

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado

**MAESTRÍA EN GESTIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
DE RIESGOS**

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

Valor en Riesgo Condicional (*CVaR*) en la medición de
riesgos sectoriales para el Mercado de Valores argentino
durante el período 2011-2019

AUTOR: ANTONIO RAMIRO SAAVEDRA

DIRECTOR: GONZALO RONDINONE

FEBRERO 2020

AGRADECIMIENTOS

Quisiera aprovechar este espacio para expresar un eterno agradecimiento al director de la presente tesis, Gonzalo Rondinone, quién me ha guiado no sólo en este trabajo de investigación sino también a lo largo del posgrado en curso.

A todos los profesores que impartieron clases en la Maestría, quienes cada uno en su área me han transmitido su conocimiento y entusiasmo por la economía, las finanzas y la gestión de riesgos.

A mis amigos y afectos, por la comprensión y el apoyo incondicional durante todo el tiempo que llevó este trabajo.

A mi familia, por el amor brindado desde siempre.

Por último y como es usual en este tipo de trabajos, los errores que puedan surgir son de mi entera responsabilidad.

RESUMEN

El tema central de esta tesis refiere al valor en riesgo condicional (*CVaR*) en la medición de riesgos sectoriales para el mercado de valores argentino durante el período 2011-2019, como métrica superadora de medidas tradicionales como el *VaR*. Para esto se busca comparar ambos indicadores para los distintos sectores que componen el S&P Merval en el período mencionado. El objetivo es comprobar que el valor en riesgo condicional resulta una medida de riesgo más robusta y confiable para la estimación del riesgo.

Su relevancia empírica radica en que es un instrumento útil desde el punto de vista de gestión del riesgo financiero y puede colaborar a mejorar el proceso de toma de decisiones por parte de los *portfolio managers* –sobre todo con la presencia de eventos extremos como la caída en los precios de las acciones en agosto de 2019-. A la fecha, no se encuentran trabajos académicos, empíricos y actualizados relacionados a la aplicación del *CVaR* en carteras del mercado local.

La metodología propuesta es del tipo cuantitativa, aplicada, explicativa, no experimental, longitudinal y prospectiva. Se calculó el *VaR* y *CVaR* de las empresas pertenecientes al panel líder del S&P Merval en particular, y de los sectores al cual pertenecen en general, haciendo uso de la metodología de simulación histórica.

Con respecto a los resultados, se verifica que el *CVaR* es una mejor medida de riesgo ya que complementa la información para el análisis, al ser una medida más conservadora y con un alcance mayor al *VaR*, siendo más pertinente para el seguimiento y control de los riesgos. Por ende, es una medida más confiable en la toma de decisiones.

Una extensión futura de este trabajo consistirá en estimar los indicadores *VaR* y *CVaR* para distintos períodos de tiempo y comparar los resultados entre las distintas etapas, por ejemplo, entre los '90 y la primera década del siglo XXI. Otra sugerencia para estudios posteriores incluye la aplicación de otras técnicas para estimar *CVaR* para comparar los resultados obtenidos por diferentes métodos, así como un análisis más profundo de sectores específicos (por ejemplo, de información financiera o energía).

PALABRAS CLAVE

CVaR, Finanzas, Mercados Financieros, Mercados de Acciones.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE	3
INTRODUCCIÓN	6
PLANTEAMIENTO DEL TEMA	9
Sistema financiero argentino: Conceptualización y riesgos	9
Gráfico 1. Estructura del sistema financiero argentino.....	10
Objeto de la investigación	13
Objetivos e hipótesis	13
MARCO TEÓRICO	15
¿Qué es el riesgo de mercado?	15
Otros tipos de riesgo	15
Actitudes ante el riesgo	17
¿Qué es el Valor en Riesgo (<i>VaR</i>)? Diferentes formas de cálculo	17
Metodologías para el cálculo de <i>VaR</i>	20
Gráfico 2. Metodologías para el cálculo del <i>VaR</i>	21
Desventajas del <i>VaR</i> para la estimación del riesgo de mercado.....	23
¿Qué es el Valor en Riesgo Condicional (<i>CVaR</i>)?	25
Gráfico 3. Distribución de pérdidas del portafolio. Comparación entre Valor en Riesgo (<i>VaR</i>) y Valor en Riesgo Condicional (<i>CVaR</i>).	27
METODOLOGÍA	30
DESARROLLO	32
Bolsas y Mercados Argentinos (ByMA)	32
Composición del índice S&P Merval	32
Cuadro 1. Composición del Panel Líder del S&P Merval, a septiembre de 2019.	33
Cuadro 2. Acciones líderes en función de su capitalización bursátil (en millones de \$).....	34
Cuadro 3. Resumen de las ponderaciones por sectores (en porcentajes).....	34
Cuestiones previas al cálculo del <i>CVaR</i> para las acciones del S&P Merval.....	35
Cuadro 4. Conformación de las carteras en función de los sectores	36
Estimación del <i>VaR</i> y <i>CVaR</i> para las acciones y los sectores del S&P Merval.....	37
Cuadro 5. Estimaciones de <i>VaR</i> y <i>CVaR</i> para las empresas, bajo distintos niveles de confianza .	38
Cuadro 6. Estimaciones de <i>VaR</i> y <i>CVaR</i> para los sectores, bajo distintos niveles de confianza ...	38
REFLEXIONES FINALES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	44

Cuadro 7. Cotizaciones históricas del panel líder (en pesos)	44
Cuadro 8. Retornos históricos -como variaciones porcentuales- de las acciones líderes.....	45
Cuadro 9. Variaciones diarias -en términos porcentuales- de las acciones líderes, ordenadas de menor a mayor	45
Cuadro 10. Cálculo de medias y desvíos estándar de las acciones del panel líder	47
Gráfico 4. Distribuciones de retornos para las acciones líderes	48

INTRODUCCIÓN

El aumento de las actividades financieras por parte de los agentes que participan en los mercados ha hecho que la medición del riesgo sea la principal preocupación tanto de los gestores y administradores como de los reguladores para preservar la estabilidad financiera. En este sentido, es imperativo que el riesgo se mida e interprete bajo condiciones extremas (Aljinović y Trgo, 2018).

En este proceso, es importante comprender qué sectores son potencialmente más vulnerables en circunstancias económicas dinámicas. Una excesiva concentración de montos invertidos en estas industrias puede contribuir significativamente a las dificultades que enfrentan los gestores ante un shock negativo que impacte las condiciones económicas y financieras. Comprender el riesgo de un sector de actividad en particular es esencial para que los gestores eviten la concentración de riesgo crediticio y garanticen una asignación óptima de activos en la cartera (Aljinović y Trgo, 2018).

A raíz de los fracasos durante los últimos años en la gestión de riesgos, asociados a pérdidas millonarias -llegando al extremo de la liquidación de varias compañías de alto perfil¹- existe una amplia demanda de metodologías de cálculos financieros que realicen una cuantificación más eficiente de los riesgos de mercado. Estos resultados favorecen tanto a empresas privadas como públicas.

A lo largo del tiempo, los agentes económicos en su toma de decisiones enfrentan riesgos de diferente naturaleza, como por ejemplo de crédito, de mercado, de liquidez, operacional, legal, etc. Debido a ello, es fundamental contar con instrumentos destinados a calcularlos –o al menos estimarlos- de manera rápida y eficaz para la correcta toma de decisiones. Los agentes invierten una gran cantidad de recursos en la evaluación y medición de los riesgos a los que sus carteras de activos se enfrentan. Del mismo modo, los reguladores de las instituciones financieras han puesto un gran empeño en la medición de los riesgos sistémicos a los que están expuestos los participantes de los distintos mercados, así como en la determinación de lineamientos generales que estos deben seguir a fin de mitigar dichos riesgos (Ríos Gómez, 2014). Es evidente que una eficiente administración del riesgo juega un factor

¹ La Banca Barings (1,31 miles de millones de dólares), Metallgesellschaft (1,59 miles de millones) durante los '90 y más recientemente SADIA (1,09 miles de millones) o UBS (2 mil millones) son algunos ejemplos de compañías que, aunque no necesariamente vinculadas a la actividad financiera, llegaron a la quiebra por la incapacidad de administrar el riesgo de mercado (Martín, 2011).

clave en el proceso de la toma de decisiones para la asignación de capital en mercados financieros altamente volátiles, y también en el desarrollo de nuevas herramientas sofisticadas para una estimación del riesgo de mercado más precisa.

¿Cuánto es lo máximo que se puede perder en una inversión? Esta es la pregunta que cada agente económico que invierte en activos riesgosos se realiza en algún momento. El Valor en Riesgo (*Value at Risk* o *VaR*) y posteriormente, el Valor en Riesgo Condicional (*Conditional Value at Risk* o *CVaR*) intentan proveer una respuesta dentro de un límite razonable de confianza.

Una definición generalmente aceptada de *VaR* es la siguiente: "El valor en riesgo es la cantidad máxima de dinero que puede perderse en una cartera durante un período de tiempo determinado, con un nivel de confianza dado" (Corkalo, 2011, p. 81). Este indicador, definido como una medida estadística que evalúa el riesgo de algún activo o cartera expresada con un número como la peor pérdida estimada para un determinado horizonte temporal y cierto nivel de confianza, debido a su simplicidad, aplicabilidad y universalidad, se convirtió en una medida de riesgo muy popular y ampliamente utilizada.

Las regulaciones para las actividades financieras formulan algunos requisitos de la gestión de riesgos en términos de percentiles de distribuciones de pérdidas (Krokhmal, Palmquist y Uryasev, 2001). Actualmente, la necesidad de avanzar en el estudio del riesgo ha motivado el desarrollo de diferentes aspectos en los campos jurídico, financiero, económico y matemático, con el fin de responder a las necesidades que tienen los mercados y sus participantes. Un manejo adecuado de esos factores es determinante y diferenciador a la hora de hacer análisis cualitativos y cuantitativos de las inversiones en los mercados de capitales. Es por ello que el control del riesgo se convierte en una variable importante a considerar dentro de las entidades financieras, ya que tienen como finalidad la gestión de los riesgos a los que se enfrentan.

En el ámbito nacional, la necesidad de contar con instrumentos de medición de riesgos – en particular el *CVaR*, tal y como se discute en esta tesis– se vuelve primordial luego de la debacle del 12 de agosto de 2019 en el mercado de valores argentino (S&P MERVAL). Se registró una histórica caída del 48% en el índice -con acciones que disminuyeron su precio hasta un 68%-, provocando un desplome en el valor de las carteras de los inversores privados e institucionales. La cuantificación del riesgo en el armado de una cartera de activos financieros es una de las principales preocupaciones de los inversores -tanto individuales como institucionales- no sólo por la necesidad cada vez más creciente de responder a la normativa de las entidades reguladoras nacionales e internacionales, sino también para mejorar

continuamente los procesos de toma de decisiones de inversión. En este sentido, Ulrich Beck sostiene que el riesgo “no es nacional, sino global o, en otros términos, los riesgos de hoy no respetan fronteras. Dominan la escena los riesgos de baja probabilidad y graves consecuencias asociados a las nuevas tecnologías (...)” (Beck, 2009, p. 12). La relevancia que ambas metodologías han 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 la presente tesis resultan útiles para orientar decisiones de inversión de fondos en activos riesgosos tanto para empresas privadas como públicas.

Esta tesis se estructura en ocho capítulos, además del presente. En el planteamiento del tema se exhibe la necesidad de incluir entre las herramientas de toma de medidas un elemento como el *CVaR*, para colaborar en las correctas decisiones por parte de los *portfolio managers*, además de mencionar los objetivos -tanto general como específicos- y la hipótesis de trabajo. Bajo el marco teórico se desarrollan los conceptos indicados en el capítulo anterior: el sistema financiero argentino, el riesgo de mercado, el *VaR* (con sus diferentes formas de cálculo, metodologías y desventajas para la estimación del riesgo de mercado) y el *CVaR*, incluyendo distintos conceptos y aplicación al mercado local. Dentro de la metodología, se desarrollan las estrategias de abordaje para la presente tesis y la matriz de datos, incluyendo las unidades de análisis y sus variables. En el capítulo sobre desarrollo se explica la situación actual del Merval (actualmente ByMA), la composición del índice S&P Merval, las cuestiones a considerar para el cálculo del *CVaR* y las estimaciones calculadas tanto para las acciones en particular como para los sectores en general. Luego, se presentan las reflexiones finales en base a lo investigado a lo largo del trabajo. Por último, se indican las referencias bibliográficas y los anexos.

PLANTEAMIENTO DEL TEMA

Actualmente y a nivel local, no se observa el uso de metodologías como el *CVaR* para el manejo de carteras por parte de los *portfolio managers*, y por ello existe el peligro de correr mayores riesgos en el armado y mantenimiento de activos financieros. Conocer y comprender el riesgo de los sectores es muy importante para todos los inversores y participantes en el mercado, principalmente desde el aspecto de posible riesgo adverso y la concentración en sectores particulares. Identificar la sobre concentración sectorial es esencial a la gestión del riesgo crediticio de cartera (Andersson y Uryasev, 1999). La estimación del riesgo para las industrias ha jugado una herramienta importante y necesaria para que los inversores mejoren eficiencia de inversión y para lograr resultados óptimos (Tran et al., 2017).

En particular, el problema se observa en el caso del S&P Merval (a través de la agrupación en sectores de las acciones consideradas como líderes en el índice). No se encuentran, a la fecha, trabajos académicos relacionados a la aplicación del *CVaR* en carteras del mercado local. Resulta clave tener una medida de conocimiento sobre los riesgos que poseen los distintos activos que componen el índice en particular, y cómo se comportan dentro de sus sectores.

Cabe destacar que, en el caso del mercado argentino, se observa que las series de rendimientos de las acciones líderes no siguen una distribución normal, ya que son asimétricas (los coeficientes de asimetría son negativos) y leptocúrticas, pues su coeficiente de curtosis es mayor al de una distribución normal, lo que implica unas colas más anchas que las de dicha distribución y que la respuesta de la volatilidad ante shocks de diferente signo sea asimétrica.

Sistema financiero argentino: Conceptualización y riesgos

Antes de profundizar sobre los conceptos de riesgo y los indicadores que lo miden, se debe primero desarrollar un marco institucional desde el cual parten estos.

En el mercado de capitales argentino intervienen instituciones del sistema financiero que regulan y complementan las operaciones de dicho mercado y, en definitiva, permiten el adecuado funcionamiento del mismo (Di Ciano, 2014). A pesar de que en la actualidad algunos de estos organismos se encuentran fusionados bajo el nombre ByMA (Bolsas y Mercados Argentinos), resulta conveniente conceptualizarlos por separado para su mayor comprensión. Dichas instituciones se presentan en el siguiente esquema:

Gráfico 1. Estructura del sistema financiero argentino.



