

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



Riesgo Sistémico en la Bolsa de Valores de Lima: Análisis Sectorial

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en Ciencias
Sociales con mención en Economía presentado por:

Miranda Flores, Mirco Alejandro
Vidal Obregón, Wilfredo Israel

Asesor:

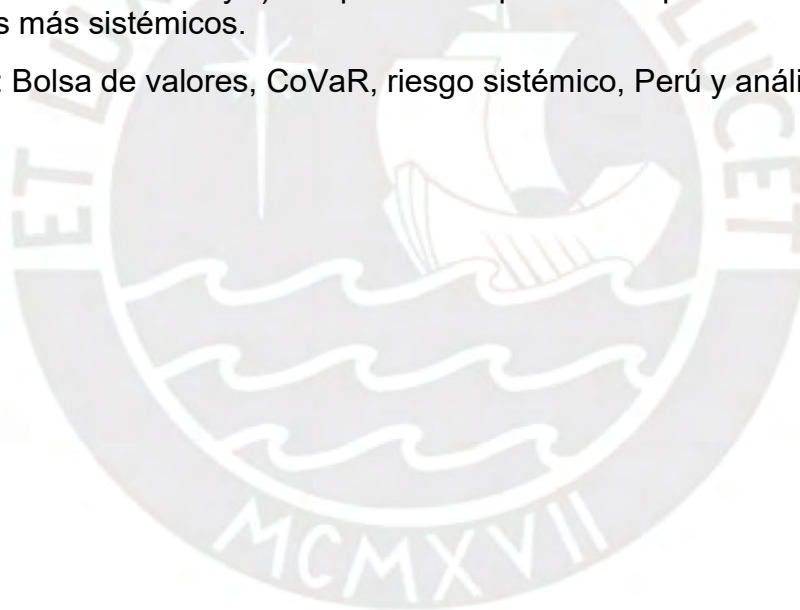
León Jara Almonte, Juan Jesús Martín

Lima, 2022

Resumen

La Gran Crisis Financiera, generó que los expertos en la gestión de riesgo se enfoquen en el riesgo sistémico. Debido a que, este tipo de riesgo, mide la probabilidad de que todo un mercado entre en crisis, a causa del riesgo idiosincrático de una institución perteneciente a dicho mercado. Por ello en el presente trabajo de investigación se cuantificará la contribución marginal al riesgo sistémico de la bolsa peruana de cada uno de los sectores que la conforman. La importancia del tema radica en que esta información es útil para los inversionistas locales e internacionales, pues les permite optimizar sus portafolios. Y, también, para los reguladores financieros, pues, con dicha información, estos pueden generar mejores marcos regulatorios y así reducir la probabilidad de efecto contagio, en la bolsa, ante la crisis de un sector en particular. Se utiliza datos mensuales, desde enero de 2015 a diciembre 2021, de los retornos de la bolsa y sus sectores, así como de variables de estado macroeconómicas, para capturar mejor el riesgo financiero. Se utiliza la metodología CoVaR propuesta por Adrian y Brunnermeier (2013), pues en los últimos años ha sido una herramienta muy utilizada en la cuantificación de riesgos sistémicos. Entre los resultados esperados más importantes, se encuentra i) la identificación de las contribuciones marginales al riesgo del sistema por parte de cada uno de los sectores de la bolsa y ii) comprobar la hipótesis de que los sectores financiero y minero son los más sistémicos.

Palabras Clave: Bolsa de valores, CoVaR, riesgo sistémico, Perú y análisis sectorial



Índice

1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	5
2.1. Contagio	5
2.2. Riesgo Sistémico	6
2.3. Sistema Bancario y Riesgo Sistémico	7
2.4. Bolsa de Valores y Riesgo Sistémico	9
3. Pregunta de Investigación, Objetivos e Hipótesis	12
4. Data	13
5. Metodología	15
6. Conclusiones	17
7. Bibliografía	18





1. Introducción

En las últimas décadas, la globalización ha generado que la interdependencia e interconexión entre países se incrementen¹ y, pareciera, que nos dirigimos a un futuro con mayor integración a medida que pasa el tiempo. Los vínculos existentes entre países alrededor del mundo, se reflejan a través de diversos sectores reales de la economía, pero también en los sectores financieros como, por ejemplo: los mercados bursátiles o también denominados bolsa de valores.

Sobre ello, Moreno et. al. (2015) analiza la interdependencia de los mercados de valores en el mundo, utiliza un modelo VAR para analizar la causalidad de Granger y la descomposición de la varianza entre las rentabilidades de las bolsas de México, Estados Unidos, Japón, China, Brasil e Inglaterra. Entre los hallazgos más importantes, se encontró que efectivamente existe interdependencia entre las bolsas de valores de los países mencionados. Además, se encontró que la bolsa estadounidense era la que lideraba, pues explica buena parte de las variaciones del resto de mercados. Finalmente, se evidenció que la diversificación internacional, generada por la liberalización de mercados, no reduce significativamente el riesgo, pues este se compensa dado el grado de interdependencia entre las bolsas analizadas.

