



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE TUCUMÁN



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL TUCUMAN

APLICACIÓN DEL MODELO DE VALOR EN RIESGO (VAR)

Autor: Díaz Campo, Cecilia Silvina

Director: Rospide, Jorge Adolfo

2013

Trabajo de Seminario: Licenciatura en Administración De Empresas

RESUMEN

Quizás uno de los mayores interrogantes de un inversor o intermediario consiste en anticipar el valor futuro de sus inversiones y, consecuentemente, maximizar los retornos. Actualmente, la medida más aceptada de riesgo se conoce como “Valor en Riesgo”, traducción del inglés *Value at Risk*, y frecuentemente nombrada por las siglas “VaR”. El *Value at Risk* (VaR) es una metodología creada para administrar los riesgos financieros que acechan a las empresas. Su finalidad es medir cuánto puede perder una acción individual o cartera de acciones en un período determinado de tiempo y con un nivel de confianza dado.

El modelo de VaR Paramétrico tiene como característica el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad, que generalmente es la normal y en el supuesto de linealidad en el valor de los activos. En este grupo se encuentra la forma de cálculo denominada Modelización o Varianza-Covarianza.

En el modelo de VaR No Paramétrico, el análisis parte del estudio empírico del comportamiento del activo financiero o portafolio y, por lo tanto, no requiere suponer los parámetros. En este grupo se encuentran las formas de cálculo denominadas Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo.

En el presente trabajo se estudió el comportamiento de cinco series de precios accionarios, a través de una serie de medidas de análisis explora-

torio de datos. Se eligieron aquellas empresas del Índice Merval que cumplen con los requisitos de disponibilidad de datos históricos y presencia bursátil.

El fin último de todo el análisis estadístico de normalidad de los retornos de las cinco acciones fue, básicamente, detectar si dichas distribuciones de probabilidad seguían más o menos una distribución normal para, en caso afirmativo, hacer cumplir los supuestos del modelo y realizar una aplicación práctica.

Con respecto a las medidas de tendencia central, todos los lotes de datos arrojaron valores muy cercanos entre sí y muy próximos a cero. En cuanto a las medidas de asimetría, tanto el Coeficiente de Bowley como el de Pearson mostraron valores apenas mayores que cero. De estos resultados concluimos que las series de retornos presentan una leve asimetría positiva o de derecha.

En relación al grado de apuntamiento o curtosis, todas las distribuciones de probabilidad de las series de precios accionarios son leptocúrticas respecto a la distribución normal, es decir, más apuntadas y con colas menos anchas que la distribución normal. Así, ninguna de las acciones exhibiría una serie de retornos que se comporte exactamente como una distribución normal de acuerdo con estas mediciones. Sin embargo, podrían encontrarse en un entorno bastante cercano.

El eje central del trabajo fueron las mediciones de riesgo a través de la Metodología de VaR No Paramétrico, en sus dos tipos: Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo. La metodología se aplicó tanto para acciones individuales como para una cartera de inversión. En líneas generales, podemos concluir que no existieron amplias diferencias en el Valor en Riesgo calculado según se emplee uno u otro tipo de Simulación.

En el análisis de riesgo de la cartera óptima de inversión formada por acciones de instituciones bancarias, apreciamos que la Simulación de

MonteCarlo arroja un VaR inferior al de la Simulación Histórica. Esto se explica porque el modelo de Simulación MonteCarlo considera que el retorno del instrumento o cartera de instrumentos financieros se aproxima a una distribución de probabilidad normal y, por lo tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo suponiendo normalidad, generalmente subestiman el nivel real de riesgo.

Además, se pudo demostrar que el VaR obtenido para la cartera óptima es inferior que los VaR de las acciones que la conforman, consideradas de manera individual. Aquí se refleja el efecto de la diversificación.

Las principales ventajas del VaR se centran en que condensa en un número el riesgo de un portafolio o cartera, provee una herramienta de comparación de los riesgos en diferentes mercados y en diferentes clases de activos, y que captura el efecto positivo de la diversificación a través de la correlación entre instrumentos.

Las principales limitaciones sobre los resultados de la mayoría de los modelos VaR se encuentran en que en su aplicación se asume que los factores de riesgo están normalmente distribuidos, asumen que las varianzas y correlaciones históricas son buenos predictores de las varianzas y correlaciones futuras y que no cuantifican cuán grande sería la pérdida bajo un movimiento extremo en los precios.

En la actualidad, las evaluaciones del VaR de tipo estadísticas se utilizan para cuantificar los riesgos ex-post, tomando en consideración portafolios definidos. Por lo tanto, sólo se utilizan para tener una idea del nivel de riesgo tomado, en vez de usarlo como una herramienta de decisión a futuro.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Con este trabajo de seminario finaliza una etapa de mi vida. Fueron cinco años de mucho esfuerzo y dedicación, pero sobre todo constancia y responsabilidad. Hoy, al final del camino, tengo la convicción de que esta Facultad y sus Profesores me enseñaron muchas de las herramientas de las que debe valerse un profesional en Administración de Empresas, pero más que eso, me enseñaron a tener la capacidad de aprender, a cultivar la curiosidad como primer motor hacia la búsqueda del conocimiento y a perseguir la excelencia e integridad en todo aquello que realice.

Quiero agradecer a mi familia que me apoya incondicionalmente en mis decisiones y que más de una vez me alentaron a seguir cuando las cosas no salían del todo bien.

A mis amigas y amigos que hicieron que estos años de estudio sean más fáciles, felices e inolvidables.

Al Profesor Jorge, por guiarme, brindarme su tiempo y confiar en mi capacidad para realizar este trabajo.

A mis compañeros de Cátedra, Profesor Miguel, Marcelo y Noemí, por su constante interés en mi desarrollo personal y profesional.

Dedicado a la memoria de mi madre.

PRÓLOGO

El mercado de capitales es el segmento del mercado financiero en que se realizan operaciones financieras de mediano y largo plazo, por medio de las cuales las empresas de capital abierto financian sus inversiones. Estas captaciones de recursos son hechas a través del lanzamiento de títulos, que son adquiridos por los inversionistas. El foco de este trabajo serán las operaciones con acciones, las más prometedoras y cercanas al pequeño y mediano inversor.

Las acciones son títulos de renta variable (pues nunca se sabe su rendimiento futuro, inclusive pudiendo tener pérdida de parte del valor invertido) emitidos por sociedades anónimas (S.A.), que representan la menor fracción del capital social de la empresa emisora. Las acciones son siempre negociadas en Bolsas de Valores, asociaciones sin fines de lucro con el objetivo de promover todas las condiciones necesarias para el funcionamiento del mercado de acciones. En el caso de Argentina, la principal Bolsa en que las acciones son negociadas es la Bolsa de Comercio de Buenos Aires (BCBA).

Quizás uno de los mayores interrogantes de un inversor o intermediario consiste en anticipar el valor futuro de sus inversiones y, consecuentemente, maximizar los retornos. Por esta razón, el estudio y los métodos de predicción en el campo de las finanzas e inversión intentan identificar valores ciertos en el futuro, porque las inversiones en activos financieros se enfren-

tan a diversos riesgos, entre ellos, variaciones en el tipo de cambio, tasas de interés, riesgos de mercado o factores exógenos, entre otros.

En un inicio, los modelos de riesgo se orientaron a medir el riesgo de los portafolios de inversiones de las instituciones financieras. Dichas instituciones, motivadas por el incentivo de reducir los requerimientos de capitalización que les impusieron las autoridades regulatorias, han sido las principales promotoras del marco metodológico de la administración de riesgo.

Actualmente, la medida más aceptada de riesgo se conoce como “Valor en Riesgo”, traducción del inglés *Value at Risk*, y frecuentemente nombrada por las siglas “VaR”. El *Value at Risk* (VaR) es una metodología creada para administrar los riesgos financieros que acechan a las empresas. Su finalidad es medir cuánto puede perder una acción individual o cartera de acciones en un período determinado de tiempo y con un nivel de confianza dado.

La herramienta tiene una amplia contribución para la medición del nivel de riesgo de mercado y, particularmente, su simplicidad permite calcular la medida en términos monetarios y, consecuentemente, permite comparar el resultado de diferentes instituciones y carteras. Este tipo de metodologías colabora en la toma de decisiones de inversión mediante la cuantificación de los niveles de riesgo y las probabilidades asociadas a pérdidas.

La relevancia que la metodología del VaR ha adquirido a nivel mundial y la escasa cantidad de trabajos locales que aborden el tema con profundidad, justifican la elaboración del presente texto.

Los temas tratados en el presente documento pueden resultar útiles para orientar decisiones de colocación de fondos en activos riesgosos, tanto para empresas privadas como públicas, especialmente aquellas vinculadas al sector financiero.

Para quien decide invertir su dinero, debe tener en cuenta dos aspectos fundamentales: rentabilidad y riesgo. Si estuviéramos en un mundo cierto, sería relativamente fácil tomar decisiones de inversión: bastaría con estudiar el comportamiento del pasado para predecir el precio en el futuro de cualquier activo, y por lo tanto su rentabilidad. Sin embargo, vivimos en un mundo financiero incierto, por lo que no podemos saber de antemano y con certeza absoluta el precio de un activo.

Aquí es donde la metodología del VaR, con sus diferentes formas de cálculo, muestra sus mayores beneficios. Es posible pensar en una estrategia de inversión por medio de la minimización del VaR. Esto significa, intuitivamente y a modo de entender la idea, implementar un algoritmo que sirva de complemento a las metodologías usadas hoy en día para la toma de decisiones de inversión, basándose en la minimización del *Value at Risk* (VaR).

El objetivo general del presente estudio es realizar una aplicación práctica de la metodología del Valor en Riesgo, estudiando sus diferentes formas de cálculo y reconociendo las fortalezas y debilidades del modelo.

Se proponen como objetivos específicos de esta investigación:

- estudio de la metodología del VaR, sus diferentes formas de cálculo y reconocimiento de las ventajas y limitaciones de cada una de ellas.
- obtención y manejo de información financiera relevante para la toma de decisiones.
- análisis de retornos, riesgos y correlaciones de las acciones seleccionadas.
- realización de una aplicación de la metodología del VaR a acciones individuales.
- cálculo de la proporción que se debe invertir en cada una de las acciones seleccionadas para así formar la cartera óptima de inversión.

- cálculo del VaR en una cartera de acciones y comprobación de que el VaR de la cartera óptima de inversión es menor que el VaR de las acciones individualmente consideradas.

CAPÍTULO I

Marco Teórico General

Sumario: 1.- Definición de Riesgo. 2.- Medidas de Riesgo. 3.- Aspectos generales del Value at Risk.

1.- Definición de Riesgo

La palabra riesgo proviene del latín *risicare* que significa “atreverse”. En finanzas, el concepto de riesgo está relacionado con la posibilidad de que ocurra un evento que se traduzca en pérdidas para los participantes en los mercados financieros, como pueden ser inversionistas, deudores o entidades financieras.

«Se entiende por riesgo a la existencia de alguna probabilidad de caer en pérdidas, donde las pérdidas serían la obtención de una rentabilidad menor a la que se esperaba. De esta manera el riesgo financiero se ve reflejado en la pérdida de valor económico de los activos esperados, producto de la variabilidad que experimentan los retornos, así el valor económico de una cartera de inversión se ve influenciado por distintos factores de riesgo como son: tasas de interés, tipos de cambio, precios de acciones, entre otros» ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ ZANBERK WALTER, Felipe Rodrigo, Análisis del riesgo de portafolios: estrategia de inversión por medio de la minimización del VaR, (Santiago de Chile, Diciembre 2007), pág. 6.

Estos son los riesgos que se intentan administrar con la metodología del VaR. Pueden subdividirse en:

- Riesgo de mercado: surge de los movimientos en el nivel o volatilidad de los precios de mercado. Por ejemplo: variaciones en el precio de las acciones.
- Riesgo de crédito: también conocido como Riesgo de Insolvencia, se genera ante la incapacidad de cumplimiento de las obligaciones por parte del emisor de ésta. Proviene de la posibilidad de que las contrapartes se nieguen o no puedan cumplir con sus obligaciones contractuales. Por ejemplo: *down-grading* de la deuda de una firma. Dentro de este tipo encontramos el riesgo soberano, el cual hace referencia a la cesación de pago de las obligaciones de un país.
- Riesgo de liquidez: este riesgo puede asumir dos formas:
 - Riesgo de liquidez de activos: cuando una operación no se puede realizar al precio de mercado debido al gran tamaño de la posición en relación al tamaño usual de las operaciones del mercado. Se entiende como la incapacidad de vender un activo a su precio original.
 - Riesgo de liquidez de fondos: señala la incapacidad de poseer flujo de caja necesario para hacer frente a las obligaciones de corto plazo, o dicho de otra manera, la falta de capital de trabajo suficiente. Se materializa en la posibilidad de no poder cumplir con las obligaciones de pago forzando una liquidación temprana de la posición.
- Riesgo operacional: surge de errores o accidentes técnicos o humanos. Por ejemplo: pérdida de datos.
- Riesgo legal: hace referencia a todos los aspectos normativos que puedan influir directa o indirectamente en los resultados de una compañía. Dentro de éstos encontramos el riesgo impositivo, el cual se generaría

ante la posibilidad de que desaparezcan determinadas ventajas fiscales producto de estos riesgos legales.

«El riesgo es producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo» (2).

2.- Medidas de Riesgo

«En un inicio, los modelos de riesgo se orientaron a medir el riesgo de los portafolios de inversiones de las instituciones financieras. Dichas instituciones, motivadas por el incentivo de reducir los requerimientos de capitalización que les impusieron las autoridades regulatorias, han sido las principales promotoras del marco metodológico de la administración de riesgo» (3). Es por ésto que han florecido a través del tiempo herramientas para evaluar y administrar la volatilidad que enfrentan los portafolios de inversión.

De esta forma, en los años 70 se empleaba el análisis *Gap* para medir la exposición al riesgo de tasa de interés, determinado por la diferencia entre activos y pasivos para distintos tramos de madurez.

En los años 80, se comenzó a emplear la Duración (instrumentos de renta fija) como herramienta para medir la exposición al riesgo de tasa de interés. La *Duration* mide la sensibilidad o elasticidad precio de un instrumento producto de un cambio en la tasa de interés, es decir, cuánto se podría perder si las tasas suben un tanto por ciento. Esta medida es un poco mejor a la anterior, ya que toma en cuenta la madurez y cupón específicos de cada activo.

Por otra parte, los Betas (instrumentos de renta variable) miden la sensibilidad de un instrumento financiero ante variaciones del mercado en su

(2) Banco de México, Definiciones básicas de Riesgos, (México, Noviembre 2005), pág. 3.

