
'23/02/2000	9.415	-0.00201399	9.30721751	23268043.8	23315000	-46956.22218	89586.93564
'24/02/2000	9.366	-0.00520446	9.2774632	23193658	23315000	-121342.0074	86530.9464
'25/02/2000	9.369	0.00032031	9.32898719	23322468	23315000	7467.96925	83694.87179
'28/02/2000	9.405	0.00384246	9.36183477	23404586.9	23315000	89586.93564	82182.76009
'29/02/2000	9.36	-0.00478469	9.28137799	23203445	23315000	-111555.0239	77433.57617
'01/03/2000	9.365	0.00053419	9.33098184	23327454.6	23315000	12454.59402	77016.51652
'02/03/2000	9.336	-0.00309664	9.29712077	23242801.9	23315000	-72198.07795	76040.505
'03/03/2000	9.3025	-0.00358826	9.29253588	23231339.7	23315000	-83660.29349	74377.92429
'06/03/2000	9.32	0.00188121	9.34354421	23358860.5	23315000	43860.52137	71822.28596
'07/03/2000	9.311	-0.00096567	9.31699421	23292485.5	23315000	-22514.48498	70903.41862
'08/03/2000	9.263	-0.00515519	9.27792267	23194806.7	23315000	-120193.3197	69161.9875
'09/03/2000	9.283	0.00215913	9.34613603	23365340.1	23315000	50340.06261	61374.64462
'10/03/2000	9.305	0.00236992	9.34810191	23370254.8	23315000	55254.76678	59050.23217
'13/03/2000	9.357	0.00558839	9.37811736	23445293.4	23315000	130293.3907	57187.26672
'14/03/2000	9.31	-0.00502298	9.27915571	23197889.3	23315000	-117110.7192	56316.42512
'15/03/2000	9.35	0.00429646	9.36606874	23415171.9	23315000	100171.8582	55254.76678
'16/03/2000	9.318	-0.00342246	9.29408214	23235205.3	23315000	-79794.65241	52545.07405
'17/03/2000	9.339	0.0022537	9.34701803	23367545.1	23315000	52545.07405	50340.06261
'20/03/2000	9.32	-0.00203448	9.30702645	23267566.1	23315000	-47433.87943	46891.0692
'22/03/2000	9.286	-0.00364807	9.29197811	23229945.3	23315000	-85054.72103	43860.52137
'23/03/2000	9.246	-0.00430756	9.2858277	23214569.2	23315000	-100430.756	37463.84574
'24/03/2000	9.161	-0.00919316	9.24026455	23100661.4	23315000	-214338.6329	34768.85386
'27/03/2000	9.195	0.00371139	9.36061238	23401530.9	23315000	86530.9464	31881.2454

continúa

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Historica
en posición cambiaria**

	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'11/05/2000	9.597	0.00397531	9.36307375	23407684.4	23315000	92684.38121	-38414.2971
'12/05/2000	9.568	-0.00302178	9.2978189	23244547.3	23315000	-70452.74565	-46956.22218
'15/05/2000	9.58	0.00125418	9.33769849	23344241.2	23315000	29241.22074	-47433.87943
'16/05/2000	9.505	-0.00782881	9.25298852	23132471.3	23315000	-182528.7056	-49501.06157
'17/05/2000	9.536	0.00326144	9.3564162	23391040.5	23315000	76040.505	-49850.33141
'18/05/2000	9.585	0.00304111	9.35436137	23385903.4	23315000	70903.41862	-51860.50207
'19/05/2000	9.603	0.00397282	9.3630505	23407626.2	23315000	92626.24151	-54013.39645
'22/05/2000	9.558	-0.00468604	9.28229803	23205745.1	23315000	-109254.9203	-54858.82353
'23/05/2000	9.507	-0.00533584	9.27623792	23190594.8	23315000	-124405.2103	-56618.4357
'24/05/2000	9.52	0.00136741	9.3387525	23346881.2	23315000	31881.2454	-59788.43894
'25/05/2000	9.4825	-0.00393908	9.28926418	23223160.5	23315000	-91839.54832	-62007.97872
'26/05/2000	9.53	0.00500923	9.37271606	23431790.1	23315000	116790.1397	-65153.69733
'29/05/2000	9.526	-0.00041973	9.32208562	23305214.1	23315000	-9785.93914	-66677.78837
'30/05/2000	9.514	-0.00125971	9.31425194	23285629.9	23315000	-29370.14487	-70452.74565
'31/05/2000	9.512	-0.00021022	9.32403952	23310098.8	23315000	-4901.198234	-72198.07785
'01/06/2000	9.497	-0.00157696	9.31129331	23278233.3	23315000	-36766.71573	-73471.63866
'02/06/2000	9.522	0.00263241	9.35054986	23376374.6	23315000	61374.64462	-74687.66684
'05/06/2000	9.545	0.00241546	9.34852657	23371316.4	23315000	56316.42512	-75413.71035
'06/06/2000	9.622	0.00806705	9.40123332	23503083.3	23315000	188083.2897	-76930.81426
'07/06/2000	9.804	0.01891499	9.50240116	23758002.9	23315000	441002.91	-76971.77849
'08/06/2000	9.807	0.000306	9.32885373	23322134.3	23315000	7134.332925	-77693.1233
'09/06/2000	9.903	0.00978893	9.41729153	23543228.8	23315000	228228.8162	-79794.65241
'12/06/2000	9.87	-0.00333232	9.29492275	23237306.9	23315000	-77693.1233	-80539.62106
'13/06/2000	9.75	-0.01215805	9.21261398	23031535	23315000	-283465.0456	-81211.20963
'14/06/2000	9.785	0.00358974	9.35947795	23398694.9	23315000	83694.87179	-83660.29349

continúa

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Historica
en posición cambiaria**

Fecha	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'15/06/2000	9.835	0.00510988	9.37385457	23434136.4	23315000	119136.4333	-83707.49736
'16/06/2000	9.928	0.00945602	9.41418688	23535467.2	23315000	220467.2089	-85054.72103
'19/06/2000	9.905	-0.00231668	9.30439464	23260986.6	23315000	-54013.39645	-87650.37594
'20/06/2000	9.839	-0.0066633	9.26385805	23159645.1	23315000	-155354.8713	-88988.54962
'21/06/2000	9.883	0.004472	9.36770586	23419264.7	23315000	104264.661	-91839.54832
'22/06/2000	9.859	-0.00242841	9.30335263	23258381.6	23315000	-56618.4357	-95382.88052
'23/06/2000	9.99	0.01328735	9.44991784	23624794.6	23315000	309794.6039	-99318.42386
'26/06/2000	10.023	0.0033033	9.35680661	23392016.5	23315000	77016.51852	-99852.74679
'27/06/2000	10.096	0.00728325	9.39392358	23484808.9	23315000	169808.9394	-100430.756
'28/06/2000	9.975	-0.01198494	9.21422841	23035571	23315000	-279428.9818	-100474.8183
'29/06/2000	9.916	-0.00591479	9.2708387	23177096.7	23315000	-137903.2581	-105453.3502
'30/06/2000	9.834	-0.00826946	9.24887898	23122197.5	23315000	-192802.5413	-105807.528
'03/07/2000	9.535	-0.03040472	9.0424456	22606114	23315000	-708886.0077	-109254.9203
'04/07/2000	9.489	-0.00482433	9.28100829	23202520.7	23315000	-112479.2868	-109688.9702
'05/07/2000	9.48	-0.00094847	9.3171546	23292886.5	23315000	-22113.49984	-111555.0239
'06/07/2000	9.565	0.00896624	9.4096192	23524048	23315000	209047.9958	-112479.2868
'07/07/2000	9.52	-0.00470465	9.28212441	23205311	23315000	-109688.9702	-113599.195
'10/07/2000	9.49	-0.00315126	9.29661134	23241528.4	23315000	-73471.63866	-114828.1463
'11/07/2000	9.4315	-0.00616438	9.26851096	23171277.4	23315000	-143722.6027	-117110.7192
'12/07/2000	9.47	0.00408207	9.36406934	23410173.4	23315000	95173.35525	-117474.807
'13/07/2000	9.436	-0.00359029	9.292517	23231292.5	23315000	-83707.49736	-120193.3197
'14/07/2000	9.447	0.00116575	9.33687177	23342179.4	23315000	27179.41925	-121342.0074

continúa

**Cálculo del Valor en Riesgo por el Método de Simulación Histórica
en posición cambiaria**

Fecha	Tipo de cambio	Variación porcentual	Tipo de cambio simulado	Valuación de la posición	Valor de la posición "hoy"	Cálculo de la pérdida/ganancia	Pérdida /ganancia ordenada
'17/07/2000	9.365	-0.00868	9.24505028	23112625.7	23315000	-202374.2987	-124405.2103
'18/07/2000	9.3225	-0.00453817	9.28367699	23209192.5	23315000	-105807.528	-130155.3613
'19/07/2000	9.405	0.00884956	9.40853097	23521327.4	23315000	206327.4336	-133129.9566
'20/07/2000	9.413	0.00085061	9.3339328	23334832	23315000	19832.00425	-137903.2581
'21/07/2000	9.343	-0.00743652	9.25664698	23141617.4	23315000	-173382.556	-143722.6027
'24/07/2000	9.348	0.00053516	9.3309909	23327477.3	23315000	12477.2557	-155354.8713
'25/07/2000	9.358	0.00106975	9.33597647	23339941.2	23315000	24941.16389	-166886.3158
'26/07/2000	9.358	0	9.326	23315000	23315000	0	-173382.556
'27/07/2000	9.354	-0.00042744	9.32201368	23305034.2	23315000	-9965.804659	-182528.7056
'28/07/2000	9.334	-0.00213812	9.30605987	23265149.7	23315000	-49850.33141	-185707.8377
'31/07/2000	9.365	0.00332119	9.35697343	23392433.6	23315000	77433.57617	-192802.5413
'01/08/2000	9.335	-0.00320342	9.29612493	23240312.3	23315000	-74687.66684	-202374.2987
'02/08/2000	9.35	0.00160686	9.34098554	23352463.8	23315000	37463.84574	-214292.2794
'03/08/2000	9.39	0.00427807	9.36589733	23414743.3	23315000	99743.31551	-214338.6329
'04/08/2000	9.359	-0.00330138	9.29521129	23238028.2	23315000	-76971.77849	-228912.6802
'07/08/2000	9.335	-0.00256438	9.30208462	23255211.6	23315000	-59788.43894	-279428.9818
'08/08/2000	9.337	0.00021425	9.32799807	23319995.2	23315000	4995.179432	-283465.0456
'09/08/2000	9.326	-0.00117811	9.31501296	23287532.4	23315000	-27467.60201	-708886.0077

El Var se encuentra en la octava mayor pérdida(153*.05 = 7.65 se aproxima a 8)

Var = -192802.5

Método de las deltas.

Con este método, se requiere calcular la media y desviación estándar del factor de riesgo que en este caso es el tipo de cambio. Con esto no queda más que calcular el monto del Valor en Riesgo a un día con 5.% de probabilidad con la fórmula explicada en el capítulo anterior. El cuadro siguiente resume los cálculos e indica el Valor en Riesgo. Deberá notarse que en este caso son muy aproximados los resultados con uno y otro método.

En este caso el método de las “deltas” resulta más sencillo que el método “histórico” y la interpretación es similar que no siempre resulta así. Los administradores del riesgo serán los encargados de la elección de los métodos según sus necesidades.

Como se observa en los cálculos siguientes, el Valor en Riesgo es de \$210 072.00 lo que significa que se espera solamente una pérdida por esa cantidad con un 95% de certeza, esto es, no podrá rebasarse tal límite de pérdida en un día.