En la misma línea, Valenzuela y Rodríguez (2015), realizan un análisis similar para los rendimientos de los mercados bursátiles de países latinoamericanos y Estados Unidos. Entre los países latinoamericanos se encuentran Brasil, Argentina, Chile y Perú. Se halla que la bolsa de Estados Unidos, directa e indirectamente, es una fuente de transmisión de volatilidad a los mercados latinoamericanos y se muestra mayor influencia en los mercados bursátiles de Perú y Chile.

Por lo tanto, si bien la liberalización económica ha incrementado importantes beneficios y posibilidades para los inversores tales como la posibilidad de acceso a mayor diversificación en sus portafolios de inversión, también ha generado la exposición de los mercados al riesgo sistémico.

¹ Según Pérez (2019), la interconexión no asegura interdependencia, pero la interdependencia sí asegura existencia de interconexión.

Este tipo de riesgo ha tomado relevancia en los últimos años debido a la Gran Crisis Financiera. De acuerdo a Gidrón (2018), la caída de Lehman Brothers demostró que el tamaño del banco puede ser importante, pero no es la condición que determina si su caída causa o no una crisis como la del 2008. En efecto, el grado de interconexión y la complejidad de dichas interconexiones son características imprescindibles para determinar si un sistema está expuesto o no al riesgo sistémico. En términos generales, el riesgo sistémico es el riesgo de contagio, ocasionado por la gran interdependencia entre instituciones de un sistema, por lo que, el colapso de una institución, puede conllevar al colapso de todo el sistema o mercado. Por ello, su identificación, medición y comprensión son de vital importancia para la correcta gestión de riesgo y prevención de crisis de gran escala.

En la literatura, la medición del riesgo sistémico se centró en el sistema bancario. Sin embargo, algunos autores centraron su interés en medir el riesgo sistémico en los mercados bursátiles. En la misma línea, Fei Wu (2018), menciona que la razón principal para medir el riesgo sistémico de la bolsa de valores mediante un análisis de transmisión del riesgo sectorial puede ser la modificación o mejor optimización del portafolio de un inversionista considerando los sectores que influyen más en el riesgo sistémico de la bolsa de valores y poder mejorar su conjunto de inversiones, además, también ayudaría a las reguladores a poder tomar mejores decisiones para contrarrestar o reducir los daños de una posible crisis iniciada en un sector y esparcido a todo el sistema en su conjunto.

Por ello, consideramos relevante el análisis del riesgo sistémico en la bolsa peruana por sectores, comprendiendo que el Perú es un destino atractivo para las inversiones extranjeras, es necesario identificar las fuentes de riesgo en ella. De esta manera, los reguladores financieros se podrán encargar de generar soluciones que reduzcan el riesgo de la bolsa en su conjunto. Esto no solo beneficiará a los inversores extranjeros sino también a los locales. Asimismo, es del interés de los autores identificar qué sectores contribuyen más al riesgo sistémico de la bolsa dada la particularidad de esta al revisar la capitalización bursátil. De acuerdo a los informes bursátiles de la bolsa de valores de Lima, en los últimos cinco años, las empresas mineras han compuesto en promedio más del 44% de la capitalización bursátil total de la bolsa. Esto quiere decir que el sector

minero tiene una gran importancia al momento de calcular el índice del mercado bursátil peruano (S&P/BVL Peru General). Además, el sector financiero sería el segundo sector más grande, por lo que, también representa buena parte de la capitalización total. Lo anterior, sugeriría que estos dos sectores podrían ser los que más contribuyan al riesgo sistémico. Sin embargo, existen más componentes asociados a la contribución del riesgo sistémico por parte de una institución o sector, aparte del tamaño del mismo. Por este motivo, es importante contrastar estas hipótesis a través de los resultados. Por último, cabe resaltar la importancia del análisis del riesgo sistémico por sectores. Esta es mencionada por Sheu y Sheng (2011) donde ambos autores mencionan que las crisis en un determinado sector, que es causado por instituciones interconectadas, se señalan como la principal razón de los aumentos del riesgo sistémico, el cual se materializa en crisis financieras.

Con el fin de lograr nuestro objetivo, se utilizará la metodología CoVaR propuesta por Adrian y Brunnermeier (2011) para analizar la contribución marginal del riesgo de cada uno de los sectores de la bolsa de valores, a través de sus índices individuales, sobre el riesgo del sistema o riesgo sistémico de la bolsa, representado por el índice S&P/BVL Peru General.

El presente trabajo de investigación se dividirá en siete secciones. En la primera sección, se presentarán definiciones, encontradas en la literatura, de conceptos relacionados, importantes y similares con el fin de facilitar la comprensión de los resultados obtenidos en el paper. En la segunda parte, se realizará la revisión de literatura sobre trabajos enfocados a la identificación y medición de riesgo sistémico. Se hará una división entre investigaciones del riesgo sistémico en sistemas bancarios, dado que el concepto nació principalmente para evaluar estos sistemas y, luego se presentarán trabajos que adecuaron las metodologías para estudiar el riesgo sistémico en mercados bursátiles alrededor del mundo. En la tercera sección, se definirá las preguntas de investigación y las hipótesis. En la cuarta parte, se señalará y desarrollará la metodología que se empleará para responder la pregunta de investigación postulada y corroborar las hipótesis. En la quinta sección, se expondrán los datos utilizados, sus fuentes y las transformaciones realizadas a la data. Después, se analizarán los resultados obtenidos

y se realizará un contraste con las hipótesis formuladas. Finalmente, se hará un recuento de las principales conclusiones obtenidas y se realizarán sugerencias para próximas investigaciones.