Fuente: Raele (2011)

1. Comisión Nacional de Valores (CNV)

Es una entidad autárquica con jurisdicción en toda la República. Su objetivo es administrar el régimen de oferta pública velando por la transparencia de los mercados de valores y la correcta formación de precios en los mismos, así como la protección de los inversores. Está integrada por cinco directores designados por el Poder Ejecutivo Nacional.

Ejerce su control sobre las sociedades que emiten títulos valores para ser colocados de forma pública, sobre los mercados secundarios de títulos valores y sobre los intermediarios en dichos mercados. Su misión es regular, fiscalizar y controlar a los participantes del mercado de capitales, vigilando que sus operaciones cumplan con los principios y objetivos propuestos, en base a la divulgación de información oportuna, completa y veraz; así como promover el desarrollo de un mercado organizado, integrado, eficaz y transparente en beneficio del público inversor. En palabras de Nicolás Reale, “Tanto las Bolsas de Comercio, Mercados de Valores y la Caja de Valores conforman el sistema bursátil, que es aquel que provee del marco institucional al brindar un entorno operativo, administrativo y regulatorio acorde para asegurar el correcto funcionamiento del mercado de capitales” (Reale, 2011, pp. 4).

Entre sus objetivos, se pretende que el inversor disponga de información completa y oportuna sobre los títulos valores y sus emisores y los contratos de futuros y opciones, así como del desarrollo del mercado de capitales para que tome decisiones inteligentes de inversión, como así también que los intereses de los emisores, inversores, intermediarios y entidades

públicas y/o privadas participantes en el mercado de capitales se encuentren debidamente protegidos de acuerdo con la ley. También se pretende que exista integridad, responsabilidad y ética en las transacciones de valores y de contratos de opciones y futuros; que los mercados de capitales y mercados de futuros y opciones se desarrollen de forma sana, segura, transparente y competitiva; que exista una correcta prestación de servicios por parte de las personas y entidades bajo su jurisdicción.

Por el lado de las atribuciones, estas son: Autorizar, suspender y cancelar la oferta pública de acciones; llevar un registro de las personas autorizadas a realizar oferta pública; recibir e investigar las denuncias y reclamos presentados por cualesquiera de los participantes del mercado de capitales; aprobar los términos y condiciones de los contratos de futuros y opciones; requerir informes y realizar inspecciones e investigaciones en las personas físicas y jurídicas sometidas a su fiscalización: adoptar las medidas administrativas y disciplinarias que sean necesarias para asegurar la correcta aplicación de sus misiones y funciones.

2. Bolsa de Comercio de Buenos Aires (BCBA)

Fue fundada en 1854 como un centro de negocios y de comercialización de productos, acciones y bonos. Actualmente es una asociación civil autorregulada, sin fines de lucro. Su Consejo es integrado por representantes de diferentes sectores de la economía. Está legalmente autorizada para admitir, suspender y cancelar la cotización de títulos valores, de acuerdo con sus propios reglamentos, aprobados por la CNV. Una Comisión de Títulos designada por el Consejo e integrada por representantes de las instituciones bursátiles y otros sectores participantes del mercado, dictamina acerca de las normas y las decisiones relativas a la cotización.

Las sociedades cotizantes deben presentar a la BCBA sus estados contables anuales y trimestrales, e informar todo hecho relevante para su publicación. Sus funciones incluyen, además, el registro de las operaciones, la difusión de volúmenes y precios, así como la divulgación de toda información que pueda incidir en las cotizaciones. Tiene asimismo facultades de supervisión y, entre otras medidas, puede interrumpir la cotización de valores cuando lo considere necesario a fin de controlar o prevenir alteraciones anormales en los precios.

3. Mercado de Valores de Buenos Aires S.A. (MERVAL)

Es una entidad autorregulada, fundada en 1929. Su función es la de regular, coordinar e implementar cada uno de los aspectos relacionados con la negociación de títulos valores, los

tipos de títulos y operatorias, condiciones de pago, entre otros. Además, cuenta con un sistema de Monitoreo de Rueda, que en tiempo real realiza el seguimiento de todas las operaciones, focalizando su labor en aquellas que por alguna característica merecen la atención de los expertos encargados del control. Está facultada para tomar medidas disciplinarias sobre los agentes o sociedades de bolsa que no cumplan las normas y reglamentaciones que rigen al sistema bursátil argentino, derivadas de la aplicación de la Ley 17.811 (derogada por la actual ley 26.831 del año 2012) y de las disposiciones dictadas por el propio Merval.

Su capital está integrado por 250 acciones y sus tenedores que, una vez que cumplan con ciertos requisitos, están habilitados para actuar como agentes u sociedades de bolsa. Su Directorio está integrado por nueve miembros titulares y suplentes y se renuevan por tercios, con mandato por tres años. A efectos de evitar conflictos de intereses, el Merval designa a un director como gerente general a quien se le otorgan todas las facultades y debe tener reserva de la información que le es suministrada en su gestión para preservar la operatoria bursátil.

4. Mercado Abierto Electrónico (MAE)

La conformación de su funcionamiento fue aprobada por la CNV el 27 de diciembre de 1988, y desde el 1 de marzo de 1993 es una entidad autorregulada bajo la supervisión de la CNV. Comenzó su actividad con 172 miembros y actualmente como resultado de fusiones y adquisiciones impulsadas desde el sector bancario los agentes alcanzan a 90 entidades. La conformación de los mismos reúne a Bancos Nacionales, Bancos Provinciales, Bancos Municipales, Bancos Privados Nacionales, Bancos Extranjeros, Bancos Cooperativos, Compañías Financieras, Casa de Cambios y Agentes Puros.

El MAE es un mercado electrónico donde se negocian títulos públicos y privados, tanto en operaciones de contado como a término. Las especies transadas deben estar registradas en los órganos de control correspondientes, contar con la oferta pública otorgada por la CNV y pueden negociarse en el MAE, como en otros mercados o en ambos a la vez.

La necesidad de establecer una corporación que funcionara como un ámbito electrónico para realizar operaciones *over the counter* (OTC) fue la consecuencia de la Resolución N.º 121 de la CNV. Esta norma estableció que todos los agentes (*Brokers*) estuvieran comunicados a través de un sistema electrónico para la realización de cualquier transacción. Por medio del SIOPEL (Sistema de Operaciones Electrónicas) diferente al voceo.

La organización de este mercado electrónico, además de cumplir con las regulaciones requeridas, se basó en ciertos principios: Disminuir los riesgos en cada transacción, mejorar la información sobre precios, confirmar y registrar todas las transacciones efectuadas durante el

día y ofrecer al público en general y a los operadores en particular la mejor información sobre los precios y volúmenes de mercado.

5. Caja de Valores S.A.

Creada en 1974, tiene como función la custodia de títulos valores y la gestión de cobranza de rentas y amortizaciones que estas generen. Facilitan la negociación en el mercado otorgando seguridad y transparencia, así como la más estricta confiabilidad en el registro, administración y custodia de valores. Mantienen actualizados las cuantías de los depositantes y las subcuentas de las personas físicas o jurídicas que adquieren activos financieros. Deben tener un registro de accionistas en tiempo real que estén autorizados a efectuar oferta pública. Además, presta servicios a los comitentes, haciéndoles llegar un extracto trimestral sobre las especies negociables.

Objeto de la investigación

Para objeto de este trabajo de investigación se seleccionaron las acciones que han cotizado en el S&P Merval de manera continua, partiendo del día 01 de enero de 2011 al 09 de agosto de 2019, resultando veinte acciones elegidas. Tomando en cuenta los precios de cierre diario de cada una de ellas, se conformaron las ocho carteras sectoriales y se realizaron los cálculos necesarios para la obtención del VaR y $CVaR$ para cada uno de los portafolios de inversión.

Objetivos e hipótesis

El objetivo general de la presente tesis es calcular un $CVaR$ para los sectores que conforman el S&P Merval durante el período de tiempo que abarca entre 2011 y 2019.

En relación con los objetivos específicos, se incluyen definir a los riesgos relacionados con el sistema financiero argentino, analizar las medidas existentes para el cálculo de riesgo de mercado, categorizar a los sectores que conforman el S&P Merval, explicar cuáles son las diferentes formas de cálculo para obtener un $CVaR$, especificar la metodología para el cálculo del $CVaR$ y explicar que ventajas y desventajas acarrea el uso del $CVaR$ para estimar el riesgo de mercado.

La hipótesis de esta investigación indica que el *CVaR* resulta más conveniente y de mayor utilidad práctica que el *VaR* para analizar el comportamiento de las acciones del mercado argentino durante el período 2011-2019.

MARCO TEÓRICO

¿Qué es el riesgo de mercado?

Según el Banco Central de la República Argentina (BCRA) en su comunicación para los “Lineamientos para la gestión de riesgos en las entidades financieras”, se entiende por riesgo de mercado “(...) la posibilidad de sufrir pérdidas en posiciones dentro y fuera del balance a raíz de fluctuaciones adversas en los precios de mercado de diversos activos” (Sección 4 de Comunicación A 5203). Dicha comunicación versa sobre todo tipo de riesgo: de crédito, de tasa de interés, corporativo, de mercado, operacional, de liquidez y pruebas de estrés, y si bien deja en manos de las entidades financieras la manera en que manejarán el riesgo, impone ciertas estructuras responsables de los mismos.

Con respecto a la gestión del riesgo de mercado, el BCRA sugiere -entre otras cosas- que se utilicen modelos para la estimación del riesgo y pruebas de estrés. Asimismo, permite una amplia libertad de elección al no ser restrictivo en sus definiciones. Específicamente, surge de los movimientos en el nivel o volatilidad de los precios de mercado y se configura como una medida de predicción de las pérdidas asociadas a una posición o cartera al producirse movimientos desfavorables en las cotizaciones (Gómez Cáceres y López Zeballos, 2002).

De manera más general y de acuerdo con Jorion (2010), el riesgo se define como “la volatilidad de los flujos financieros no esperados, generalmente derivada del valor de los activos o los pasivos” (pp. 34). Los movimientos en las variables financieras, tales como las tasas de interés y los tipos de cambio constituyen una fuente importante de riesgos y deben ser monitoreados cuidadosamente debido a su potencial de daño. Ya en particular, uno de los temas que más preocupa a los agentes ha sido el riesgo financiero, a tal grado que su administración y medición se ha convertido en una prioridad, ya que se manifiesta de diferentes formas y niveles en los mercados financieros -sobre todo en las economías emergentes como la de Argentina-.

Otros tipos de riesgo

Sin embargo, el riesgo de mercado no es el único que existe y afecta a los agentes. En un contexto más general pero dentro de las finanzas, cuando se habla de riesgo se refiere a la posibilidad de pérdidas o ganancias, debido a los cambios sobre los factores que afectan el valor

de un activo (Menichini, 2004). En este sentido, todo riesgo financiero –además del de mercado- puede clasificarse en estas categorías:

a) Riesgo de crédito

Trata sobre el eventual incumplimiento de los deudores o contraparte respecto a sus obligaciones contractuales asumidas con la entidad bancaria. Incluyen al riesgo de liquidación, cuando la transacción financiera se completa en forma diferente a lo pactado (Casparri, 2015). Es la posibilidad de pérdida que se produce cuando la contraparte incumple una obligación pactada. Sus pérdidas potenciales son conocidas, las cuales podrán ser evaluadas en función del instrumento de que se trate.

b) Riesgo de tasa de interés

Sugiere la existencia de posibles fluctuaciones adversas de este instrumento financiero, tanto desde un enfoque financiero como económico (BCRA, 2011) que impactan en la valuación de activos y de pasivos de la entidad.

c) Riesgo de liquidez

Tanto de activos (cuando una operación no se puede realizar al precio de mercado debido al gran tamaño de la posición con respecto al usual de las operaciones del mercado) como de fondos (posibilidad de no poder cumplir con las obligaciones de pago forzando una liquidación temprana de la posición). En general, se refiere a la capacidad de cumplir con las obligaciones cuando éstas se hacen exigibles, y al riesgo de no poder deshacer una posición a precio de mercado (BCRA, 2011).

d) Riesgo operacional

Refiere a aspectos relacionados con el funcionamiento de la actividad bancaria. Abarca el riesgo de fraude, relaciones laborales y con terceros, desastres, fallas tecnológicas, administrativas y legales, entre otras (BCRA, 2011). Comprenden los fallos inesperados en la infraestructura operativa y tecnológica de las entidades financieras, tanto de forma interna como externa. No es fácilmente cuantificable.

e) Riesgo legal

Es el riesgo de que un contrato no se pueda hacer cumplir bajo la normativa y reglamentación acordada previamente, y resulta verificable tanto de forma exógena como endógena.

Actitudes ante el riesgo

De acuerdo con Velázquez Ramírez (2017) las personas o las entidades pueden adoptar las siguientes actitudes ante el riesgo:

1. **Indiferencia:** Se refiere a que el agente se hace responsable del riesgo y no se apega a ninguna medida para resarcir las consecuencias que el riesgo pueda ocasionar.
2. **Prevención:** Relacionada con la manera en la que el sujeto adopta un conjunto de medidas materiales destinadas a evitar o dificultar la ocurrencia de un siniestro, lo cual trae como consecuencia que los efectos sean mínimos.
3. **Previsión:** Es la precaución presente para prevenir la realización de un evento futuro. Se caracteriza porque las medidas tomadas tienden a la constitución de un fondo de contingencias que pueda hacer frente en futuro a las implicaciones del siniestro.

Además, cabe resaltar que sobre el riesgo debe haber una cierta incertidumbre, dado que el conocimiento de su existencia real haría desaparecer la aleatoriedad. Sin embargo, la incertidumbre no solo se plasma en si ocurrirá o no, sino que en algunas ocasiones se sabe que efectivamente ocurrirá, pero no se sabe cuándo. Por otro lado, debe existir la posibilidad de riesgo: es decir, debe “poder suceder”. Del mismo modo, el riesgo debe provenir de un acto ajeno a la voluntad humana de producirlo, de ahí que la realización del riesgo produce una necesidad económica (Guardiola, 2001).

¿Qué es el Valor en Riesgo (*VaR*)? Diferentes formas de cálculo

Una medida muy popular que ha alcanzado una alta consideración entre los agentes debido a su simpleza, aplicabilidad y universalidad es el denominado Valor en Riesgo (*Value at Risk* o *VaR*). Este método fue desarrollado por matemáticos y estadísticos de JP Morgan a principios de los años noventa, y adaptado rápidamente por el resto de las firmas financieras. Tal es su popularidad que se volvió un estándar de la industria para la gestión de riesgos de mercado.