Calculo del Valor en Riesgo por Método de Deltas en Posición Cambiaria

1

FECHA	Tipo de cambio	variación %	FECHA	Tipo de cambio	variación %
'03/01/2000	9.369		'23/02/2000	9.415	-0.002013992
'04/01/2000	9.445	0.00811186	'24/02/2000	9.366	-0.005204461
'05/01/2000	9.584	0.01471678	'25/02/2000	9.369	0.000320307
'06/01/2000	9.553	-0.00323456	'28/02/2000	9.405	0.003842459
'07/01/2000	9.52	-0.00345441	'29/02/2000	9.36	-0.004784689
'10/01/2000	9.4325	-0.00919118	'01/03/2000	9.365	0.000534188
'11/01/2000	9.472	0.00418765	'02/03/2000	9.336	-0.003096636
'12/01/2000	9.533	0.00644003	'03/03/2000	9.3025	-0.00358826
'13/01/2000	9.494	-0.00409105	'06/03/2000	9.32	0.001881215
'14/01/2000	9.441	-0.00558247	'07/03/2000	9.311	-0.000965665
'17/01/2000	9.414	-0.00285987	'08/03/2000	9.263	-0.005155193
'18/01/2000	9.443	0.00308052	'09/03/2000	9.283	0.002159128
'19/01/2000	9.4075	-0.0037594	'10/03/2000	9.305	0.002369924
'20/01/2000	9.392	-0.00164762	'13/03/2000	9.357	0.005588393
'21/01/2000	9.439	0.00500426	'14/03/2000	9.31	-0.005022977
'24/01/2000	9.467	0.00296642	'15/03/2000	9.35	0.004296455
'25/01/2000	9.543	0.00802789	'16/03/2000	9.318	-0.00342246
'26/01/2000	9.496	-0.00492508	'17/03/2000	9.339	0.002253703
'27/01/2000	9.5075	0.00121104	'20/03/2000	9.32	-0.002034479
'28/01/2000	9.565	0.00604786	'22/03/2000	9.286	-0.003648069
'31/01/2000	9.63	0.00679561	'23/03/2000	9.246	-0.00430756
'01/02/2000	9.5885	-0.00430945	'24/03/2000	9.161	-0.009193165
'02/02/2000	9.574	-0.00151223	'27/03/2000	9.195	0.003711385
'03/02/2000	9.48	-0.00981826	'28/03/2000	9.1985	0.000380642
'04/02/2000	9.474	-0.00063291	'29/03/2000	9.217	0.002011197
'07/02/2000	9.441	-0.00348322	'30/03/2000	9.304	0.00943908
'08/02/2000	9.395	-0.00487237	'31/03/2000	9.278	-0.002794497
'09/02/2000	9.397	0.00021288	'03/04/2000	9.2665	-0.001239491
'10/02/2000	9.441	0.00468235	'04/04/2000	9.274	0.000809367
'11/02/2000	9.42	-0.00222434	'05/04/2000	9.39	0.012508087
'14/02/2000	9.4	-0.00212314	'06/04/2000	9.35	-0.004259851
'15/02/2000	9.375	-0.00265957	'07/04/2000	9.328	-0.002352941
'16/02/2000	9.362	-0.00138667	'10/04/2000	9.281	-0.005038593
'17/02/2000	9.395	0.00352489	'11/04/2000	9.395	0.012283159
'18/02/2000	9.364	-0.00329963	'12/04/2000	9.388	-0.000745077
'21/02/2000	9.404	0.00427168	'13/04/2000	9.402	0.001491265
'22/02/2000	9.434	0.00319013	'14/04/2000	9.476	0.007870666

Calculo del Valor en Riesgo por método de deltas en posición cambiaria

FECHA	Tipo de cambio	variación %	FECHA	Tipo de cambio	variación %
'17/04/2000	9.5	0.00253271	'09/06/2000	9.903	0.009788926
'18/04/2000	9.432	-0.00715789	'12/06/2000	9.87	-0.003332324
'19/04/2000	9.396	-0.00381679	'13/06/2000	9.75	-0.012158055
'24/04/2000	9.457	0.00649212	'14/06/2000	9.785	0.003589744
'25/04/2000	9.403	-0.00571006	'15/06/2000	9.835	0.005109862
'26/04/2000	9.404	0.00010635	'16/06/2000	9.928	0.009456024
'27/04/2000	9.4565	0.00558273	'19/06/2000	9.905	-0.002316668
'28/04/2000	9.416	-0.00428277	'20/06/2000	9.839	-0.006663301
'02/05/2000	9.341	-0.00796517	'21/06/2000	9.883	0.004471999
'03/05/2000	9.377	0.00385398	'22/06/2000	9.859	-0.002428412
'04/05/2000	9.4	0.00245281	'23/06/2000	9.99	0.013287352
'08/05/2000	9.507	0.01138298	'26/06/2000	10.023	0.003303303
'09/05/2000	9.464	-0.00452298	'27/06/2000	10.096	0.007283249
'10/05/2000	9.559	0.01003804	'28/06/2000	9.975	-0.011984945
'11/05/2000	9.587	0.00397531	'29/06/2000	9.916	-0.005914787
'12/05/2000	9.568	-0.00302178	'30/06/2000	9.834	-0.008269463
'15/05/2000	9.58	0.00125418	'03/07/2000	9.535	-0.030404718
'16/05/2000	9.505	-0.00782881	'04/07/2000	9.489	-0.004824331
'17/05/2000	9.536	0.00326144	'05/07/2000	9.48	-0.000948467
'18/05/2000	9.565	0.00304111	'06/07/2000	9.565	0.008966245
'19/05/2000	9.603	0.00397282	'07/07/2000	9.52	-0.004704652
'22/05/2000	9.558	-0.00468604	'10/07/2000	9.49	-0.003151261
'23/05/2000	9.507	-0.00533584	'11/07/2000	9.4315	-0.006164384
'24/05/2000	9.52	0.00136741	'12/07/2000	9.47	0.004082065
'25/05/2000	9.4825	-0.00393908	'13/07/2000	9.436	-0.003590285
'26/05/2000	9.53	0.00500923	'14/07/2000	9.447	0.001165748
'29/05/2000	9.526	-0.00041973	'17/07/2000	9.365	-0.008680004
'30/05/2000	9.514	-0.00125971	'18/07/2000	9.3225	-0.004538174
'31/05/2000	9.512	-0.00021022	'19/07/2000	9.405	0.008849558
'01/06/2000	9.497	-0.00157696	'20/07/2000	9.413	0.000850611
'02/06/2000	9.522	0.00263241	'21/07/2000	9.343	-0.007436524
'05/06/2000	9.545	0.00241548	'24/07/2000	9.348	0.00053516
'06/06/2000	9.622	0.00806705	'25/07/2000	9.358	0.001069748
'07/06/2000	9.804	0.01891499	'26/07/2000	9.358	0
'08/06/2000	9.807	0.000306	'27/07/2000	9.354	-0.000427442

Calculo del Valor en Riesgo por método de deltas en posición cambiaria

FECHA	Tipo de cambio	variación %
'28/07/2000	9.334	-0.00213812
'31/07/2000	9.365	0.00332119
'01/08/2000	9.335	-0.00320342
'02/08/2000	9.35	0.00160688
'03/08/2000	9.39	0.00427807
'04/08/2000	9.359	-0.00330138
'07/08/2000	9.335	-0.00256438
'08/08/2000	9.337	0.00021425
'09/08/2000	9.328	-0.00117811

Promedio = 0.00059619

Desviación Estándar = 0.00553674

Valor en Riesgo = -199096.664

5.2.-Aplicación del Valor en Riesgo en Títulos de Renta Fija o de Deuda.

Las instituciones financieras mexicanas ofrecen diversos instrumentos de renta fija. En el caso del Sector Público son representativos los Cetes, Bondes y Udibonos denominados en pesos y para el caso del Sector Privado las Aceptaciones Bancarias, el Papel Comercial, Pagares de corto o mediano plazo y las Deudas Corporativas.

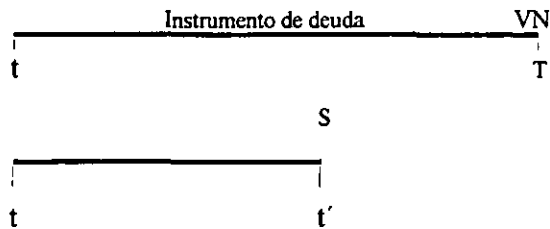
Los Cetes son Certificados de la Tesorería que se emiten mediante subasta por el Banco de México ante aquellas instituciones financieras que legalmente tienen derecho a comprar directamente a comprar tales instrumentos como lo son las Casas de Bolsa, Bancos y Compañías de Seguros. Existen Cetes a diferentes plazos, pero el instrumento líder es el de 28 días con valor nominal de diez pesos. Los Bondes son Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal que se diferencian de los Cetes en los plazos dado que estos últimos se emiten a 28, 91, y 180 días, aunque han existido Cetes de 364 días en algunas épocas, mientras que los Bondes, tienen un plazo mínimo precisamente de 364 días y llegan hasta 728 días, además de que los Bondes pagan rendimientos por intereses cada 28 días que se calcula considerando la mayor tasa de Cetes a 28 días y la de Pagares Bancarios a un mes. Por su parte los Udibonos son también Bonos del Gobierno Federal solo que denominados en Unidades de Inversión (Udis) que tienen la particularidad de que su valor varía conforme a como lo hace la tasa de inflación medida por el Índice Nacional de Precios al Consumidor. Los Udibonos al igual que los instrumentos anteriores se emiten mediante subasta pero con la particularidad de que se hace cada dos semanas y proporciona rendimientos predeterminados por arriba de la tasa de inflación pagables de manera semianual a plazos de tres y cinco años.

Las Aceptaciones Bancarias son préstamos que hace un Banco a una Empresa mediante letra de cambio aceptada por el Banco y que posteriormente dicha letra se comercia en el Mercado de Dinero. Las Aceptaciones Bancarias tienen plazos similares al de los Cetes y sus rendimientos surgen del acuerdo que establecen el Banco y la Institución Financiera que se encargará de la colocación de este instrumento basados en las referencias que se tienen sobre las expectativas de los rendimientos de las emisiones de Cetes que correspondan a sus plazos. El valor nominal de las Aceptaciones Bancarias es de cien pesos. En el caso de Deudas u Obligaciones Corporativas las emiten empresas que cotizan en Bolsa como instrumentos de deuda a largo plazo y pagan rendimientos por interés trimestrales o semestrales con una tasa de interés real ya que en la actualidad la denominación de estos instrumentos se hace en Udis similar al Udibono.

Es notable la gran estabilidad que tienen los instrumentos de renta fija en su fase primaria de emisión, a tal grado que los Cetes se les considera como los activos de mayor seguridad en el mercado. Sin embargo, lo interesante de este tipo de valores está en la capacidad que tienen para diseñar otro tipo de instrumentos como es el caso de los reportos. Un reporto es un acuerdo de recompra entre dos agentes. Mediante este mecanismo se venden los títulos en el presente bajo un acuerdo de obligatoriedad de volverlos a comprar en el futuro. Y también se pierden encontrar operaciones de contrarepoto en donde otro agente compra los títulos bajo el compromiso de venta en el futuro al vendedor original.

Una venta de un reporto, la realiza en su origen alguno de los agentes con acceso a los títulos en emisión primaria, por ejemplo en institución bancaria en

caso de Cetes. Entonces al tener un activo que vence en el tiempo T a partir de ahora (tiempo t) lo puede ceder a otro inversionista en garantía de un préstamo que desee con vencimiento t' dentro del periodo $t - T$. De esta manera el valor de mercado por la venta de un reporto para este agente que *presta* el papel consta de una parte activa y de una parte pasiva. Esquemáticamente se representa de la siguiente manera:



El primer segmento representa la compra del instrumento de deuda (por ejemplo Cete) en el tiempo “ t ” y tiene vencimiento en “ T ” cuando se recibe el Valor Nominal “VN” (diez pesos unitarios para Cetes).

El segundo segmento indica que al comprar los Cetes, inmediatamente se hace el “reporto” pidiendo prestado en “ t ”, dando los títulos en garantía, más una tasa premio al tiempo “ t' ”.

De ahí se desprende que el primer segmento es el “ingreso” o “parte activa” del agente y el segundo segmento es la “parte pasiva” o “deuda” que tiene el agente.