2. Revisión de Literatura

Para la comprensión adecuada de los resultados obtenidos en el presente trabajo, es necesario distinguir dos conceptos: contagio y riesgo sistémico. A continuación, se brindarán distintas definiciones encontradas en la literatura para el entendimiento de los conceptos mencionados.

2.1. Contagio

Juan José Toribio (2012) nos brinda tres definiciones sobre contagio elaboradas por el Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (BIRD). La primera definición hace referencia a cualquier tipo de transmisión de fenómenos económicos de un país hacia otros países. La segunda definición que brinda el BIRD resalta la diferencia de correlaciones entre países en dos situaciones distintas, una en periodo de crisis y otra en periodos normales. La última interpretación consiste en las transmisiones de desequilibrios económicos de un país a otro a través de vínculos distintos a los fundamentales entre ellos (interdependencia).

Por otro lado, Ruiz (2014) cita en “La nueva era de los mercados financieros y su globalización”, la interpretación dada por Fobes (2001) y Rigobon (2002). Ruiz señala que, según los autores, se define como contagio los cambios en los mecanismos de transmisión desencadenados durante un periodo de inestabilidad. Es decir, el grado de interdependencia entre dos instituciones o países se incrementan significativamente en las crisis.

Otra interpretación de contagio es dada por Pawel Smaga, donde el mencionado autor brinda su interpretación sobre contagio definiéndolo como la probabilidad de que la inestabilidad de una institución dada, se esparcirá a otras partes del sistema financiero con efectos negativos (2014). Esta definición nos menciona que el contagio se da cuando existe alguna inestabilidad en alguna institución y esta inestabilidad afecta negativamente a otros sectores.

Rigobon, en su trabajo titulado “Contagion, spillovers and interdependence”, menciona que el contagio se evidencia como un mayor co-movimiento observado, a comparación de lo que el investigador cree que debería ser, además, el contagio tiende

a ser más relevante en épocas de crisis (2016). Es decir, que el término contagio es entendido como la presencia de una mayor correlación a la esperada en temporadas de crisis.

La definición de contagio que se utilizará en el presente paper es la segunda interpretación brindada por el BIRD. En otras palabras, el contagio es un incremento en las correlaciones de dos o más países, instituciones o mercados durante periodos de crisis.

2.2. Riesgo Sistémico

Una definición de riesgo sistémico propuesta por Schwarcz (2008), citado en Martínez-Jaramillo (2010), indica que el término riesgo sistémico es entendido como el riesgo de que un choque económico ocasione una falla en cadena de mercados o instituciones, o en un conjunto de pérdidas significativas para las instituciones financieras, resultando en una importante volatilidad de los precios del mercado financiero. Es decir, que el riesgo sistémico, en esta proposición es entendido como el suceso de un shock desencadenante en fallo de instituciones o en pérdidas sustanciales a instituciones, lo cual no es solo para una institución individual, sino en todo un sistema en su conjunto.

Otra interpretación del término riesgo sistémico es el brindado por Pawel Smaga (2014), donde menciona que el elemento clave del riesgo sistémico es la transmisión de perturbaciones entre elementos interconectados del sistema, que en última instancia puede afectar negativamente a la economía real. Lo que nos quiere decir este autor es que debido a la interconexión que existe dentro de los sistemas, se pueden transmitir las perturbaciones que ocurren en un grupo de empresas a la totalidad del sector al que pertenecen. Además, Zigrand (2014) es citado en el trabajo de Smaga (2014), donde menciona que el riesgo sistémico comprende el riesgo que afecta el buen funcionamiento del sistema, así como el riesgo creado por el propio sistema.

Estas definiciones de riesgo sistémico coinciden en que este tipo de riesgo está asociado a la probabilidad en la cual una crisis o colapso de una institución con fuertes vínculos de interdependencia con los demás componentes de un sistema o mercado, produzca un efecto de contagio que derive en el colapso ya no solo de la institución en

particular sino del sistema en su conjunto. En pocas palabras, el riesgo sistémico es el riesgo de que un sistema colapse.

La importancia de definir estos dos conceptos radica en su estrecha relación al momento de explicar cómo el riesgo sistémico produce una crisis de gran escala. El riesgo sistémico es inherente a cualquier sistema en el cual hay interdependencia entre sus componentes (instituciones). Es decir, se encuentra latente en los sistemas y deriva en una crisis cuando existe efecto de contagio. Respecto a ello, Islam y Volkov (2020), mencionan que para que exista una crisis el contagio es una condición necesaria. Por su parte, Smaga (2014), describe al contagio como la materialización del riesgo sistémico.