Siguiendo a Corkalo (2011), el *VaR* es definido como una “medida estadística que estima la potencial pérdida en valor de un activo en particular o portafolio, en un período definido de tiempo, para un nivel de confianza dado” (Corkalo, 2011, pp. 81).

Dicha medida se resume en un número específico y su utilidad se relaciona con medir la máxima cantidad de dinero que se espera se pueda perder –denominada cuantía de la pérdida-

en un intervalo de tiempo determinado, delineando específicamente la amplitud de la ventana de observación bajo condiciones normales del mercado -períodos en que no se producen turbulencias financieras extremas y ante un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ dado o probabilidad de pérdida asociada -normalmente prefijado en valores entre 95% y 99%-. Por lo tanto, también mide la pérdida mínima que sufrirá una inversión para un nivel de significación igual a α . En este sentido, combina la exposición a una fuente de riesgo con la probabilidad de un movimiento adverso en el mercado y resume la peor pérdida en un horizonte objetivo que no se excederá con un nivel dado de confianza.

Más formalmente, el *VaR* describe el cuantil de la distribución proyectada de ganancias y pérdidas sobre el horizonte objetivo (Jorion, 2010). Por ejemplo, si α es el nivel de confianza seleccionado, *VaR* corresponde al nivel de cola inferior $1 - \alpha$. El indicador también puede usarse para una variedad de otros fines, como establecer límites de posición para los operadores y medir los rendimientos en función de un modelo de evaluación del riesgo.

Los inversores institucionales también adoptan *VaR* como un método dinámico para controlar su exposición a los factores de riesgo, especialmente cuando participan muchos gestores de fondos externos (Jorion, 2010). Además, el Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria anunció en abril de 1995 que los requerimientos de adecuación de capital para los bancos comerciales deben basarse en el *VaR*.

Por otro lado, la amplitud de la ventana de observación requerida para el cálculo del *VaR* depende principalmente de tres factores: disponibilidad de los datos, problemas en la selección de la muestra -debido a calidad de la información- y al cumplimiento de medidas regulatorias al que están sujetas las instituciones.

La metodología del *VaR* consiste en una serie de pasos estructurados cuyo cumplimiento permite llegar a la medida, independientemente de la forma de cálculo elegida. Estos son:

1. Determinar el período u horizonte de tiempo: Por ejemplo, un día, una semana, un mes, etc. Previamente, se supone que las tenencias del portafolio se mantienen constantes durante dicho periodo. Esto es idealmente determinado por la naturaleza de la cartera de inversión, y se suele utilizar el horizonte más largo requerido para una liquidación ordenada de la cartera: es decir, estará relacionado con la liquidez de los activos.
2. Determinar el nivel de confianza: 95% de confianza, 99% de confianza, etc. La elección del nivel de confianza comúnmente refleja el grado de aversión al riesgo de la compañía, respecto a los riesgos asociados a casos extremos y al cumplimiento de medidas regulatorias a las que está sujeta la institución (Jorion, 2010). Por ejemplo, una empresa podría estimar la pérdida máxima que podría sufrir durante un mes con un 95% de

probabilidad, en un valor igual o menor a 1 millón de pesos. O lo que es lo mismo, existe una probabilidad del 5% de que la pérdida, en un mes, sea como mínimo de 1 millón. Lo que significa que existe un 5% de probabilidades de que la empresa pierda durante algún mes más de un millón y un 95% de probabilidades de que la pérdida sea menor. Haciendo uso de la proyección, la empresa tendrá que tener en cuenta que uno de cada cien meses va a perder al menos dicha cantidad.

3. Identificar las variables de mercado que constituyen los factores de riesgo a los que está expuesta la cartera. Típicamente son los tipos de cambio, tasas de interés, precios de las acciones, etc. Dado que la cartera está compuesta solo por acciones, los únicos factores de riesgo que afectan la cartera son los precios de tales acciones.

Resumiendo, la ventaja de este indicador es que agrega todo el riesgo de una inversión en un solo número, lo que hace muy fácil de valorarlo. Además, es una medida de riesgo muy estandarizada y por tanto se puede comparar por ser ampliamente calculada.

Sin embargo, el *VaR* (en el sentido de sus métodos de estimación) parte de un supuesto de normalidad en la distribución de los rendimientos de los activos que no siempre se cumple -especialmente en el caso de activos financieros de países emergentes como Argentina-. La normalidad implica una estructura de dependencia predeterminada que cumple algunos supuestos como simetría, colas livianas y dependencia lineal de los retornos.

Sin embargo, la evidencia empírica –por ejemplo, el trabajo hecho por Feo Cediél (2016)- demuestra que tales supuestos son pocos apropiados. Si se analiza la variación de los precios de las acciones en estos países se puede constatar (incluso gráficamente) que la distribución es apuntalada o leptocúrtica, -con curtosis mayor a la que presenta la distribución normal- y que los valores más alejados de la media poseen una mayor probabilidad de ocurrencia, lo que se conoce como “colas pesadas” o *fat tails* (González, 2011). Estas se definen como una probabilidad mayor de encontrar valores extremos (extremadamente chicos o extremadamente grandes) a la que presenta la distribución normal. Como consecuencia de lo anterior, se puede resumir que la hipótesis de normalidad de los mercados no se ajusta a la realidad y los métodos de estimación del *VaR* que se basan en ella no proporcionan estimaciones confiables. Por ello, se necesita una herramienta más flexible para modelar la distribución marginal de los activos riesgosos, como insumo para obtener la distribución conjunta del portafolio.

En este sentido, Tagliafichi (2009) argumenta que no se puede aplicar el teorema central del límite ni la teoría del *random walk* (camino aleatorio) para analizar series financieras, puesto que dichos datos observados en las series económicas no son independientes. Las variaciones

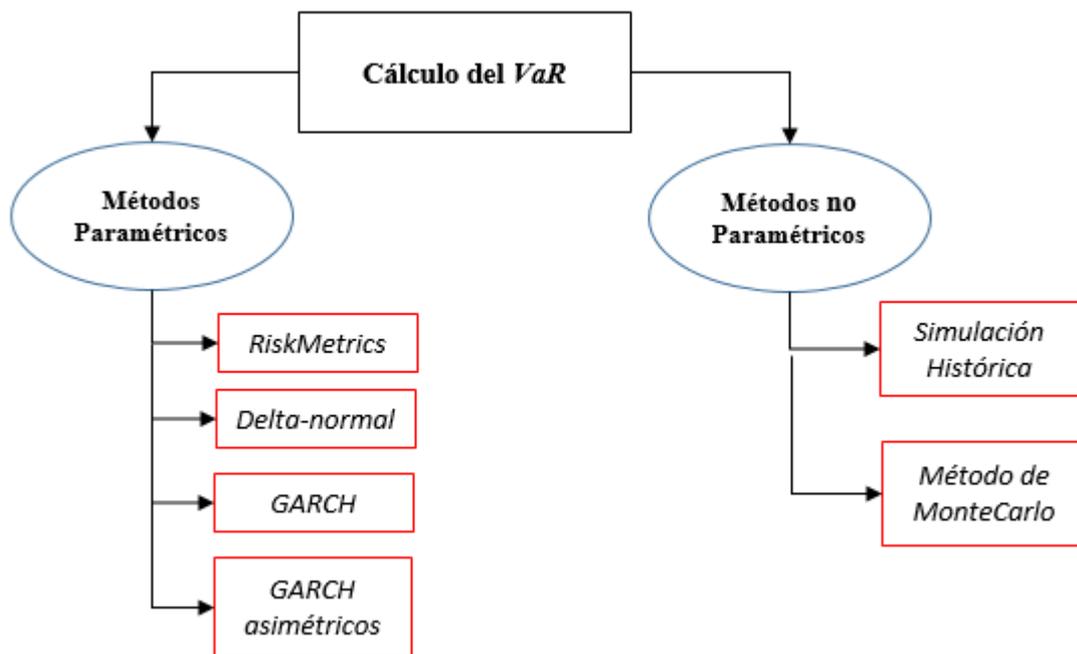
de precios de los activos financieros como así también las variaciones de las tasas nominales de interés, están relacionadas entre sí y que no constituyen un camino al azar, es un tema que tiene origen en los años 70 y que se ha profundizado con la crisis de la segunda mitad de los 80, dando paso al desarrollo de nuevos modelos para el cálculo de la volatilidad. Además, existen tests estadísticos (como el Kolmogorov-Smirnov) que rechazan la existencia de normalidad en las series económicas abriendo paso a la posibilidad de estudiar otras distribuciones que contemplen sucesos extremos llamadas de colas gruesas, o pesadas.

Por lo anterior, resulta muy importante controlar y gestionar de la mejor manera posible los casos extremos que se presentan en las series de rendimientos financieros, puesto que éstos provienen de eventos no usuales y muestran como la información inesperada o sucesos anómalos pueden causar una suba o caída de los rendimientos, ocasionando una mayor variabilidad que pueda considerarse como impulso o en su defecto conducir a un cambio de nivel de toda la serie de rendimientos. Los casos extremos son en gran medida los responsables de los grandes movimientos y del incremento de la volatilidad y la incertidumbre en los mercados, haciendo que las colas de las distribuciones sean más pesadas. Una serie de rendimientos financieros que muestra comportamientos inusuales es de gran interés, ya que, en la mayoría de los casos, estos eventos ocasionan las pérdidas y/o ganancias más significativas, amenazan la estabilidad del mercado financiero donde se cotiza y pueden tener una fuerte repercusión en el sistema financiero global de acuerdo al grado de dependencia entre ellos.

Metodologías para el cálculo de *VaR*

A grandes rasgos, existen dos maneras de calcular el *VaR*. En el siguiente cuadro se presentan las metodologías de cálculo, con sus ejemplos:

Gráfico 2. Metodologías para el cálculo del VaR



Fuente: Elaboración propia

El denominado método paramétrico utiliza datos estimados de rentabilidad, y su mayor presunción es que los datos tomados poseen una distribución normal. Son ejemplos de este método los modelos *RiskMetrics* (también llamado Método de Suavizamiento Exponencial), delta-normal, GARCH (*generalized autoregressive conditional heteroskedasticity* o autorregresivo con heterocedasticidad condicional) y GARCH asimétricos.

Por el otro lado, existe el método no paramétrico. A diferencia del primer enfoque, estos modelos construyen la distribución de rendimientos del portafolio a partir de información histórica, y no a través de la estimación de distribuciones de probabilidad y estimación de parámetros. Dentro de esta clasificación se encuentran:

a) Simulación Histórica

Se utilizan datos históricos para su cálculo y está basado en considerar que el comportamiento del mercado se repite a lo largo del tiempo como una distribución estadística normal. Este enfoque parte del supuesto que el comportamiento pasado de los precios de los activos del portafolio, seguirán su misma tendencia, y determinarán el valor futuro del portafolio. Su ventaja es que puede adaptarse a cualquier forma de la distribución de los retornos. En este sentido, debe recordarse que los retornos de los activos financieros tienen características específicas que los apartan de la distribución normal. Por una parte, son leptocúrticos (curtosis superior a la de la distribución normal) lo que implica la existencia de

“colas pesadas”, o sea probabilidades no insignificantes de eventos catastróficos (Fabris, 2014). Por otra parte, tienen cierto grado de asimetría, en general negativa, es decir que los retornos negativos tienen mayor peso (medidos por el coeficiente de asimetría) que los positivos, mientras que la distribución normal es simétrica.

La simulación histórica resuelve varios de los problemas que se presentan en modelos paramétricos, ya que no se hacen supuestos de normalidad y considera tanto la inclusión de factores de riesgo no lineales en la composición del portafolio como los efectos en las colas pesadas de la distribución empírica. Por lo anterior, es probable que la principal desventaja de la simulación histórica sea el supuesto que el comportamiento pasado de los factores de riesgo predice la tendencia del valor del portafolio en el futuro inmediato, ya que si la ventana de observación omite eventos relevantes, estos no aportarán información a la distribución de rendimientos; en contraparte, eventos extremos históricos -que pudieron haber sido causados debido a situaciones extraordinarias y que no necesariamente se repetirán nuevamente- aportan información y probablemente sesgarán el cálculo del *VaR* (Jorion, 2010). Otra limitación es que valora de la misma forma los datos recientes y datos más antiguos, lo que puede causar malas estimaciones si hay tendencias recientes. El intercambio típico (*tradeoff*) de la simulación histórica es que sería útil tener la mayor cantidad posible de datos para observar los eventos raros, pero por otro lado no es conveniente un estimador de riesgos en función de datos de mercado muy antiguos.

b) Método de Monte-Carlo

Aquí no solo se tienen en cuenta no sólo los datos históricos, sino que también se generan una serie de resultados de manera aleatoria, a fin de simular todos los escenarios posibles (Azofeifa, 2004). Posee la particularidad de que, dependiendo de los datos iniciales introducidos, se generarán una serie de presunciones que guiarán los resultados *-path dependency-* o dependiente del camino escogido. Dada la complejidad de este método, se corre el riesgo de tener una falsa sensación de viabilidad, pero si los datos introducidos no son correctos, la información que arroja no será fiable.

Ambos métodos son muy utilizados en la práctica, no existiendo un consenso general sobre cuál de ellas es la mejor en términos absolutos. Inclusive, las diferencias resultantes de calcular el *VaR* por estos métodos pueden resultar abismales, lo que hace que la elección no sea trivial: Si la estimación es poco precisa, se asignaría capital de manera subóptima, acarreando pérdidas financieras y de eficiencia. Por lo tanto, es necesario comprender tanto los supuestos

de cada método como el modelo matemático y la técnica cuantitativa empleada para la elección. A pesar de lo anterior, los estudios empíricos tienden a considerar el método histórico como el más adecuado para su aplicación en los mercados bursátiles (Aljinović y Trgo, 2018).

Asimismo, resulta necesario conocer las características propias de las series de datos financieros. Estas se pueden resumir de la siguiente forma:

- La distribución de los retornos es leptocúrtica, es decir que poseen un pico más alto y colas más pesadas que la distribución normal.
- Los retornos de las acciones se encuentran, en general, sesgados hacia las pérdidas.
- Los retornos al cuadrado están significativamente autocorrelacionados, esto es, las volatilidades de los factores de mercado tienden a agruparse en grupos o *clústers*.
- Las volatilidades y correlaciones de las variables financieras son cambiantes en el tiempo y dependen de la ventana temporal en que se base el análisis.