La fórmula matemática de cálculo es la misma que se utiliza para valorar Cetes, es decir: $P = f(r)$ solamente que ahora habrá dos tasas distintas según en el segmento en donde se encuentre el agente, así se tiene que para la “parte activa” la fórmula anterior de manera desarrollada es la siguiente:

$$Activa P_t = \frac{VN}{1 + r_{rr} * \frac{T-t}{360}} = \frac{10}{(1 + r_{r-r} * \frac{T-t}{360})}$$

En el caso del segundo segmento, se tiene que pagar una tasa premio en el periodo "t'" y simplemente se aplica el valor presente del valor que tiene el título o salida de recursos que representa para el agente, esto es:

$$activa P_{t'} = salida P_t (1 + t_p * t'-t/360)$$

El Valor del Mercado total del reporto será la suma algebraica del valor de la parte activa y el de la parte pasiva:

$$Valor del reporto = \left[\begin{matrix} Valor de Mercado \\ de la parte activa \end{matrix} - \begin{matrix} Valor de Mercado \\ de la parte pasiva \end{matrix} \right] * Número de títulos$$

$$Valor del reporto = \left[\frac{VN}{(1 + r_{rr} * \frac{T-t}{360})} \right] - \left[\frac{salida P_t (1 + t_p * \frac{t'-t}{360})}{(1 + r_{r-t'} * \frac{t'-t}{360})} \right] * Número de títulos$$

Con esta formula se aplica a cualquier compra de Cetes y la Venta de Reporto correspondiente, tan solo habrá que conocer:

- El número de títulos que se venden en el reporto.
- El plazo de los títulos. (T-t)
- El plazo del reporto. (t' - t)
- La tasa premio pactada. (tp)
- La tasa de mercado del plazo corto. (r_{t,t'})
- La tasa de mercado del plazo largo. (r_{t,T})

Deberá tenerse presente que la parte pasiva es una salida de recursos del agente y la parte activa una entrada, lo cual le proporciona el carácter de riesgo la posición, es decir el efecto de subida o bajada del factor de riesgo relevante.

Los cálculos siguientes se aplican a Cetes en el entendido que para cualquiera de los instrumentos de deuda referidos el procedimiento será similar y lo único que habrá de considerarse es el tipo de denominación que se hace y la transformación que corresponda.

En primer término se elaboran los cálculos para los títulos de deuda individuales, posteriormente se ejemplifica con el método de las deltas el portafolios de títulos de deuda y posteriormente el reporto. Para ello se plantea el siguiente problema práctico:

Un agente financiero adquiere una posición larga en un millón de Cetes de 28 días, al mismo tiempo que adopta otra posición larga en 500 mil títulos también en cetes pero de 91 días. Pide al área de Administración de Riesgo que calcule el Valor en Riesgo primero para cada título y después como portafolios. Los responsables de los cálculos obtienen la información de rendimiento de los cetes en las instituciones que corresponde y para fines de cálculo se incluyen por ahora 67 datos aún cuando es recomendable tener mas de cien datos.

En el primer caso, el Valor en Riesgo en títulos de 28 días es de \$11 575.00 y en los títulos de 91 días es de \$13 567.00. La explicación de estas cifras es similar a las hechas en ejercicios anteriores.

Por otra parte se considera una compra de un millón de Cetes a 91 días que se vende en reporto *hoy*, por lo que la tasa de mercado es de 15.79 %, a un plazo de 28 días pactando una tasa "*premio*" de 15 % y se calcula el Valor en Riesgo del portafolios por el método de las Deltas. Los cálculos y resultados

indican un Valor en Riesgo de \$40 175.85, lo que significa que se espera una pérdida por esa cantidad.

Cabe observar que para este caso se aplica el “*mapeo*” o descomposición del portafolios en dos partes: La parte activa o beneficiosa del Reporto y la parte pasiva o deudora finalizando con el residual de ese proceso.

Calculo del Valor en Riesgo para Titulos de Deuda individuales
Método de Simulación Historica.

CETE 28	CETE 91	Variacion de tasas		Tasa simulada		Precio simulado	
		CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91
16.41	17.71						
15.62	16.98	-0.04814138	-0.04121965	14.7157343	15.1391417	9.88683948	9.63142106
15.98	17.33	0.02304738	0.02061249	15.8163124	16.1154711	9.87847913	9.60858165
16.76	17.71	0.04881101	0.02192729	16.2146183	16.136232	9.87545696	9.60809716
17	17.19	0.01431981	-0.02936194	15.6813842	15.3263749	9.87950333	9.62703268
15.69	16.44	-0.07705882	-0.04363002	14.2686706	15.101082	9.89023956	9.6323136
15.24	16.02	-0.02868069	-0.02554745	15.0165966	15.3866058	9.88455263	9.62562183
15.29	16.09	0.00328084	0.00436954	15.5107218	15.858995	9.88079908	9.61457093
14.96	15.52	-0.02158273	-0.03542573	15.1263309	15.2306277	9.8837188	9.62927631
13.95	14.29	-0.06751337	-0.07925258	14.4162433	14.5386018	9.88911695	9.64552359
13.31	14.14	-0.04587814	-0.01049685	14.750724	15.6242547	9.88657346	9.62005919
13.21	14.31	-0.00751315	0.01202263	15.3438467	15.9798373	9.8820664	9.61174807
12.88	14.02	-0.02498107	-0.02026555	15.0737926	15.470007	9.884118	9.62366893
12.92	14.13	0.00310559	0.00784593	15.5080124	15.9138873	9.88081965	9.61328845
12.76	13.97	-0.0123839	-0.01132343	15.2685449	15.6112031	9.88263838	9.62036452
13.26	15	0.03918495	0.07372942	16.0657994	16.9541875	9.87658592	9.58904776
12.77	14.38	-0.03695324	-0.04133333	14.8887029	15.1373467	9.88552461	9.63146315
12.84	14.37	0.0054816	-0.00069541	15.5447455	15.7790195	9.88054073	9.61644007
14.54	16.06	0.13239875	0.11760612	17.5068847	17.6470007	9.86566452	9.57297178
13.98	15.9	-0.03851444	-0.00996264	14.8645667	15.6326899	9.88570807	9.61986186
15.36	16	0.09871245	0.00628931	16.9860944	15.8893082	9.86960859	9.61386267
15.45	15.79	0.00585938	-0.013125	15.5505859	15.5827563	9.88049638	9.62103008
14.7	15.77	-0.04854369	-0.00126662	14.7095146	15.77	9.88688676	9.61665091
15.34	16.48	0.04353741	0.04502219	16.1330884	16.5009004	9.87607542	9.59959504
15.76	16.96	0.0273794	0.02912621	15.8832855	16.2499029	9.87797084	9.60544535
17.01	18.07	0.07931472	0.06544811	16.8862056	16.8234257	9.87188115	9.592088
14.3	14.72	-0.15931805	-0.18539015	12.996943	12.8626895	9.8999243	9.68509851
13.35	14.3	-0.06643357	-0.02853261	14.4329371	15.3394701	9.88898998	9.6267259
13.71	14.8	0.02696629	0.03496503	15.8768989	16.3420979	9.87801931	9.60329562
13.55	14.67	-0.01167031	-0.00878378	15.279577	15.6513041	9.88255458	9.61942645
14.81	15.65	0.09298893	0.0868803	16.8976089	16.8448194	9.87027902	9.59159046
15.22	15.83	0.027684	0.0115016	15.8879946	15.9716102	9.8779351	9.6119402
15.65	15.69	0.0282523	-0.00884397	15.8967806	15.6503538	9.87786843	9.61944868
15.46	15.79	-0.01214058	0.00637349	15.2723067	15.8906373	9.88260981	9.61383161

Valuación de posición		Valor de Postura Inicial		Utilidad o Pérdida		U/P Ordenadas	
CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91
9886839.48	4815710.53	9881184.25	4808091.7	5655.22659	7618.83261	18740.0553	34457.5552
9878479.13	4804290.82	9881184.25	4808091.7	-2705.11402	-3800.87342	9055.3075	14670.0963
9875456.96	4804048.58	9881184.25	4808091.7	-5727.28831	-4043.11583	7932.70512	8065.10012
9879503.33	4813516.34	9881184.25	4808091.7	-1680.91734	5424.64087	7805.72995	7639.87866
9890239.56	4816156.8	9881184.25	4808091.7	9055.3075	8065.10012	5702.51396	7618.83261
9884552.63	4812810.92	9881184.25	4808091.7	3368.37632	4719.21796	5655.22659	6546.45555
9880799.08	4807285.47	9881184.25	4808091.7	-385.16882	-806.230455	5389.21589	5424.64087
9883718.8	4814638.15	9881184.25	4808091.7	2534.54994	6546.45555	4523.82107	5271.25287
9889116.95	4822761.79	9881184.25	4808091.7	7932.70512	14670.0963	4340.36543	4719.21796
9886573.46	4810029.59	9881184.25	4808091.7	5389.21589	1937.89632	3368.37632	3742.76709
9882066.4	4805874.03	9881184.25	4808091.7	882.152623	-2217.66353	2933.74972	2423.34166
9884118	4811834.46	9881184.25	4808091.7	2933.74972	3742.76709	2534.54994	2090.56229
9880819.65	4806644.22	9881184.25	4808091.7	-364.595344	-1447.47279	1454.13387	1937.89632
9882638.38	4810182.26	9881184.25	4808091.7	1454.13387	2090.56229	1425.55811	1839.23423
9878585.92	4794523.88	9881184.25	4808091.7	-4598.33062	-13567.8197	1370.3319	1632.64238
9885524.61	4815731.58	9881184.25	4808091.7	4340.36543	7639.87866	882.152623	1621.52847
9880540.73	4808220.03	9881184.25	4808091.7	-643.519739	128.336209	-364.595344	233.75746
9885664.52	4786485.89	9881184.25	4808091.7	-15519.7335	-21605.8063	-385.16882	128.336209
9885708.07	4809930.93	9881184.25	4808091.7	4523.82107	1839.23423	-643.519739	-806.230455
9869608.59	4806931.33	9881184.25	4808091.7	-11575.6627	-1160.36482	-687.866366	-1160.36482
9880496.38	4810515.04	9881184.25	4808091.7	-687.866366	2423.34166	-1680.91734	-1175.89172
9886886.76	4808325.46	9881184.25	4808091.7	5702.51396	233.75746	-2705.11402	-1447.47279
9876075.42	4799797.52	9881184.25	4808091.7	-5108.82533	-8294.17762	-3164.93739	-2121.59746
9877970.84	4802722.67	9881184.25	4808091.7	-3213.40665	-5369.02342	-3213.40665	-2217.66353
9871881.15	4796044	9881184.25	4808091.7	-9303.10099	-12047.6973	-3249.14419	-3800.87342
9899924.3	4842549.25	9881184.25	4808091.7	18740.0553	34457.5552	-3315.82085	-4043.11583
9888989.98	4813362.95	9881184.25	4808091.7	7805.72995	5271.25287	-4598.33062	-5369.02342
9878019.31	4801647.81	9881184.25	4808091.7	-3164.93739	-6443.88866	-5108.82533	-6443.88866
9882554.58	4809713.23	9881184.25	4808091.7	1370.3319	1621.52847	-5727.28831	-8294.17762
9870279.02	4795795.23	9881184.25	4808091.7	-10905.2267	-12296.4671	-9303.10099	-12047.6973
9877935.1	4805970.1	9881184.25	4808091.7	-3249.14419	-2121.59746	-10905.2267	-12296.4671
9877868.43	4809724.34	9881184.25	4808091.7	-3315.82085	1632.64238	-11575.6627	-13567.8197
9882609.81	4806915.81	9881184.25	4808091.7	1425.55811	-1175.89172	-15519.7335	-21605.8063

Var = -11575 Var= -13567.