2.3. Sistema Bancario y Riesgo Sistémico

El riesgo sistémico ha sido principalmente un tema relacionado al sistema bancario debido a la experiencia que dejó la caída de Lehman Brothers. En ese sentido, Deltuvaité (2012), explica que ello se debe a cuatro motivos. En primer lugar, debido a los múltiples roles que desempeñan los bancos en el sistema financiero y la economía tales como su contribución en el crecimiento económico, otorgar crédito, diversificación de riesgos, prestación de servicios de pago y liquidación, etc. En segundo lugar, a causa de que las crisis bancarias son bastante frecuentes. El tercer motivo está relacionado con las consecuencias de gran magnitud que ocasionan las crisis bancarias. Finalmente, porque las crisis bancarias propician la aparición de otras crisis financieras, como por ejemplo las monetarias o de deuda.

Debido a lo anterior, es entendible la preocupación de los expertos y reguladores financieros por comprender mejor las causas de riesgo sistémico en el sistema bancario, con el fin de generar mejores estrategias de prevención y, así, evitar crisis de gran escala en el sistema financiero. En la literatura, existen diversos trabajos de investigación que miden el riesgo sistémico. La idea general es la misma, se halla el riesgo del sistema bancario y se analiza a cada uno de los bancos que lo conforman en función a su contribución marginal al riesgo del sistema.

Por ejemplo, Borri et al. (2012) analiza el riesgo sistémico en el sector bancario europeo y encuentra que el tamaño, la concentración y el apalancamiento son características de los bancos europeos que contribuyen al riesgo sistémico del sistema

bancario europeo. Asimismo, hacen énfasis en la importancia de la concentración como característica que contribuye a este tipo de riesgo frente al tamaño de la institución. Para obtener dichos resultados, utilizaron datos semanales de 233 bancos localizados en la eurozona y utilizaron la metodología CoVaR propuesta por Adrian y Brunnermeier (2011) para capturar la contribución al riesgo de cada uno de los bancos al riesgo del sistema bancario. Lo encontrado por Borri, es coherente con la teoría, pues el tamaño representa un 20% del carácter sistémico de un banco, de acuerdo al Banco de Pagos Internacionales, mientras el 80% es explicado por distintas variables con el igual peso: interconectividad, complejidad, sustituibilidad y actividad interjurisdiccional (2011).

Por otro lado, el trabajo de Gómez (2014) identifica cuáles son los conglomerados bancarios colombianos que contribuyen más al riesgo del sistema bancario colombiano. Para ello, propuso tres indicadores que representan los componentes del riesgo sistémico: tamaño, conectividad y sustituibilidad. Una vez obtenidos los indicadores, generó una tabla con tres columnas y tres filas. En estos ordenó los bancos analizados de acuerdo a su puntaje obtenido en cada uno de los indicadores, siendo aquellos con mayor puntaje los altamente riesgosos. Se concluyó que el grupo Aval y el conglomerado bancario Bancolombia resultaron ser altamente riesgosos en los tres indicadores.

En relación con lo anterior, Castela et al. (2013) realizaron una aproximación del riesgo sistémico para el sistema bancario uruguayo. Para ello, combina metodologías y herramientas estadísticas como el VaR, CoVaR y el Indicador Básico de Basilea. La finalidad de ello, fue analizar cuáles son los bancos comerciales más riesgosos. De esta manera, una vez identificados, los reguladores pueden exigirles mayores requerimientos de capital y, con ello, reducir la probabilidad de colapso del sistema. Se utilizan 13 bancos comerciales con data del 1 de enero de 2010 al 31 de marzo de 2011. Los autores logran identificar que cinco bancos comerciales realizan una contribución alta al riesgo sistémico y, ello esta correlacionado tanto al tamaño como a la composición de activos de dichos bancos. Asimismo, se identifican cuatro con contribución mediana y las cuatro faltantes con una contribución baja al riesgo del sistema. Por último, y en la misma línea, Rivera-Castro et al. (2018), analiza el riesgo sistémico en sistema bancario brasileño y utiliza la metodología de cópulas, además de cuantiles condicionados. Gracias a la metodología de cópulas se puede capturar las relaciones de vulnerabilidad entre una entidad y otra,

es decir, la interdependencia entre las instituciones. Se observó que después de la Gran Crisis Financiera, el riesgo del sistema bancario en Brasil la red de riesgo sistémico varió. Esto se debe a que muchos bancos de tamaño pequeño fueron absorbidos por las instituciones de mayor tamaño tales como Bradesco e Itaú y, consecuentemente, absorbieron los vínculos de dichas pequeñas instituciones incrementando la contribución al riesgo del sistema por parte de estas dos grandes instituciones.

En particular, las investigaciones de Gómez (2014) y Castelao et al. (2013), brindan información práctica y útil que facilita la labor de los reguladores financieros, puesto que les permite prestar mayor atención a algunas instituciones en particular con el fin de elaborar mejores marcos regulatorios y reducir la posibilidad de riesgo de contagio en el sistema bancario.