Desventajas del *VaR* para la estimación del riesgo de mercado

La amplia difusión y el uso generalizado del *VaR* no han impedido que su validez teórica y práctica sean sometidas a pruebas de coherencia, en una búsqueda por mejorar la cuantificación del riesgo y optimizar la toma de decisiones de inversión. Por ello, para determinar la eficiencia de un buen indicador de riesgo de mercado Artzner et al. (1999) derivó cuatro propiedades deseables que debería de cumplir una medida de riesgo para ser denominada coherente:

- Monotonicidad: Esto significa que a mayor rentabilidad debe corresponder mayor riesgo.
- Homogeneidad positiva: Si se aumenta la posición en un portafolio, o en alguno de sus activos componentes, el riesgo debe incrementarse proporcionalmente – en otras palabras, el riesgo aumenta con el tamaño de la posición-.
- Subaditividad: Es decir, el riesgo global de un portafolio formado por dos o más activos es menor o igual que la suma de los riesgos individuales. Esta característica es la base de la diversificación, puesto que no debe aumentar el riesgo.
- Invarianza traslacional: Si se invierte una cantidad adicional en el portafolio, y se invierte prudentemente, entonces su riesgo se debe reducir en esa cantidad proporcional.

De las mencionadas características, la más importante resulta la subaditividad y se explicará a continuación en más detalle, siguiendo a Artzner et al. (1999).

Una propiedad esencial exigida para una buena medida de riesgo es la diversificación, y consiste en que el riesgo debe disminuir - o por lo menos no aumentar- cuando se unen riesgos individuales.

Supongamos que X y Y son dos portafolios cualesquiera, y asumimos que $p(\cdot)$ es una medida de riesgo. Esta medida de riesgo es subaditiva si:

$$p(X+Y) \leq p(X) + p(Y)$$

Esto significa que el riesgo global del portafolio no debe ser mayor que la suma de los riesgos de las posiciones que lo componen. La subaditividad refleja la expectativa de que los riesgos usualmente se diversifican cuando se juntan. La igualdad sólo se cumpliría cuando todos los factores de riesgo subyacentes se mueven conjuntamente, caso en el cual el riesgo global del portafolio sería igual a la suma de los riesgos que lo conforman.

En resumen, esta propiedad significa que la agregación de riesgos no aumenta el riesgo total. Por lo tanto, es un requerimiento esencial para que cualquier medida de riesgo financiero sea considerada útil.

Para resaltar su importancia como condición para una medida de riesgo, analicemos qué puede ocurrir cuando no se cumple. Si la medida de riesgo considerada no satisface la subaditividad, podría concluirse que poner todos los huevos en la misma canasta es una buena decisión en el manejo de riesgos. La no subaditividad también implicaría que la conjunción de riesgos crea un riesgo residual adicional que no existía antes de combinarlos. Esto podría tener consecuencias absurdas:

- La no subaditividad podría inducir a los agentes que operan en un intercambio organizado a separar sus inversiones para reducir sus riesgos, y no tener en cuenta los movimientos en conjunto de las rentabilidades, lo que podría generar que ninguna de ellas esté cubierta, y entonces generar un riesgo adicional.
- Si los reguladores usan medidas de riesgo no subaditivas para los requerimientos de capital, una firma financiera podría escindirse a sí misma para reducir sus requerimientos de capital regulatorio. Esto se explicaría debido a que la suma de requerimientos de capital de unidades más pequeñas sería menor que el requerimiento de capital para la firma en su conjunto. Si los riesgos son subaditivos la agregación de riesgos produce una sobrestimación del riesgo combinado, por lo que la suma de riesgos puede tomarse como una estimación conservadora de los riesgos combinados. Pero si

los riesgos no son subaditivos, su agregación genera una subestimación de los riesgos combinados, lo que hace que la suma de los riesgos sea una medida no confiable.

Las afirmaciones anteriores debilitan el *VaR* como medida de riesgo, ya que no cumple la propiedad subaditiva y falla en reconocer la concentración de riesgos. Tampoco fomenta una asignación razonable de riesgos entre agentes (Artzner et al., 1999).

El *VaR* contesta la pregunta: ¿Cuál es la máxima pérdida con el nivel de confianza determinado en un horizonte de tiempo? Entonces, su cálculo revela que la pérdida va a exceder el *VaR* con probabilidad $(1 - \beta) * 100\%$, pero no provee información sobre el monto de la pérdida en exceso, que podría ser muy significativa.

El hecho de que el *VaR* no sea subaditivo es un problema fundamental y desemboca en que no puede ser asumido como una medida adecuada para el riesgo en todos los casos. A pesar de la simpleza del instrumento, su estimación -por cualquier método- es compleja de optimizar y el resultado es inestable cuando la distribución de probabilidades de la función a maximizar no está distribuida como normal -característica de esperar, puesto que las pérdidas tienden a mostrar valores discretos y colas pesadas o *fat tails*- (Arbeláez y Ceballos, 2005). Además, es difícil de controlar y optimizar para distribuciones discretas, cuando se calcula utilizando escenarios. En este caso, *VaR* no es convexo (Rockafellar y Uryasev, 2002) y no uniforme en función de las posiciones, y tiene múltiples extremos locales.

Los grandes riesgos se consideran valores extremos, y por serlo resulta insuficiente la aplicación de la estadística clásica y los métodos de administración de riesgos más antiguos. Surge de este modo la necesidad de recurrir a una metodología adicional, que incluya en su cálculo la existencia de “colas pesadas”. Por lo tanto, es conveniente buscar otras medidas que tengan en cuenta los eventos poco probables y evaluar adecuadamente el riesgo. Las mediciones de *VaR* también son limitadas para estimar la pérdida marginal y no se refiere a otros casos de posibles pérdidas (Kriksciuniene y Sakalauskas, 2006).

¿Qué es el Valor en Riesgo Condicional (*CVaR*)?

Por las razones explicadas en el capítulo anterior es que nos interesa aplicar otro enfoque para optimizar la evaluación del riesgo de mercado con el objetivo de reducirlo y que supere las limitaciones mencionadas del *VaR*. Este es conocido como Valor en Riesgo Condicional (también *Mean Excess Loss*, *Expected Shortfall -ES-* o *Conditional Value at Risk -CVaR-*), y se la propone como una metodología más eficiente para cuantificar el riesgo, tomando en cuenta que ésta resulta una medida de riesgo coherente y de mayor consistencia: cumple con la

propiedad de subaditividad y resulta tanto convexa como uniextrema, lo cual hace más fácil la implementación de algoritmos de optimización y control (Aberláz y Ceballos, 2005).

Al examinar los aspectos inherentes a la implementación del *VaR*, se ha afirmado que ésta carece de coherencia dado que no cumple con el axioma de suaditividad. La literatura ha mostrado que existen alternativas que hacen foco en la cola de la distribución. En relación con esto, el análisis indica que el *VaR* tradicional puede subestimar sistemáticamente a la verdadera pérdida posible – identificada como de alta intensidad y baja frecuencia-. Por este motivo, medidas como *CVaR* captan mejor la exposición al riesgo de mercado y la necesidad de capital económico.

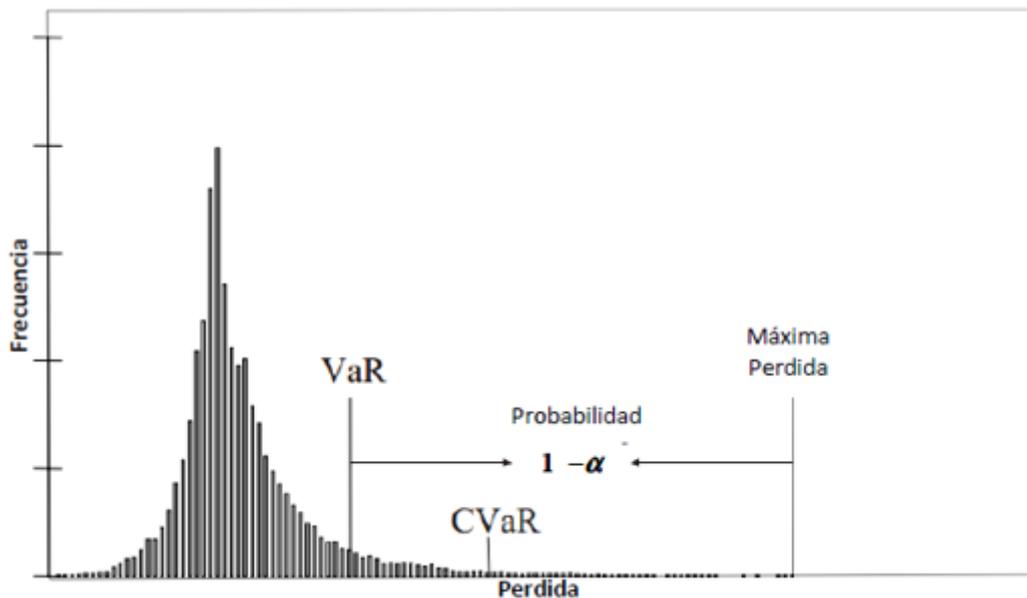
Por definición y siguiendo a Andersson y Uryasev (1999), el *CVaR* es la pérdida esperada que excede al *VaR*. Por ejemplo, es el valor promedio de la peor pérdida calculada dada por $(1 - \beta) * 100\%$. En este sentido, para un $\beta = 0.95$, el *CVaR* es el promedio del 5% de las peores pérdidas. En realidad, para un horizonte de tiempo dado y un nivel de confianza α , *CVaR* es definido como la expectativa condicional de pérdidas mayores que *VaR*. Para distribuciones continuas, también se define al *CVaR* como la pérdida esperada condicional bajo la condición de que exceda el *VaR* (Rockafellar y Uryasev 2000), y como el promedio ponderado de *VaR* y pérdidas estrictamente superiores a este (Rockafellar y Uryasev, 2000).

Según Artzner et al. (1999), el *CVaR* resulta “una expectativa de pérdida condicionada a que se supere el nivel indicado por el *VaR*”. (Artzner et al., 1999, p. 209). En este sentido, en lugar de estimar solo la pérdida máxima esperada en un periodo de tiempo con un nivel de confianza dado, se enfoca en lo que podría perderse una vez que se haya superado la barrera dada por el *VaR*. (Feria Dominguez y Oliver Alfonso, 2007). En otras palabras, el *CVaR* es la pérdida esperada en una inversión, una vez que se superó el monto del *VaR*.

Se considera la minimización del *CVaR* como una metodología con mayor consistencia, de acuerdo con Rockafellar y Uryasev (2000). El *CVaR* sí es un estimador coherente en el sentido de Artzner et al. (1999), por lo que cuenta con mejores propiedades respecto al *VaR*. De acuerdo con Rockafellar y Uryasev (2000) “el *CVaR* estima el riesgo de la cola de la distribución de manera más eficiente y conservadora al incorporar tanto la frecuencia como el tamaño de los eventos extremos” (p. 22).

En el gráfico siguiente se muestra la relación existente entre el *VaR* y el *CVaR*:

Gráfico 3. Distribución de pérdidas del portafolio. Comparación entre Valor en Riesgo (*VaR*) y Valor en Riesgo Condicional (*CVaR*).



Fuente: Rockafellar y Uryasev (2000)

Formal y matemáticamente se puede definir al *CVaR* como la esperanza condicional de las pérdidas que han excedido el nivel dado:

$$C(x) = - E [X | X \leq VaR(x)]$$

Por lo tanto, se deduce que los portafolios con un bajo *CVaR* también tienen bajo *VaR*. Así definido es una representación convenientemente simple del riesgo, aplicable a distribuciones de pérdida no simétricas, que tiene en cuenta los riesgos más allá del *VaR*.

Martínez Sánchez y Venegas Martínez (2012) ejemplifican la utilidad del *CVaR* de la siguiente manera: “(...) si el *VaR* es una medida interesante para el gestor, mucho más puede serlo el *VaR* Condicional, es decir, la pérdida media una vez llegados al *VaR*. (...) No nos interesa tanto saber que sólo un 1% de las veces vamos a superar un determinado nivel de pérdidas, sino si una vez superado dicho umbral, la pérdida media va a ser 1,5 o de 3,2 millones” (pp. 103-106). Constituye un indicador de interés en cuanto a la administración del riesgo ya que completa la información que el *VaR* devuelve, lo que la vuelve una medida de control de riesgo más eficiente y conservadora, e indispensable para aquellas posiciones que presenten distribuciones asimétricas y con colas pesadas. Además, resulta una medida más estable al tomar en cuenta la distribución de pérdidas más allá de *VaR*, es decir los propios *fat tails* (Martínez Sánchez y Venegas Martínez, 2012). En consecuencia, el valor del *VaR* no sería

nunca mayor al valor del *CVaR*. En el mismo sentido, portafolios con bajo *CVaR* tendrían un *VaR* todavía inferior. Dos portafolios de activos pueden tener igual *VaR* y aparentar tener el mismo nivel de riesgo, pero se podría definir que el portafolio de mayor riesgo sería el que cuente con el mayor *CVaR* (Martínez Sánchez y Venegas Martínez, 2012).

Estos autores ejemplifican la utilidad del *CVaR* de la siguiente manera: “(...) si el *VaR* es una medida interesante para el gestor, mucho más puede serlo el *VaR Condicional*, es decir, la pérdida media una vez llegados al *VaR*. (...) No nos interesa tanto saber que sólo un 1% de las veces vamos a superar un determinado nivel de pérdidas, sino si una vez superado dicho umbral, la pérdida media va a ser 1,5 o de 3,2 millones” (p. 106). También hablan acerca del interés que constituye el *CVaR* en cuanto a la administración del riesgo ya que completa la información que el *VaR* devuelve, lo que hace que sea una medida de control de riesgo indispensable para aquellas posiciones que, en particular, presenten distribuciones asimétricas y con colas pesadas. Además, el *CVaR* es una medida de riesgo más estable al tomar en cuenta la distribución de pérdidas más allá de *VaR*, es decir los propios *fat tails*.

Siguiendo a Feria Dominguez y Oliver Alfonso (2007) en relación con el concepto del *CVaR*, en lugar de estimar solo la pérdida máxima esperada en un periodo de tiempo con un nivel de confianza dado, se enfoca en lo que podría perderse una vez que se haya superado esa barrera dada por el *VaR*. Dicho de forma simple, el *CVaR* es la pérdida esperada -la cantidad de dinero- en una inversión que podría perderse una vez que se superó el monto del *VaR*.

La regulación evoluciona -en los últimos años con mayor fuerza- hacia la implementación de modelos de riesgo que se enfoquen en minimizar el *CVaR* en lugar de minimizar el *VaR* (Rockafellar y Uryasev, 2000). En primer lugar, la existencia de colas pesadas hace que la gestión utilizando el *VaR* tradicional sea ineficiente ya que en activos muy expuestos a riesgo de mercado subestima la pérdida esperada. Mientras que, por su parte, *CVaR* presenta coherencia como medida de riesgo es más eficiente que el *VaR* en la predicción de riesgos extremos. Efectivamente, este indicador soluciona el problema de la subaditividad de la medida de riesgo y resulta más conveniente para hacer frente a las distribuciones asimétricas.