**Calculo del Valor en Riesgo para Títulos de Deuda individuales
Método de las Deltas.**

CETE 28	CETE 91	Variacion de tasas	
		CETE 28	CETE 91
16.41	17.71		
15.62	16.98	-0.04814138	-0.04121965
15.98	17.33	0.02304738	0.02061249
16.76	17.71	0.04881101	0.02192729
17	17.19	0.01431981	-0.02936194
15.69	16.44	-0.07705882	-0.04363002
15.24	16.02	-0.02868069	-0.02554745
15.29	16.09	0.00328084	0.00436954
14.96	15.52	-0.02158273	-0.03542573
13.95	14.29	-0.06751337	-0.07925258
13.31	14.14	-0.04587814	-0.01049685
13.21	14.31	-0.00751315	0.01202263
12.88	14.02	-0.02498107	-0.02026555
12.92	14.13	0.00310559	0.00784593
12.76	13.97	-0.0123839	-0.01132343
13.26	15	0.03918495	0.07372942
12.77	14.38	-0.03695324	-0.04133333
12.84	14.37	0.0054816	-0.00069541
14.54	16.06	0.13239875	0.11760612
13.98	15.9	-0.03851444	-0.00996264
15.36	16	0.09871245	0.00628931
15.45	15.79	0.00585938	-0.013125
14.7	15.77	-0.04854369	-0.00126662
15.34	16.48	0.04353741	0.04502219
15.76	16.96	0.0273794	0.02912621
17.01	18.07	0.07931472	0.06544811
14.3	14.72	-0.15931805	-0.18539015
13.35	14.3	-0.08643357	-0.02853261
13.71	14.8	0.02696629	0.03496503
13.55	14.67	-0.01167031	-0.00878378
14.81	15.65	0.09298893	0.066803
15.22	15.83	0.027884	0.0115016
15.65	15.69	0.0282523	-0.00884397
15.46	15.79	-0.01214058	0.00637349
	Promedio =	-0.00021159	-0.00214589
	Desv. Estándar =	0.05706663	0.05121222
	Duration =	0.07685366	0.24307575
	Precio =	9.88118425	9.6161834
	Var de 28 =	-11029.9151	
	Var de 91 =	-15197.866	

Cálculo del valor en Riesgo e Intervalo de Deuda en portafolios
Método de las Deltas.

		Variación de tasas	
CETE 28	CETE 91	CETE 28	CETE 91
16.41	17.71		
15.62	16.98	-0.04814138	-0.04121965
15.98	17.33	0.02304738	0.02061249
16.76	17.71	0.04881101	0.02192729
17	17.19	0.01431981	-0.02936194
15.69	16.44	-0.07705882	-0.04383002
15.24	16.02	-0.02868069	-0.02554745
15.29	16.09	0.00328084	0.00436954
14.96	15.52	-0.02158273	-0.03542573
13.95	14.29	-0.06751337	-0.07925258
13.31	14.14	-0.04587814	-0.01049685
13.21	14.31	-0.00751315	0.01202263
12.88	14.02	-0.02498107	-0.02026555
12.92	14.13	0.00310559	0.00784593
12.76	13.97	-0.0123839	-0.01132343
13.26	15	0.03918495	0.07372942
12.77	14.38	-0.03695324	-0.04133333
12.84	14.37	0.0054816	-0.00069541
14.54	16.06	0.13239875	0.11760612
13.98	15.9	-0.03851444	-0.00996264
15.36	16	0.09871245	0.00628931
15.45	15.79	0.00585938	-0.013125
14.7	15.77	-0.04854389	-0.00126662
15.34	16.48	0.04353741	0.04502219
15.76	16.96	0.0273794	0.02912621
17.01	18.07	0.07931472	0.06544811
14.3	14.72	-0.15931805	-0.18539015
13.35	14.3	-0.06643357	-0.02853261
13.71	14.8	0.02696629	0.03496503
13.55	14.67	-0.01167031	-0.00878378
14.81	15.65	0.09298893	0.066803
15.22	15.83	0.027684	0.0115016
15.65	15.69	0.0282523	-0.00884397
15.46	15.79	-0.01214058	0.00637349

Promedio = -0.000211586 -0.002145889
 Desv. Estándar = 0.057066827 0.051212216
 Duration = 0.076853655 0.243075747
 Precio = 9.881184249 9.616183396

Media de portafolios = 420.848773

Volatilidad del portafolios

Para calcular la volatilidad del portafolios se requiere la matriz siguiente:

$$A = \begin{bmatrix} -9022.92906 & -9711.27677 \\ -9711.27677 & -9022.92906 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & e \\ e & 1 \end{bmatrix}$$

$$A \cdot B = \begin{bmatrix} -9022.92906 & -9711.27677 \\ -9711.27677 & -9022.92906 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0.876623105 \\ 0.876623105 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9022.92906 & -9711.27677 \\ -9711.27677 & -9022.92906 \end{bmatrix}$$

multiplicación de 1° y 2° matriz = $\begin{bmatrix} -17536.05866 & -17620.98486 \\ -17620.98486 & -17536.05866 \end{bmatrix}$

Multiplicación de las dos últimas matrices = 329348874.2

Volatilidad = a la raíz cuadrada de lo anterior = 18147.9716

Var = Media - 1.65 (volatilidad) =
 Var = -29523.3044

Capítulo Cinco: Aplicaciones del Valor en riesgo

Por otra parte se considera una compra de 1000000 Cetes a 91 días que se vende en Reporto *hoy*, por lo que la tasa de mercado es de 15.79%, a un plazo de 28 días pactando una tasa “premio” de 15% y se calcula el Valor en Riesgo del portafolios por el Método de las Deltas. Los cálculos y resultados indican un Valor en Riesgo de \$40 175.85, lo cual significa que se esperará sólo una pérdida por esa cantidad.

Cabe observar que para este caso se aplica el “mapeo” o descomposición del portafolios en dos partes: La parte activa o beneficiosa del Reporto y la parte pasiva o deudora para finalizar con el residual de este proceso.

**Cálculo del Valor en Riesgo para Título de Deuda en Reporto
Método de las Deltas.**

CETE 91	CETE 28	Variación de tasas	
		CETE 91	CETE 28
17.71	16.41		
16.98	15.62	-0.04121965	-0.04814138
17.33	15.98	0.02061249	0.02304738
17.71	16.76	0.02192729	0.04881101
17.19	17	-0.02936194	0.01431981
16.44	15.69	-0.04363002	-0.07705882
16.02	15.24	-0.02554745	-0.02868069
16.09	15.29	0.00436954	0.00328084
15.52	14.96	-0.03542573	-0.02158273
14.29	13.95	-0.07925258	-0.06751337
14.14	13.31	-0.01049685	-0.04587814
14.31	13.21	0.01202263	-0.00751315
14.02	12.88	-0.02026555	-0.02498107
14.13	12.92	0.00784593	0.00310559
13.97	12.76	-0.01132343	-0.0123839
15	13.26	0.07372942	0.03918495
14.38	12.77	-0.04133333	-0.03695324
14.37	12.84	-0.00069541	0.0054816
16.06	14.54	0.11760612	0.13239875
15.9	13.98	-0.00996264	-0.03851444
16	15.36	0.00628931	0.09871245
15.79	15.45	-0.013125	0.00585938
15.77	14.7	-0.00126662	-0.04854369
16.48	15.34	0.04502219	0.04353741
16.96	15.76	0.02912621	0.0273794
18.07	17.01	0.06544811	0.07931472
14.72	14.3	-0.18539015	-0.15931805
14.3	13.35	-0.02853261	-0.06643357
14.8	13.71	0.03496503	0.02896629
14.67	13.55	-0.00878378	-0.01167031
15.65	14.81	0.066803	0.09298893
15.83	15.22	0.0115016	0.027684
15.69	15.65	-0.00884397	0.0282523
15.79	15.46	0.00637349	-0.01214058

Cálculo de Media, Desviación y Duration:

Promedio =	-0.002145889	-0.000211586
Desv. Estándar =	0.051212216	0.057066627
Duration =	0.243075747	0.076853655
Precio =	9.616183396	9.881184249

Descomposición o mapeo del portafolios en parte activa y parte pasiva:

i.- Valor de Mercado de la parte Activa:

$$Vmpa = \text{Precio del Cete} / (1 + R_{IT} * T / 360) * \text{Núm de Títulos}$$

$$Vmpa = 10 / (1 + 0.1579 * 91 / 360) * 1000000$$

$$Vmpa = 9616183.396$$

ii.- Valor de Mercado de la Parte Pasiva:

$$Vmpp = \text{Precio de salida} / (1 + R_{IT} * t / 360)$$

$$Ps = \text{Precio a tasa premio} = \text{Precio a tasa de mercado} * (1 + tp * (t' / 360))$$

o Precio de salida

$$Ps = [\text{Precio del Cete} / (1 + R_{IT} * T / 360)] * [(1 + tp * (t' / 360))$$

$$Ps = [10 / (1 + 0.1579 * 91 / 360)] * [1 + .15 * 28 / 360]$$

$$9.7283722$$

$$Vmpp = 9.7283722 / (1 + .1546 * 28 / 360) * 1000000$$

$$Vmpp = 9612783.82$$

iii.- Cálculo de la media del portafolios:

$$\text{Media portaf.} = \text{Med91} * R_{91} * \text{-Dur} * Vmpa + \text{Med28} * R_{28} * \text{-Dur} * Vmpp$$

$$767.849321$$

iv.-Cálculo de la volatilidad del portafolios

Volatilidad= Raiz([A B] * [matriz de correlación] * $\begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}$)

A= Desva*RA* -Dura* Vma = -18901.6652

B= Desvb*Rb* -Durb* Vmb = -6517.86558

Matriz correl.= $\begin{bmatrix} 1 & 0.87662311 \\ 0.87662311 & 1 \end{bmatrix}$

Volatilidad= Raiz $\begin{bmatrix} A & B \\ 1 & 0.87662311 \\ 0.87662311 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} A \\ B \end{matrix}$

Raiz $\begin{bmatrix} -18901.6652 & -6517.86558 \\ 1 & 0.87662311 \\ 0.87662311 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} -18901.6652 \\ -6517.86558 \end{matrix}$

$\begin{matrix} -24615.3768 & -23087.502 \\ 615752847 \end{matrix}$

Volatilidad= 24814.3677

v.- Cálculo del Valor en Riesgo:

Valor en Riesgo = Media - 1.65(Volatilidad)

Valor en Riesgo = -40175.8575

5.3.- Valor en Riesgo en Contratos Adelantados y Futuros.

Este tipo de contratos representan un compromiso que se establece entre dos partes para comprar o vender un bien subyacente en un tiempo futuro a un precio que se establece en el momento de la contratación. La parte comprometida a comprar el bien subyacente en el tiempo futuro se dice que asume una posición larga. La parte que se compromete a vender el bien subyacente en el tiempo futuro toma la posición corta. A los contratos Adelantados se les conoce como Contratos Forwards y básicamente se diferencian de los Contratos a Futuros en que estos últimos se comercian con montos y plazos estandarizados dentro de mercados organizados que de hecho contribuyen a reducir riesgos de incumplimiento, mientras que los Contratos Forwards se aplican dependiendo a las necesidades de los contratantes y el mercado en que se manejan no cuentan con la organización tan detallada como los mercados de Futuros.

Los siguientes cálculos del Valor en Riesgo se refieren a Contratos Forwards bajo la consideración de que el procedimiento para Contratos de Futuros es similar.

Como se hizo ver en el capítulo anterior, al ilustrarse la metodología con el contrato forward en dólares, para el cálculo se llega a una fórmula de dos "brazos", Un valor de mercado de la *parte activa* del agente y un valor de mercado de la *parte pasiva* según la posición que tome el agente.

Se supone una posición larga en un millón de dólares con un forward pactado F_p de \$9.70 a un plazo de 30 días y la estructura de tasas en pesos y dólares se obtienen de información especializada en el Banco de México para las tasas en

pesos y en la Reserva Federal para las tasas en Dólares. Se obtiene también la estructura del tipo de cambio para el periodo determinado.