(3) ZANBERK WALTER, Felipe Rodrigo, loc. cit., pág. 8.

conjunto, representado por un índice. El valor del Beta de cada acción es calculado de manera estadística, analizando el comportamiento histórico de cada acción en relación al Merval (en el caso de nuestro país). En la práctica, el Beta indica el comportamiento esperado de la acción en relación al Merval. El valor del Beta para el Merval es uno. Para las empresas, este valor puede ser mayor, menor o igual a uno. Las que tienen el Beta inferior a uno deben ser consideradas como más defensivas, significando que, si el Merval sube, ese tipo de acción tenderá a subir menos que ese índice; en caso de que el Merval presente una queda, la acción en cuestión deberá caer menos. La situación inversa vale para empresas que tienen el Beta mayor que uno. Sin embargo, cabe observar que ese valor es el esperado con base en un comportamiento histórico y no es lo que obligatoriamente acontecerá.

La volatilidad es una medida de riesgo, que tiene como base para su cálculo las oscilaciones de una acción. Si la acción oscila mucho, la volatilidad es alta. A mayor volatilidad, mayor riesgo; lo inverso es válido también.

En el año 1952, Harry Markowitz propuso usar la variabilidad de los rendimientos de los activos financieros como medida de riesgo. Así, la varianza de los rendimientos de los activos se mantuvo como la medida de riesgo universalmente aceptada hasta finales de la década de los ochenta y principio de los noventa, cuando finalmente se hizo evidente que esta es más bien una medida de incertidumbre que de riesgo. Coincidente con las grandes crisis financieras ocurridas precisamente en este período, se vio la necesidad de que la medida de riesgo tenía que expresarse en términos de pérdidas potenciales, con una cierta probabilidad de ocurrencia.

«En un marco innovador, el banco estadounidense J.P. Morgan en la década de los 90's difunde una metodología compuesta por modelos de *Value at Risk* o Valor del Riesgo (VaR) los cuales estiman el riesgo de los portafolios de inversión con bases probabilísticas. Esta metodología *RiskMetrics* fue divulgada en el año 1995, lo cual generó una revolución en la administra-

ción de riesgos, dando paso al conocido *Value at Risk* (VaR) y en los últimos años, el *Conditional Value at Risk* o Valor del Riesgo Condicional (CVaR)» (4).

3.- Aspectos generales del *Value at Risk*

Desde que el Comité de Basilea anunció en 1995 que el establecimiento de las reservas de capital de las instituciones financieras tiene que basarse en las metodologías de VaR, este último fue rápidamente difundido. «Actualmente, la medida más aceptada de riesgo es la que se conoce como el “Valor en Riesgo”» (5).

El método de VaR, sus variaciones y el enfoque de gestión del riesgo se van adaptando de país en país, como una medida de Riesgo de Mercado de las operaciones de tesorería o de *trading*, como lo demuestran las normas de Administración de Riesgos Financieros de los países latinoamericanos.

En el ámbito local, el Banco Central de la República Argentina estableció la utilización del *Value at Risk* para la determinación sobre exigencias de capital para la cobertura de riesgos de mercado a través de la comunicación A 2435. También, en el mercado de capitales, su aplicación se extiende sostenidamente entre los administradores de carteras de inversión bursátil. Otra institución local como la Bolsa de Comercio de Rosario fijó normas de niveles mínimos de *margin* en la operatoria de futuros y opciones utilizando el sistema de administración de riesgo basado en el VaR.

«En términos simples, VaR es la necesidad de cuantificar con un determinado nivel de confianza el monto o porcentaje de pérdida que un portafolio enfrentará en un período determinado de tiempo. En otras palabras, es

(4) *Ibidem*, pág. 9.

(5) Banco de México, *loc. cit.*, pág. 3.

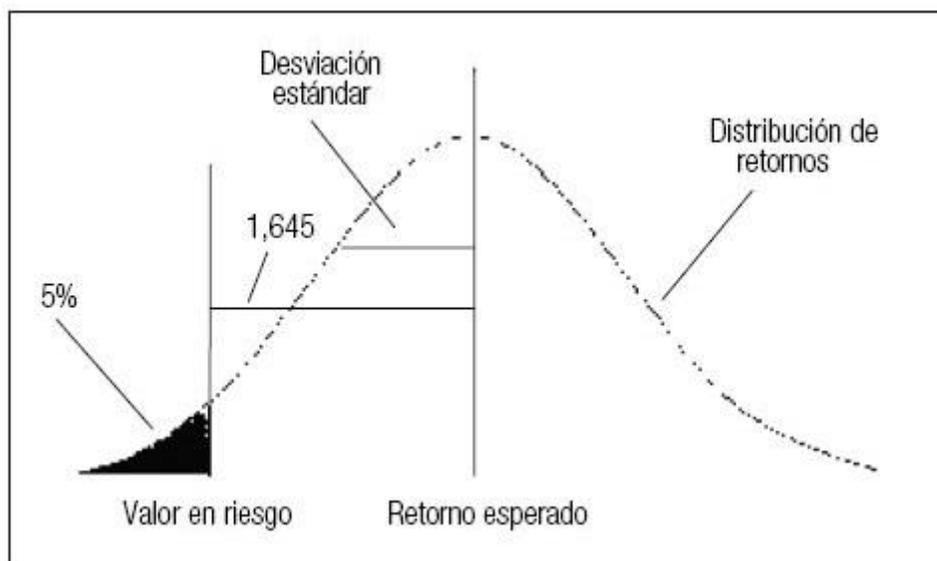
la medición de la máxima pérdida esperada dado un horizonte de tiempo bajo condiciones normales de mercado y con un nivel de riesgo dado. Y más específicamente el VaR representa un cuantil de la distribución de pérdidas y ganancias, el que comúnmente se selecciona como el 95% o 99% de la distribución» (6).

La filosofía del VaR es medir la relación entre rentabilidad y riesgo para formar la cartera eficiente, introducidos por Markowitz y Sharpe. En general, el supuesto más utilizado es el de normalidad, lo cual permite representar todas las observaciones mediante la conocida campana de Gauss y aplicar sus propiedades estadísticas.

Por lo tanto, si queremos determinar el VaR de un portafolio, para un horizonte de tiempo de un día y exigiendo un nivel de confianza del 5%, esto significa que solamente el 5% de las veces, o una de veinte veces (es decir una vez al mes con datos diarios, o cada cinco meses con datos semanales) el retorno del portafolio caerá más de lo que señala el VaR.

(6) ZANBERK WALTER, Felipe Rodrigo, *loc. cit.*, pág. 9.

FIGURA N° 1: Función de densidad de probabilidad normal de los rendimientos de un portafolio.



Fuente: Banco Central de Chile. Documento de trabajo, N° 67, 2000.

CAPÍTULO II

Modelo de Valor en Riesgo

Sumario: 1.- ¿Por qué surgió? 2.- Definiciones. 3.- Formalización del modelo. 4.- Parámetros del modelo. 5.- Limitaciones.

1.- ¿Por qué surgió?

Una serie de entidades financieras han visto disminuir su patrimonio fuertemente, y en algunos casos quebrar, ante pérdidas ocasionadas por movimientos no esperados en los precios de mercado. «Recientemente, en febrero de 2002, el *Allied Irish Banks* (AIB) perdió aproximadamente unos US\$ 750 millones en el mercado de divisas» ⁽⁷⁾.

En la mayoría de estos casos, existió una muy débil gestión o monitoreo de la exposición de la empresa a los riesgos de mercado. Así, desde mediados de la segunda parte de la década de los 90, las empresas expuestas a riesgos financieros vienen incorporando modelos que midan riesgos. Específicamente, el uso del Valor en Riesgo (VaR) viene constituyéndose en un estándar del mercado; ello obedecería a que el VaR es una herramienta directa, entendible y simple para calcular y controlar los riesgos de mercado. Luego, de acuerdo a la perspectiva respecto a la gestión de riesgos, el VaR

⁽⁷⁾ ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, Gestión del Riesgo Cambiario: Una Aplicación del Valor en Riesgo para el Mercado Financiero Peruano, (Perú, Junio 2002), pág. 19.

tendrá utilidad para distintos usuarios y propósitos: Reportes de Información, Asignación de Recursos, Evaluación de Performance, o Instituciones Financieras, Reguladores, Corporaciones no Financieras y Gestores de Activos.

2.- Definiciones

El modelo de Valor en Riesgo es un método de valorar o medir riesgo que emplea técnicas estadísticas estándar que comúnmente se usan en otros campos técnicos. El VaR (*Value at Risk*), o medida de Valor en Riesgo, intenta dar una idea sobre la pérdida en que se puede incurrir en un cierto período de tiempo, pero, al ser inciertas las pérdidas y ganancias, es necesario asociar probabilidades a las diferentes pérdidas potenciales.

El Valor en Riesgo es una medida de riesgo de mercado que estima la «**máxima pérdida esperada en un período de tiempo y con un nivel de confianza dado, en condiciones normales de mercado**» ⁽⁸⁾. La definición estándar del VaR que emplea JP Morgan es la más aceptada y puede interpretarse por partes del siguiente modo:

- La *máxima pérdida esperada* es la máxima cantidad de dinero que se espera que pueda perder una cartera de activos financieros. Por ejemplo: \$5 millones.
- El *período de tiempo* hace referencia al intervalo temporal durante el cual puede producirse la máxima pérdida esperada. Por ejemplo: una semana. El intervalo de tiempo (*holding period*) se determina considerando el tiempo necesario para anular el riesgo sin alterar el mercado. El período de tiempo a considerar debería ser el menor tiempo necesario para lograr alguno de los siguientes objetivos:

⁽⁸⁾ JORION, Philippe, Value at Risk, Tercera Edición, McGraw-Hill Professional, (2006), passim.

- Liquidación de la cartera: es el tiempo necesario para realizar los activos incluidos en la cartera.
- Cobertura de la cartera: es el tiempo necesario para implementar una cobertura sobre los activos incluidos en la cartera.

Por ejemplo: si liquidar la cartera demanda cuatro días y cubrirla requiere dos días, se toman dos días.

- El *nivel de confianza* es el porcentaje de confianza con que se puede esperar la máxima pérdida. Por ejemplo: 99% de confianza.
- *Condiciones normales de mercado*: significa que la metodología proporciona medidas de riesgo aceptables en períodos en que no se producen turbulencias financieras extremas.

De esta manera, un inversor con una cartera de \$1.000.000 en acciones del Merval podría concluir que el VaR diario de la misma es de \$10.000 con un nivel de confianza de 99%. Esto significaría que sólo uno de cada cien días la cartera experimentaría una caída de valor igual o superior a \$10.000, en condiciones normales de mercado.

Sustentado en sólidos fundamentos técnicos, el VaR otorga a sus usuarios una medida sumaria de los riesgos de mercado.

3.- Formalización del modelo

De manera formal, el VaR mide la peor pérdida esperada sobre un intervalo de tiempo dado bajo condiciones normales de mercado en un nivel de confianza estadística (o probabilidad estadística). «El VaR es un nivel de pérdidas (del o los activos de que se trate) tal, que la probabilidad “ α ” de que la pérdida exceda esta cantidad en un periodo de tiempo dado, corresponde a un cierto nivel de confianza escogido por el analista. Así, el analista fija de antemano el nivel de confianza con el que quiere trabajar y el periodo de

tiempo en el que puede ocurrir la pérdida de los activos financieros a los que se les quiera medir su riesgo. A partir de estos dos parámetros, el VaR corresponde al cuantil asociado al nivel de confianza fijado, de la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias que puede tener el conjunto de activos, en un horizonte de tiempo dado, dadas las condiciones de incertidumbre que prevalecen en ese momento en el mercado. Esto es importante y es un elemento de crítica de la medida» (9).

Esta metodología busca generar un indicador del nivel de riesgo y el máximo nivel de exposición a pérdidas para un instrumento financiero o un conjunto de activos financieros. Analíticamente, es el límite superior de la integral de la función de retornos históricos de un activo financiero medidos en forma diaria, mensual o con otra frecuencia.

4.- Parámetros del modelo

Los parámetros del modelo están constituidos por el horizonte temporal de la medición, el periodo de observación y el nivel de confianza.

Horizonte Temporal

El horizonte temporal es el periodo sobre el cual se va a medir la posible pérdida producida por movimientos adversos en los precios de las acciones. Ello depende del tiempo que se pretenda mantener una posición o cartera, del grado de liquidez del mercado, costos de transacción, etc. Cabe señalar que es usual la estimación de la volatilidad para series diarias y que luego se extrapola por “La Regla de la Raíz Cuadrada del Tiempo” al horizonte temporal determinado, en este sentido habrá que tener en cuenta que ello hace una serie de presunciones como la varianza constante, la no reversión a la media, independencia temporal de las variaciones de los precios de las acciones y que no existan barreras que restrinjan el potencial movimiento de

(9) Banco de México, loc. cit., pág. 3.

los precios. Por ello, en general la extrapolación será más cuestionable cuanto mayor sea el horizonte temporal.

Periodo de Observación

El periodo de observación tiene que ver con que el cálculo de las variabilidades y correlaciones, si se hace con series históricas, tendrá que determinar la extensión de dicho periodo. «Los periodos largos pueden aumentar la precisión de las estimaciones pero pueden no recoger de forma adecuada cambios en el comportamiento de los precios, ello sugiere trabajar con distintos periodos de observación» ⁽¹⁰⁾. Inclusive este periodo no tiene que ser igual para todas las series de factores, esto puede depender de factores de carácter estructural.

Nivel de Confianza

En cuanto al nivel de confianza, este se refiere al grado de protección que se considera adecuado frente a posibles movimientos adversos de los precios de las acciones y en ese sentido parece arbitrario, aunque lo aconsejable sería optar por una posición prudente o conservadora. Suponiendo un determinado nivel de confianza (c%), este se define como la probabilidad de que no se alcance el nivel de pérdidas definido por el VaR. Por tanto, la variación del valor de la cartera -ante cambios en los precios de mercado- tal que se obtenga una pérdida superior al VaR lleva una probabilidad de (1- c)%. El VaR se expresa usualmente en valor absoluto, tal que

$$\text{Probabilidad (valor inicial – valor final > VaR) = (1 – c)\%}$$

Cabe señalar que hasta ahora no se ha realizado ninguna hipótesis sobre el tipo de distribución de probabilidades que se utilizará en la aplicación del VaR, siendo este un concepto general para cualquier distribución (normal, log normal, etc.).

⁽¹⁰⁾ ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, loc. cit., pág. 22.

5.- Limitaciones

Aunque la medida de VaR tiene buena aceptación, también tiene limitaciones. La principal limitación es que el resultado obtenido depende estrechamente de la información que se utilizó para calibrar los modelos, y/o de la historia contemplada en el ejercicio. «Así, se considera que el VaR es una buena medida de riesgo de pérdidas bajo “condiciones normales” de comportamiento de los mercados, pero falla significativamente en condiciones de crisis» (11).

(11) Banco de México, loc. cit., pág. 4.

CAPÍTULO III

Métodos para medir el VaR de mercado

Sumario: 1.- Introducción 2.- VaR Paramétrico. 3.- VaR No Paramétrico. 4.- Observaciones respecto a los modelos. 5.- Una nota final sobre el VaR.

1.- Introducción

El modelo de Valor en Riesgo distingue entre tres tipos de metodologías: el Modelo de Varianzas y Covarianzas (su versión más empleada sería la de Riskmetrics), el Modelo de Simulación Histórica y el Modelo Simulación de MonteCarlo.