La diferencia entre ambos indicadores -en formato matemático- se basa en lo siguiente. Con respecto a un nivel de probabilidad específico β , el β - *VaR* de una cartera es la menor cantidad α tal que, con probabilidad β , la pérdida no excederá a un monto α . Por otro lado, el β - *CVaR* es la expectativa condicional de pérdidas superiores a la cantidad α (Rockafellar y Uryasev, 2000).

Una característica fundamental del *CVaR* es que, a diferencia del *VaR*, resulta una medida de riesgo coherente (Rockafellar y Uryasev, 2000) y, por contraste, más consistente

(Andersson y Uryasev, 1999). Minimizar este indicador en una cartera ofrece una forma conveniente de evaluar derivados lineales y no lineales (opciones, futuros), y los riesgos tanto de mercado como de crédito y operativos, circunstancias a las que se exponen todas las instituciones (Rockafellar y Uryasev, 2000).

En síntesis, *CVaR* complementa la información provista por el *VaR* y cuantifica la cuantía de la pérdida en exceso. Experimentos numéricos indican que generalmente la minimización de *CVaR* también conduce a soluciones casi óptimas en términos de *VaR* porque este último nunca excede al primero (Rockafellar y Uryasev, 2000). Por lo tanto, las carteras con bajo *CVaR* deben tener bajo *VaR* también. Además, cuando la distribución de retorno es normal, estos dos las medidas son equivalentes (Rockafellar y Uryasev, 2000), es decir, proporcionan la misma cartera óptima. Sin embargo, para distribuciones muy asimétricas, Los resultados que arrojan ambos indicadores pueden ser bastante diferentes. Por ejemplo, dos portafolios de activos pueden tener igual *VaR* y aparentar tener el mismo nivel de riesgo. Sin embargo, analizando el *CVaR* se podría determinar que el portafolio de mayor riesgo sería el que cuente con el mayor *CVaR*. Puede decirse que, bajo condiciones bastante generales, el *CVaR* es una función convexa en relación con las posiciones, permitiendo la construcción de algoritmos de optimización eficientes y puede ser minimizado usando técnicas de programación lineal.

Podemos concluir, entonces, que el *CVaR* tiene características matemáticas superiores sobre *VaR*, ya que mantiene las buenas propiedades de esta última y supera sus deficiencias, pero es importante destacar que los autores hacen hincapié en que el *CVaR* no debe considerarse como un sustituto sino como complemento del *VaR* para la medición del riesgo y pueden utilizarse en conjunto para mejorar la toma de decisiones.

METODOLOGÍA

En concordancia con lo anteriormente expresado, los enfoques o estrategias de abordaje para el presente trabajo fueron: *Cuantitativo*, dado que la investigación se sirvió de variables que pueden ser medidas y cuantificadas, para luego analizarlas e interpretarlas con vista al cumplimiento de los objetivos (cotización de las acciones que componen el panel líder del S&P MERVAL); *aplicado*, por tratarse de un trabajo que posee aplicaciones directas hacia la resolución de un problema práctico, que es el de determinar el valor del *CVaR* para los sectores que conforman el S&P MERVAL; *explicativo*, ya que se explicaron cuáles son las diferentes formas de cálculo para obtener un *VaR* y los *CVaR* y las particularidades que acarrea su uso a la hora de estimar el riesgo de mercado; *no experimental*, porque se analizaron los datos estadísticos y los precios de los activos argentinos sin transformación ni manipulación alguna; *longitudinal*, puesto que los datos necesarios para la investigación –cotización de las acciones– fueron recopilados de un horizonte temporal predefinido (desde el 03 de enero de 2011 al 09 de agosto de 2019) y *prospectivo*, debido a que la investigación tuvo por objetivo obtener un valor de *CVaR* que sea de utilidad para la prevención de riesgos financieros.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se formuló una matriz de datos, conformada por tres unidades de análisis (U.A.) y sus respectivas variables.

La unidad de nivel superior (supraunitaria o U.A. +1) correspondió al sistema financiero argentino y sus variables se relacionaron con el mercado de valores -ahora denominado Bolsas y Mercados Argentinos S.A. (o ByMA), las cotizaciones de las acciones que componen el índice líder y la volatilidad histórica de dichos precios.

La unidad de nivel de anclaje (central o U.A. a) recayó sobre el riesgo, siendo sus variables su clasificación y sus tipos.

Finalmente, la unidad de nivel inferior (subunitaria o U.A. -1) incluyó a las medidas de control de riesgo, tomando como variables el valor en riesgo (*VaR*) y el valor en riesgo condicional (*CVaR*).

Los datos utilizados para la estimación de indicadores en la presente tesis -principalmente, cotizaciones de las acciones pertenecientes al panel líder-, fueron tomados de *Google Finance*. Los niveles de confianza elegidos para los indicadores fueron 95%, 99% y 99,9%.

A pesar de que el período de tiempo analizado fue el mismo para todas las empresas, la cantidad de observaciones varía entre las acciones: 1867 datos para la mayoría de las acciones,

pero una menor cantidad para otras empresas que no estaban listadas en 2011 y fueron incorporadas en años posteriores -por ejemplo, VALO, BYMA o CVH.

DESARROLLO

Bolsas y Mercados Argentinos (ByMA)

Ya fue mencionado en un capítulo del Marco Teórico el hecho de que varias instituciones que componen el sistema financiero argentino se fusionaron. En 2017, esta unión se hizo efectiva y surgió Bolsas y Mercados Argentinos (ByMA), compuesta por el Merval y la BCBA -ambos dueños de la Caja de Valores-. Dicha fusión fue concebida con el objetivo de unir a todos los mercados a nivel nacional, puesto que actualmente ByMA concentra todos los pasos de la industria -transacción, liquidación, custodia, pre y post negociación). Es necesario aclarar que, aunque ByMA surgió para reemplazar al Merval como bolsa y mercado bursátil, en la práctica no implicó cambios ya que todas las acciones y títulos cotizantes pasaron de una plaza hacia la otra. Además, ByMA también cotiza dentro del índice como una empresa, ubicada dentro del sector de información financiera.

La administración de BYMA está a cargo de un directorio compuesto por doce miembros titulares y sus correspondientes suplentes en igual número (designados por la Asamblea de Accionistas), con mandato por tres años, que se renuevan cada año por tercios, y pueden ser reelegidos consecutivamente para nuevo mandato por una sola vez.

Composición del índice S&P Merval

Entre otros cambios surgidos de la fusión anteriormente mencionada se postuló un nuevo índice bursátil para reemplazar al Merval, denominado S&P Merval.

Esta nueva bolsa está integrada exclusivamente por empresas argentinas, incluyendo un mínimo de veinte en su composición, con la ponderación de cada una dentro del índice determinada por su capitalización de mercado ajustada a flotación -a diferencia del antiguo Merval, donde se ordenaban en función de la liquidez-.

En el siguiente cuadro se presentan las acciones pertenecientes al Panel Líder del S&P Merval hasta septiembre de 2019, ordenadas por orden alfabético. También se incluyen las siglas con las que se operan en el mercado (o *tickers*), el sector y la industria a la cual pertenecen:

Cuadro 1. Composición del Panel Líder del S&P MERVAL, a septiembre de 2019.²

Ticker	Nombre	Sectores	Industria
BCBA: ALUA	Aluar	Materiales básicos	Aluminio
BCBA: BBAR	Banco Francés	Información financiera	Bancos
BCBA: BMA	Banco Macro	Información financiera	Bancos
BCBA: BYMA	BYMA	Información financiera	Operadores del mercado financiero y materias primas
BCBA: CEPU	Central Puerto	Servicios públicos	Productores independientes de energía
BCBA: COME	Comercial del Plata	Cíclicos de consumo	Suministros y accesorios de construcción
BCBA: CRES	Cresud	Consumo no cíclico	Distribución y venta al por menor de alimentos
BCBA: CVH	Cablevision Holding	Servicios de telecomunicaciones	Servicios integrados de telecomunicaciones
BCBA: EDN	Edenor	Servicios públicos	Eléctricas
BCBA: GGAL	Financiero Galicia	Información financiera	Bancos
BCBA: MIRG	Mirgor	Tecnología	Electrodomésticos
BCBA: PAMP	Pampa Energía	Servicios públicos	Eléctricas
BCBA: SUPV	Grupo Supervielle	Información financiera	Bancos
BCBA: TECO2	Telecom Argentina	Servicios de telecomunicaciones	Servicios integrados de telecomunicaciones
BCBA: TGNO4	Transportadora de Gas del Norte	Energía	Servicios de transporte de petróleo y gas
BCBA: TGSU2	Transportadora de Gas del Sur	Energía	Exploración y producción de petróleo y gas
BCBA: TRAN	Transener	Servicios públicos	Eléctricas
BCBA: TXAR	Ternium	Materiales básicos	Acero
BCBA: YPFD	YPF	Energía	Petróleo y gas integrado
BCBA: VALO	Grupo Financiero Valores	Información financiera	Servicios de banca de inversión y corretaje

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el importante peso que posee el sector financiero (más específicamente, de información financiera) sobre el índice, con seis empresas sobre un total de veinte que componen el S&P MERVAL. Luego, siguen el sector de servicios públicos con cuatro empresas, energía con tres, servicios de telecomunicaciones y materiales básicos con dos y tecnología, cíclicos de consumo y consumo no cíclico con una.

En los cuadros 2 y 3 se ordenaron las empresas en función de su capitalización bursátil (medida en millones de pesos) para determinar las ponderaciones de los distintos sectores que la componen:

² Se incluye por única vez el prefijo BCBA para distinguir las acciones que cotizan tanto en el mercado local como en Wall Street con el mismo ticker, por ejemplo, BMA, CEPU, GGAL, entre otros. A partir de aquí, los tickers se presentarán sin dicho prefijo.

Cuadro 2. Acciones líderes en función de su capitalización bursátil (en millones de \$)

Especie	Sector	Capitalización Bursátil (en millones de pesos)	% sobre el total
S&P MERVAL	Índice Líder	1.615.426,98	100%
YPFD	Energía	298.917,72	18,5%
BMA	Información financiera	234.951,27	14,5%
GGAL	Información financiera	199.954,52	12,4%
TECO2	Servicios de telecomunicaciones	138.735,20	8,6%
PAMP	Servicios públicos	132.250,85	8,2%
TGSU2	Energía	113.732,00	7,0%
BBAR	Información financiera	112.392,41	7,0%
TXAR	Materiales básicos	65.046,15	4,0%
CEPU	Servicios públicos	61.242,20	3,8%
ALUA	Materiales básicos	49.140,00	3,0%
EDN	Servicios públicos	38.343,05	2,4%
TGNO4	Energía	33.919,67	2,1%
CVH	Servicios de telecomunicaciones	32.125,91	2,0%
SUPV	Información financiera	27.471,15	1,7%
BYMA	Información financiera	27.106,88	1,7%
CRES	Consumo no cíclico	22.448,52	1,4%
TRAN	Servicios públicos	10.371,57	0,6%
VALO	Información financiera	6.567,17	0,4%
MIRG	Tecnología	6.075,00	0,4%
COME	Cíclicos de consumo	4.635,76	0,3%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Resumen de las ponderaciones por sectores (en porcentajes)

Sector	Ponderación
Información financiera	37,7%
Energía	27,6%
Servicios públicos	15,0%
Servicios de telecomunicaciones	10,6%
Materiales básicos	7,1%
Consumo no cíclico	1,4%
Tecnología	0,4%
Cíclicos de consumo	0,3%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que, aunque YPF posee la mayor capitalización bursátil de manera individual (con un 18,5%), el sector más importante del índice S&P MERVAL es el de información financiera, con una ponderación del 37,7% sobre el total, representado por seis compañías (Banco Macro, Grupo Financiero Galicia, Banco Francés, Grupo Supervielle, Bolsas y Mercados Argentinos y Grupo Financiero Valores). Luego, sigue el sector de energía con un 27,6%, explicado por tres empresas (la propia YPF, Transportadora de Gas del Sur y

Transportadora de Gas del Norte) y, en tercer lugar, el sector de servicios públicos con un 15,0%, conformado también por tres empresas (Pampa Energía, Central Puerto, Edenor, y Transener). Cabe destacar que los dos primeros sectores -información financiera y energía- explican más del 65% del índice, y si se agregan los servicios públicos, el peso total alcanza más del 80% del total, lo que indica la importancia de estas empresas en los movimientos que pueda tener el índice, tanto al alza como a la baja.

Para trabajar sobre la hipótesis general de esta tesis se obtuvieron datos de *Google Finance* el cual brindó los precios de cierre diarios de las veinte acciones que conforman el índice S&P MERVAL y que se consideraron para la conformación de las carteras sectoriales, así como la información general de cada una. Con estos ocho *portfolios* de inversión se conformaron bases de datos con los precios diarios de cierre, las cuales fueron el punto de partida para realizar todos los cálculos oportunos.

Cuestiones previas al cálculo del CVaR para las acciones del S&P MERVAL

Antes de comenzar con la presentación de los resultados, se especifican los parámetros utilizados para los cálculos numéricos:

1. Para los cálculos de CVaR, se aplicó el método histórico, ya que es más frecuentemente utilizado y resulta el método no paramétrico con mayor potencialidad de ser aplicado en la práctica. La característica común de este tipo de método es que utilizan distribuciones empíricas, mientras que los métodos paramétricos asumen por defecto una distribución normal. Se supone que la tendencia de los últimos cambios de precios será continua también en el futuro. Luego, los datos históricos se utilizan para la evaluación de riesgos en el futuro cercano. CVaR se calcula como percentiles de la distribución empírica, según el nivel de confianza elegido. No hay necesidad de aproximación de parámetros de distribución como la volatilidad y los coeficientes de correlación y solo se necesitan las tasas de retorno históricas. Permite describir distribuciones no normales con colas gruesas, que a menudo están presentes entre datos financieros (Van den Goorbergh y Vlaar, 1999).
2. Dado que las acciones que componen las carteras sectoriales se podrían liquidar en un día, éste será el período de tiempo que cubrirá el CVaR.
3. Los niveles de confianza elegidos corresponden al 95%, 99% y 99,9%. Puesto que se compara contra un evento particular de elevado impacto, resulta conveniente usar varios

niveles de confianza -incluyendo uno tan extremo como 99,9%- para comparar los resultados que arroje el modelo.