Los cálculos se realizan para cada posición individual y para el portafolios correspondiente y se obtiene un Valor en Riesgo para la posición en pesos de \$10 700.00 y para la posición en dólares de \$

**Calculo del Valor en Riesgo para un contrato Forward en dólares .
Método de las Deltas**

Tasa en pesos Rp	Tasa en dolares Rd	Tipo de cambio S	Variación de Rp	Variación de Rd	Variación de S
18.41	5.66	9.99			
15.62	5.64	10.023	-0.04814138	-0.00353357	0.0033033
15.98	5.63	10.096	0.02304738	-0.00177305	0.00728325
16.76	5.65	9.975	0.04881101	0.00355524	-0.01198494
17	5.67	9.916	0.01431981	0.00353982	-0.00591479
15.69	5.66	9.834	-0.07705882	-0.00176367	-0.00826946
15.24	5.67	9.535	-0.02868069	0.00176678	-0.03040472
15.29	5.65	9.489	0.00328084	-0.00352734	-0.00482433
14.96	5.68	9.48	-0.02158273	0.00530973	-0.00094847
13.95	5.71	9.565	-0.06751337	0.00528169	0.00896624
13.31	5.75	9.52	-0.04587814	0.00700525	-0.00470465
13.21	5.82	9.49	-0.00751315	0.01217391	-0.00315126
12.88	5.85	9.4315	-0.02498107	0.00515464	-0.00616438
12.92	5.87	9.47	0.00310559	0.0034188	0.00408207
12.76	5.9	9.436	-0.0123839	0.00511073	-0.00359029
13.26	5.93	9.447	0.03918495	0.00508475	0.00116575
12.77	5.99	9.365	-0.03695324	0.01011804	-0.00868
12.84	6	9.3225	0.0054816	0.00166945	-0.00453817
14.54	5.99	9.405	0.13239875	-0.00166667	0.00884956
13.98	5.98	9.413	-0.03851444	-0.00166945	0.00085061
15.36	5.98	9.343	0.09871245	0	-0.00743652
15.45	6	9.348	0.00585938	0.00334448	0.00053516
14.7	5.95	9.358	-0.04854369	-0.00833333	0.00106975
15.34	5.98	9.358	0.04353741	0.00504202	0
15.76	6.02	9.354	0.0273794	0.00668896	-0.00042744
17.01	6	9.334	0.07931472	-0.00332226	-0.00213812
14.3	6.04	9.365	-0.15931805	0.00666667	0.00332119
13.35	6.03	9.335	-0.06643357	-0.00165563	-0.00320342
13.71	6.07	9.35	0.02696629	0.0066335	0.00160686
13.55	6.07	9.39	-0.01167031	0	0.00427807
14.81	6.05	9.359	0.09298893	-0.00329489	-0.00330138
15.22	6.06	9.335	0.027684	0.00165289	-0.00256438
15.65	6.08	9.337	0.0282523	0.00330033	0.00021425
15.46	6.07	9.326	-0.01214058	-0.00164474	-0.00117811

Cálculos de : Media, desviación y duration

	Rp	Rd	S
Media	-0.00021159	0.00213122	-0.00205754
Desviación	0.05706663	0.00448643	0.00706841
Duration	0.07685366	0.08291393	

Cálculos de : Forward de mercado (Fm)

$$Fm = (1+Rp)*S/(1+Rd) = \quad Fm = 9.39063899$$

Cálculos de : Valor de Mercado del Forward (Vmfwd)

$$Vmfwd = Vmpa + Vmpp$$

Valor de mercado de la parte activa (Vmpa)

$$Vmpa = Md*S/(1+Rd) = \quad 9279063.4$$

Valor de mercado de la parte pasiva (Vmpp)

$$Vmpp = Md*Fp/(1+Rp) = \quad 9584748.72$$

Valor de mercado del Forward será:

$$Vmfwd = 18863812.1$$

Cálculo de : Valor en Riesgo para posiciones individuales:

$$\text{Var en pesos} = -10699.0177$$

$$\text{Var en dólares} = -445.233294$$

Cálculo de : Valor en Riesgo para el portafolios:

$$\text{Media del portafolios} = -123.624538$$

Volatilidad del portafolios:

$$A = -6498.85662$$

Volatilidad del portafolios:

A = -6498.85662

B = -209.51789

C = -65588.2539

-0.15902455 0.04026679 -0.09047422

Matriz de correlación:

	Rp	Rd	S
Rp	1	-0.15902455	0.04026679
Rd	-0.15902455	1	-0.09047422
S	0.04026679	-0.09047422	1

Volatilidad = Raíz

A B C

Matriz de
correlación

A
B
C

-6498.85662 -209.51789 -65588.2539

-9106.56631 6758.0061 -65830.986

4375505772 4375505772 4375505772

Volatilidad = 66147.6059

Valor en Riesgo del portafolios = -109267.174

5.3.- Valor en Riesgo en ADR's

Los American Depositary Receipts (ADR's), son títulos negociables que permiten cotizar acciones de empresas mexicanas en los mercados internacionales. Son recibos cotizables en el extranjero que representan una acción que cotizaba en el mercado mexicano y que se deposita con un custodio. De aquí que toda acción mexicana que pueda ser adquirida por extranjeros se convierte fácilmente en ADR. Empresas mexicanas reconocidas en el ambiente internacional como Telmex, Vitro, Cemex, o Televisa emiten ADR's y se encuentran generalmente inscritas en el American Stock Exchange de los Estados Unidos de Norteamérica.

El proceso de adquisición de ADR's en términos generales consiste en lo siguiente: Un inversionista extranjero (para fines de explicación, americano), al querer comprar acciones de una empresa mexicana lo comunica a su corredor quien a su vez contacta a un corredor mexicano de una casa de Bolsa para comprar la acción en que se interesó el inversionista. El corredor mexicano compra y deposita la acción en una institución financiera autorizada en México a la cual se le denominará custodio y que puede ser un Banco como BBV Bancomer o Banamex que cubren tal requisito. El custodio se encargará de informar a una contraparte en los Estados Unidos de Norteamérica que tiene la acción depositada. La contraparte de custodia, emite el recibo ADR al corredor americano a través de una institución de depósitos de valores similar a lo que es Indeval en México que se le conoce como DTC. Una vez que se realiza lo anterior el corredor americano entrega el ADR al inversionista. Lo interesante del caso es que de esta manera, los dividendos de la inversión que se entregaran al inversionista se imputan en dólares.

Los cálculos del Valor en Riesgo siguientes consideran los datos para la serie "L" de Telmex y al factor de riesgo claramente se le identifica con el tipo de cambio.

El método Monte Carlo.

Este método se le considera como uno de los más completos en cuanto a previsión del riesgo se refiere y hace uso de muchos conceptos vistos en capítulos anteriores.

Del capítulo tercero habrá que recordar el modelo que puede captar las variaciones de riesgo definido como proceso estocástico para la evolución de las variables.

$$dS = S\mu dt + \sigma S dz$$

mediante un proceso de Ito.

$$dS/S = \mu dt + \sigma dz$$

En donde la desviación porcentual del activo subyacente dS/S , se explica por el proceso estocástico

$$\mu dt + \sigma dz$$

Pero una variable "z" sigue un proceso Winer cuando cambios pequeños en esa variable se comportan como:

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

siendo ε la variable aleatoria normal con media cero y desviación estandar unitaria: $N(0,1)$. De aquí que:

$$dS/S = \mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt}$$

donde

μdt representa la tendencia del movimiento de S.

$\sigma \varepsilon \sqrt{dt}$ es la parte impredecible (aleatoria) del movimiento.

De aquí que, todo es conocido y sólo será necesario la generación del conjunto de números aleatorios ϵ que darán como consecuencia el número de escenarios en que se valúa el proceso.

Antes de efectuar los cálculos, es importante recordar también, que no es conveniente aplicar directamente el proceso de Winner, en virtud de que es posible obtener resultados negativos en los precios de las acciones, lo cual no tendría sentido en el mundo de las finanzas. Para salvar tal problemática, se introduce la continuidad al proceso de Ito mediante logaritmos en la variable S. Entonces:

$$S_1 = S_0 + S_0 (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}).$$

Que para varios periodos se representa como:

$$\text{Periodo 0} \quad S_1 = S_0 + S_0 (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}).$$

$$\text{Periodo 1} \quad S_1 = S_0 + S_0 (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}).$$

$$\text{Periodo 2} \quad S_2 = S_1 + S_1 (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt})$$

$$\text{Periodo 0} \quad S_3 = S_2 + S_2 (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}).$$

Etc.

Y con rendimiento continuo quedaría:

$$\text{Ln} (S_t/S_0) = \mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}$$

Recordar además que generalmente lo que interesa simular son los precios y no el rendimiento y que para ello será preciso hacer la siguiente transformación:

$$S_t/S_0 = \exp(\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt})$$

$$S_t = S_0 * \exp(\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt})$$

Que en logaritmos:

$$\text{Ln} S_t = \text{Ln} S_0 + (\mu dt + \sigma \epsilon \sqrt{dt}).$$

Que si se quiere simplificar se recurre a lo siguiente:

Sea:

$$\ln S_t = s_t$$

$$\ln S_{t-1} = s_{t-1}$$

entonces:

$$s_t = s_{t-1} + (\mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt}) \text{ o bien}$$

$$s_t / s_{t-1} = \mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt}$$

o si se desea

$$\ln S_t / S_{t-1} = \mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt}$$

Que es el modelo Random Walk al que se hizo referencia en el capítulo tercero, esto es, que el precio de “ hoy” depende o es igual al de “ayer” afectado por un conjunto de variables aleatorias, que se habrá de estimar.

Entonces para los cálculos del ejercicio planteado, se siguen los pasos planteados en el capítulo anterior (cuarto) que de manera más específica lleva a lo siguiente:

i.- Cálculo de la media y volatilidades diarias de los $\ln (S_t/S_{t-1})$.

- Los datos de la variable S corresponden a los que se incluyen en la tabla del ejemplo uno. Estos se transforman a logaritmos y luego se calculan las variaciones. Finalmente a tales variaciones se les obtiene la media y volatilidad utilizando la función **=promedio** y **=desvest** del lenguaje excel.

ii.- Generación de números aleatorios y su normalización E N(0,1).

-En el equipo de computo se sombrean “N” filas y con la función “matemática” de excel se obtiene el conjunto de números aleatorios “N”, mediante el circuito:

= fx ⇒ matemática ⇒ aleatoria ⇒ terminar ⇒ control - shift - enter.

Una vez que se tienen los “N” números aleatorios, se normaliza con la función “estadística”. Para eso habrá que “sombrear” N filas contiguas y usando la función “estandarizar”. Este circuito es el siguiente:

= fx ⇒ estadística ⇒ normalizar ⇒ marcar N números aleatorios ⇒ sombrear la media ⇒ sombrear la desviación estandard ⇒ terminar ⇒ control - shift - enter.

iii .- Definir el valor “base de cálculo” como valor presente f_t o valor futuro $f_{t-1} = S*(1+i)$

- En el caso del ejercicio de un forward el valor “base de cálculo” será el futuro del tipo de cambio:

$$f_{t-1} = S_0 * \frac{(1 + r_p * \frac{1}{300})}{(1 + r_d * \frac{1}{360})}$$

Donde:

S_0 = Tasa spot del tipo de cambio.

R_d = Tasa en dólares a 30 días.

R_p = Tasa en pesos a 28 días (última de los datos).

Iv.- Cálculo de la simulación de precios en los “N” escenarios.

En el equipo de computo marcar otra columna de “N” renglones.
Seguir el circuito:

= sombrear el futuro que se calculó con f_{t-1} ⇒ multiplicar por el exponencial $\exp(\text{sombreado media de los datos} * 1 + \text{sombrear volatilidad original} * \text{toda la columna de los N números aleatorios normalizados } E)$.

De manera resumida:

=futuro* $\exp(\text{media} + \text{volatilidad} * E * 1)$ » control - shift - enter.

Como es lógico el método Monte Carlo se modificará un poco cuando en el proceso de cálculo tenga que ver más de un factor de mercado o variable que lo afecta.

Realmente el proceso es el mismo, sólo que ahora se consideran las variaciones aleatorias para cada factor y las correlaciones que se presentan entre ellos.