2.4. Bolsa de Valores y Riesgo Sistémico

Así cómo es posible analizar el riesgo sistémico en sistemas bancarios, la literatura demuestra, que también lo es para las bolsas de valores. Esto se debe a que la bolsa de valores también tiene la estructura de un sistema, lo cual permite utilizar las metodologías mencionadas en la sección anterior. La diferencia sería que ahora tendríamos la bolsa de valores (sistema bancario) y, esta, se puede desagregar en empresas o sectores (bancos) que conforman dicha bolsa. El análisis entonces, se resumiría en examinar la contribución al riesgo de cada uno de los sectores o empresas al riesgo de la bolsa. La importancia de analizar el riesgo sistémico en las bolsas de valores radica en la posibilidad de brindarle a los inversores información que permita una adecuada gestión de sus portafolios y evitar, así, pérdidas exorbitantes.

Por ejemplo, en el trabajo de Wu (2019) se analiza la contribución de los 11 sectores que pertenecen a la bolsa de valores de China y la contribución de cada uno de estos sectores al riesgo sistémico de la bolsa. El lapso de tiempo que utiliza el autor es desde el 2009 al 2018, enfocándose principalmente en las dos crisis más importantes que tuvo la bolsa china en los años 2009 y 2015. Se utiliza la metodología MES, CES y CES (%). El autor, mediante el análisis estadístico de las mencionadas metodologías, llega a la conclusión de que, de los 11 sectores incluidos en el trabajo, el sector Financiero fue el que más contribuyó al riesgo sistémico de la bolsa de valores china en la primera crisis

analizada, aportando aproximadamente el 40% del riesgo sistémico a dicha bolsa, mientras que en la segunda crisis analizada, este sector aporta el 20% del riesgo sistémico. En segundo lugar, se encuentra que el sector de Energía en la crisis del 2009 fue el segundo en importancia con un peso aproximadamente del 30% en el riesgo sistémico; sin embargo, este sector pasa a tercer lugar en la crisis del 2015 aportando aproximadamente el 10% de este tipo de riesgo. Por último, el sector Industrial ocupó el tercer lugar con un 10% del peso en el riesgo sistémico para la crisis del 2009, mientras que, en el año 2015, este sector ocupó el primer lugar con aproximadamente 25% del riesgo sistémico. Estos resultados son coherentes con lo esperado por el autor, debido a que la crisis del 2009 sucedió raíz de la Gran Crisis Financiera del 2008 suscitada en Estados Unidos y es por esta razón que el sector que más influyó en el riesgo sistémico, fue el Financiero. Mientras que en la crisis del 2015 fue originada por una desaceleración del crecimiento industrial en China.

Por otro lado, se encuentra el trabajo realizado por Sheu y Cheng (2011) los cuales centran su análisis en la bolsa de valores de Taiwán y cómo es que el riesgo idiosincrático de un sector en específico puede causar una crisis mediante el contagio de riesgo sistémico, también analizan el vínculo que existe entre las crisis financieras, el riesgo idiosincrático de un sector y el riesgo sistémico. Para tal objetivo, los autores utilizan la metodología CoVaR y variación CoVaR (Adrian y Brunnermeier 2011), donde el primero mide el riesgo sistémico dado que un sector entra en crisis, y el segundo mide el peso o aporte del riesgo idiosincrático de un sector en específico al riesgo sistémico. La muestra que utilizan los autores para el análisis de este estudio se encuentra entre los años 2000 al 2010, ya que los autores consideraron pertinente analizar dos crisis que afectaron a Taiwán, las cuales fueron la crisis dot-com en el año 2001 y la Gran Crisis Financiera de 2007 a 2009. Los autores llegaron a la conclusión de que los sectores que más riesgo aportan al riesgo sistémico de la bolsa de valores de Taiwán son los sectores eléctricos y el bancario. Además, también concluyeron que la metodología variación Covar explica de manera correcta las dos grandes crisis que afectaron a Taiwán donde los problemas idiosincráticos de un sector afectaron al riesgo sistémico, el cual finalmente afectó a todo el sistema. Es decir, que efectivamente existe una relación entre el sistema financiero, riesgo sistémico y el riesgo idiosincrático.