Para realizar las estimaciones, se requirieron tres pasos: Elaborar carteras de activos de acuerdo con el sector en el cual se encuentran, posteriormente se calculó la distribución de los retornos diarios para cada cartera y finalmente se estimaron los *VaR* y *CVaR* de cada cartera, para realizar comparaciones.

En primer lugar, en el siguiente cuadro se presentan las carteras conformadas en función al sector en el que se desarrollan, ordenadas por su importancia dentro del índice:

Cuadro 4. Conformación de las carteras en función de los sectores

Sector	Ticker	Ponderación
Información Financiera	BMA	16,7%
	GGAL	16,7%
	BBAR	16,7%
	SUPV	16,7%
	BYMA	16,7%
	VALO	16,7%
Energía	YFPD	33,3%
	TGSU2	33,3%
	TGNO4	33,3%
Servicios Públicos	PAMP	25,0%
	CEPU	25,0%
	EDN	25,0%
	TRAN	25,0%
Servicios de Telecomunicaciones	TECO2	50,0%
	CVH	50,0%
Materiales Básicos	TXAR	50,0%
	ALUA	50,0%
Consumo no Cíclico	CRES	100,0%
Tecnología	MIRG	100,0%
Cíclicos de Consumo	COME	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la ponderación de cada empresa dentro del sector depende de la cantidad de compañías dentro de ella. Por ejemplo, el sector de información financiera posee seis empresas, por lo que la ponderación de cada una es de 16,7% sobre el total. En otro caso, como el sector tecnológico solo posee una empresa, su ponderación es del 100%.

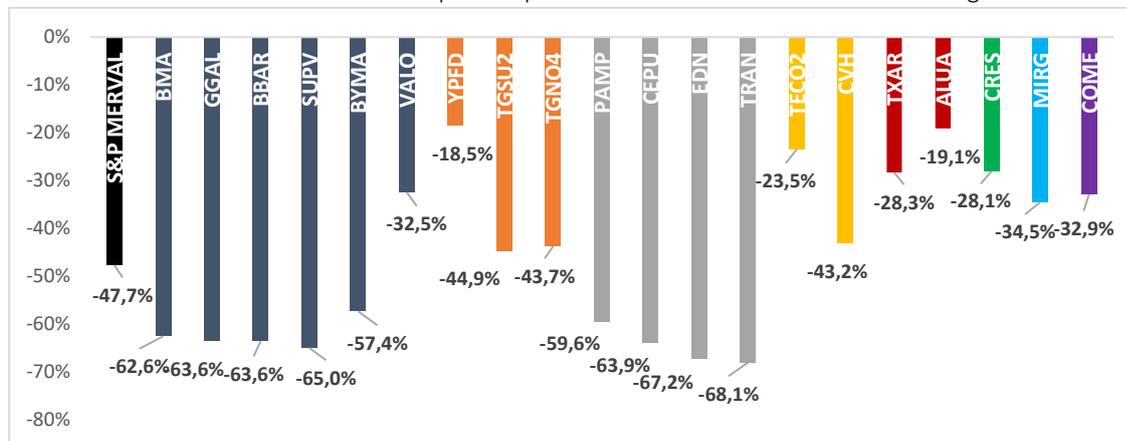
Con respecto a los retornos diarios, se calcularon con la siguiente fórmula:

$$R_i = \ln\left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right)$$

Siendo R_i el retorno diario, \ln el logaritmo natural y (P_i/P_{i-1}) el cociente entre los precios del activo entre el día i y el inmediato anterior.

Previo a presentar la tabla con los valores de los indicadores ya estimados, resulta conveniente mostrar las caídas de las cotizaciones de las acciones que componen el S&P Merval, durante el día 12 de agosto:

Gráfico 4. Rendimiento de las acciones que componen el S&P Merval durante el 12 de agosto de 2019



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las veinte empresas que integran el panel líder sufrieron caídas históricas el 12 de agosto, desde la baja del 18,5% en YPF hasta el -68,1% de TRAN. Por su parte, el S&P Merval cayó un 47,7% ese día.

Si se analizan los sectores en particular, el que peor rendimiento obtuvo fue el de los servicios públicos, con una caída promedio del 64,7%. Luego, siguen el de información financiera (-57,4%), energía (-35,7%), tecnología (-34,5%), servicios de telecomunicaciones (-33,3%), cíclicos de consumo (-32,9%), consumo no cíclico (-28,1%) y, por último, materiales básicos (-23,7%).

Estimación del *VaR* y *CVaR* para las acciones y los sectores del S&P Merval

Finalmente, en los siguientes cuadros se presenta las tablas con los valores estimados tanto para *VaR* como *CVaR* para las veinte empresas y el índice líder -clasificadas según sectores en el cuadro 5- y para los ocho sectores utilizando los valores promedios de ellas -en el cuadro 6- a los tres niveles de confianza ya mencionados (95%, 99% y 99,9%):

Cuadro 5. Estimaciones de VaR y CVaR para las empresas, bajo distintos niveles de confianza

Sectores	Tickers	VaR			CVaR		
		95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
Índice Líder	S&P Merval	-3,3%	-6,4%	-11,4%	-5,2%	-9,5%	-22,8%
Información Financiera	BMA	-4,7%	-8,1%	-14,4%	-7,0%	-10,4%	-15,9%
	GGAL	-4,3%	-7,7%	-12,1%	-6,3%	-9,6%	-13,3%
	BBAR	-4,6%	-7,7%	-13,4%	-6,8%	-10,9%	-16,9%
	SUPV	-5,1%	-7,9%	-36,4%	-7,6%	-14,1%	-46,3%
	BYMA	-4,1%	-7,5%	-10,9%	-5,9%	-8,6%	-20,3%
	VALO	-5,0%	-7,5%	0,0%	-6,8%	-10,2%	0,0%
Energía	YPFD	-4,2%	-8,3%	-17,5%	-7,0%	-12,4%	-24,8%
	TGSU2	-4,2%	-8,0%	-32,2%	-7,3%	-15,5%	-37,1%
	TGNO4	-4,6%	-7,6%	-20,4%	-6,8%	-11,9%	-23,8%
Servicios Públicos	PAMP	-4,5%	-7,5%	-15,3%	-6,6%	-11,4%	-23,9%
	CEPU	-3,8%	-7,8%	-18,4%	-6,2%	-11,3%	-21,0%
	EDN	-4,9%	-9,2%	-14,2%	-7,4%	-11,9%	-19,9%
	TRAN	-5,0%	-9,2%	-17,5%	-7,5%	-12,5%	-19,0%
Servicios de Telecomunicaciones	TECO2	-3,9%	-6,6%	-10,8%	-5,8%	-9,6%	-26,5%
	CVH	-4,4%	-6,8%	0,0%	-6,3%	-10,1%	0,0%
Materiales Básicos	TXAR	-4,1%	-7,5%	-12,3%	-6,0%	-9,5%	-14,1%
	ALUA	-4,0%	-6,9%	-25,3%	-6,5%	-11,7%	-27,8%
Consumo no Cíclico	CRES	-3,9%	-7,1%	-14,1%	-5,8%	-9,6%	-23,7%
Tecnología	MIRG	-4,2%	-8,0%	-15,6%	-6,6%	-11,0%	-17,0%
Cíclicos de Consumo	COME	-4,5%	-8,3%	-14,0%	-7,0%	-12,4%	-34,0%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Estimaciones de VaR y CVaR para los sectores, bajo distintos niveles de confianza

Sectores	VaR			CVaR		
	95%	99%	99,9%	95%	99%	99,9%
Índice Líder	-3,3%	-6,4%	-11,4%	-5,2%	-9,5%	-22,8%
Información Financiera	-4,6%	-7,7%	-14,5%	-6,7%	-10,6%	-18,8%
Energía	-4,3%	-8,0%	-23,3%	-7,0%	-13,3%	-28,6%
Servicios Públicos	-4,5%	-8,4%	-16,3%	-6,9%	-11,8%	-20,9%
Servicios de Telecomunicaciones	-4,2%	-6,7%	-5,4%	-6,0%	-9,9%	-13,2%
Materiales Básicos	-4,0%	-7,2%	-18,8%	-6,2%	-10,6%	-21,0%
Consumo no Cíclico	-3,9%	-7,1%	-14,1%	-5,8%	-9,6%	-23,7%
Tecnología	-4,2%	-8,0%	-15,6%	-6,6%	-11,0%	-17,0%
Cíclicos de Consumo	-4,5%	-8,3%	-14,0%	-7,0%	-12,4%	-34,0%

Fuente: Elaboración propia

Se comprueba que, en ambos cuadros, los valores de CVaR en todos los niveles de confianza son superiores -en valor absoluto- que su correspondiente valor de VaR, lo cual verifica la teoría expresada en el marco teórico. En el mismo sentido, los valores tanto de VaR como de CVaR son mayores a medida que aumenta el nivel de confianza: El VaR al 99% del sector energía es mayor en términos absolutos que el indicador estimado al 95% (8,0% > 4,3%),

el *CVaR* al 99,9% para el sector de información financiera es mayor que su *CVaR* al 99% (18,8% > 10,6%).

Si se comparan los datos de *CVaR* con las efectivas caídas en la cotización de las acciones de los distintos sectores mencionados, se observan distintos escenarios en base a los sectores en el que pertenecen.

En primer lugar, para el sector cíclico de consumo (conformado únicamente por COME) se observa que el valor estimado de *CVaR* al 99,9% es mayor en términos absolutos que la caída observada el 12 de agosto (34.0% vs 32,9%), lo que indica que, para este sector, la cobertura del riesgo de mercado a través de una herramienta como el *CVaR* resultó casi óptima.

Luego, para los sectores de materiales básicos, consumo no cíclico y energía, la diferencia en valor absoluto entre el dato estimado y el valor observado es negativa pero pequeña (2,7%, 4,4% y 7,1% respectivamente), por lo que seguiría siendo útil como herramienta para contrarrestar el riesgo.

Finalmente, para los sectores de tecnología, servicios de telecomunicaciones, información financiera y servicios públicos, las diferencias entre ambos datos son abultadas (17.5%, 20,1%, 38,7% y 43,7%), por lo que ni siquiera a un nivel de confianza extremo como 99,9% se pudo estimar convenientemente el riesgo.

REFLEXIONES FINALES

Queda claro que existen distintas medidas de riesgo en la actualidad -a pesar de que los agentes económicos no siempre aplican coberturas para sus inversiones- y que estimar probabilidades de eventos extremos es un punto crítico en la gestión de *portfolios*.

Las caídas en los precios de todas las acciones y del índice en general durante el 12 de agosto de 2019 fueron históricas en la gran mayoría de los casos y muy superiores a las sufridas en las cotizaciones en cualquier otro momento del período analizado. Resulta beneficioso para los agentes utilizar *CVaR* a la hora de estimar riesgos extremos. Los resultados de esta tesis arrojaron valores cercanos a los datos observados para cuatro sectores: cíclicos de consumo, materiales básicos, consumo no cíclico y energía. Dicha medida de riesgo mostró resultados más robustos y valores superiores al *VaR*, por lo que resulta más útil y conveniente como cobertura ante el riesgo de mercado. En conclusión, se verifica la hipótesis planteada al inicio de esta investigación.

El *VaR* como un indicador estadístico proporciona una medida necesaria pero no suficiente para el control de riesgos. En este sentido, se sugiere que la gestión de riesgo incluya también como práctica habitual el *CVaR*. El mismo brinda una visión más amplia del riesgo al que se expone un agente, sin descuidar las normas establecidas por los organismos reguladores. Esa medición conjunta resulta pertinente ya que el objetivo de obtener un número -la pérdida máxima en la que se podría incurrir- es fundamental para lograr una óptima toma de decisiones en función a los objetivos de los agentes.

En los capítulos anteriores se han mostrado las ventajas significativas que posee el *CVaR* frente al *VaR* para la medición de riesgos, por lo que se sostiene que la primera es capaz de proporcionar mejor información a los agentes y es más pertinente para el seguimiento y control de los riesgos, además de ser una medida más conservadora y con un mayor alcance. Al tratarse de un porcentaje permite la fijación rápida de límites de pérdida (*stop loss*) y la elaboración de comparaciones entre empresas. Si bien todavía no es ampliamente difundida en la industria, presenta ventajas de aplicabilidad -como se ha mostrado en los resultados de la presente tesis-.

Tanto el *CVaR* como el *VaR* presentan limitaciones. El método histórico utilizado para calcular estos indicadores está basado en el supuesto de que las distribuciones futuras tendrán exactamente el mismo formato como los del pasado y eso no es necesariamente cierto -la distribución de los retornos pasados podría no repetirse-. Por ello, resulta crucial la elección de un período correcto para una estimación eficiente: Si el horizonte de tiempo observado contiene una volatilidad inusual, el análisis podría conducir a resultados engañosos. La elección del

número de observaciones también posee un impacto significativo, especialmente cuando se utiliza la simulación histórica: un gran número de observaciones pueden incluir datos que no son relevantes para la situación actual; por el contrario, un pequeño número de observaciones hace que los cálculos sean muy sensibles con respecto a resultados anormales en el pasado reciente y puede implicar una alta varianza en las estimaciones.

Las limitaciones del presente trabajo están estrechamente relacionadas con las propias limitaciones del método histórico utilizado para calcular los estimadores y las del mercado argentino, incluyendo las pocas acciones que componen el índice líder. Por último, estos estimadores se enfocan solo en el riesgo de mercado, pero existen otros riesgos que también pueden causar pérdidas (riesgo político, riesgo de liquidez, riesgo regulatorio, etcétera).

Al mismo tiempo cabe mencionar que no existe una medida de riesgo exenta de críticas o limitaciones. La gestión de riesgos de una empresa no se detiene cuando se calculan el *VaR* o el *CVaR*. Por ejemplo, si sus estimaciones están ajustadas a un 95% de confianza, los agentes económicos en general (y los gestores de riesgos en particular) deberán poner particular énfasis en el 5% restante. Es posible ajustar ambas mediciones ponderando más el pasado reciente o ajustando volatilidades de manera tal de incrementar la eficiencia.