Para la estimación del valor de una cartera o activo financiero en un determinado momento en el futuro, se necesita estimar la distribución de probabilidad para poder responder a la pregunta de cuál es la máxima pérdida posible en un determinado momento T en el futuro.

Para emitir una respuesta, se necesita en primer lugar conocer el comportamiento del instrumento respecto de su media y su varianza. La consideración del supuesto en el análisis se conoce como método paramétrico. Por otro lugar, si el análisis parte del estudio empírico del comportamiento del activo financiero o portafolio, no requiere suponer los parámetros y bajo esta base los métodos de cálculo se conocen como no paramétrico.

Estas metodologías también se pueden agrupar de acuerdo a si responden a un enfoque analítico o numérico. El enfoque analítico se basa en la obtención de expresiones matemáticas que representen la función de probabilidad del instrumento considerado. Ejemplo de ello sería el empleo directo de la matriz de varianzas y covarianzas para el cálculo de las medidas de riesgo de una cartera de divisas o acciones. Por su parte, el enfoque numérico se basa en técnicas de simulación de escenarios (Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo), obteniendo la función de probabilidad por muestreo.

«El enfoque analítico impone la adopción de supuestos o hipótesis simplificadoras, que para determinadas situaciones no reflejarían correctamente el riesgo de distintas posiciones, generalmente las complejas. Ante ello, se plantea como alternativa el enfoque de simulaciones numéricas, suponiendo unos determinados modelos de comportamiento de los factores de riesgo. De esta manera, se genera el mapa real de pérdidas y ganancias agregando el nivel de beneficios o pérdidas asociados a cada uno de los escenarios de las simulaciones. Esta metodología permitiría analizar el comportamiento de instrumentos sofisticados o evitar el uso de supuestos simplificadores como la normalidad» ⁽¹²⁾.

2.- VaR Paramétrico

El modelo de VaR paramétrico tiene como característica el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de acuerdo con una curva de densidad de probabilidad, que generalmente es la normal y en el supuesto de linealidad en el valor de los activos. «Bajo el supuesto de normalidad y de media de rendimientos igual a cero, el modelo paramétrico que determina el valor en riesgo de una posición es el siguiente:

⁽¹²⁾ ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, loc. cit., pág. 23.

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t}$$

donde:

- ✓ F = Factor que determina el nivel de confianza del cálculo.
- ✓ S = Monto total de la inversión.
- ✓ σ = Desviación estándar de los rendimientos del activo.
- ✓ T = Horizonte de tiempo» (13).

Este método es también llamado de valuación local, porque «el VaR se determina valuando la cartera una sola vez, en la posición inicial, y luego se usan derivadas parciales para inferir los posibles cambios de valor de la cartera» (14). En este grupo se encuentra la forma de cálculo denominada Modelización o Varianza-Covarianza.

Método de Varianzas y Covarianzas

Este método usa una base de datos histórica para construir una matriz de correlaciones para un periodo de tenencia u horizonte temporal (*holding period*).

En la aplicación de la metodología de Varianzas y Covarianzas, se hace necesario definir previamente el tipo de comportamiento que siguen los subyacentes (factores de riesgo) que intervienen en los resultados de la posición y determinar la expresión de la función de probabilidad. «Lo usual en este tipo de aplicaciones es considerar que el comportamiento del precio de los activos financieros sigue una distribución log normal y que los retornos continuos del activo siguen una distribución aproximadamente normal (independiente e idénticamente distribuida), lo cual puede constituir una limitación» (15).

(13) Banco de México, *loc. cit.*, pág. 5.

(14) MENICHINI, Amilcar, *Value at Risk. Metodología de Administración del Riesgo Financiero*, pág. 4.

(15) ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, *loc. cit.*, pág. 23.

Una vez que se sabe o se aproxima la función de distribución del activo subyacente, será posible calcular los puntos correspondientes a los distintos intervalos de confianza.

Una de las variantes existentes para calcular el VaR de acuerdo a Varianzas y Covarianzas es Riskmetrics, metodología desarrollada por el JP Morgan, banco de inversión norteamericano. Esta metodología contiene una serie de supuestos: las varianzas de los retornos no son homocedásticas, es decir, varían a través del tiempo; las varianzas y covarianzas de la serie histórica de los retornos presentan algún grado de autocorrelación; y la serie de los retornos continuos, o logarítmicos, siguen una distribución normal.

Limitaciones

Este modelo considera que el retorno del instrumento o cartera de instrumentos financieros se aproxima a una distribución de probabilidad normal. «Sin embargo, en la práctica se ha observado que la mayoría de los activos no necesariamente siguen un comportamiento aleatorio que se puede aproximar bien por una distribución normal y, por lo tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo suponiendo normalidad, generalmente subestiman el nivel real de riesgo de una cartera» ⁽¹⁶⁾.

«Además del supuesto de la distribución normal para el retorno del activo subyacente (precio de las acciones), otras limitaciones de este modelo vienen dadas por la presunción de que las correlaciones permanecerán constantes durante el horizonte temporal del VaR» ⁽¹⁷⁾. Correlaciones calculadas dividiendo la covarianza de los pares de rendimientos entre el producto de las desviaciones estándar de los rendimientos de cada activo financiero, de allí una explicación del nombre del método.

⁽¹⁶⁾ Banco de México, loc. cit., pág. 6.

⁽¹⁷⁾ ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, loc. cit., pág. 24.

En general, esta metodología se utiliza en activos lineales, como por ejemplo acciones e instrumentos de renta fija. «Una crítica usual es que esta metodología hace una pobre estimación de los instrumentos con opciones implícitas o explícitas u otro tipo de instrumento no lineal, pues este método supone ausencia de posiciones con comportamiento no lineal. Esta debilidad podrá ser mitigada en alguna magnitud reduciendo el horizonte temporal del VaR» ⁽¹⁸⁾.

Este tipo de aplicaciones puede ser recomendado cuando se tienen carteras poco complejas. Aunque habrá que tener en cuenta los recursos de capital humano capacitado, los sistemas computacionales a disposición y la capacidad de la alta dirección y gerencia para entender los resultados, ventajas y limitaciones de esta herramienta cuantitativa.

3.- VaR No Paramétrico

En estos métodos, llamados también de valuación completa, el VaR se determina valuando la cartera en todo un rango de escenarios posibles. En este grupo se encuentran las formas de cálculo denominadas Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo.

Modelo de Simulación Histórica

«La simulación histórica utiliza datos históricos para determinar el importe del VaR, es decir, intenta anticiparse a lo que puede ocurrir en el futuro a partir de datos pasados recientes. El objetivo es medir el VaR a partir de una distribución empírica de cambios de valor de la cartera» ⁽¹⁹⁾.

Intuitivamente, la simulación histórica es un ejercicio que examina los posibles valores de una cartera de activos financieros y sus correspondientes pérdidas y ganancias respecto a su valor actual, suponiendo que se

⁽¹⁸⁾ Ibidem.

⁽¹⁹⁾ MENICHINI, Amilcar, loc. cit., pág. 5.

pueden repetir escenarios que ya se han observado en algún momento anterior. Consiste en valuar los activos de un portafolio de instrumentos, en los escenarios de factores de riesgo históricamente observados en un cierto periodo de tiempo. La pérdida o ganancia relacionada con cada escenario es la diferencia entre el valor actual de la cartera y el de la cartera valuada con los niveles de riesgo del escenario en cuestión. Con las pérdidas y ganancias asociadas a cada escenario, se define una distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias del valor del portafolio, de la que se puede obtener el VaR que, como ya se explicó, corresponde al cuantil de dicha distribución, escogido por el analista.

El método de simulación histórica tiene buena aceptación, porque no se basa en supuestos de correlaciones y volatilidades que en situaciones de movimientos extremos en los mercados pudieran no cumplirse. Tampoco descansa en el supuesto de normalidad en la distribución de los retornos y es aplicable tanto a instrumentos lineales como no lineales.

«En esta técnica se tomarán como escenarios futuros cada uno de los escenarios de variación de los factores de riesgo que tuvieron lugar en el periodo de observación considerado. Así, no es necesario asumir ningún supuesto o hipótesis sobre el modelo de comportamiento debido a que se toman como escenarios los cambios que realmente sucedieron un determinado día para todos los factores de riesgo» ⁽²⁰⁾. Es decir, se toman las series históricas de precios y de cambios en los factores de mercado para aplicarlos al portafolio o cartera actual, ello dará también una serie de cambios teóricos o números VaR teóricos. Luego, estos VaR serán ordenados por sus magnitudes de pérdidas esperadas tal que las pérdidas que ocurran 1%, 2%, 3%, etc., de las veces puedan ser identificadas.

Entre las ventajas de este enfoque se pueden destacar:

⁽²⁰⁾ ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, *loc. cit.*, pág. 25.

- Simple de implementar: una vez obtenidos los datos históricos, el cálculo del VaR se realiza de manera directa, evitando estimar la matriz de covarianzas, lo cual es un trabajo importante cuando la cartera es grande.
- Valuación completa: tiene en cuenta las no linealidades de ciertos contratos y no necesita hacer supuestos de distribuciones de probabilidad.
- Horizonte temporal: los retornos se calculan para el período de tiempo elegido para el VaR, no siendo necesario hacer agregaciones temporales de las volatilidades.

«Como todas las metodologías, existen potenciales limitaciones a este método que tienen que ver con la confianza de la potencialidad de la data sobre las sensibilidades y una necesidad de la existencia, disposición y calidad de toda la data histórica, debidamente sistematizada junto a sus aplicativos, para todos los instrumentos. Cuando se usa el VaR histórico, a menudo se arguye que las más recientes volatilidades de los precios son más relevantes que las antiguas volatilidades. Así, es común observar que se usen enfoques con ponderaciones donde se pondere con un mayor peso a la más reciente desviación estándar» ⁽²¹⁾.

Sintetizando, entre las desventajas de este enfoque se encuentran:

- Historia suficiente: no siempre se cuenta con suficientes datos históricos, lo cual deriva en cálculos inexactos del VaR.
- Única muestra: los datos históricos permiten realizar una sola simulación suponiéndose que el pasado reciente representa el futuro inmediato bastante bien.

⁽²¹⁾ Ibidem.

- Ponderación de la muestra: este enfoque pondera del mismo modo a todos los datos de la muestra, es decir, tienen igual importancia los datos más recientes y los más antiguos.

Modelo de Simulación MonteCarlo

Se parte de suponer un modelo de comportamiento para cada uno de los factores de riesgo y para las relaciones de dependencia con el resto de los factores. Una vez hecho ello, se generarán escenarios basados en el modelo de comportamiento conjunto, que arrojarán una pérdida o una ganancia. La combinación y tabulación de todos ellos dará lugar a un mapa de pérdidas y ganancias. Es decir, se calcula una teórica distribución de probabilidades para la cartera de instrumentos o posiciones, o sus equivalentes, para un determinado periodo de tiempo.

Esta metodología tiene puntos en común con la simulación histórica, sin embargo, a diferencia de esta última, el método MonteCarlo consiste en generar de manera aleatoria escenarios de ocurrencia de los factores de riesgo que afectan el valor de los activos contenidos en un portafolio de activos financieros. Una vez generados los escenarios, se procede igual que en la simulación histórica; es decir: se valúa la cartera con los valores de los factores de riesgo asociados a cada escenario y se obtienen las pérdidas o ganancias asociadas a cada escenario, como la diferencia entre su valor actual y el que corresponde al escenario. Así, se obtiene la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias y el VaR, como el cuantil de la distribución correspondiente al nivel de confianza escogido.

Además de que es aplicable tanto a instrumentos lineales como no lineales, lo que se busca es incorporar escenarios que pudieran ocurrir, aunque nunca se hayan observado antes; ni siquiera algunos parecidos.

«La Simulación de MonteCarlo luce como una multitud de posibles senderos para los precios tal que se llega a una distribución de precios espe-

rada. Este método ofrece una gran versatilidad o flexibilidad para la valoración y simulación sobre instrumentos complejos o no lineales como las opciones financieras por ejemplo» (22).

Las limitaciones de la técnica son, en primer lugar, que se requieren supuestos sobre las distribuciones de probabilidad que caracterizan el comportamiento de los factores de riesgo, así como sus correlaciones entre sí, lo cual puede conducir a generar escenarios incongruentes con el comportamiento real de los mercados, aún en condiciones de crisis. En segundo lugar, la demanda sobre los recursos de cálculo y computacionales, para generar un número suficientemente grande de escenarios que dé confiabilidad estadística a los resultados, es considerable.

Una de sus desventajas cualitativas más importante reside en el hecho de que es el método más difícil de explicar a la alta dirección de las instituciones.

4.- Observaciones respecto a los modelos

Como comentario de cierre de esta sección de tipos de modelos es importante señalar que cada uno de ellos requiere o plantea decisiones respecto al horizonte temporal y nivel de confianza estadística. Los usuarios también deben considerar como elementos relevantes para decidir por uno de estos métodos al tipo de estructura de sus carteras de inversión (simple o compleja), capacidad del capital humano, recursos computacionales y la capacidad de entendimiento de la alta dirección de la institución.

«Las tres primeras formas mencionadas de cálculo del VaR son muy utilizadas por empresas tanto financieras como no financieras, no existiendo un consenso general sobre cuál de ellas es la mejor en términos absolutos. Cada una tiene ventajas y desventajas relativas, por lo que las firmas

(22) Ibidem.

suelen utilizar las tres al mismo tiempo, al menos las líderes en el campo de la administración de riesgos» (23).

Por ejemplo, para carteras poco complejas y una alta dirección o gerencia no muy familiarizada con estos temas, tal vez sea más recomendable el método de varianzas y covarianzas por salvar relativamente los elementos de decisión entre los modelos y no los métodos de simulación. Si las carteras son complejas entonces los métodos de simulación serán una mejor elección, aunque si en este caso la capacidad computacional es una seria restricción, entonces se podría evaluar descartar el método de Montecarlo.

«La clasificación anterior refleja un *trade-off* entre velocidad y exactitud. La velocidad de cálculo es importante cuando la cartera es muy grande y está expuesta a muchos factores de riesgo, los cuales involucran muchas correlaciones. En este caso, el enfoque de Modelización (valuación local) es apropiado. No obstante, cuando la cartera incluye muchos contratos no lineales, como las opciones, el enfoque de Modelización no es muy exacto en la modelización del VaR. En estos casos es conveniente recurrir a la Simulación Histórica o Simulación de MonteCarlo (valuación completa). Estos enfoques mejoran notoriamente la exactitud de cálculo del VaR, pero a costa de una considerablemente mayor lentitud» (24).

5.- Una nota final sobre el VaR

En general, hay que ver al VaR como una de las muchas herramientas de gestión de riesgos que debe usar la empresa. El número VaR diario no resume la gestión de los riesgos, es sólo una de las herramientas cuantitativas que se debe poseer y recalcar que el aspecto cualitativo de la gestión de riesgos es un elemento igual o más importante que la batería de

(23) MENICHINI, Amilcar, loc. cit., pág. 4.

(24) Ibidem.

herramientas cuantitativas, tal como la historia financiera reciente ha demostrado con una serie de quiebras o pérdidas impresionantes.