Entonces la ecuación fundamental es la misma

$$S_t/S_0 = \exp(\mu dt + \sigma \varepsilon \sqrt{dt})$$

Pero habrá que descomponer la matriz de correlación que se obtenga de las variables originales mediante algún método y que generalmente es la matriz triangular de Cholesky que se explicó en capítulo anterior. Después se generan los conjuntos de variables aleatorias $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots$ y se estandarizan $\varepsilon_1 \sim N(0,1), \varepsilon_2 \sim N(0,1), \dots$. Finalmente las variables aleatorias estandarizadas se transforman al nuevo vector estandarizado Z

$$Z = A \varepsilon$$

Calculo del Valor en Riesgo por el método Monte Carlo

ADR Telmex	Tasa en pesos Rp	Tasa en dolares Rd	Variaciones logarítmicas			Números Aleatorios	Números normalizados	Calculo de los precios	
			ADR	Rp	Rd				
46.3750	20.55	5.75							
45.7500	21.69	7.74	-0.01356873	0.05399038	0.297201833	0.26267712	9.66276642	10.6812808	9.045743378
45.5000	20.22	5.73	-0.00547947	-0.07017911	-0.30068616	0.84920592	31.3494714	19.2021366	10.3593563
44.6875	19.68	5.79	-0.01801851	-0.02706932	0.010416761	0.87533223	32.315483	19.7104286	12.43504991
43.3125	19.83	5.87	-0.03125254	0.00759305	0.013722342	0.14394298	5.27261171	9.48544588	8.329668521
42.1250	19.72	5.96	-0.02779989	-0.00556259	0.015215847	0.30505372	11.2296272	11.1436447	17.99354428
43.0000	19.65	5.94	0.02055673	-0.00355601	-0.00336135	0.6685769	24.6707742	16.028887	18.53975942
40.8750	19.72	6.02	-0.05068149	0.00355601	0.013378126	0.858004	31.6747773	19.3718238	13.63199236
43.7500	19.64	5.88	0.06797298	-0.00406505	-0.0235305	0.0579011	2.09124209	8.70342589	14.48118842
44.2500	19.09	5.75	0.01136376	-0.02840367	-0.02235691	0.68850897	25.4077557	16.3515812	8.724744561
45.5625	16.86	5.71	0.02922964	-0.12422069	-0.00698083	0.0379266	1.35269194	8.53130412	19.89616345
45.1250	17.8	5.71	-0.00964859	0.0542545	0	0.96882462	35.7723325	21.6420948	21.47148124
45.7500	17.73	5.84	0.01375538	-0.00394034	0.022511773	0.33232436	12.2379496	11.4517206	11.17805279
46.6875	17.89	5.75	0.02028467	0.00898378	-0.01553094	0.46208339	17.0357463	13.0384023	12.51848405
48.5000	16.53	5.68	0.03808734	-0.07906499	-0.01224862	0.62216177	22.9545904	15.3019061	16.35718933
47.6250	16.09	5.65	-0.01820596	-0.02697895	-0.00529569	0.21101831	7.75269949	10.1435085	12.57232027
47.7500	17.31	5.6	0.00262123	0.07308641	-0.00888895	0.17798592	6.53133785	9.81391767	18.65221914
49.0625	16.75	5.48	0.02711593	-0.03288611	-0.0216615	0.80470081	29.7039099	18.3662812	20.19319149
49.5625	16.14	5.57	0.0101395	-0.0370976	0.016289953	0.47720124	17.5947236	13.2370123	13.46257205
52.2500	16.43	5.7	0.05280539	0.01780827	0.023071121	0.23381182	8.59548176	10.3773698	17.30982452
52.1406	16.68	5.69	-0.0020955	0.01510146	-0.00175593	0.74188194	27.3812032	17.2480237	11.77594831
52.7500	16.25	5.72	0.01161938	-0.02611749	0.005258557	0.77960804	28.7761132	17.9111544	9.669372084
52.6875	16.41	5.66	-0.00118554	0.009798	-0.01054491	0.96411448	35.5981765	21.5403971	13.34463205
52.5000	15.62	5.64	-0.00356507	-0.04933876	-0.00353983	0.55409355	20.437791	14.2949908	11.40995415
52.9375	15.98	5.63	0.0082988	0.0227858	-0.00177462	0.27780702	10.2221896	10.8441163	8.937568389
52.5625	16.76	5.65	-0.00710903	0.04765715	0.003546103	0.38825644	14.3060195	12.1104906	14.58874456
50.4375	17	5.67	-0.04126799	0.01421825	0.003533573	0.05347489	1.92758469	8.66498788	17.11799282
48.8125	15.69	5.66	-0.03274852	-0.08018978	-0.00176523	0.67425335	24.880659	16.1201329	20.48633879
47.7500	15.24	5.67	-0.02200736	-0.02910002	0.001765226	0.02448457	0.85567711	8.41739331	8.565433408
50.5625	15.29	5.65	0.05723113	0.00327547	-0.00353357	0.67781419	25.0123199	16.1776364	20.17892073
52.6250	14.96	5.68	0.0399811	-0.02181905	0.005295688	0.44317956	16.3367836	12.7942416	14.25125584
52.6250	13.95	5.71	0	-0.06990046	0.005267791	0.11640667	4.25447326	9.22781691	19.62661137
52.0000	13.31	5.75	-0.01194757	-0.04896388	0.006980831	0.85774413	31.6651687	19.3667903	22.26139414

Cálculo de valor simulado	Cálculo de valor hoy	Diferencia	Valor en Riesgo
904574.338	17309824.5	-825480.612	4960844.64
10359358.3	17309824.5	-6941193.2	4538218.81
12435049.9	17309824.5	-4865499.59	4404400.89
8329668.52	17309824.5	-8970880.98	4170931.74
17993544.3	17309824.5	692994.778	4130503.82
18539759.4	17309824.5	1239209.92	3616515.53
13631992.4	17309824.5	-3668557.14	3453475.85
14481188.4	17309824.5	-2819361.08	3438082.17
8724744.56	17309824.5	-8575804.94	3185789.29
19896163.4	17309824.5	2595613.95	2892641.99
21471481.2	17309824.5	4170931.74	2882545
11178052.8	17309824.5	-6122496.71	2878371.23
12518484.1	17309824.5	-4782065.45	2628389.75
16357189.3	17309824.5	-943360.166	2595613.95
12572302.7	17309824.5	-4728246.8	2573836.18
18652219.1	17309824.5	1351669.64	2326061.87
20193191.5	17309824.5	2892641.99	2087786.66
13462572	17309824.5	-3837977.45	1816555.04
17309824.5	17309824.5	9275.02306	1351669.64
11775948.3	17309824.5	-5524601.19	1299554.79
9669372.08	17309824.5	-7631177.42	1255801.32
13344632	17309824.5	-3955917.45	1239209.92
11409954.2	17309824.5	-5890595.35	1040160.57
8937568.39	17309824.5	-8362981.11	962779.967
14588744.6	17309824.5	-2711804.94	821860.132
17117992.8	17309824.5	-182556.677	692994.778
20486338.8	17309824.5	3185789.29	629920.565
8565433.41	17309824.5	-8735116.09	469101.142
20178920.7	17309824.5	2878371.23	95684.9947
14251255.8	17309824.5	-3049293.66	9275.02306
19826611.4	17309824.5	2326061.87	-0.04395458
22261394.1	17309824.5	4960844.64	-182556.677

Calculo del
valor base =
(Precio de
un Call)

$$C = S_0 * Nd_1 - X * Nd_2 e^{-rt}$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + .5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Si el precio de ejercicio X = 40 entonces:

Tasa de

$$\text{interés} = \ln(1+.0607)*100$$

$$r = 5.89290675$$

$$d_1 = \frac{\ln(50.0625/40.0) + (.058929 + .5(0.02704)^2)15/360}{0.0013423 * \sqrt{365}}$$

$$d_1 = 0.90950598$$

$$d_2 = 0.90398533$$

d1 y d2 normalizadas

$$Nd_1 = 0.81845848$$

$$Nd_2 = 0.81699844$$

Ahora si el Call será:

$$C = 8.21379971$$

Si se quiere el Put entonces:

$$Put = C + Xe^{-rt} - S_0$$

$$Put = 48.1157051$$

17.0222984	9.306402115	9306402.11	17309824.5	-7994147.39	-326303.138
10.5448671	16.97424636	16974246.4	17309824.5	-326303.138	-642915.267
20.2091445	9.031977845	9031977.85	17309824.5	-8268571.65	-825480.612
11.4399863	17.76965064	17769650.6	17309824.5	469101.142	-943360.166
20.149725	19.11710454	19117104.5	17309824.5	1816555.04	-1080412.92
17.1528594	16.15114007	16151140.1	17309824.5	-1149409.43	-1149409.43
19.3759029	20.73663167	20736631.7	17309824.5	3436082.17	-1573885.56
17.1318453	11.12540979	11125409.8	17309824.5	-6175139.71	-2269662.45
12.3728108	8.723222809	8723222.81	17309824.5	-8577326.69	-2598455.83
8.89837265	9.75147793	9751477.93	17309824.5	-7549071.57	-2711804.94
17.6456656	13.90730283	13907302.8	17309824.5	-3393246.67	-2801637.98
11.5745714	20.91706503	20917065	17309824.5	3616515.53	-2819361.08
8.73492977	12.10935852	12109358.5	17309824.5	-5191190.98	-2881677.08
11.9218084	11.76954014	11769540.1	17309824.5	-5531009.36	-2916321.9
16.646094	18.60010429	18600104.3	17309824.5	1299554.79	-3049293.66
9.02915924	12.51312452	12513124.5	17309824.5	-4787424.98	-3218338.44
18.9956735	13.31791911	13317919.1	17309824.5	-3982630.39	-3237695.52
8.62050274	15.72666394	15726663.9	17309824.5	-1573885.56	-3326793.74
11.405266	11.80987522	11809875.2	17309824.5	-5490674.28	-3393246.67
18.0201561	12.4648993	12464899.3	17309824.5	-4835650.2	-3439012.52
21.5821235	14.3842276	14384227.6	17309824.5	-2916321.9	-3485852.72
12.304003	8.909816145	8909816.14	17309824.5	-8390733.36	-3643714.58
10.7002662	8.4773569	8477356.9	17309824.5	-8823192.6	-3668557.14
11.5281118	12.11697062	12116970.6	17309824.5	-5183578.88	-3828572.12
15.2224592	13.97375576	13973755.8	17309824.5	-3326793.74	-3837977.45
12.2498138	17.39823449	17398234.5	17309824.5	95684.9947	-3955917.45
11.4091586	10.69896873	10698968.7	17309824.5	-6601580.77	-3982630.39
13.943309	10.16567622	10165676.2	17309824.5	-7134873.28	-4301661.82
14.5750771	8.736228688	8736228.69	17309824.5	-8564320.81	-4441148.1
9.18762432	18.34071007	18340710.1	17309824.5	1040160.57	-4728246.8
18.0840926	13.47197738	13471977.4	17309824.5	-3828572.12	-4782065.45
10.7849126	15.03088705	15030887	17309824.5	-2269862.45	-4787424.98
20.436816	21.43105332	21431053.3	17309824.5	4130503.82	-4835650.2
19.628439	18.26332947	18263329.5	17309824.5	962779.967	-4865499.59
15.5396415	21.70495039	21704950.4	17309824.5	4404400.89	-5183578.88
10.9507301	13.81469678	13814696.8	17309824.5	-3485852.72	-5191190.98
18.5752475	11.31035353	11310353.5	17309824.5	-5990195.97	-5490674.28

9.18598033	21.83876831	21838768.3	17309824.5	4538218.81	-5524601.19
19.8883673	19.87438568	19874385.7	17309824.5	2573836.18	-5531009.36
11.1922468	10.08505025	10085050.2	17309824.5	-7215499.25	-5890595.35
13.9973365	19.38833616	19388336.2	17309824.5	2087786.66	-5906414.25
14.3804958	8.517858821	8517858.82	17309824.5	-8782690.88	-5990195.97
17.8362059	10.01451283	10014512.8	17309824.5	-7286036.67	-6122496.71
9.97670085	20.75402535	20754025.4	17309824.5	3453475.85	-6175139.71
14.9123395	14.06285398	14062854	17309824.5	-3237695.52	-6306086.52
10.7211972	9.749778592	9749778.59	17309824.5	-7550770.91	-6601580.77
12.2132593	18.55635082	18556350.8	17309824.5	1255801.32	-6941193.2
22.3164794	10.99446298	10994463	17309824.5	-6306086.52	-7134873.28
21.0851657	17.93047007	17930470.1	17309824.5	629920.565	-7215499.25
15.3042133	11.39413525	11394135.3	17309824.5	-5906414.25	-7286036.67
9.94105427	12.99888768	12998887.7	17309824.5	-4301661.82	-7478959.03
18.4581694	13.86153898	13861537	17309824.5	-3439012.52	-7549071.57
12.6261705	14.41887242	14418872.4	17309824.5	-2881677.08	-7550770.91
12.8906834	16.65763423	16657634.2	17309824.5	-642915.267	-7631177.42
9.32796113	9.821590469	9821590.47	17309824.5	-7478959.03	-7770927.12
10.164709	19.92893925	19928939.2	17309824.5	2628389.75	-7982368.15
13.5209125	9.318181349	9318181.35	17309824.5	-7982368.15	-7994147.39
12.9091623	9.529622378	9529622.38	17309824.5	-7770927.12	-8268571.65
8.98947991	13.65683492	13656834.9	17309824.5	-3643714.58	-8362981.11
11.116385	12.8594014	12859401.4	17309824.5	-4441148.1	-8390733.36
10.4397142	14.49891152	14498911.5	17309824.5	-2801637.98	-8467957.32
17.4458589	8.832592185	8832592.18	17309824.5	-8467957.32	-8564320.81
10.8730834	14.08221106	14082211.1	17309824.5	-3218338.44	-8575804.94
12.4531268	16.22013658	16220136.6	17309824.5	-1080412.92	-8577326.69
10.0692048	18.12240963	18122409.6	17309824.5	821860.132	-8735116.09
18.3177708	20.1830945	20183094.5	17309824.5	2882545	-8782690.88
9.59709791	14.70209367	14702093.7	17309824.5	-2598455.83	-8823192.6
11.965704	17.30054946	17300549.5	17309824.5	-0.04395458	-8970880.98