El riesgo de un sector en particular varía significativamente con respecto al período. Una posible extensión de este trabajo radica en estimar los indicadores *VaR* y *CVaR* para distintos períodos de tiempo y comparar los resultados entre las distintas etapas, por ejemplo, entre los años noventa y la primera década del siglo XXI. Otra sugerencia para estudios posteriores incluye la aplicación de otros métodos para estimar *CVaR* para comparar los resultados obtenidos por diferentes métodos, así como un análisis más profundo de sectores específicos (por ejemplo, de información financiera o energía).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersson, F. y Uryasev, S. (1999). *Credit risk optimization with conditional value-at-risk criterion*. Dept. Of Industrial and Systems Engineering. Florida University.
- Aljinović, Z. y Trgo, A. (2018). CVaR in measuring sector's risk on the Croatian Stock Exchange. *Business Systems Research*, Vol 9, No. 2.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. y Heath, D. (1999). Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*, Vol. 9, pp. 203-228.
- Azofeifa, C.E. (2004). Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo de riesgo usando Excel. *Tecnología en Marcha*, Vol. 17, No. 1, 2004, 97-109.
- Banco Central de la República Argentina (BCRA). *Lineamientos para la gestión de riesgos en las entidades financieras*. Comunicación "A" 5203, Sección 4.
- Beck, U. (2009). *La sociedad del riesgo global*. Buenos Aires, Siglo XXI.
- Benbachir, S., Gabourne, B. y El Alaoui, M. (2012). *Comparing portfolio selection using CVaR and Mean-Variance approach*. International Research Journal of Finance and Economics.
- Bollerslev, T., Engle, R.F. y Nelson, D.B. (1994). *ARCH Models*. Handbook of Econometrics, 4, 2959-3038.
- Casparri, M.T., Thomasz, E.O. (2015). *Gobernanza financiera: las propuestas de regulación y sus impactos socioeconómicos. El caso de Argentina*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas.
- Corkalo, S. (2011). *Comparison of value at risk approaches at a stock portfolio*.
- Di Ciano, M. (2014). *La estructura del sistema financiero argentino*.
- Fabris, J. E. (2014). Estimación del riesgo bursátil mediante regresión por cuantiles. *Revista de Investigación en Modelos Financieros*, Año 4, Vol. 1, 2014, 87-102.
- Feria Domínguez, J. y Oliver Alfonso, M. (2007). Más allá del valor en riesgo (VeR): el VeR Condicional. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 61-70.
- Feo Cediell, Y. (2016). Regular vine copulas: Una aplicación al cálculo de valor al riesgo. *Revista de Investigación en Modelos Financieros*, Año 5, Vol. 2, 2016.
- Gómez Cáceres, D., y López Zaballo, J. M. (2002). *Riesgos financieros y operaciones internacionales*. Madrid: ESIC.
- <https://www.bbva.com/es/que-es-el-valor-en-riesgo-var/>
- <https://economipedia.com/definiciones/valor-en-riesgo-var.html>
- Jorion, P. (2010). *El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados*. México: LIMUSA.

- Kriksciuniene, D. y Sakalauskas, V. (2006). *Short-Term Investment Risk Measurement Using VaR and CVaR*. Dept. Of Informatics. Vilnius University.
- Krokhmal, P., Palmquist, J. y Uryasev, S. (2001). *Portfolio optimization with conditional value-at-risk objective and constraints*. Dept. of Industrial and Systems Engineering. Florida University.
- Martín, G. (2011). Métodos alternativos para el cálculo del Valor al Riesgo.
- Martínez Sánchez, J., Venegas Martínez, F. (2012). Una propuesta para medir dinámica y coherentemente el riesgo operacional.
- Menichini, A. (2004). *Value at risk: metodología de administración del riesgo financiero*.
- Raele, N. (2011). *Optimización de portfolios de inversión en países emergentes: El caso Argentina*. Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Rockafellar, R. y Uryasev, S. (2000). Optimization of Conditional Value-At-Risk. *The Journal of Risk*, Vol. 2, No. 3, 2000, 21-41.
- Rockafellar, R. y Uryasev, S. (2002). Conditional value-at-risk for general loss distributions. *Journal of Banking & Finance* 26, 1443-1471.
- Tagliafichi, R. (2009). La danza de los cisnes “blancos” y el cálculo de VaR. *Palermo Business Review*, No. 3, 2009, 29-48.
- Uryasev, S. (2000). *Conditional Value-at-Risk: Optimization Algorithms and Applications*. Financial Engineering News, issue 14.
- Van den Goorbergh, R. y Vlaar, P (1999). *Value-at-risk analysis of stock returns historical simulation, variance techniques or tail index estimation?* Dept. of Economics. Tilburg University.

ANEXOS

Previamente, se mencionó que la forma de cálculo elegida para estimar tanto el *VaR* como el *CVaR* fue basada en la simulación histórica, ubicada dentro de los modelos no paramétricos. A continuación, se explicará el procedimiento por el cual se obtuvieron dichos estimadores.

En primer lugar, los datos que se deben recolectar son los precios de cierre históricos de las acciones que componen el índice S&P MERVAL. Estos fueron obtenidos a través de *Google Finance*, para el período comprendido entre el 03 de enero de 2011 y el 12 de agosto de 2019 inclusive. Cabe mencionar que la cantidad de datos recolectados para las acciones varían de acuerdo con el momento en que ingresaron al mercado (Por ejemplo, BYMA ingresó en 2019 y por ello posee menos datos observados que las demás. Lo mismo ocurre con CVH, SUPV y VALO). En el siguiente cuadro se observan los precios observados de las empresas pertenecientes al panel líder:

Cuadro 7. Cotizaciones históricas del panel líder (en pesos)

Fechas	ALUA	BBAR	BMA	BYMA	CEPU	COME	CRES	CVH	EDN	GGAL
3/1/2011	5,55	16,35	20,80	-	2,52	0,59	7,11	-	2,69	6,44
4/1/2011	5,55	16,35	20,80	-	2,50	0,59	6,91	-	2,69	6,44
5/1/2011	5,55	16,35	20,80	-	2,45	0,63	7,15	-	2,69	6,44
...
2/3/2015	9,5	68,00	60,00	-	7,52	2,55	14,03	-	8,29	24,85
3/3/2015	9,52	68,00	59,45	-	7,49	2,51	13,80	-	8,74	24,75
4/3/2015	9,8	68,50	61,40	-	7,54	2,5	14,22	-	8,6	24,95
...
8/8/2019	17,15	168,65	315,05	352,5	37,70	1,78	42,30	229,5	39,7	158,95
9/8/2019	17,55	183,45	350,85	355,5	40,45	1,82	44,75	241,75	42,3	174,55
12/8/2019	14,5	97,15	187,65	200,25	21,35	1,31	33,80	157	21,6	92,4

Fechas	MIRG	PAMP	SUPV	TECO2	TGNO4	TGSU2	TRAN	TXAR	VALO	YFPD
3/1/2011	71,97	2,78	-	20,35	1,49	4,58	1,62	2,78	-	203,75
4/1/2011	79,13	2,78	-	20,35	1,45	4,53	1,62	2,76	-	203,75
5/1/2011	86,67	2,78	-	20,35	1,47	4,50	1,62	2,75	-	203,75
...
2/3/2015	186,5	6,24	-	53	3,79	9,1	5,06	6,79	-	305,5
3/3/2015	187,5	6,44	-	53	3,8	9,3	5,2	6,74	-	312
4/3/2015	188	6,5	-	54	3,82	9,3	5,19	6,71	-	315,9
...
8/8/2019	327,5	58,05	64,8	131,5	72,7	135,25	45	14,15	7,41	706,25
9/8/2019	337,5	63,5	69,55	143,15	77,2	143,15	47,6	14,40	7,65	760
12/8/2019	239	35	36,3	113,15	49,85	91,4	24,1	10,85	5,53	631,45

Fuente: Elaboración propia en base a *Google Finance*.

En el Cuadro 8 se muestra el cálculo de las variaciones porcentuales diarias – en logaritmo natural- de los precios de las acciones³:

Cuadro 8. Retornos históricos -como variaciones porcentuales- de las acciones líderes

Fechas	ALUA	BBAR	BMA	BYMA	CEPU	COME	CRES	CVH	EDN	GGAL
3/1/2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/1/2011	0,0%	0,0%	0,0%	-	-0,8%	0,0%	-2,9%	-	0,0%	0,0%
5/1/2011	0,0%	0,0%	0,0%	-	-2,0%	6,6%	3,4%	-	0,0%	0,0%
...
2/3/2015	-1,6%	-0,6%	0,0%	-	0,3%	3,2%	-1,7%	-	3,6%	-0,6%
3/3/2015	0,2%	-0,4%	-0,9%	-	-0,4%	-1,6%	-1,7%	-	5,3%	-0,4%
4/3/2015	2,9%	0,8%	3,2%	-	0,7%	-0,4%	3,0%	-	-1,6%	0,8%
...
8/8/2019	-1,7%	0,9%	4,7%	-0,6%	1,6%	-2,8%	-1,9%	-3,3%	2,0%	0,9%
9/8/2019	2,3%	9,4%	10,8%	0,8%	7,0%	2,2%	5,6%	5,2%	6,3%	9,4%
12/8/2019	-19,1%	-63,6%	-62,6%	-57,4%	-63,9%	-32,9%	-28,1%	-43,2%	-67,2%	-63,6%

Fechas	MIRG	PAMP	SUPV	TECO2	TGNO4	TGSU2	TRAN	TXAR	VALO	YPFD
3/1/2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/1/2011	9,5%	0,0%	-	0,0%	-2,7%	-1,1%	0,0%	-0,7%	-	0,0%
5/1/2011	9,1%	0,0%	-	0,0%	1,4%	-0,7%	0,0%	-0,3%	-	0,0%
...
2/3/2015	-0,3%	1,1%	-	-3,7%	0,3%	0,0%	2,8%	-0,6%	-	-0,8%
3/3/2015	0,5%	3,2%	-	0,0%	0,3%	2,2%	2,7%	-0,7%	-	2,1%
4/3/2015	0,3%	0,9%	-	1,9%	0,5%	0,0%	-0,2%	-0,4%	-	1,2%
...
8/8/2019	-1,2%	2,5%	-0,7%	-3,9%	0,0%	-1,1%	-2,4%	-2,1%	-2,3%	-2,4%
9/8/2019	3,0%	9,0%	7,1%	8,5%	6,0%	5,7%	5,6%	1,8%	3,2%	7,3%
12/8/2019	-34,5%	-59,6%	-65,0%	-23,5%	-43,7%	-44,9%	-68,1%	-28,3%	-32,5%	-18,5%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se ordenan los cambios diarios porcentuales de menor a mayor, definiéndose una distribución de probabilidad de las variaciones diarias. En el Cuadro 9 se exhiben estos cambios ordenados de peor rendimiento al mejor:

Cuadro 9. Variaciones diarias -en términos porcentuales- de las acciones líderes, ordenadas de menor a mayor

ALUA		BBAR		BMA		BYMA		CEPU	
Retorno	Orden								
-26,6%	1	-18,2%	1	-15,2%	1	-10,9%	1	-20,9%	1
-25,3%	2	-13,4%	2	-14,4%	2	-10,5%	2	-18,4%	2
-18,6%	3	-13,0%	3	-12,2%	3	-8,7%	3	-16,7%	3
...
-0,7%	644	-0,8%	644	-0,8%	644	-0,8%	183	-0,6%	644
-0,7%	645	-0,8%	645	-0,8%	645	-0,8%	184	-0,6%	645
-0,7%	646	-0,8%	646	-0,8%	646	-0,8%	185	-0,6%	646

³ Naturalmente, se omite el primer retorno, puesto que no tenemos el dato anterior para realizar el cálculo.

...
16,3%	1865	13,7%	1865	18,8%	1865	12,2%	537	13,6%	1865
24,9%	1866	25,4%	1866	20,5%	1866	13,8%	538	20,3%	1866
30,4%	1867	48,9%	1867	42,8%	1867	15,2%	539	49,0%	1867

COME		CRES		CVH		EDN		GGAL	
Retorno	Orden								
-49,5%	1	-30,1%	1	-15,1%	1	-22,9%	1	-12,6%	1
-14,0%	2	-14,1%	2	-10,8%	2	-14,2%	2	-12,1%	2
-13,5%	3	-9,8%	3	-8,2%	3	-12,8%	3	-11,6%	3
...
-0,9%	644	-0,7%	644	-0,8%	197	-0,9%	644	-0,8%	644
-0,9%	645	-0,7%	645	-0,8%	198	-0,9%	645	-0,8%	645
-0,9%	646	-0,7%	646	-0,8%	199	-0,9%	646	-0,7%	646
...
14,7%	1865	15,4%	1865	11,7%	469	17,8%	1865	14,1%	1865
17,1%	1866	19,3%	1866	12,2%	470	23,6%	1866	14,6%	1866
64,1%	1867	24,7%	1867	12,8%	471	137,7%	1867	81,1%	1867

MIRG		PAMP		SUPV		TECO2		TGNO4	
Retorno	Orden								
-16,2%	1	-29,3%	1	-36,4%	1	-38,6%	1	-24,1%	1
-15,6%	2	-15,3%	2	-14,7%	2	-10,8%	2	-20,4%	2
-14,3%	3	-15,0%	3	-13,7%	3	-10,7%	3	-15,4%	3
...
-0,9%	644	-0,8%	644	-0,9%	251	-0,7%	644	-0,8%	644
-0,9%	645	-0,8%	645	-0,9%	252	-0,7%	645	-0,8%	645
-0,9%	646	-0,8%	646	-0,9%	253	-0,7%	646	-0,8%	646
...
13,2%	1864	12,4%	1865	11,8%	784	13,3%	1865	19,2%	1865
16,8%	1865	14,8%	1866	14,1%	785	16,4%	1866	30,5%	1866
17,2%	1866	58,2%	1867	19,0%	786	41,6%	1867	36,8%	1867

TGSU2		TRAN		TXAR		VALO		YPFD	
Retorno	Orden								
-37,2%	1	-18,0%	1	-14,0%	1	-14,1%	1	-28,8%	1
-32,2%	2	-17,5%	2	-12,3%	2	-12,0%	2	-17,5%	2
-31,8%	3	-17,4%	3	-11,7%	3	-8,3%	3	-17,3%	3
...
-0,8%	644	-0,8%	644	-0,8%	644	0,8%	302	-0,8%	644
-0,8%	645	-0,8%	645	-0,8%	645	0,8%	303	-0,8%	645
-0,8%	646	-0,8%	646	-0,7%	646	0,8%	304	-0,8%	646
...
30,0%	1865	16,8%	1865	11,3%	1865	10,0%	485	11,7%	1865
31,8%	1866	19,5%	1866	22,2%	1866	13,1%	486	13,1%	1866
38,9%	1867	39,6%	1867	23,4%	1867	16,8%	487	73,7%	1867

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta un cuadro resumen con las medidas estadísticas más importantes de los activos y sus correspondientes gráficos de distribuciones de retornos:

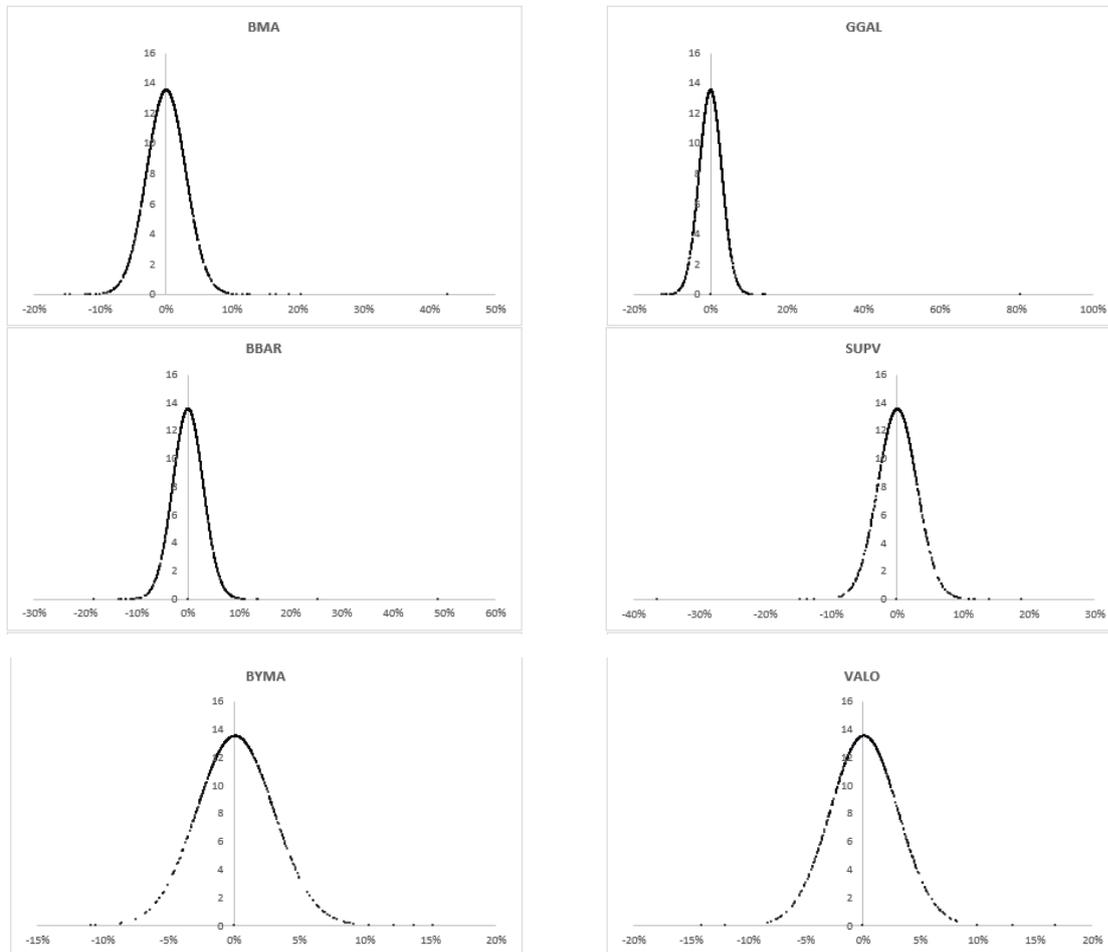
Cuadro 10. Cálculo de medias y desvíos estándar de las acciones del panel líder

	Media	Desvío Estándar	Curtosis	Asimetría
ALUA	0,06%	0,029	17,676	0,264
BBAR	0,13%	0,033	29,355	1,944
BMA	0,15%	0,033	18,058	1,398
BYMA	0,14%	0,029	3,952	0,752
CEPU	0,15%	0,029	1,569	-1,557
COME	0,06%	0,035	80,527	1,914
CRES	0,10%	0,028	0,751	-1,326
CVH	-0,12%	0,031	3,478	0,611
EDN	0,15%	0,046	416,422	14,140
GGAL	0,18%	0,034	168,352	7,185
MIRG	0,14%	0,030	3,682	0,148
PAMP	0,17%	0,033	54,106	2,539
SUPV	0,10%	0,034	18,248	-1,198
TECO2	0,10%	0,028	44,051	0,585
TGNO4	0,21%	0,034	14,408	0,934
TGSU2	0,18%	0,035	30,767	0,065
TRAN	0,18%	0,035	11,425	0,774
TXAR	0,09%	0,028	0,508	-1,257
VALO	0,12%	0,032	2,905	0,248
YPFD	0,07%	0,034	124,845	5,006

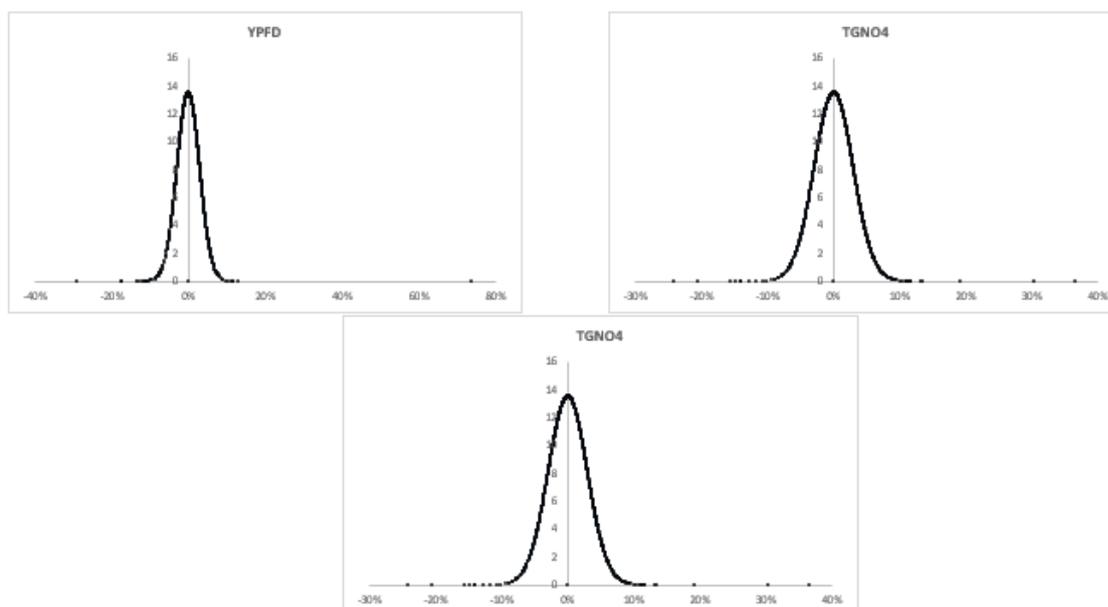
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Distribuciones de retornos para las acciones líderes

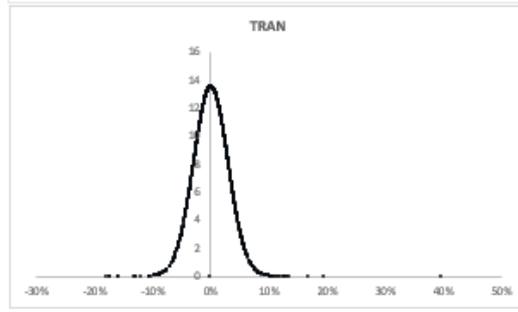
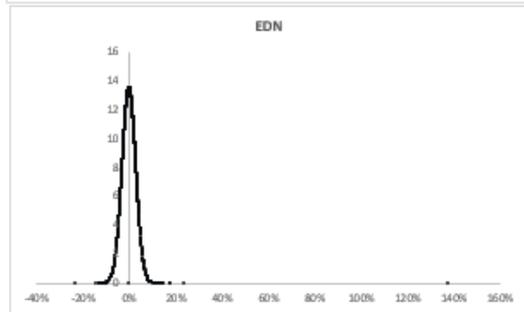
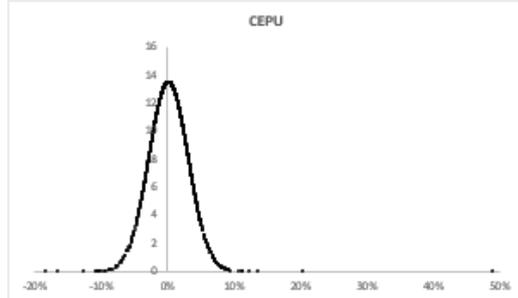
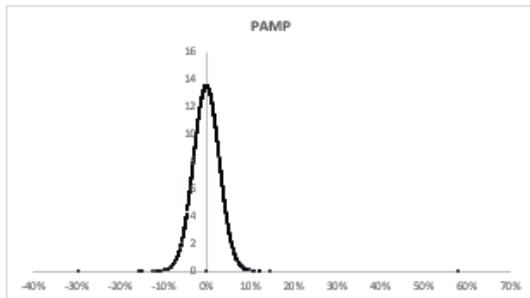
Información Financiera



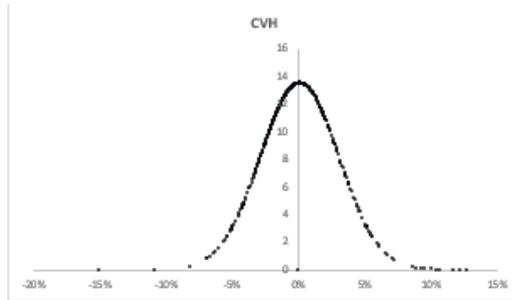
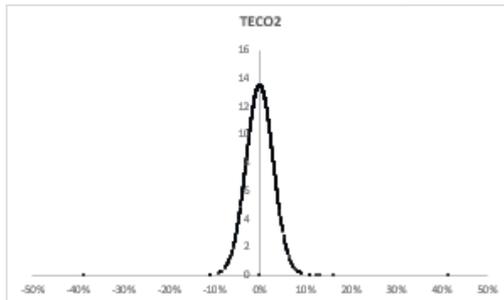
Energía



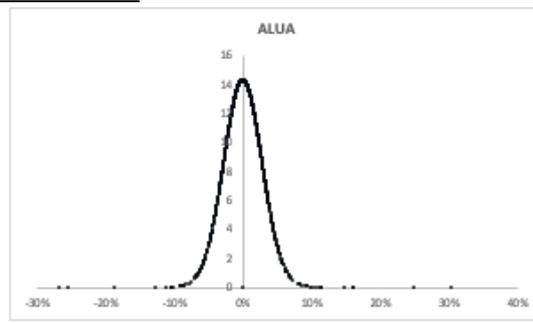
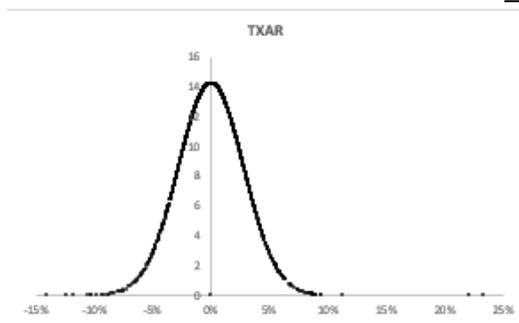
Servicios Públicos

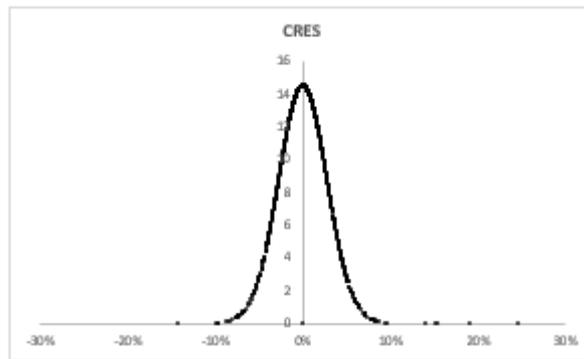
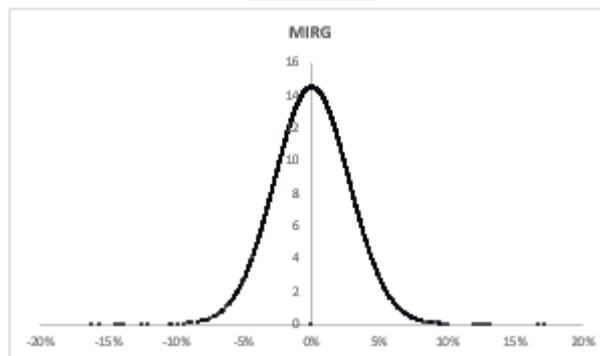
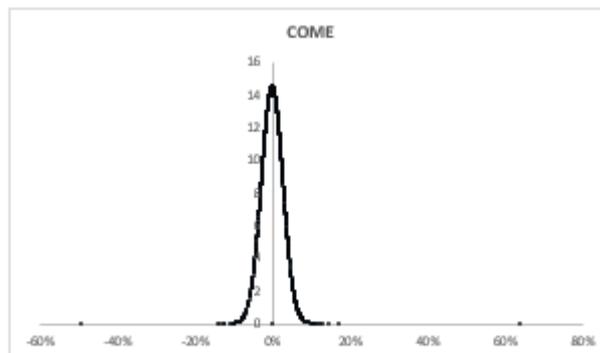


Servicios de Telecomunicaciones



Materiales Básicos



Consumo no CíclicoTecnologíaCíclicos de Consumo

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la distribución empírica no resulta igual a la normal debido a algunos movimientos extremos (*outliers*) -tanto hacia el lado negativo como el positivo- que no se corresponden con esta última. Además, la curtosis y la asimetría difieren de los valores característicos de la normalidad en todos los casos.

Los rendimientos medios o esperados resultan positivos en casi todos los casos -excepto CVH-, encontrándose entre en un rango de 0,06% (ALUA y COME) y 0,21% (TGNO4), en

tanto que la distribución teórica normal posee una media de cero. Por el lado de la curtosis, en todos los activos resultan mayores a cero porque sus distribuciones empíricas poseen picos más altos y la forma de "campana" es más estrecha que en una distribución normal -se destacan los valores calculados en EDN, GGAL e YPFD-. Finalmente, la asimetría en la mayoría de las acciones del S&P Merval resulta positiva (con las excepciones de CEPU, CRES, TXAR y SUPV), lo que significa que la distribución es asimétrica (inclinada hacia la derecha) y con mayor probabilidad de valores positivos -lo cual resulta contrario a las evidencias de otros mercados en general-.

Por lo tanto, se puede concluir diciendo que las series de rendimientos analizadas presentan las características que autores como Bollerslev, Engle y Nelson (1994) establecen como típicas de las series financieras: son asimétricas y leptocúrticas (coeficiente de curtosis es mayor al de una distribución normal), lo que implica unas colas más anchas que las de dicha distribución y que la respuesta de la volatilidad ante shocks de diferente signo sea asimétrica; ausencia o escasa correlación en las series de rendimientos, varianza cambiante a lo largo del tiempo y alternancia de periodos de poca volatilidad seguidos de otros de alta volatilidad.