Las principales ventajas del VaR se centran en que condensa en un número el riesgo de un portafolio o cartera, provee una herramienta de comparación de los riesgos en diferentes mercados y en diferentes clases de activos, y que captura el efecto positivo de la diversificación a través de la correlación entre instrumentos.

Las principales limitaciones sobre los resultados de la mayoría de los modelos VaR se encuentran en que en su aplicación se asume que los factores de riesgo están normalmente distribuidos, asumen que las varianzas y correlaciones históricas son buenos predictores de las varianzas y correlaciones futuras, no identifican la fuente o componente de riesgo (uno o pocos factores de riesgo, subportafolios, o *traders*) y que no cuantifican cuán grande sería la pérdida bajo un movimiento extremo en los precios.

CAPÍTULO IV

Aplicación Práctica

Sumario: 1.- Metodología. 2.- Introducción. 3.- Análisis exploratorio de datos. 4.- Análisis de normalidad.

1.- Metodología

Para llevar a cabo el siguiente estudio, la información requerida provino de datos. «Los datos pueden concebirse como información numérica necesaria para ayudarnos a tomar una decisión con más bases en una situación particular» ⁽²⁵⁾.

Existen muchos métodos mediante los cuales podemos obtener los datos necesarios. En el presente caso, se utilizarán fuentes de datos publicadas. Los precios de cierre de las acciones seleccionadas se pueden clasificar como variables numéricas o cuantitativas continuas, con escalas de intervalo ⁽²⁶⁾.

Sin importar el nivel de medición de nuestra variable, se necesita una definición operacional para obtener la respuesta o el resultado apropiado. «Una definición operacional proporciona un significado a un concepto o

⁽²⁵⁾ BERENSON, Mark. L. y LEVINE, D. M., Estadística Básica en Administración, Sexta Edición, Pearson Educación, (México, 2006), pág. 12.

⁽²⁶⁾ Una escala de intervalo es una escala ordenada en la que la diferencia entre las mediciones es una cantidad significativa.

variable que puede comunicarse a otros individuos. Es algo que tiene el mismo significado ayer, hoy y mañana para todos los individuos» (27).

Aquí, la variable bajo estudio puede ser definida operacionalmente de la siguiente forma: precios de cierre diario de la acción, medidos en moneda nacional (peso argentino), en el período comprendido entre el 01/01/2003 hasta el 31/12/2012 (inclusive), descargados del sitio web www.stockssite.com e importados con la herramienta Downloader del programa MetaStock Professional versión 10.1.

2.- Introducción

Las unidades de análisis fueron las acciones constituyentes del Índice Merval. Los índices bursátiles son una medida estadística y reflejan el rendimiento del mercado a través del tiempo, en función de las variaciones de precio de la canasta de instrumentos que los conforman. Proveen de un punto de referencia a los inversores y usuarios que desean conocer la evolución de los mercados. La elección del índice Merval se debe a que es el índice más difundido del mercado accionario local, pues es el indicador que generalmente difunden los medios televisivos, radiales y gráficos al cierre de cada rueda de operaciones.

«El índice Merval mide el valor en pesos de una canasta teórica de acciones, seleccionadas de acuerdo a criterios que ponderan su liquidez. El índice está compuesto por una cantidad nominal fija de acciones de distintas empresas cotizantes (comúnmente conocidas como “empresas líderes”). A esta cantidad fija de acciones que cada firma posee en el índice se la llama cantidad teórica. Las acciones que componen el índice Merval cambia cada tres (3) meses, cuando se procede a realizar el recálculo de esta cartera teórica, sobre la base de la participación en el volumen negociado y en la canti-

(27) Ibidem, pág. 18.

dad de operaciones de los últimos seis (6) meses» ⁽²⁸⁾. La composición actual del Índice Merval se presenta en la TABLA N°2 (Apéndice).

En primer lugar, se realizó la descarga de la Base de Datos de la página web www.stockssite.com. Entre las diversas bases de datos que ofrece el sitio web para descargar (previo registro del usuario), se utilizó la base de datos histórica de acciones líderes Argentinas y cotización del dólar libre, desde el 30/12/1996 a la fecha, para importar con la herramienta Downloader del programa MetaStock® u otro compatible. Contiene treinta y nueve acciones, cinco índices y valor dólar libre. Incluye Acciones del Merval. Para leer esta base de datos, se utilizó el software MetaStock Professional versión 10.1.

El estudio se llevó a cabo sólo con aquellas acciones líderes que cumplen los siguientes requisitos:

- Por lo menos diez años de datos históricos en los precios de cierre.
- Presencia bursátil igual a un 100%.

Por lo tanto, los datos históricos a obtener fueron las series de precios de cierre de aquellas acciones líderes que cumplieran con el criterio de selección, las cuales fueron obtenidas para el período 01/01/2003 – 31/12/2012.

Se tuvo en cuenta el comportamiento del Índice Merval para considerar el supuesto de 100% de presencia bursátil, es decir, se tomó como base de comparación la cantidad de días que cotizó el Merval durante el período 01/01/2003 – 31/12/2012.

Así, se verificó que durante el período de 10 años comprendido entre las mencionadas fechas, el Índice Merval cotizó 2471 días (de los 3653 días en los diez años analizados, 1182 días el Índice Merval no fue negociado y, por lo tanto, no presentó cotización). Luego, se analizó la presencia

⁽²⁸⁾ COTIZACIONES / Índices, en Internet: www.merval.sba.com.ar, (03/03/2013).

bursátil de las trece acciones líderes incluidas en el Índice Merval. Los resultados se pueden visualizar en la siguiente tabla:

TABLA N° 1: Presencia bursátil de las trece acciones líderes que componen el Índice Merval, durante el período de diez años comprendido entre el 01/01/2003 y el 31/12/2012.

Empresa/Especie	Código	Presencia bursátil 01/01/03 - 31/12/12 (en días)	Base 100% Merval (en días)	Presencia bursátil (en %)
Grupo Financiero Galicia	GGAL	2471	2471	100,00%
Tenaris	TS	2471	2471	100,00%
YPF	YPFD	2334	2471	94,46%
Telecom Argentina	TECO2	2470	2471	99,96%
Petroleo Brasileiro - Petrobras	APBR	1638	2471	66,29%
Banco Macro	BMA	2471	2471	100,00%
Siderar	ERAR	2467	2471	99,84%
Pampa Energía	PAMP	1742	2471	70,50%
Petrobras Argentina	PESA	1619	2471	65,52%
Soc. Comercial del Plata	COME	2464	2471	99,72%
EDENOR	EDN	1392	2471	56,33%
Aluar	ALUA	2471	2471	100,00%
BBVA Banco Francés	FRAN	2471	2471	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Tal como se puede apreciar en la tabla, las empresas que forman parte del Índice Merval y satisfacen los requisitos son:

- 1) Grupo Financiero Galicia (GGAL)
- 2) Tenaris (TS)
- 3) Banco Macro (BMA)
- 4) Aluar (ALUA)
- 5) BBVA Banco Francés (FRAN)

Por lo tanto, el análisis que sigue a continuación será realizado para estas cinco acciones líderes de manera individual, en primera instancia, y luego para la cartera de inversión formada por tres de estas cinco empresas.

3.- Análisis exploratorio de datos

En primer lugar, debemos recordar que se tomó una muestra de los precios de cierre de cada acción durante un período de diez años. Así, tendremos disponibles 2471 precios de cierre por cada acción, a partir de los cuales podremos calcular 2470 rentabilidades diarias por acción.

Para calcular la rentabilidad diaria de cada acción, seguiremos la siguiente fórmula convencional:

$$R_t = (P_t - P_{t-1}) / P_{t-1}$$

donde

- ✓ R_t : rentabilidad de la acción en el día t
- ✓ P_t : precio de cierre de la acción en el día t
- ✓ P_{t-1} : precio de cierre de la acción en el día t-1

Luego, describiremos cada una de las series de rentabilidades accionarias diarias a través de diversas medidas que proporciona la Estadística Descriptiva para caracterizar un conjunto de datos.

Así, deseamos acomodar los datos en agrupamientos de clase de acuerdo con divisiones establecidas convenientemente del alcance de las observaciones. Tal acomodo de los datos en forma tabular se denomina una distribución de frecuencia ⁽²⁹⁾.

Al construir la tabla de frecuencia-distribución, debe ponerse atención a:

⁽²⁹⁾ Una distribución de frecuencia es una tabla de resumen en la que los datos se disponen en agrupamientos o categorías convenientemente establecidas de clases ordenadas numéricamente

1. **Seleccionar el número apropiado de agrupamientos de clase para la tabla:** el número de agrupamientos de clase por utilizar depende principalmente del número de observaciones en los datos. Esto es, un número mayor de observaciones requiere un número mayor de grupos de clase. En general, sin embargo, la distribución de frecuencia debe tener al menos cinco agrupamientos de clase, pero no más de 15.
2. **Obtener un intervalo o ancho de clase de cada agrupamiento de clase:** al desarrollar la tabla de distribución de frecuencia es deseable que el ancho de cada agrupamiento de clase sea igual. Para determinar el ancho de cada clase, el alcance de los datos se divide entre el número de agrupamientos de clase.
3. **Establecer los límites de cada agrupamiento de clase para evitar los traslapes:** para construir la tabla de distribución de frecuencia, es necesario establecer claramente límites de clase definidos para cada agrupamiento de clase de manera que las observaciones se registren apropiadamente. Debe evitarse el traslape de clases.

Luego, se realizará un resumen y descripción de los datos numéricos, para proporcionar una comprensión de las características o propiedades de estos datos (tendencia central, variación, forma) y sus mediciones descriptivas de resumen correspondientes, como una ayuda para su análisis e interpretación.

Las tres mejores propiedades que describen una serie numérica de datos son tendencia central, variación y forma. Recordemos que estas mediciones descriptivas de resumen se calcularán a partir de una muestra de datos, por lo que se denominan *estadísticas*, a diferencia de aquellas que se calculan a partir de la población completa de datos, que se denominan *parámetros*.

1. **Mediciones de la tendencia central:** la mayor parte de las series de datos muestran una clara tendencia a agruparse alrededor de un cierto punto central. Así pues, dada cualquier serie de datos particular, por lo general es posible seleccionar algún valor o promedio típico para describir toda la serie de datos. Cinco tipos de promedios a menudo usados como mediciones de tendencia central son la media aritmética, la mediana, la moda, el rango medio y el eje medio.

La **media aritmética** (también llamada la **media**), es el promedio o medición de tendencia central de uso más común. Se calcula sumando todas las observaciones de una serie de datos y luego dividiendo el total entre el número de elementos involucrados. Puesto que su cálculo se basa en cada observación, la media aritmética se ve afectada en gran medida por cualquier valor extremo. En estos casos, la media aritmética presenta una representación distorsionada de lo que los datos están transmitiendo; así pues, la media no sería el mejor promedio a usarse para describir o resumir esta serie de datos.

La **mediana** es el valor medio de una secuencia ordenada de datos. Ésta no se ve afectada por ninguna observación extrema de una serie de datos. Por tanto, siempre que esté presente una observación extrema es apropiado usar la mediana en vez de la media para describir una serie de datos.

La **moda** es el valor de una serie de datos que aparece con más frecuencia. Ésta no se ve afectada por la ocurrencia de cualesquier valores extremos. Sin embargo, la moda no se usa para propósitos más que descriptivos porque es más variable de muestra a muestra que otras mediciones de tendencia central.

El **rango medio** es el promedio de las observaciones menores y mayores de una serie de datos. Dado que involucra sólo las observaciones menores y mayores de una serie de datos, el rango medio se distorsiona co-

mo una medición de resumen de tendencia central si está presente una observación extrema. En tales situaciones, el rango medio es inapropiado.

El **eje medio** es el promedio del primer y tercer cuartiles de una serie de datos. Éste es una medición de resumen que siempre es apropiada porque no se ve afectada por los valores extremos de los datos ⁽³⁰⁾.

Para una distribución simétrica de un grupo de números, estas medidas de tendencia central son iguales. Para una distribución sesgada de un grupo de números, las medidas pueden ser distintas.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las medidas de tendencia central de las series de precios de cierre de las acciones consideradas.

TABLA N° 2: Resumen de las medidas de tendencia central de las series de precios de cierre de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

Medidas de tendencia central	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Media aritmética	0,00116197	0,00169301	0,00135172	0,00046207	0,00101361
Mediana	0	0,00138381	0	0	0
Moda	0	0	0	0	0
Rango medio	0,02003982	-0,00792093	-0,00245101	-0,0010322	-0,01834453
Eje medio	0,00119026	0,00164645	0,00129109	0,00029005	0,00094065

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, todas las medidas de tendencia central son muy cercanas entre ellas y además cercanas a cero (algunas de ellas toman el valor cero).

⁽³⁰⁾ Las mediciones de resumen como el eje medio y la mediana, que no pueden ser afectadas por los valores extremos de una serie de datos, se denominan **mediciones resistentes**.

2. **Mediciones de la variación:** la variación es la cantidad de dispersión o “propagación” en los datos. Cinco mediciones de variación son el rango, el rango intercuartil, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

El **rango** es la diferencia entre la mayor y la menor observación en una serie de datos. Mide la propagación total en la serie de datos. Aunque el alcance es una medición simple y de fácil cálculo de la variación total en los datos, su clara debilidad es que no logra tomar en cuenta la forma en que los datos se distribuyen realmente entre el menor y el mayor valor. Por tanto, sería impropio usar el rango como una medición de variación cuando uno o ambos componentes son observaciones extremas.

El **rango intercuartil** (también llamado **propagación media**) es la diferencia entre el tercer y primer cuartiles en una serie de datos. Esta simple medición considera la propagación en 50% de los datos de en medio y por tanto no se ve influida de ninguna manera por valores extremos de posible ocurrencia.

La **varianza** de una muestra es aproximadamente (o casi) el promedio de las diferencias cuadradas entre cada una de las observaciones en una serie de datos y la media. La **desviación estándar** de una muestra es simplemente la raíz cuadrada de la varianza muestral. La varianza y la desviación estándar miden la dispersión promedio alrededor de la media, es decir, cómo las observaciones mayores fluctúan por encima de ésta y cómo las observaciones menores se distribuyen por debajo de ésta.

El **coeficiente de variación** es una medición relativa de variación. Mide la dispersión en los datos relativa a la media y se expresa como un porcentaje antes que en términos de las unidades de los datos particulares.

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las medidas de variación de las series de precios de cierre de las acciones consideradas.

TABLA N° 3: Resumen de las medidas de variación de las series de precios de cierre de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tena-ris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

Medidas de variación	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Rango	0,34008055	0,38372008	0,30036116	0,27535793	0,382936
Rango intercuartil	0,02994773	0,02845712	0,02780851	0,02147581	0,03001719
Desviación estándar	0,02767892	0,02711383	0,02538594	0,02068337	0,02718196
Varianza	0,00076612	0,00073516	0,00064445	0,0004278	0,00073886
Coefficiente de variación	23,8206236	16,015128	18,7805435	44,7623594	26,8169637

Fuente: elaboración propia.