Por último, otro trabajo que se centra en el análisis del riesgo sistémico de las bolsas de valores es el trabajo de Liu et al. (2020) donde utilizan índices de las bolsas de 43 países para poder medir y hacer una proyección del riesgo sistémico de los mercados bursátiles y generar un modelo base de decisiones de intercambio, con la finalidad de que los inversionistas y las instituciones financieras puedan recurrir a este modelo base para proyectar riesgos y retornos potenciales. Para esto utilizan los índices de mercados bursátiles diarios de 43 países en el periodo de tiempo desde 2003 al 2019 para poder analizar los efectos de la Gran Crisis Financiera. Los autores dividieron la muestra en tres periodos. El primero abarca el periodo pre-crisis 2003-2007, el segundo abarca la crisis financiera 2007-2009, mientras que el tercer periodo abarca la post-crisis 2010-2019. Los autores usan el modelo de factor de cópula-GARCH combinado con la metodología MES para poder obtener los resultados que desean. Llegan a la principal conclusión de que el CES% varió del periodo pre-crisis al periodo post-crisis, lo cual indica que hubo un cambio estructural en el riesgo sistémico durante la crisis financiera. Además, también encontraron que al minimizar el CES, estos tipos de portafolios tuvieron un buen rendimiento en todo el periodo de crisis, lo cual resalta la importancia de la diversificación del riesgo y que esto puede llevar a obtener ganancias incluso en épocas de crisis. En conjunto, las investigaciones mencionadas, permiten mejor entendimiento del riesgo sistémico en los mercados bursátiles lo que les permite a los inversionistas gestionar mejor sus portafolios, y a los hacedores de política o reguladores elaborar mejores marcos regulatorios. En ese sentido, identificamos un importante vacío en la literatura para el caso peruano. Específicamente, no existen trabajos que evalúen el riesgo sistémico de la bolsa peruana a nivel sectorial. Por ello, con el fin de brindarles una herramienta a los inversores y reguladores peruanos, consideramos importante llenar dicho vacío de literatura utilizando el enfoque sectorial de Sheu y Cheng (2011) y la metodología CoVaR de Adrian y Brunnermeier (2011).

3. Preguntas de investigación, objetivos e hipótesis

El presente trabajo de investigación tiene dos objetivos principales. En primer lugar, cuantificar y analizar la contribución al riesgo, de cada uno de los sectores de la bolsa, al riesgo del mercado bursátil peruano. La pregunta asociada a este objetivo sería la siguiente: ¿Cuánto es la contribución marginal al riesgo de los sectores de la bolsa sobre esta misma? No es posible brindar una hipótesis previa para esta primera pregunta sin haber realizado la metodología. Sin embargo, si tenemos una hipótesis para nuestro segundo objetivo principal: Identificar si el sector financiero y minero son los sectores que más contribuyen al riesgo de la bolsa. Por ende, la segunda pregunta sería: ¿Son el sector financiero y minero los que más contribuyen al riesgo sistémico de la bolsa? Nuestra hipótesis es que, efectivamente, lo son. Consideramos lo anterior, puesto que ambos sectores son muy importantes para el país, y por lo tanto existe interdependencia entre otros sectores y los ya mencionados. Por último, es importante mencionar que para poder capturar el riesgo sistémico es necesario realizar análisis en tiempos de baja, mediana y alta volatilidad. Por ello, nuestro horizonte temporal para el análisis será desde el 01 de enero del 2015 hasta el 31 de diciembre de 2021, horizonte en el cual se presentaron diversos episodios con las diversas presencias de volatilidad que necesitamos.

4. Data

La data a utilizarse, son las cotizaciones mensuales de los índices bursátiles de la bolsa peruana y sus sectores. Asimismo, el horizonte temporal de dichas variables este contenido en el periodo febrero del 2015 hasta diciembre de 2021. La notación y fuentes² de las variables se presentan a continuación:

Tabla 1

Descripción de Variables

Variabes	Descripción	Serie Observable	Fuente
X^{Sistema}	Retorno de la bolsa peruana	Perú General Index	S&P Dow Jones Index
X^1	Retorno del Sector Tecnológico	Ingenius Index	S&P Dow Jones Index
X^2	Retorno del Sector Consumo	Consumer Index	S&P Dow Jones Index
X^3	Retorno del Sector Financiero	Financials Index	S&P Dow Jones Index
X^4	Retorno del Sector Industrial	Industrials Index	S&P Dow Jones Index
X^5	Retorno del Sector Minero	Mining Index	S&P Dow Jones Index
X^6	Retorno del Sector Servicios	Services Index	S&P Dow Jones Index
X^7	Retorno del Sector Electrico	Electric Index	S&P Dow Jones Index
X^8	Retorno del Sector Construcción	Construction Index	S&P Dow Jones Index

Fuente: Bolsa de Valores. Elaboración Propia.

Adicional, a lo anterior y siguiendo a Sheu y Cheng (2012), necesitamos un set de variables macroeconómicas de estado que nos permitan capturar la variación temporal de los momentos condicionales de los rendimientos. A este set lo llamaremos S y estará compuesto por las siguientes variables en frecuencia mensual:

- El spread de tasas de crédito: la diferencia entre la tasa activa y la tasa de bonos del gobierno.
- La cantidad de dinero (M1)
- Tasa de desempleo
- Tipo de cambio
- Precio del petróleo
- S&P 500 Index

² Fuente: <https://www.spglobal.com/spdji/es/>

- Índice del PBI

El motivo, por el cual elegimos dicho periodo de análisis, está relacionado con nuestra metodología, pues necesitamos capturar épocas no volátiles, volátiles y muy volátiles. Asimismo, consideramos que el periodo elegido no ha sido estudiado y por ello resultaría beneficioso.



5. Metodología

La metodología a utilizar en el presente paper es la Δ CoVaR propuesto por Adrian y Brunnermeier (2011). En este método se utiliza la regresión por cuantiles, con la finalidad de cuantificar la contribución al riesgo del sistema de cada uno de los sectores, cuando estos se encuentran en crisis (cuando su retorno se encuentra en el percentil 5% o 10%).