Var

51.0000	13.21	5.82	-0.01941809	-0.00754151	0.012100407	0.72870852	26.8941207	17.0222984	9.306402115
52.6250	12.88	5.85	0.03136566	-0.0252984	0.0051414	0.24982358	9.18751124	10.5448671	16.97424636
52.0000	12.92	5.87	-0.01194757	0.00310078	0.003412973	0.90031957	33.2393813	20.2091445	9.031977845
52.7500	12.76	5.9	0.01432005	-0.01246122	0.005097717	0.33129915	12.2000431	11.4399863	17.78965064
54.0000	13.26	5.93	0.02342027	0.03843871	0.005071862	0.89737501	33.1305072	20.149725	19.11710454
56.2500	12.77	5.99	0.04082199	-0.03785331	0.010067199	0.73634926	27.1766342	17.1528594	16.15114007
56.2500	12.84	6	0	0.00546663	0.001668057	0.85821454	31.6825621	19.3759029	20.73663167
56.0625	14.54	5.99	-0.0033389	0.12433817	-0.00166806	0.7351234	27.1313085	17.1318453	11.12540979
55.8125	13.98	5.98	-0.00446928	-0.03927574	-0.00167084	0.40968575	15.0983613	12.3728108	8.723222809
55.0625	15.38	5.98	-0.01352895	0.09413899	0	0.08005278	2.91029312	8.89837265	9.75147793
53.5625	15.45	6	-0.02761971	0.00584228	0.003338901	0.76467455	28.2239523	17.6456656	13.90730283
52.1250	14.7	5.95	-0.02720452	-0.04976151	-0.00836825	0.34299494	12.632491	11.5745714	20.91706503
50.3750	15.34	5.98	-0.03414966	0.0426163	0.005029348	0.06151427	2.22483801	8.73492977	12.10935852
47.5000	15.76	6.02	-0.05876531	0.02701129	0.006666691	0.37255373	13.7254172	11.9218084	11.76954014
50.1250	17.01	6	0.05379017	0.07632632	-0.00332779	0.70635997	26.0677903	16.646094	18.60010429
49.7500	14.3	6.04	-0.00750942	-0.17354187	0.006644543	0.09464362	3.44978464	9.02915924	12.51312452
49.1875	13.35	6.03	-0.01137094	-0.06874315	-0.001657	0.83839561	30.9497639	18.9958735	13.31791911
48.6250	13.71	6.07	-0.01150172	0.02660911	0.006611594	0.04832777	1.73727168	8.62050274	15.72666394
49.8125	13.55	6.07	0.02412815	-0.01173895	0	0.32825955	12.0876547	11.405266	11.80987522
50.4375	14.81	6.05	0.01246899	0.08891608	-0.00330033	0.78567528	29.0004474	18.0201561	12.4648993
49.0625	15.22	6.06	-0.02763995	0.02730772	0.001651528	0.96604972	35.6697317	21.5821235	14.3842276
49.0625	15.65	6.08	0	0.02786056	0.003294896	0.40410902	14.8921635	12.304003	8.909816145
48.8125	15.46	6.07	-0.00510857	-0.01221487	-0.00164609	0.26445299	9.72842862	10.7002662	8.4773569
48.9375	15.65	6.08	0.00255755	0.01221487	0.001646091	0.33897293	12.4837783	11.5281118	12.11687062
50.0625	15.46	6.07	0.02272825	-0.01221487	-0.00164609	0.61695628	22.7621192	15.2224592	13.97375576
		Promedio =	0.00134231	-0.00499307	0.000950154	0.39969511	14.7289604	12.2498138	17.39623449
		Volatilidad =	0.02704555	0.05158922	0.056772779	0.32860079	12.1002721	11.4091586	10.69896873
		Coef de correl =	-0.0563683			0.52918412	19.5167732	13.943309	10.16567622
						0.57349739	21.1552413	14.5750771	8.736228688
						0.11204176	4.09307502	9.18762432	18.34071007
						0.78921706	29.1314033	18.0840926	13.47197738
						0.27233254	10.0197725	10.7849126	15.03088705
						0.91152235	33.6536004	20.436816	21.43105332
						0.87116385	32.1613585	19.628439	18.26332947
						0.63757864	23.524624	15.5396415	21.70495039
						0.2875905	10.5839302	10.9507301	13.81469678
						0.81601428	30.1222217	18.5752475	11.31035353

CONCLUSIONES

Cierre de hipótesis y recomendaciones

Los mercados financieros en el mundo cambiaron muy rápidamente en el último cuarto del siglo XX, aumentó la volatilidad con una velocidad sin precedentes a partir de la década de los setentas lo que llevó al desarrollo de nuevos instrumentos financieros ante la urgencia por administrar con efectividad el riesgo, sobre todo de tipo de interés y tipo de cambio. Como es de esperarse, la estructura de este mundo financiero ya no es en ese tiempo la mas apropiada para hacer frente a las urgencias del manejo y control del riesgo. Los esquemas rígidos y separados de Banca Comercial, Banca de Inversión, Bolsa de Valores, etc. como alternativas de inversión pierden vigencia y sufren fuertes modificaciones que conducen a una desintermediación y acceso directo a los Mercados de Valores que proporcionan mayor dinamismo al mercado en su carácter oligopólico, es decir se rompen algunos de los elementos colusivos existentes hasta aquella época. Se modifican las conductas en las Instituciones Financieras que lleva a una mayor competencia (del verbo competir) y por supuesto a la proliferación de instrumentos mas sofisticados que significan mayores riesgos. En este esquema se presenta la oportunidad para que las empresas exitosas o inversionistas que buscan la participación directa en los Mercados Financieros se acerquen como nuevos invitados al oligopolio

financiero, pero además se crea un gran número de agentes auxiliares de apoyo a esas labores.

Adicional a lo anterior y básico para el desarrollo de los mercados, es sin duda la llamada globalización de las plazas financieras por acercamiento geográfico impulsada por la revolución tecnológica en comunicaciones y procesamiento de datos que convierten en procesos instantáneos las decisiones sobre inversión a realizar en cualquier rincón del Universo ocupado por la humanidad. Los capitales se transfieren en tiempos muy reducido, las regulaciones se adecuan al libre movimiento de capitales y la lectura de oportunidades se manejan con técnicas que dejan poco espacio para equivocaciones.

No obstante, los riesgos se encuentran presentes en toda actividad del “Hombre” y el mercado financiero es representativo de alto riesgo. El riesgo surge del impulso mismo de los participantes en su delirio de lograr la máxima satisfacción que le puedan generar sus activos. La aversión ante el riesgo se encuentra latente en la mayoría de los agentes y aún aquellos que les fascina vivir con riesgo se preparan para acotar la posibilidad de pérdida que puede soportar.

El Valor en Riesgo es un elemento entre muchos otros que proporciona cierto grado de seguridad a los agentes que se exponen a riesgos financieros. Y para obtener la máxima efectividad de dicho elemento, es importante no perder de vista la aplicación de las fases básicas, esto es: Una primera fase en donde se definen el inventario de los riesgos financieros a que se enfrenta el inversionista, una especie de esquema que indica la fuente, el número, naturaleza y tamaño de la exposición al riesgo. La segunda fase será entonces seleccionar la metodología que mas convenga para medir el Valor en Riesgo en

el caso particular en que se encuentra y una tercera fase que es el manejo de la metodología para cada portafolios que observan en la práctica.

Al revisar la referencia histórica del riesgo mundial, domestico o personal (marco de referencia), se infiere que un activo físico o financiero, siempre se encuentra en una posición de riesgo aún cuando el agente en sí no haga movimiento alguno. Esto es así por la interrelación dinámica que existe entre los eventos en que participa el "Hombre" sin siquiera proponérselo. Por ejemplo el que un país determine modificar su tasa d inflación o se declare en moratoria quizá sea desconocida en algunas poblaciones rurales mexicanas, pero no los excluye del efecto que pudiese presentarse en el poder adquisitivo de esos pobladores.

Un aspecto importante que resalta en la lectura de los primeros capítulos del trabajo, es el hecho de que el riesgo no puede controlarse bajo el análisis "*per se*" del activo, sino por el estudio de un sinnúmero de variables que lo rodean además del conocimiento pleno de dicho activo. Sin embargo son muchas las evidencias de la facilidad con que se cae en errores que llevan a desajustes incluso de carácter mundial, al querer explicar el riesgo mediante una sola variable o visión unilateral de los llamados analistas "expertos". Este punto es de infinita importancia para el presente trabajo, debido a que el instrumento de riesgo al que se hace referencia, Valor en Riesgo, debe evitarse que se le tome como un mecanismo que elimina el riesgo de los activos en lugar de un elemento de toma de decisiones cuando de enfrentar el riesgo se trata.

El riesgo no puede eliminarse por completo porque esto sería como afirmar que algún agente o entidad económica puede mantener bajo control todas las variables que influyen sobre un activo, cosa que es irremediamente falsa. Lo que se hace es identificar, medir y controlar el riesgo mediante la observación

cuidadosa de las variables que tienen mayor influencia sobre la volatilidad o variabilidad de los activos.

En lo que se refiere al ámbito financiero por dar un ejemplo, la volatilidad de las variables financieras responde a un conjunto de eventos impredecibles que al registrarse históricamente permiten bases de apoyo en la revisión constante que se hace de los mercados, pero que en ningún momento se consideran como reglas infalibles para eventos presentes y futuros.

Con la finalidad de poder identificar, medir y controlar de mejor manera al riesgo, se le ha clasificado de acuerdo a las fuentes o eventos que generan, pero sobre todo se ha llegado a establecer enfoque sobre la conducta del ser humano para afrontar el riesgo, lo cual no significa que se les excluya del riesgo. El que una persona sea adverso, amante o neutral al riesgo estará sujeta de alguna manera al riesgo porque como se dijo antes ningún activo esta exento de riesgo.

Todas las disciplinas en que participe el "Hombre", tienen como finalidad aportar dentro de su campo elementos que llevan al bienestar cada vez mayor de la población en que se desenvuelve. Las matemáticas y estadísticas son herramientas indiscutibles para el razonamiento y búsqueda de explicaciones que lleven a reducir la exposición que se tiene contra los riesgos. La incertidumbre en los eventos tiene explicación coherente y algunas aplicaciones físicas de aleatoriedad infieren movimientos riesgosos sobre todo en las cuestiones financieras caso concreto el movimiento Browniano que tanta utilidad aporta.

Es obvio, que al ser el Valor en Riesgo una medida aplicable a los activos financieros el análisis se acota a dicho riesgo (financiero) y que los fundamentos estadísticos y matemáticos explican, en este caso, los fenómenos

financieros. Estos elementos matemáticos financieros, pueden seguir patrones muy sofisticados como se puede corroborar en literatura especializada sobre el tema, sin embargo, también puede corroborarse que estos se destinan a un lector también de conocimientos muy sofisticado que en muy raras ocasiones corresponden a los administradores o dueños de negocios que son los que toman las decisiones cotidianas. Entonces como se concluye en el capítulo Dos, cuando se requiere mayor precisión en los análisis, se tendrá que sacrificar en sencillez y deberá haber un estrecho acercamiento entre los analistas especializados y quienes toman las decisiones en las organizaciones económicas.

Lo dicho con anterioridad tiene serias consecuencias en el quehacer diario de las empresas, negocios organizaciones y reguladoras, financieras o no financieras, debido en que en ciertos momentos críticos los líderes de administración de riesgo han tenido confusiones sobre la valuación de activos financieros que han repercutido a todos los estratos económicos. Se ha abusado de la sofisticación por una parte y de la extrema simplificación por la otra.