3. **Forma:** es la manera en que los datos se distribuyen. La distribución puede ser simétrica o sesgada. Para describir la forma sólo necesitamos comparar la media y la mediana.

- ✓ Media > mediana: sesgo positivo o derecho
- ✓ Media = mediana: simetría o de sesgo cero
- ✓ Media < mediana: sesgo negativo o izquierdo

A continuación, se presentan los resultados de las medidas de forma para las acciones bajo estudio.

TABLA N° 4: Resumen de las medidas de forma de las series de precios de cierre de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tena-ris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

Medidas de asimetría	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Coefficiente de Bowley	0,0794891	0,01845805	0,09285555	0,02701225	0,06267438
Coefficiente de Pearson	0,04198043	0,06244096	0,0532466	0,0223402	0,03728983

Fuente: elaboración propia.

El paso siguiente será describir las principales características de los datos en un formato resumido. Una forma de abordar este “análisis de datos exploratorio” es desarrollar un resumen de cinco números.

Un **resumen de cinco números** combina tres mediciones de tendencia central (la mediana, el eje medio y el rango medio) y dos mediciones de variación (el rango intercuartil y el rango) para dar una mejor idea de la forma de la distribución.

Si los datos fueran perfectamente simétricos, lo siguiente se debería cumplir:

1. La distancia de Q_1 a la mediana sería igual a la distancia de la mediana a Q_3 .
2. La distancia de X_{menor} a Q_1 sería igual a la distancia de Q_3 a X_{mayor} .
3. La mediana, el eje medio y el rango medio serían todos iguales. Estas mediciones también serían iguales a la media en los datos.

Se presenta a continuación el resumen de cinco números para las series de rentabilidades diarias según los precios de cierre de las acciones consideradas.

TABLA N° 5: Resumen de cinco números de las series de precios de cierre de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

Resumen de cinco números	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Me - Q ₁	0,01378361	0,01396593	0,01261317	0,01044785	0,01406794
Q ₃ - Me	0,01616412	0,01449119	0,01519534	0,01102796	0,01594925
Diferencia	-0,00238052	-0,00052526	-0,00258217	-0,00058011	-0,00188131
Q ₁ - X _{menor}	0,13621685	0,18719885	0,14001843	0,12826332	0,19574459
X _{mayor} - Q ₃	0,17391597	0,16806411	0,13253423	0,1256188	0,15717422
Diferencia	-0,03769912	0,01913475	0,0074842	0,00264452	0,03857037
Mediana	0	0,00138381	0	0	0
Eje medio	0,00119026	0,00164645	0,00129109	0,00029005	0,00094065
Rango medio	0,02003982	-0,00792093	-0,00245101	-0,0010322	-0,01834453
Media aritmética	0,00116197	0,00169301	0,00135172	0,00046207	0,00101361

Fuente: elaboración propia.

Si los datos forman la distribución normal de “campana” o gaussiana, 68,26% de todas las observaciones estarán contenidas dentro de distancias de +/- 1 desviaciones estándar alrededor de la media, mientras que 95.44%, 99.73% y 99.99% de las observaciones estarán incluidas, respectivamente, dentro de distancias de +/- 2, +/- 3 y +/- 4 desviaciones estándar alrededor de la media.

En la siguiente tabla, se usa esta regla de la desviación estándar para concluir qué tan bien se asemeja la distribución normal a la distribución de las rentabilidades diarias según los precios de cierre de las acciones consideradas.

TABLA N° 6: Regla de la desviación estándar para comparar la distribución normal con las distribuciones de probabilidad de las rentabilidad diarias de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

	Regla empírica	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
$\bar{X} - \sigma$	34,13%	40,77%	39,27%	39,76%	42,91%	39,39%
$\bar{X} + \sigma$	34,13%	34,53%	37,04%	35,22%	33,44%	35,34%
Suma	68,26%	75,30%	76,32%	74,98%	76,36%	74,74%
$\bar{X} - 2\sigma$	47,72%	50,97%	48,38%	49,35%	52,35%	49,68%
$\bar{X} + 2\sigma$	47,72%	43,77%	46,60%	45,26%	42,11%	45,59%
Suma	95,44%	94,74%	94,98%	94,62%	94,45%	95,26%
$\bar{X} - 3\sigma$	49,87%	52,63%	50,12%	51,26%	54,21%	51,58%
$\bar{X} + 3\sigma$	49,87%	45,99%	48,54%	47,41%	44,41%	47,21%
Suma	99,73%	98,62%	98,66%	98,66%	98,62%	98,79%
$\bar{X} - 4\sigma$	50,00%	53,00%	50,61%	51,82%	54,49%	51,94%
$\bar{X} + 4\sigma$	50,00%	46,56%	48,91%	47,94%	45,02%	47,61%
Suma	99,99%	99,55%	99,51%	99,76%	99,51%	99,55%

Fuente: elaboración propia.

Por último, se realiza el análisis de curtosis o grado de apuntamiento de las series de precios. Como sabemos, para el cálculo de la curtosis se utiliza la distribución normal como distribución testigo. Los resultados se presentan a continuación.

Tabla N° 7: Análisis de curtosis o grado de apuntamiento de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

Medida de apuntamiento	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Curtosis	3,49849312	5,06128262	2,76200096	4,20378813	4,17751104

Fuente: elaboración propia.

4.- Análisis de normalidad

Del análisis de las cinco acciones, todas las series de los retornos presentan una asimetría positiva bastante razonable, es decir, cercana a cero, tal como se exigiría como una de las condiciones para aproximarla como una distribución normal. No obstante, respecto a la condición de curtosis o grado de apuntamiento, de las cinco series, sólo la del retorno del Grupo Financiero Galicia (GGAL) y Banco Macro (BMA) estarían a niveles cercanos de la exigencia de una distribución normal, que es de tres. Todas son leptocúrticas respecto a la distribución normal.

Por lo tanto, podemos concluir que las distribuciones de probabilidad de los rendimientos diarios muestran una clara aproximación a una normal que a otro tipo de distribución, aunque mostrando la usual leptocurtosis. En ese sentido, se puede tolerar el supuesto de la normalidad y por tanto el uso del VaR No Paramétrico para la medición del riesgo.

CAPÍTULO V

Aplicación de la Metodología VaR

Sumario: 1.- Simulación Histórica. 2.- Simulación MonteCarlo.
3.- Resultados.

1.- Simulación Histórica

Como se destacó en el Marco Teórico, este método no necesita que se asuma explícitamente la forma de la distribución de probabilidades de los precios de los instrumentos. Por otro lado, al basarse en información histórica para estimar las pérdidas futuras, puede incorporar “colas anchas” y “asimetrías”, si es que la muestra histórica tuviese tales características.

En el presente capítulo, se estimarán las pérdidas de las series de precios de las acciones consideradas siguiendo las directrices de la Simulación Histórica, es decir, sin utilizar el supuesto de normalidad en la distribución de los precios accionarios. Luego, estos resultados se compararán con los resultados de la Simulación MonteCarlo, lo que nos permitirá sacar conclusiones.

2.- Simulación MonteCarlo

Esta técnica consiste en la generación de escenarios futuros en base a la función de distribución de las variables. Por lo tanto, nos permite simular todos los escenarios posibles de los valores que tomen los retornos de las acciones consideradas, en base a su función de distribución. Para esto, es necesario asumir que los escenarios seguirán alguna distribución particular, en nuestro caso, la distribución normal, y de esta manera poder generar los retornos mediante algún algoritmo generador de variables o algún proceso estocástico. La base de la Simulación MonteCarlo es la experimentación con los elementos de azar (o probabilísticos) a través de un muestreo aleatorio. La técnica se divide en cinco pasos:

1. Fijar una distribución de probabilidad para las variables importantes. Una forma común de establecer una distribución de probabilidad para una variable determinada es examinar los resultados históricos. Sin embargo, no necesitan basarse únicamente en observaciones históricas, sino que las distribuciones en sí mismas pueden ser empíricas.
2. Construir una distribución de probabilidad acumulada para cada variable en el paso 1.
3. Establecer un intervalo de números aleatorios para cada variable. Una vez que se ha establecido la distribución de probabilidad acumulada para cada variable incluida en la simulación, se debe asignar un grupo de números para representar cada valor o resultado posible.
4. Generar números aleatorios. Hay varias formas de elegir números aleatorios: generadores de números aleatorios (que son una característica intrínseca en muchas hojas de cálculo y lenguajes de cómputo), tablas, una rueda de ruleta y varias más. En esta ocasión, se utilizará el software Crystal Ball.
5. Simular realmente una serie de pruebas.

3.- Resultados

En una primera instancia, se aplicó la Metodología del VaR No Paramétrico (Simulación Histórica y Simulación MonteCarlo) a las cinco acciones bajo estudio. Se realizó el cálculo del Valor en Riesgo para los percentiles 1%, 5% y 10% para cada una de las acciones. La siguiente tabla resume los valores obtenidos tanto para la Simulación Histórica como para la Simulación MonteCarlo.

TABLA N° 8: Valor en Riesgo (VaR) al 99%, 95% y 90% de confianza de las series de retornos diarios de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN); calculado según los Modelos de VaR No Paramétrico: Simulación Histórica (SH) y Simulación MonteCarlo (SMC).

Valor en Riesgo (VaR)	GGAL		TS		BMA		ALUA		FRAN	
	SH	SMC								
99%	-6,73%	-6,89%	-7,19%	-5,84%	-6,60%	-5,77%	-5,11%	-4,76%	-6,88%	-5,97%
95%	-4,18%	-4,07%	-4,07%	-4,32%	-3,82%	-4,24%	-3,09%	-3,55%	-4,12%	-4,49%
90%	-3,05%	-3,02%	-2,75%	-3,27%	-2,77%	-3,28%	-2,25%	-2,59%	-3,01%	-3,37%

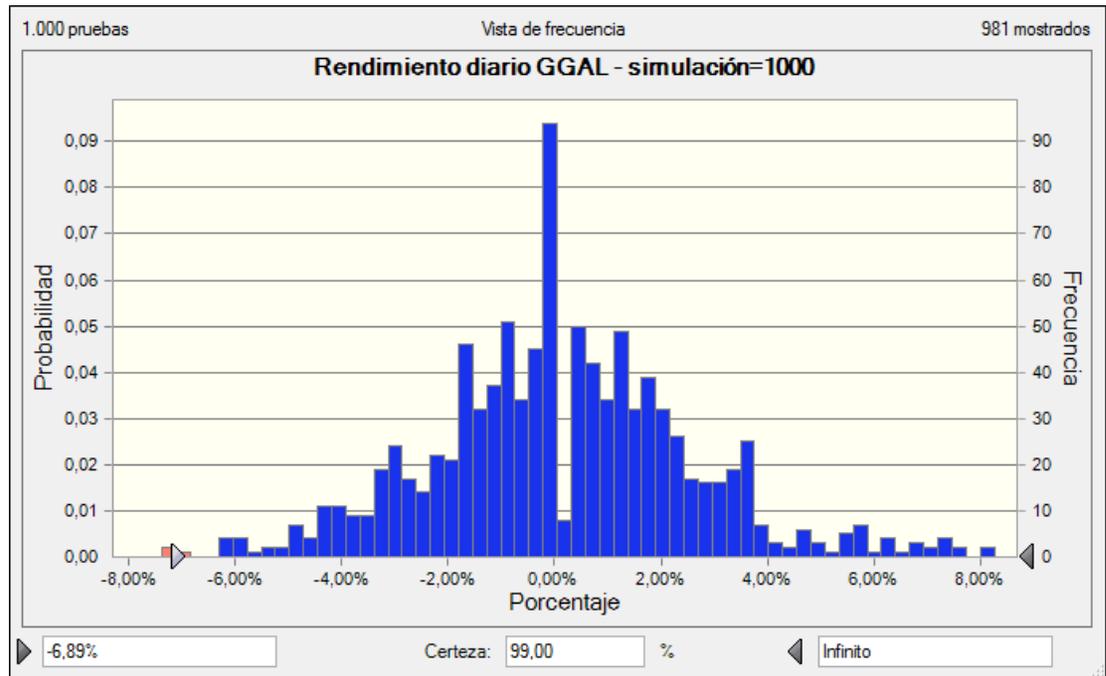
Fuente: elaboración propia.

Si tomamos el VaR al 99% de confianza para la acción de Grupo Financiero Galicia (GGAL), calculado según Simulación Histórica (SH), la interpretación sería la siguiente: ***la máxima pérdida que puede sufrir la acción GGAL en un día con una confianza de 99% es el 6,73% de su valor, en condiciones normales de mercado***”.

A modo de ejemplo, se presentan a continuación las salidas del software Crystal Ball para una Simulación MonteCarlo de 1000 iteraciones de los retornos diarios de la acción Grupo Financiero Galicia (GGAL), distribuidos según una normal estándar con media y desviación estándar igual a los

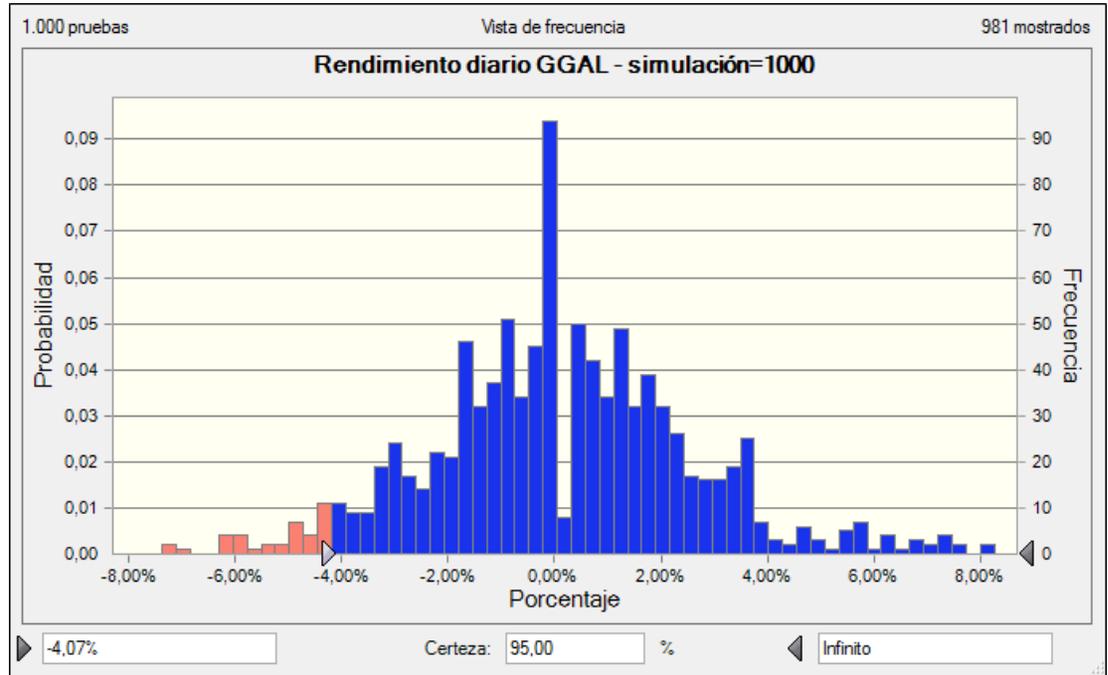
datos históricos obtenidos en el análisis exploratorio de datos, mostrando el Valor en Riesgo al 99%, 95% y 90% de confianza.