El VaR es ampliamente utilizado en la literatura, pues mide el riesgo individual de una entidad, representado como la máxima pérdida que puede sufrir el retorno de una institución. Debido a que solo calcula riesgo individual, es necesario aplicar el CoVaR (Adrian y Brunnermeier, 2013), este mide el riesgo de una entidad condicionado al estado de otra entidad o mercado. Por ello, el CoVaR resulta ser el adecuado para medir riesgo sistémico. En probabilidades la notación sería la siguiente:

$$P[y < VaR_y(p)] = p \quad (1)$$

$$P[y \leq CoVaR_y|x(q,p)|x \leq VaR_x(p)] = q \quad (2)$$

donde x_i = Riesgo Individual \wedge y = Riesgo del Sistema

Debido a que el interés de la presente investigación, es la contribución marginal de los sectores de la bolsa a esta misma, se utilizará la Δ CoVaR que utiliza tanto el CoVaR (VaR condicional de la bolsa dado un estado determinado de un sector) como el VaR de la bolsa (su riesgo individual). Los pasos para llegar a cuantificar la Δ CoVaR son los siguientes:

En primer lugar, se estimarán las regresiones considerando como variable dependiente los retornos individuales de cada sector (X_t^i) y el retorno de la bolsa de lima ($X_t^{sistema}$) explicados por el rezago de las variables macroeconómicas de estado (S_{t-1}). Las regresiones serán estimadas con data mensual.

$$X_t^{i,j} = c^{i,j} + \beta^{i,j}S_{t-1} + \varepsilon_t^{i,j} \quad (1)$$

$$X_t^{sistema,j} = c^{sistema,j} + \beta^{sistema,j} S_{t-1} + \varepsilon_t^{sistema,j} \quad (2)$$

Donde $i = 1, \dots, 8$ (Sectores) y $j = 5\%$ o 10% (Cuantiles)

Las variables macroeconómicas S_t , son utilizadas como variables de control para poder evitar el problema de omisión de variables y eliminar las variaciones en los retornos que no estén relacionados al riesgo del sistema financiero.

En segundo lugar, generamos el CoVaR condicionado a cada uno de los sectores de la bolsa. De esta manera, podremos capturar el VaR de la bolsa de valores dado que un sector (i) se encuentra en crisis. La regresión estará dada por la siguiente expresión:

$$X_t^{sistema|i,j} = c^{sistema|i,j} + \alpha_1^{sistema|i,j} X_{t-1}^{sistema} + \alpha_2^{sistema|i,j} X_t^i + \alpha_3^{sistema|i,j} S_{t-1} + \varepsilon_t^{sistema|i,j} \quad (3)$$

Después de obtener los parámetros en las ecuaciones (1-3), los utilizamos para predecir los valores del VaR_t y el CoVaR_t (al 5% y 10%).

$$VaR_t^{i,j} = c^{i,j} + \beta^i S_{t-1}, \quad (4)$$

$$VaR_t^{sistema,j} = c^{sistema,j} + \beta^{sistema,j} S_{t-1}, \quad (5)$$

$$CoVaR_t^{i,j} = c^{sistema|i,j} + \alpha_1^{sistema|i,j} VaR_{t-1}^{sistema,j} + \alpha_2^{sistema|i,j} VaR_t^{i,j} + \alpha_3^{sistema|i,j} S_{t-1} \quad (6)$$

Finalmente, obtenemos la $\Delta CoVaR$, la cual nos indicará cuánto es la contribución marginal del riesgo de cada sector al riesgo de la bolsa de lima. Para ello, simplemente se resta el CoVaR condicional del sistema dado que un sector está en crisis (CoVaR al 5% y 10%) y el CoVaR no condicional del sistema (VaR al percentil 50%).

$$\Delta CoVaR_t^{i,j} = CoVaR_t^{i,j} - VaR_t^{sistema,50\%}$$

6. Conclusiones

En los últimos años, la interdependencia entre los países se ha incrementado. Si bien dicha interdependencia ha generado beneficios para todos los países alrededor del mundo, también ha tenido efectos negativos. Un claro ejemplo de ello, es la Gran Crisis Financiera la cual generó un mayor interés en los expertos financieros a la comprensión y medición del riesgo sistémico. Este tipo de riesgo puede ser comprendido como el riesgo asociado a que un sistema colapse debido al colapso de una institución individual, dados sus fuertes vínculos de interdependencia con el resto de instituciones.

En primera instancia, el riesgo sistémico se relacionó principalmente con el sector bancario. Por ejemplo, el Banco de Pagos Internacionales (2011) propuso un modelo para identificar si un banco es sistémico o no a través de 5 características: tamaño, interconectividad, complejidad, sustituibilidad y actividad interjurisdiccional. Asimismo, se encuentran las investigaciones de Borri (2012), Gómez (2014) y Castelao et al. (2013). Sin embargo, dicho análisis puede extenderse a los mercados bursátiles. Esto se debe a que los mercados bursátiles también representan un sistema, y sus componentes serían o las empresas o los sectores que la conforman. Entre las investigaciones realizadas para las bolsas de valores se encuentran Liu et al. (2019), Sheu y Cheng (2011), y Wu (2019). Entre los mencionados, destacan Sheu y Cheng, debido al enfoque que proponen. Dicho enfoque, consiste en analizar la contribución marginal al riesgo de la bolsa, ocasionado por cada uno de los sectores (riesgo idiosincrático) que cotizan en ella.