Muchas veces se ha confundido el poder de explicación de los instrumentos bajo características normales de comportamiento de los mercados con el poder que pueden tener estos instrumentos ante eventos circunstanciales de la actividad económica. Se hace difícil para un financiero "puro" integrar los comportamientos sociales que influyen en rendimientos específicos esperados de los activos mientras que un experto en Economía Política o Sociólogo podrían probablemente identificar circunstancias que no incorpora el movimiento "normal" modelado del mercado financiero en donde se aplican como "vigías" del riesgo herramientas como el Var .

Esto no significa que los científicos sociales propongan que herramientas como el Valor en Riesgo deban desecharse de los mercados financieros, sino que es necesario complementar con aspectos que tienen que ver con sus disciplinas para una mayor seguridad en sus coberturas. Sobre este aspecto se puede concluir que cualquier medida de riesgo tendrá que complementarse y llevarse a la revisión constante de los fundamentos que las actualicen bajo la idea que mientras más se le pida a la herramienta mas sofisticado deberá de ser el conocimiento de los tomadores de decisiones.

El Valor en Riesgo a decir de los expertos no se le considera como una panacea para prevenir el riesgo debido a su fundamento de carácter “normal” pero también se reconoce como el pionero de métodos futuros en la materia del que mucho se adolece en la actualidad.

Las organizaciones, sobre todo las que manejan recursos financiero como su función exclusiva, tienen como reto una administración del riesgo de carácter global por el amplio abanico de oportunidades, la gran volatilidad que se han ampliado en este mundo llamado global. Es indispensable un sistema que permita la protección básica ante los riesgos de semejante mercado. El Valor en Riesgo es un elemento que se ha recomendado incluir dentro de tal sistema aún cuando no sea lo único. Cabe decir que estas recomendaciones son descontadas por loa grandes empresas multinacionales y que debe trabajarse fuertemente en aquella que aún en la actualidad no consideran una área de riesgo o métodos de evaluación dista mucho de cubrirlas.

La metodología del Valor en Riesgo solo requiere del conocimiento de su mecánica y sobre todo del esfuerzo para su adpción y sistematización como herramienta de toma de decisiones, pero una vez iniciado el proceso facilita la presentación de informes, la asignación de recursos en posturas en el mercado

y al proceso decisorio. Incluso se expuso que las organizaciones de carácter mundial como J. P. Morgan y otras instituciones bancarias citadas en la Introducción, orientan e instruyen a sus clientes, vía electrónica, sobre la aplicación. Sin embargo el secreto de la previsión del riesgo es la disposición y disciplina para administrar el riesgo por parte de los responsables en instituciones y empresas, incluidas preponderantemente las Direcciones Generales.

El Valor en Riesgo es sólo una parte del proceso de Administración del Riesgo pero no es el proceso mismo. El Valor en Riesgo es uno de los métodos existentes para la cuantificación del riesgo de mercado. Queda claro que este riesgo de mercado es el riesgo de pérdida que tiene una entidad o inversionista como resultado de cambios adversos en los precios (rendimientos) de los activos financieros que poseen. Entonces en términos muy concretos se puede concluir que el Valor en Riesgo es la cuantificación de esa pérdida esperada sobre la posición ante los cambios *adversos* en uno o más de los factores que lo afectan con base a los conocimientos estadísticos de probabilidad en un periodo de tiempo definido.

El alcance planteado en el objetivo del presente documento se circunscribe a la presentación de los fundamentos teóricos y aplicación específicas del Valor en Riesgo a fin de que el lector se interese en profundizar en la teoría o iniciar la aplicación práctica con algunos instrumentos que sirvan para seguir el comportamiento del riesgo a que están expuestos los activos que manejan o como información en la toma de decisiones que diariamente se hace para enfrentar la volatilidad de los mercados financieros. También se espera que personas interesadas en la enseñanza elemental del riesgo encuentren un resumen de conceptos para la lectura de acercamiento que recomiende a sus

alumnos como guía para su profundización. Esperando que esto ocurra aquí dejamos este primer trabajo sobre el tema. Gracias.

BIBLIOGRAFIA

Consulta básica

1. Blanco H., G., Verma S., El Sistema Financiero de México, las Instituciones y las Operaciones, Editorial Captus Press, Canadá 1996.
2. Blanchard, Oliver, Macroeconomía, Pretice Hall, España, 1997.
3. Best Philip, Implementing Value at Risk, John Wiley & Sons, U.S.A. 1999.
4. Chiang A. Métodos Fundamentales de Economía Matemática, Tercera Edición, Editorial Mc Graw Hill, España, 1996.
5. Campbell T.& Kracaw W. , Financial Risk Management, Harpercollins College Publisher, U.S.A. 1993.
6. Das Satyajit, Risk Management and Financial Derivatives, Irving Library, U.S.A. 1999.
7. Duffre Darrel, An Overview of Value at Risk, The Journal of Derivatives, Vol 4, núm 3, Spring 1997, pag 7/49.
8. El Jahel L., Perrandin, Sellin P., Value at Risk for Derivatives, The Journal of Derivatives 3, pag. 7 / 26, 1999.
9. Focardi Sergio, Modeling the Market: New Teories a Techniques, F.J. Fabbozi Associates, Pensilvania U.S.A. 1997.
10. Gujarati, D., Econometría, Tercera Edición, Editorial Mc Graw Hill, España, 1997.
11. Hueng Chi Fu, Foundations for Financial Economics, Pretice Hall, IRWIN

12. Hull, John Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones, Pretice Hall, España, 1996 Segunda Edición.
13. IVERLAT , Guía Ejecutiva, varios números 1999.
14. Jorion Philippe, Value at Risk. Mc Graw Hill Companies Inc., U.S.A. 1997
15. Klopfenstein, Gary, FX Managing Global Correnncy Risk, Filzroy Dearborn Publishers, England 1997.
16. Knight F, Risk, Uncertainty and Profit, Harper and Row John Hopkins Press 1958.
17. Kohler, H., Estadísticas para Negocios y Economía, Editorial C.E.C.S.A. México 1996, Primera edición en español, tercera en Ingles.
18. Kracaw, W, Financial Risk Management, Harper Collins College Publishers, New York U.S.A. 1993.
19. Mc Connell Brune, Economics, Editorial IRWIN-Mc Graw Hill, España, 1998.
20. Mercados Financieros: Diplomado F.E. UNAM 1997/1998
21. Mishkin, F. Eaking, S., Financial Market and Institutions, Second Edition Addison Wesley, U.S.A. 1998.
22. Morgan J.P., Risk Metrics technical Documet, Morgan Guaranty Trust Company of New York, U.S.A. 1996.
23. Neftci Salih, An Introduction to the Matemathics of Financial Derivatives, Academic Press, U.S.A. 1996.
24. Pindyck, R., Rubinfel,D.L., Microeconomía, Pretice Hall, España, 1995 Tercera edición.
25. Pérez Rigoberto, Análisis de Datos Económicos, Ediciones Piramide S.A., Madrid España 1997.

26. Risk, Risk Publications, varios autores números. U.S.A. 1995, 1996,1997,1998,1998,2000.
27. Sachs,J., Larrain, F., Macroeconomía en la Economía Global, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México 1994.
28. Smith Adam, Investigación sobre la naturaleza y causas de la Riqueza de las Naciones, Fondo de Cultura Económica, México 1981, Segunda reimpresión.
29. Shwrtz, R., Smith C., Advanced Strategies in Financial Risk Management, New York Institute of Finance, U.S.A. 1993.
30. Savage L.J., The Foundations of Statistics, Wiley, New York U.S.A. 1965.
31. Soufi Samer, Los Mercados de Futuros y Opciones, Ediciones Pirámide S.A. Madrid España 1995.
32. Van Devenler Donald R., Financial Risk Analitics, Irwin Professional Publishing, Chicago U.S.A. 1997.
33. Varian R, Hal, Microeconomía Intermedia, Antoni Bosch Editor. España 1992, Segunda edición en español.
34. Vosé David, Quantitative Risk Análisis: A guide to Monte Carlo Simulación Modelling, John Wiley & Sons, England,1999.
35. Rose Peter, Comercial Bank Management, Secon Edition, IRWIN, U.S.A. 1996.

Índice Alfabético por Materia

- Aceptaciones bancarias 81,144
 Actitud al riesgo 36
 Activo subyacente 87
 Administración de riesgo 58
 Álgebra matricial 96,97,114
 Arrow Debreau 24
 Asimetría 73
 Banca nacionalizada 18
 Banco Mundial 12
 Beta 51
 Black and Sholes 53,86
 Bondes 81,144
 Bonos 80,81
 Bretton Woods 13,14,17,19
 Call 86,87
 Caminata aleatoria 77,88,89
 Capital intelectual 2
 CAPM 25,26
 Cetes 81,144,145,148
 Chebishev 69,72
 Cholensky 100,101,166
 Clasificación de riesgo 32
 Coeficiente de correlación 99,103
 Colas Gordas 70,73,108
 Comisión Nacional Bancaria 5
 Contrato de opciones 85,86
 Contrato forward 83,156,158
 Convexity 47,50,88,111,114
 Covarianza 52,102
 Curtosis 74
 Curvas de indiferencia 37,38
 Delta 53,88,111,114
 Derivado 83
 Derivados 19,20
 Distribución de probabilidad 65
 Distribución lognormal 77
 Distribución Normal 69,109
 Divisa 82,132
 Duration 47,88,111,114
 Factores de riesgo 59,110,115
 First Boston Bank 9
 Fondo Monetario Internacional 12
 Forward tipo de cambio 118
 Fractiles 74
 Fuentes de riesgo 45
 Gamma 55,56,11
 GARCH 66,96
 Griegas 47,52
 Grupo de los Treinta 3,5, 6,7,60
 Guerra de Vietnam 15
 Incertidumbre 62
 Inflación 90,91
 Instituciones reguladoras 9
 Instrumentos financieros 80
 Interés compuesto continuo 92
 Interés libre de riesgo 92
 Interés real 90
 J.P. Morgan 6,8
 Lema de Ito 99
 Lois Bachelier 24
 Lunes negro 16
 Mapeo 46,59,149,154
 Markowitz H 24
 Método de deltas 140

- Método histórico 105,115,117,133
 Método Monte Carlo 99,105,115,162
 Método varianza cov. 105,117,120
 Metodologías de cálculo 79
 Metodologías Var 47,64
 Miller F 24
 Modelo covarianza 72
 Modigliani F. 24
 Movimiento Browniano 97,98,99
 Nivel de confianza 107,109,117
 Obligaciones 80
 Outzoring 5
 Over The Counter 83
 Papel comercial 81,144
 Patrón oro 15
 Percentiles 75
 Periodo t 89,107,117
 Portafolios de inversión 44
 Posición corta 82,86
 Posición larga 82,86,133
 Posición lineal 112
 Posición no lineal 112
 Precio de activo 79
 Precio Forward 84
 Prima de opción 54
 Probabilidad 63,68
 Put 86,87
 Quinto percentil 75,76
 Reflexibilidad 37
 Rendimiento 78,88,89
 Rendimiento de portafolios 95,96
 Reporto 47, 81,145,155
 Reserva Federal 15
 Rho 56,57
 Riesgo 30,31
 Riesgo de crédito 34
 Riesgo de liquidez 36
 Riesgo de mercado 34,58
 Riesgo de negocio 30
 Riesgo financiero 33
 Riesgo financiero 4
 Riesgo legal 35
 Riesgo no sistemático 25
 Riesgo operacional 2
 Riesgo país 6
 Riesgo sistemático 25
 Risk Metrics 8,108
 Ross S. 26
 Sistema de administración de riesgo 30
 Smith Adam 41
 Tasa cupón 80,92
 Tasa de descuento 91
 Tasa equivalente 92
 Tasa forward 93,94
 Tasa intermedia 94,95
 Teorema de separación 27
 Teoría financiera 24
 Theta 56
 Tipos de Cambio 13,15,132
 Tobin J 27
 Transitividad 37
 Udibonos 81,144
 Utilidad 45
 Valor en Riesgo 6,107,120,159
 Valor esperado 66
 Valuación total 115,120
 Var de posición lineal 113
 Variable aleatoria 63,70,162
 Varianza 67,68
 Vega 56,57