FIGURA N° 2: VaR al 99% de confianza de los retornos diarios de la acción Grupo Financiero Galicia (GGAL), distribuidos normalmente con parámetros media y desviación estándar iguales a los obtenidos del muestreo de datos históricos. Metodología de cálculo del VaR: Simulación Monte-Carlo.



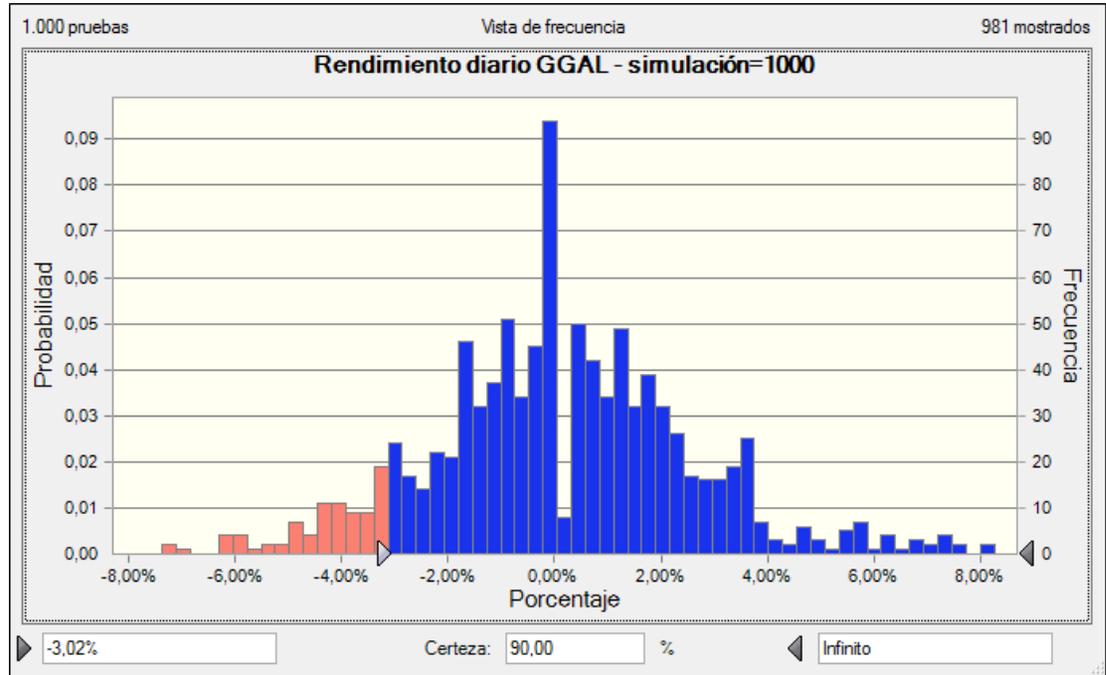
Fuente: elaboración propia.

FIGURA N° 3: VaR al 95% de confianza de los retornos diarios de la acción Grupo Financiero Galicia (GGAL), distribuidos normalmente con parámetros media y desviación estándar iguales a los obtenidos del muestreo de datos históricos. Metodología de cálculo del VaR: Simulación Monte-Carlo.



Fuente: elaboración propia.

FIGURA N° 4: VaR al 90% de confianza de los retornos diarios de la acción Grupo Financiero Galicia (GGAL), distribuidos normalmente con parámetros media y desviación estándar iguales a los obtenidos del muestreo de datos históricos. Metodología de cálculo del VaR: Simulación Monte-Carlo.



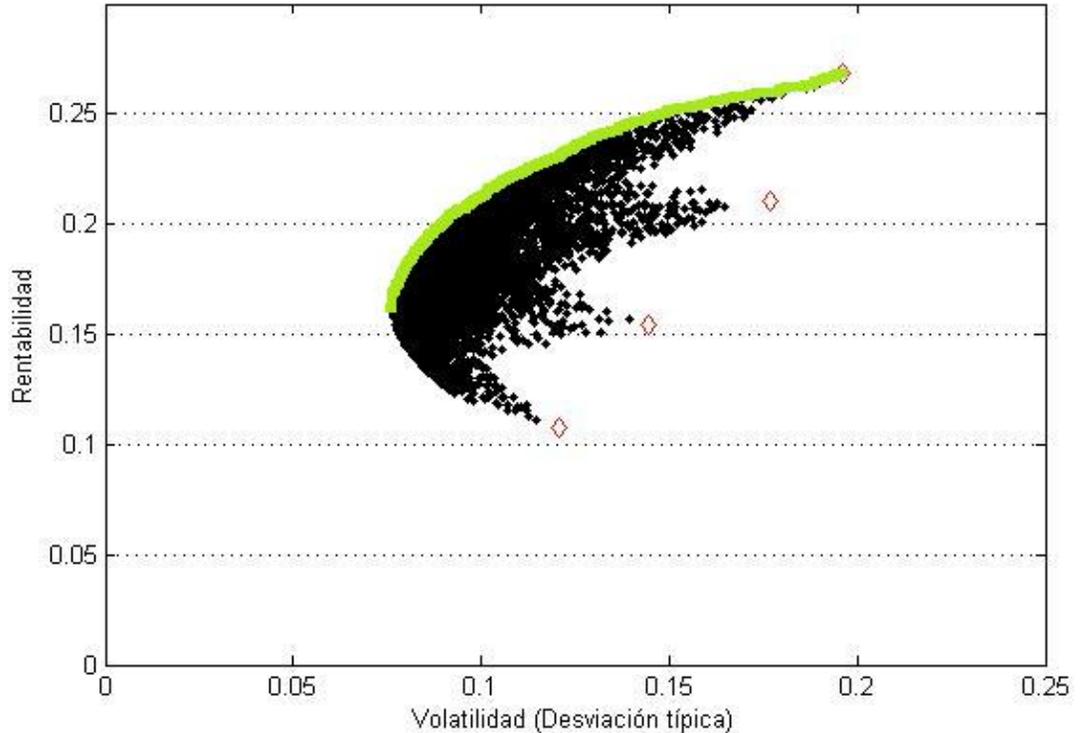
Fuente: elaboración propia.

Luego, en una segunda instancia, se propuso formar una cartera de inversión compuesta por acciones de instituciones bancarias, por lo que sólo se incluyeron las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Banco Macro (BMA) y BBVA Banco Francés (FRAN). En este punto, se procedió a formar la cartera de mínima varianza, encontrando la proporción óptima a invertir en cada acción mediante optimización no lineal. El objetivo principal es el de alcanzar la máxima rentabilidad con el menor riesgo posible. Este es el modelo de Markowitz, el cual se basa en el análisis de la “Frontera Eficiente”; curva que se obtiene de graficar el riesgo versus la rentabilidad. Para esto, se intenta diversificar el portafolio tomando activos que rentan bastante pero

con un elevado riesgo y se combinan con otros activos que rentan menos, pero que son más “seguros”, es decir, menos volátiles.

En el análisis de la cartera de mínima varianza, es muy importante evaluar la correlación de los retornos de las acciones componentes de la cartera, ya que este indicador nos proporciona una idea del comportamiento de un activo al producirse una variación en el valor de otro activo. En otras palabras, el coeficiente de correlación nos indica en qué medida dos acciones se mueven en un mismo sentido.

FIGURA N° 5: Frontera Eficiente de Harry Markowitz.



Fuente: extraído del sitio web www.21tradingcoach.com ⁽³¹⁾

A través de una modelización simple en Microsoft Excel, se encontró la política de inversión o proporción a invertir en cada uno de los tres acti-

⁽³¹⁾ Frontera Eficiente de Harry Markowitz, en Internet: www.21tradingcoach.com, (02/04/2013).

vos bajo estudio que hacen que la varianza de la cartera de inversión sea mínima. La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos a través de optimización no lineal.

TABLA N° 9: Proporción óptima de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Banco Macro (BMA) y BBVA Banco Francés (FRAN) que conforman la cartera de mínima varianza. Método de cálculo: optimización no lineal en Microsoft Excel.

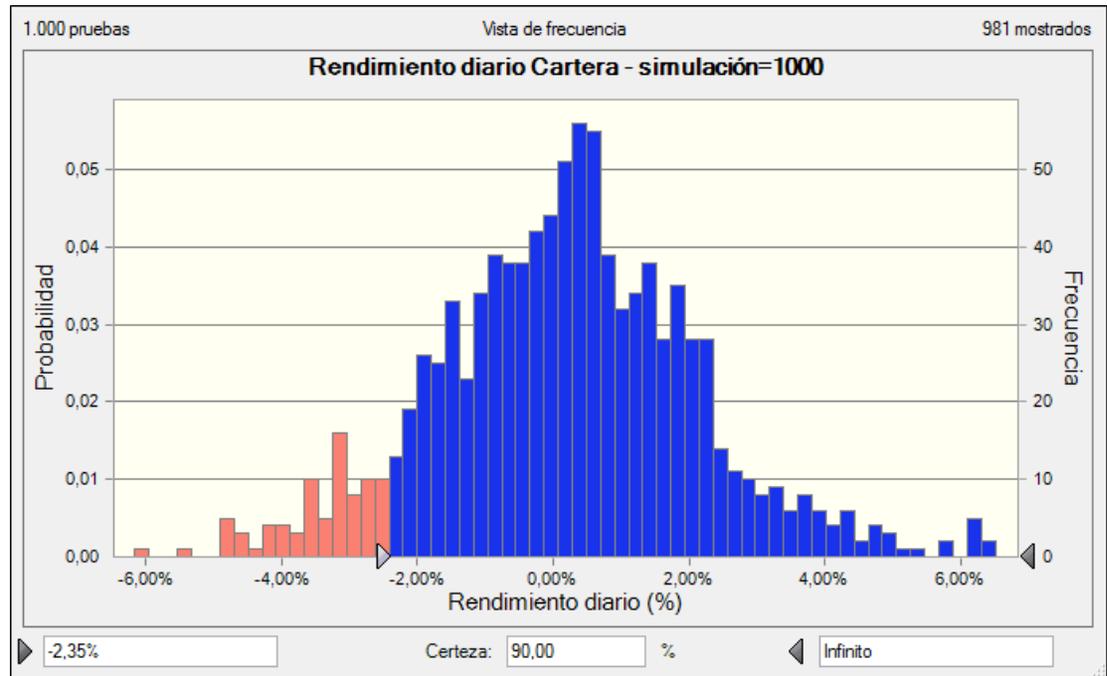
Optimización no lineal	GGAL	BMA	FRAN	Cartera Óptima
Varianza	0,00076612	0,00064445	0,00073886	0,00054741
Rendimiento	0,00116197	0,00135172	0,00101361	0,00121615
Participación	0,21200842	0,50600215	0,28198943	1

Fuente: elaboración propia.

El VaR al 90% de confianza de la cartera óptima de inversión, utilizando el enfoque de Simulación Histórica, arroja un resultado de -2,52%. Es posible entonces afirmar que ***“la máxima pérdida que puede sufrir la cartera de acciones en un día con una confianza de 90% es el 2,52% de su valor, en condiciones normales de mercado”***.

A continuación se exhiben los resultados si se utiliza el enfoque de Simulación MonteCarlo para calcular el VaR al 90% de confianza de la cartera de mínima varianza.

FIGURA N° 6: VaR al 90% de confianza de la cartera de mínima varianza formada por las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Banco Macro (BMA) y BBVA Banco Francés (FRAN), calculado según el Modelo de VaR No Paramétrico de Simulación MonteCarlo.



Fuente: elaboración propia.

Es posible entonces afirmar que, bajo la Simulación MonteCarlo, ***“la máxima pérdida que puede sufrir la cartera de acciones en un día con una confianza de 90% es el 2,35% de su valor, en condiciones normales de mercado”***.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se estudió el comportamiento de cinco series de precios accionarios, a través de una serie de medidas de análisis exploratorio de datos. Se eligieron aquellas empresas que cumplían con requisitos en cuanto a disponibilidad de datos históricos y presencia bursátil. En relación a la presencia bursátil, el cálculo se realizó a partir de datos primarios, es decir, prescindiendo de los valores ya calculados respecto a presencia bursátil que ofrecen ciertas fuentes de datos publicados.

El fin último de todo el análisis estadístico de normalidad de los retornos de las cinco acciones fue, básicamente, detectar si dichas distribuciones de probabilidad seguían más o menos una distribución normal.

Cabe destacar que todos los retornos registraron una media muestral observada de aproximadamente cero, así como una pequeña volatilidad, considerada la medida de riesgo.

Como se observó en la TABLA N° 2, todas las medidas de tendencia central son muy cercanas entre ellas y además cercanas a cero (algunas de ellas toman el valor cero).

Además, las medidas de asimetría calculadas para el lote de datos, estas son, el Coeficiente de Asimetría de Bowley y de Pearson, revelaron que todas las series de los retornos presentan una asimetría positiva o de derecha cercana a cero, tal como se exigiría como una de las condiciones para aproximarla a una distribución normal.

No obstante, respecto a la condición de curtosis o grado de apuntamiento, de las cinco series, sólo Grupo Financiero Galicia (GGAL) y Banco Macro (BMA) estarían a niveles cercanos de la exigencia de una distribución normal, que es de tres. En general, todas son leptocúrticas respecto a la distribución normal, es decir, más apuntadas y con colas menos anchas que la distribución normal. Así, ninguna de las acciones exhibiría una serie de retornos que se comporte exactamente como una distribución normal de acuerdo con estas mediciones. Sin embargo, podrían encontrarse en un entorno bastante cercano.

Del lado de las correlaciones entre los rendimientos de las acciones, se observó que las tres acciones componentes de la cartera óptima de inversión, se encuentran correlacionadas positivamente entre sí en el periodo bajo estudio. Recordemos que la cartera estaba formada sólo por acciones de instituciones bancarias.

El eje central del trabajo fueron las mediciones de riesgo a través de la Metodología de VaR No Paramétrico, en sus dos tipos: Simulación Histórica y Simulación MonteCarlo. La metodología se aplicó tanto para acciones individuales como para una cartera de inversión. En líneas generales, podemos concluir que no existieron amplias diferencias en el Valor en Riesgo calculado según se emplee uno u otro tipo de Simulación.

En la TABLA N° 8 podemos apreciar que el método de Simulación Histórica arroja VaR superiores respecto a la Simulación MonteCarlo, a un nivel de confianza estadística del 99%. Sin embargo, sucede lo contrario con los resultados del VaR al 95% y 90% de confianza. Aquí, la medición del VaR por Simulación MonteCarlo supera a la Simulación Histórica.

En el análisis de riesgo de la cartera óptima de inversión formada por acciones de instituciones bancarias, apreciamos que la Simulación MonteCarlo arroja un VaR inferior al de la Simulación Histórica. Esto se explica porque el modelo de Simulación MonteCarlo considera que el retorno del ins-

trumento o cartera de instrumentos financieros se aproxima a una distribución de probabilidad normal y, por lo tanto, los resultados que se obtienen al medir el riesgo suponiendo normalidad, generalmente subestiman el nivel real de riesgo.