Por último, se evidencia la importancia del riesgo sistémico en los mercados bursátiles. Por un lado, a los reguladores financieros, les permite elaborar adecuados marcos regulatorios para prevenir el colapso de las bolsas de valores en el mundo. Por otro lado, el inversionista tendrá la información necesaria para gestionar mejor sus portafolios y evitar verse expuesto a pérdidas exorbitantes de su capital.

7. Bibliografía

- Adrian, T. & Brunnermeier, M. (2013). FRB of New York Staff Report, (348).
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1269446
- Bernardi, B. (2005, noviembre). El contagio financiero en países emergentes. *Pensamiento y Gestión*, S/D(19), 43-77.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64601903>
- Borri, N., Caccavaio, M., Di Giorgio, G., & Sorrentino, A. (20 de julio de 2012). *Systemic Risk in the European Banking Sector*. Obtenido de SSRN:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2112919
- BPI. (noviembre de 2011). *Global Systemically important banks: Assessment methodology and the additional loss absorbency requirement*. Obtenido de bis:
<https://www.bis.org/publ/bcbs201.pdf>
- Castelao, S., Palmigiani, S., & Lampes, P. (2013). *Riesgo Sistémico: una aproximación para el sistema bancario uruguayo*. Obtenido de BCU:
<http://www.bvrie.gub.uy/local/File/doctrab/2013/3.2013.pdf>
- Gidrón, M. (18 de mayo de 2018). BBVA. *Systemic Risk: balance sheet size and other key issues*. Obtenido de bbva: <https://www.bbva.com/en/systemic-risk-balance-sheet-size-key-issues/>
- Gómez, J. P. (2014). *Concentración en el Sistema Financiero Bancario Colombiano*. Obtenido de uniandes:
<https://repositorio.uniandes.edu.co/discover?scope=1992%2F51844&query=G%C3%B3mez+Juan+pablo&submit=>
- Liu, J., Song, Q., Qi, Y., Rahman, S., & Sriboonchitta, S. (2020). Measurement of Systemic Risk in Global Financial Markets and Its Application in Forecasting Trading Decisions. *Sustainability*, 12(10), 1-15.
<https://doi.org/10.3390/su12104000>
- Martinez-Jaramillo, S., Perez, O., Ávila, F., & Lopez, F. (2010, noviembre). Systemic risk, financial contagion and financial fragility. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 34(11), 2358-2374. 10.1016/j.jedc.2010.06.004

- Moreno, E., Vazquez, D., Hernandez, S., & Larios, L. (2015). Interdependencia de los mercados de valores en el mundo. *Econ: teor. práct [online]*, 155-181. Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-33802015000200007&script=sci_abstract
- Rigobon, R. (2016, noviembre). Contagion, spillover and interdependence. *Eurosystem, S/D(1975)*, 1-22. <https://www.ieaf.es/images/Publicaciones-FEF/44/e1329827902Cuaderno 44 ferros 4 029.pdf>
- Rivera-Castro, M., Ugolini, A., & Arismendi, J. (2018). Tail systemic risk and contagion: Evidence from the Brazilian. *Emerging Markets Review*, 164-189. Obtenido de sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1566014117305228?via%3Dihub>
- Ruiz, E. (2014, noviembre). La nueva era de los mercados financieros y su globalización. *Oikonomics, S/D(2)*, 25-30. <https://doi.org/10.7238/o.n2.1414>
- Sheu, H.-J., & Cheng, C.-L. (2012). Systemic Risk in Taiwan Stock Markets. *Journal of Business Economics and Management*, 13(5), 895–914. 10.3846/16111699.2011.620168
- Smaga, P. (2014). *The Concept of Systemic Risk*. System Risk Centre. ISSN 2055-0375. <http://eprints.lse.ac.uk/61214/>
- Toribio, J. J. (2012). El Contagio Económico y Financiero: Conceptos Básicos. In *La Crisis en Europa: ¿un problema de deuda soberana o una crisis del euro?* (pp. 29-38). Fernando Méndez. 978-84-615-5812-4. Obtenido de ieaf: <https://www.ieaf.es/images/Publicaciones-FEF/44/e1329827902Cuaderno 44 ferros 4 029.pdf>
- Valenzuela, G., & Rodriguez, A. (2015). Interdependencia de mercados y transmisión de volatilidad en Latinoamérica. *Innovar*, 157-170. Obtenido de redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/818/81832838012.pdf>
- Wu, F. (2018, diciembre 07). Sectoral contributions to systemic risk in the Chinese stock market. *Finance Research Letters*, 31(S/D), 386-390. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.12.009>