Además, podemos observar que el VaR obtenido para la cartera óptima es inferior que el VaR de las acciones que la conforman, consideradas de manera individual. Aquí se refleja el efecto de la diversificación.

Es importante resaltar que el uso del VaR como medida de riesgo se ha masificado a través del mundo. Los resultados o números VaR registran una serie de utilidades pero también de limitaciones. En general, hay que ver al VaR como una de las muchas herramientas de gestión de riesgos que deben usar las empresas, los inversores y los intermediarios. El número VaR diario no resume la gestión de los riesgos, es sólo una de las herramientas cuantitativas que se debe poseer y recalcar que el aspecto cualitativo de la gestión de riesgos es un elemento igual o más importante que la batería de herramientas cuantitativas, tal como la historia financiera reciente ha demostrado con una serie de quiebras o pérdidas impresionantes.

Las principales ventajas del VaR se centran en que condensa en un número el riesgo de un portafolio o carteras, provee una herramienta de comparación de los riesgos en diferentes mercados y en diferentes clases de activos, y que captura el efecto positivo de la diversificación a través de la correlación entre instrumentos.

En general, las evaluaciones del VaR de tipo estadísticas se utilizan para cuantificar los riesgos ex-post, tomando en consideración portafolios definidos. Por lo tanto, sólo se utilizan para tener una idea del nivel de riesgo tomado, en vez de usarlo como una herramienta de decisión a futuro.

Desde el punto de vista estadístico, se podría agregar a este estudio otras distribuciones además de la normal, en la modelación del proceso

de Simulación MonteCarlo. Se debe tener en cuenta distribuciones asimétricas que corresponden de manera más realista al comportamiento de los precios accionarios, por ejemplo t- student o distribución logística.

Con respecto a la Simulación Histórica, a menudo se arguye que las más recientes volatilidades de los precios son más relevantes que las antiguas volatilidades. Así, considero de interés observar el comportamiento del VaR al utilizar enfoques con ponderaciones donde se pondere con un mayor peso a la más reciente desviación estándar.

Además, sería interesante analizar cómo cambian los resultados si consideramos que el supuesto de varianza constante no se cumple, es decir, si las varianzas de los retornos no son homocedásticas y varían a través del tiempo, ya sea de forma determinística o estocástica.

APÉNDICE

TABLA N° 10: Lista de empresas y porcentaje de participación que cada empresa tiene en la canasta teórica del Índice Merval.

Empresa/Especie	Cantidad teórica	Participación
Grupo Financiero Galicia (GGAL)	127,48	18,14%
Tenaris (TS)	3,43	18,09%
YPF (YPFD)	4,03	14,42%
Telecom Argentina (TECO2)	14,11	9,33%
Petroleo Brasileiro - Petrobras (APBR)	4,28	8,16%
Banco Macro (BMA)	19,35	7,49%
Siderar (ERAR)	92,41	5,13%
Pampa Energía (PAMP)	104,87	4,16%
Petrobras Argentina (PESA)	31,31	3,79%
Soc. Comercial del Plata (COME)	169,78	3,07%
EDENOR (EDN)	98,77	2,90%
Aluar (ALUA)	32,67	2,85%
BBVA Banco Francés (FRAN)	6,93	2,48%
TOTAL		100,01%

Fuente: www.merval.sba.com.ar

TABLA N° 11: Tabla de resumen Grupo Financiero Galicia (GGAL), retornos diarios según precios de cierre, en el período comprendido entre el 01/01/2003 al 31/12/2012 (inclusive).

Clases	Pto. medio de la clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acum. (%)
De -0,21 a menos de -0,18	-0,195	0	0,00%	0	0,00%
De -0,18 a menos de -0,15	-0,165	1	0,04%	1	0,04%
De -0,15 a menos de -0,12	-0,135	4	0,16%	5	0,20%
De -0,12 a menos de -0,09	-0,105	4	0,16%	9	0,36%
De -0,09 a menos de -0,06	-0,075	31	1,26%	40	1,62%
De -0,06 a menos de -0,03	-0,045	216	8,74%	256	10,36%
De -0,03 a menos de 0	-0,015	836	33,85%	1092	44,21%
De 0 a menos de 0,03	0,015	1085	43,93%	2177	88,14%
De 0,03 a menos de 0,06	0,045	234	9,47%	2411	97,61%
De 0,06 a menos de 0,09	0,075	48	1,94%	2459	99,55%
De 0,09 a menos de 0,12	0,105	8	0,32%	2467	99,88%
De 0,12 a menos de 0,15	0,135	2	0,08%	2469	99,96%
De 0,15 a menos de 0,18	0,165	0	0,00%	2469	99,96%
De 0,18 a menos de 0,21	0,195	1	0,04%	2470	100,00%
TOTAL		2470	100,00%		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 12: Tabla de resumen Tenaris (TS), retornos diarios según precios de cierre, en el período comprendido entre el 01/01/2003 al 31/12/2012 (inclusive).

Clases	Pto. medio de la clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acum. (%)
De -0,21 a menos de -0,18	-0,195	1	0,04%	1	0,04%
De -0,18 a menos de -0,15	-0,165	1	0,04%	2	0,08%
De -0,15 a menos de -0,12	-0,135	1	0,04%	3	0,12%
De -0,12 a menos de -0,09	-0,105	10	0,40%	13	0,53%
De -0,09 a menos de -0,06	-0,075	30	1,21%	43	1,74%
De -0,06 a menos de -0,03	-0,045	174	7,04%	217	8,79%
De -0,03 a menos de 0	-0,015	895	36,23%	1112	45,02%
De 0 a menos de 0,03	0,015	1084	43,89%	2196	88,91%
De 0,03 a menos de 0,06	0,045	223	9,03%	2419	97,94%
De 0,06 a menos de 0,09	0,075	39	1,58%	2458	99,51%
De 0,09 a menos de 0,12	0,105	7	0,28%	2465	99,80%
De 0,12 a menos de 0,15	0,135	3	0,12%	2468	99,92%
De 0,15 a menos de 0,18	0,165	1	0,04%	2469	99,96%
De 0,18 a menos de 0,21	0,195	1	0,04%	2470	100,00%
TOTAL		2470	100,00%		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 13: Tabla de resumen Banco Macro (BMA), retornos diarios según precios de cierre, en el período comprendido entre el 01/01/2003 al 31/12/2012 (inclusive).

Clases	Pto. medio de la clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acum. (%)
De -0,21 a menos de -0,18	-0,195	0	0,00%	0	0,00%
De -0,18 a menos de -0,15	-0,165	1	0,04%	1	0,04%
De -0,15 a menos de -0,12	-0,135	1	0,04%	2	0,08%
De -0,12 a menos de -0,09	-0,105	6	0,24%	8	0,32%
De -0,09 a menos de -0,06	-0,075	29	1,17%	37	1,50%
De -0,06 a menos de -0,03	-0,045	179	7,25%	216	8,74%
De -0,03 a menos de 0	-0,015	874	35,38%	1090	44,13%
De 0 a menos de 0,03	0,015	1132	45,83%	2222	89,96%
De 0,03 a menos de 0,06	0,045	200	8,10%	2422	98,06%
De 0,06 a menos de 0,09	0,075	41	1,66%	2463	99,72%
De 0,09 a menos de 0,12	0,105	5	0,20%	2468	99,92%
De 0,12 a menos de 0,15	0,135	2	0,08%	2470	100,00%
De 0,15 a menos de 0,18	0,165	0	0,00%	2470	100,00%
De 0,18 a menos de 0,21	0,195	0	0,00%	2470	100,00%
TOTAL		2470	100,00%		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 14: Tabla de resumen Aluar (ALUA), retornos diarios según precios de cierre, en el período comprendido entre el 01/01/2003 al 31/12/2012 (inclusive).

Clases	Pto. medio de la clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acum. (%)
De -0,21 a menos de -0,18	-0,195	0	0,00%	0	0,00%
De -0,18 a menos de -0,15	-0,165	0	0,00%	0	0,00%
De -0,15 a menos de -0,12	-0,135	1	0,04%	1	0,04%
De -0,12 a menos de -0,09	-0,105	3	0,12%	4	0,16%
De -0,09 a menos de -0,06	-0,075	9	0,36%	13	0,53%
De -0,06 a menos de -0,03	-0,045	119	4,82%	132	5,34%
De -0,03 a menos de 0	-0,015	993	40,20%	1125	45,55%
De 0 a menos de 0,03	0,015	1181	47,81%	2306	93,36%
De 0,03 a menos de 0,06	0,045	140	5,67%	2446	99,03%
De 0,06 a menos de 0,09	0,075	21	0,85%	2467	99,88%
De 0,09 a menos de 0,12	0,105	1	0,04%	2468	99,92%
De 0,12 a menos de 0,15	0,135	2	0,08%	2470	100,00%
De 0,15 a menos de 0,18	0,165	0	0,00%	2470	100,00%
De 0,18 a menos de 0,21	0,195	0	0,00%	2470	100,00%
TOTAL		2470	100,00%		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 15: Tabla de resumen BBVA Banco Francés (FRAN), retornos diarios según precios de cierre, en el período comprendido entre el 01/01/2003 al 31/12/2012 (inclusive).

Clases	Pto. medio de la clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada	Frecuencia acum. (%)
De -0,21 a menos de -0,18	-0,195	1	0,04%	1	0,04%
De -0,18 a menos de -0,15	-0,165	0	0,00%	1	0,04%
De -0,15 a menos de -0,12	-0,135	2	0,08%	3	0,12%
De -0,12 a menos de -0,09	-0,105	5	0,20%	8	0,32%
De -0,09 a menos de -0,06	-0,075	31	1,26%	39	1,58%
De -0,06 a menos de -0,03	-0,045	210	8,50%	249	10,08%
De -0,03 a menos de 0	-0,015	880	35,63%	1129	45,71%
De 0 a menos de 0,03	0,015	1069	43,28%	2198	88,99%
De 0,03 a menos de 0,06	0,045	221	8,95%	2419	97,94%
De 0,06 a menos de 0,09	0,075	37	1,50%	2456	99,43%
De 0,09 a menos de 0,12	0,105	11	0,45%	2467	99,88%
De 0,12 a menos de 0,15	0,135	0	0,00%	2467	99,88%
De 0,15 a menos de 0,18	0,165	3	0,12%	2470	100,00%
De 0,18 a menos de 0,21	0,195	0	0,00%	2470	100,00%
TOTAL		2470	100,00%		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 16: Distribución de frecuencias relativas porcentuales para los retornos diarios de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Clases	Frecuencia relativa (%)				
De -0,21 a menos de -0,18	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,04%
De -0,18 a menos de -0,15	0,04%	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%
De -0,15 a menos de -0,12	0,16%	0,04%	0,04%	0,04%	0,08%
De -0,12 a menos de -0,09	0,16%	0,40%	0,24%	0,12%	0,20%
De -0,09 a menos de -0,06	1,26%	1,21%	1,17%	0,36%	1,26%
De -0,06 a menos de -0,03	8,74%	7,04%	7,25%	4,82%	8,50%
De -0,03 a menos de 0	33,85%	36,23%	35,38%	40,20%	35,63%
De 0 a menos de 0,03	43,93%	43,89%	45,83%	47,81%	43,28%
De 0,03 a menos de 0,06	9,47%	9,03%	8,10%	5,67%	8,95%
De 0,06 a menos de 0,09	1,94%	1,58%	1,66%	0,85%	1,50%
De 0,09 a menos de 0,12	0,32%	0,28%	0,20%	0,04%	0,45%
De 0,12 a menos de 0,15	0,08%	0,12%	0,08%	0,08%	0,00%
De 0,15 a menos de 0,18	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,12%
De 0,18 a menos de 0,21	0,04%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

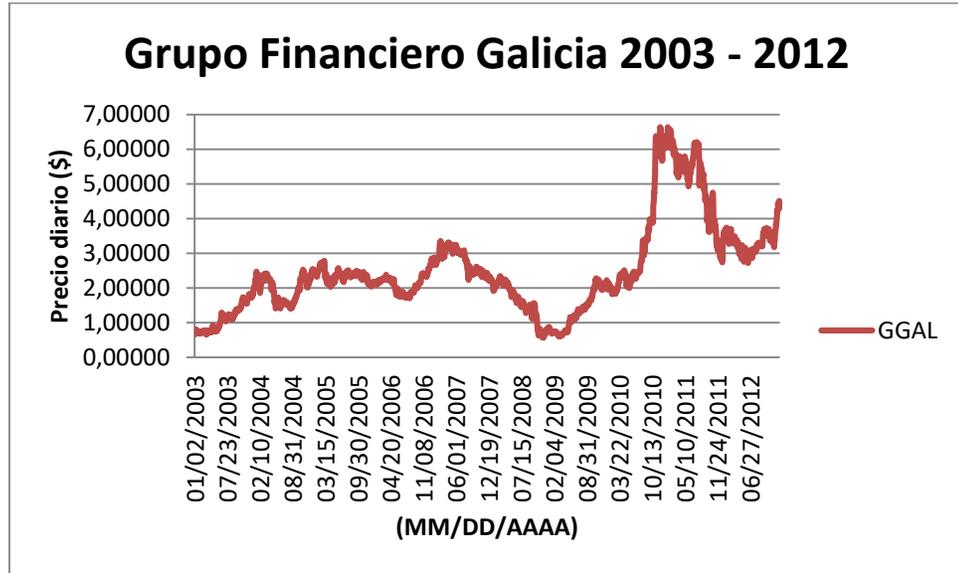
Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 17: Distribución de frecuencias acumuladas porcentuales para los retornos diarios de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).

	GGAL	TS	BMA	ALUA	FRAN
Clases	Frecuencia acum. (%)				
De -0,21 a menos de -0,18	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,04%
De -0,18 a menos de -0,15	0,04%	0,08%	0,04%	0,00%	0,04%
De -0,15 a menos de -0,12	0,20%	0,12%	0,08%	0,04%	0,12%
De -0,12 a menos de -0,09	0,36%	0,53%	0,32%	0,16%	0,32%
De -0,09 a menos de -0,06	1,62%	1,74%	1,50%	0,53%	1,58%
De -0,06 a menos de -0,03	10,36%	8,79%	8,74%	5,34%	10,08%
De -0,03 a menos de 0	44,21%	45,02%	44,13%	45,55%	45,71%
De 0 a menos de 0,03	88,14%	88,91%	89,96%	93,36%	88,99%
De 0,03 a menos de 0,06	97,61%	97,94%	98,06%	99,03%	97,94%
De 0,06 a menos de 0,09	99,55%	99,51%	99,72%	99,88%	99,43%
De 0,09 a menos de 0,12	99,88%	99,80%	99,92%	99,92%	99,88%
De 0,12 a menos de 0,15	99,96%	99,92%	100,00%	100,00%	99,88%
De 0,15 a menos de 0,18	99,96%	99,96%	100,00%	100,00%	100,00%
De 0,18 a menos de 0,21	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

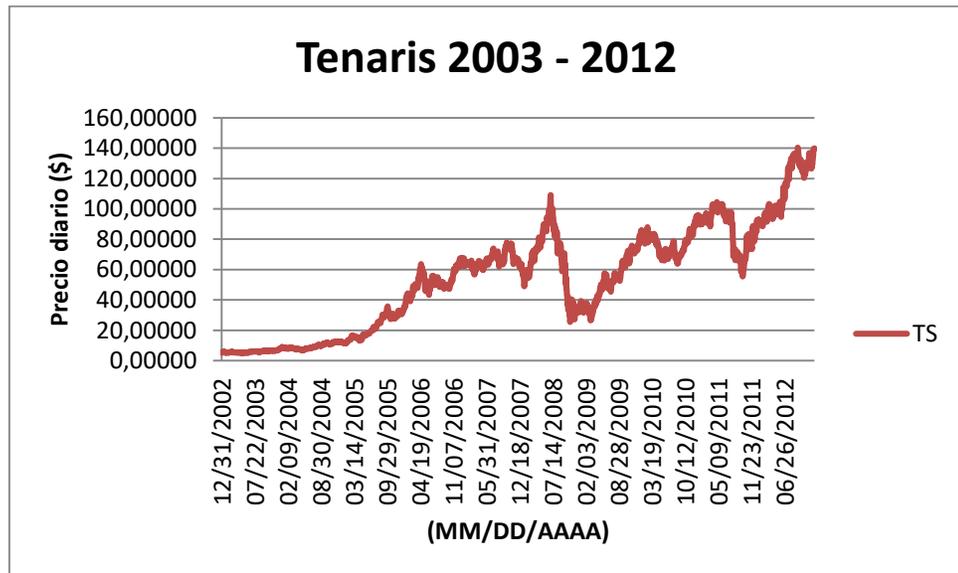
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 1: Evolución de los precios diarios de cierre (en moneda nacional) para las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), período 2003 – 2012.



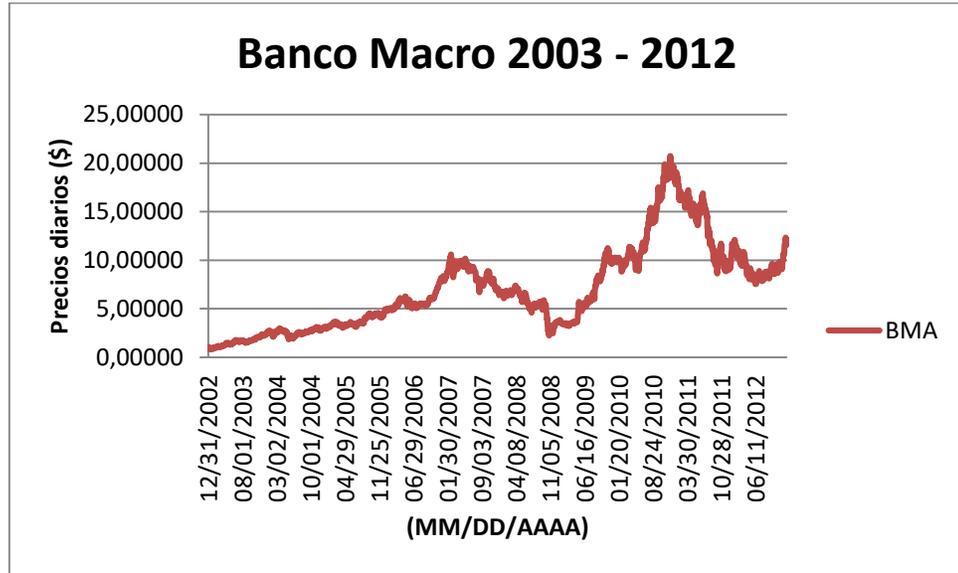
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 2: Evolución de los precios diarios de cierre (en moneda nacional) para las acciones de Tenaris (TS), período 2003 – 2012.



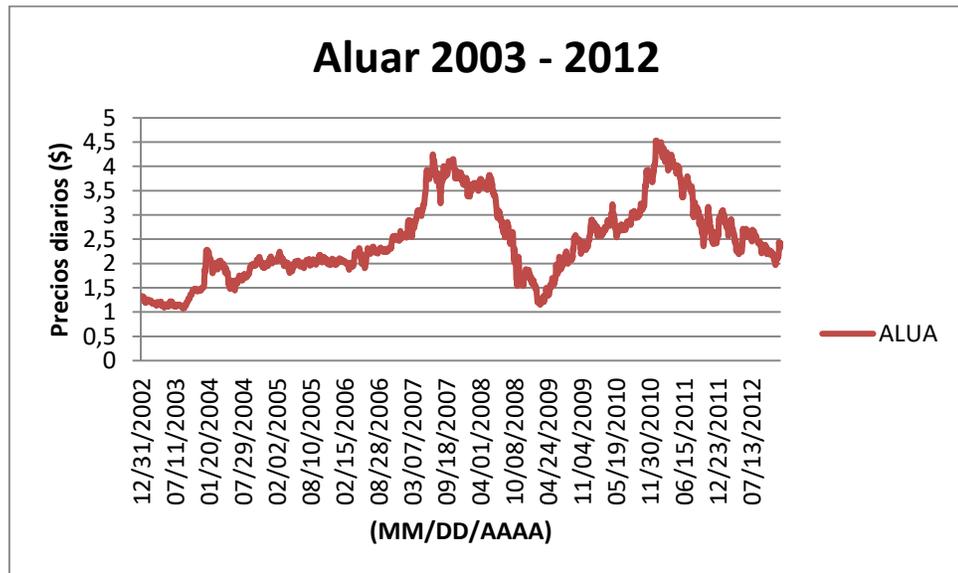
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 3: Evolución de los precios diarios de cierre (en moneda nacional) para las acciones de Banco Macro (BMA), período 2003 – 2012.



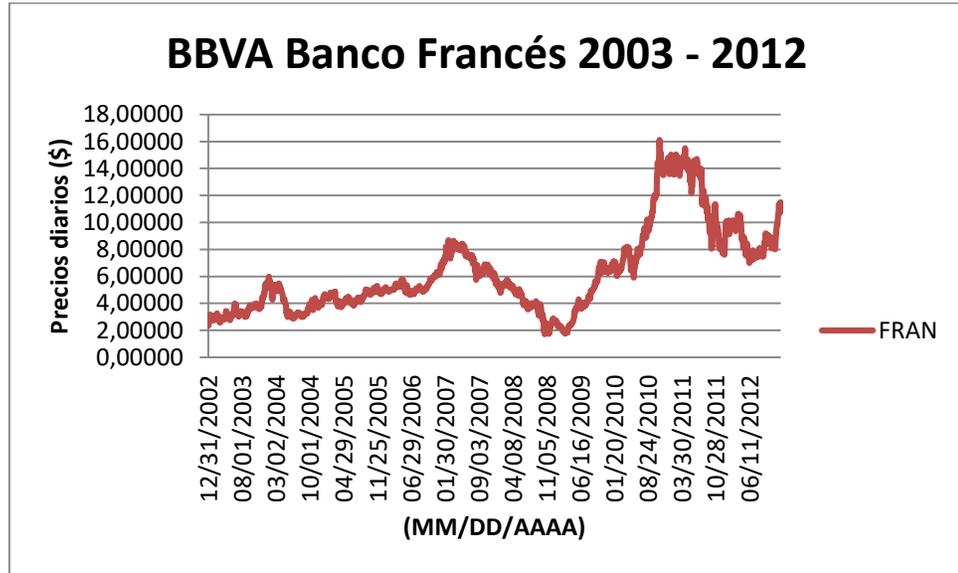
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 4: Evolución de los precios diarios de cierre (en moneda nacional) para las acciones de Aluar (ALUA), período 2003 – 2012.



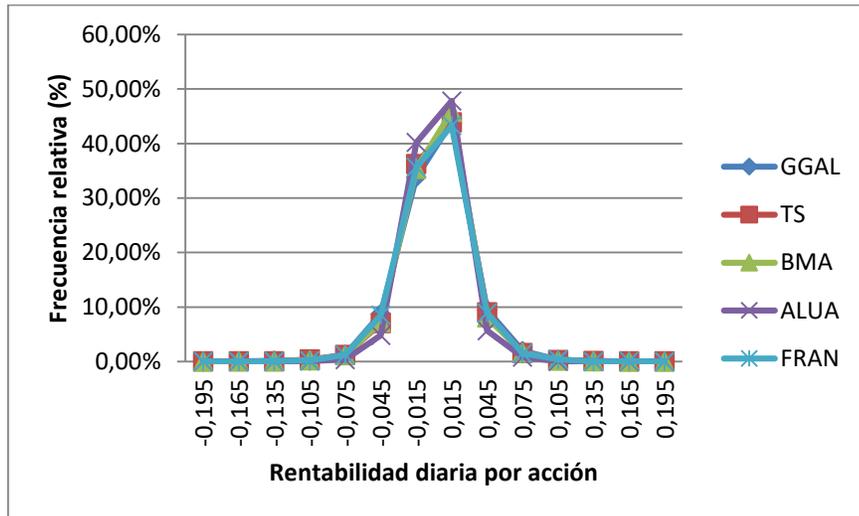
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 5: Evolución de los precios diarios de cierre (en moneda nacional) para las acciones de BBVA Banco Francés (FRAN), período 2003 – 2012.



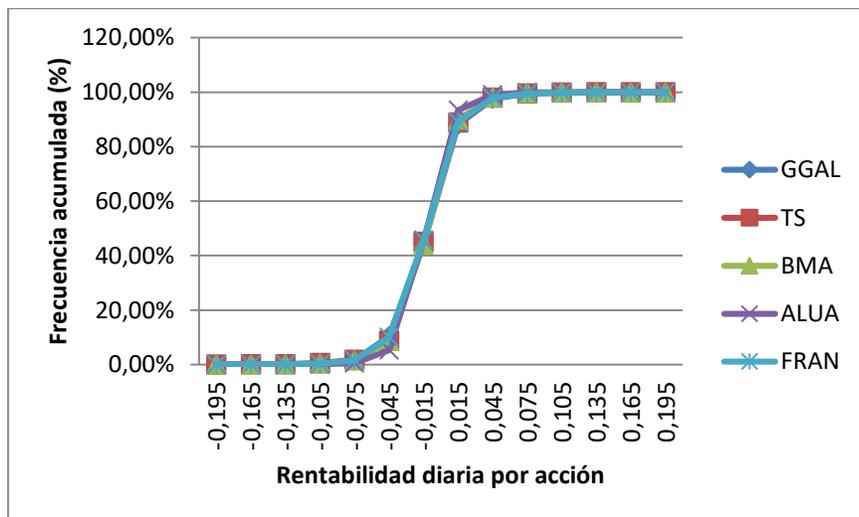
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 6: Polígonos de porcentaje de rentabilidad diaria de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO N° 7: Ojivas o polígonos de porcentaje acumulativo de rentabilidad diaria de las acciones de Grupo Financiero Galicia (GGAL), Tenaris (TS), Banco Macro (BMA), Aluar (ALUA) y BBVA Banco Francés (FRAN).



Fuente: elaboración propia.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

a) General:

DEL CARRIL, Juan Carlos, DE MARCO, Myriam, USANDIVARAS, Silvia, Técnicas para Construir y Exponer Temas Económicos y Administrativos, 2ª Edición, (Tucumán, 2007).

DEL CARRIL, Juan Carlos, DE MARCO, Myriam, USANDIVARAS, Silvia, Tesis y Tesinas en Ciencias Económicas, 1º Edición, Facultad de Ciencias Económicas de la UNT, (San Miguel de Tucumán, 2006).

USANDIVARAS DE HLAWACZEK, Silvia, Preparación de Tesis MBA, 1ª Edición, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán, (San Miguel de Tucumán, 2012).

BERENSON, Mark L. y LEVINE, David M., Estadística Básica en Administración, trad. por Ariadne Catalina Domínguez R, Sexta Edición, Pearson Educación, (México, 2006).

BREALEY, Richard A. y MYERS, Stewart C., Fundamentos de financiación empresarial, Cuarta Edición, Editorial McGraw-Hill, (España, 1993).

b) Especial:

ALLEN, Steven, Financial Risk Management, John Wiley & Sons, (Estados Unidos, 2003).

JORION, Philippe, Financial Risk Manager Handbook, Sexta Edición, John Wiley & Sons, (2010).

-----, Value at Risk, Tercera Edición, McGraw-Hill Professional, (2006).

JOHNSON, Christian A., Value at Risk: Teoría y Aplicaciones, Estudios de Economía, Vol. 28 - Nº 2, (2001).

ROMERO, Rafael, Medidas de Riesgo Financiero, Revista Economía y Administración, Nº 149, Facultad de Negocios y Economía, Universidad de Chile, (Chile, 2005).

ZANBERK WALTER, Felipe Rodrigo, Análisis del riesgo de portafolios: estrategia de inversión por medio de la minimización del VaR, Facultad de Ingeniería, Universidad Diego Portales, (Chile, 2007).

Banco de México, Definiciones básicas de Riesgos, (México, 2005).

ZAMBRANO BERENDSOHN, Mario Antonio, Gestión del Riesgo Cambiario: Una Aplicación del Valor en Riesgo para el Mercado Financiero Peruano, (Perú, 2002).

MENICHINI, Amilcar, Value at Risk. Metodología de Administración del Riesgo Financiero, Bolsa de Comercio de Rosario, Dirección de Informaciones y Estudios Económicos.

c) Otras Publicaciones:

Internet, página Web www.stockssite.com

Internet, página Web www.merval.sba.com.ar

Internet, página Web www.21tradingcoach.com

ÍNDICE ANALÍTICO

Resumen	1
Dedicatorias y agradecimientos	4
Prólogo	5

CAPÍTULO I

Marco Teórico General

1.- Definición de Riesgo	9
2.- Medidas de Riesgo.....	11
3.- Aspectos generales del <i>Value at Risk</i>	13

CAPÍTULO II

Modelo de Valor en Riesgo

1.- ¿Por qué surgió?.....	16
2.- Definiciones.....	17
3.- Formalización del modelo	18
4.- Parámetros del modelo	19
5.- Limitaciones	21

CAPÍTULO III

Métodos para medir el VaR de mercado

1.- Introducción.....	22
2.- VaR Paramétrico	23
3.- VaR No Paramétrico	26
4.- Observaciones respecto a los modelos.....	30
5.- Una nota final sobre el VaR	31

CAPÍTULO IV

Aplicación Práctica

1.- Metodología.....	33
2.- Introducción.....	34
3.- Análisis exploratorio de datos.....	37
4.- Análisis de normalidad	46

CAPÍTULO V

Aplicación de la Metodología VaR

1.- Simulación Histórica	47
2.- Simulación MonteCarlo	48
3.- Resultados	49

Conclusión	56
-------------------------	-----------

Apéndice	60
-----------------------	-----------

Índice Bibliográfico	72
-----------------------------------	-----------

Índice Analítico	75
-------------------------------	-----------