

DOCUMENTO DE TRABAJO N°12

Evolución histórica y perspectivas del riesgo sistémico de contagio financiero en los mercados financieros internacionales

Nicolás Magner



MARZO 2022

Evolución histórica y perspectivas
del riesgo sistémico de contagio
financiero en los mercados
financieros internacionales

Table of Contents

Índice de figuras.....	1
Evolución histórica y perspectivas del riesgo sistémico de contagio financiero en los mercados financieros internacionales	2
Resumen	2
I. Introducción	3
II. Sincronización y riesgo sistémico de contagio financiero	4
III.1. Sincronización de los índices accionarios internacionales.....	7
III.2 Sincronización del mercado de renta variable nacional	11
IV. Conclusiones	16
Referencias.....	18
Apéndices.....	20

Índice de figuras

Figure 1. Evolución del riesgo sistémico y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable. Elaborado por el autor, 2021.....	9
Figure 2. Evolución del riesgo sistémico y su relación con el sentimiento de los consumidores. Elaborado por el autor, 2021. Elaborado por el autor, 2021	10
Figure 3. Evolución del riesgo sistémico y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable durante la pandemia Covid-19. Elaborado por el autor, 2021	11
Figure 4. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable internacional. Elaborado por el autor, 2021	13
Figure 5. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación el número de contagios acumulados de Covid-19. Elaborado por el autor, 2021	14
Figure 6. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación la aprobación de retiros del sistema AFP. Elaborado por el autor, 2021	15
Figure 7. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación el estallido social y la convención constituyente. Elaborado por el autor, 2021	16

Evolución histórica y perspectivas del riesgo sistémico de contagio financiero en los mercados financieros internacionales

Nicolás Magner¹

Resumen

- El riesgo sistémico de contagio financiero, representado por la red de correlaciones entre los activos de inversión, es dinámico a través del tiempo y sensible a cambios en las expectativas de los inversionistas
- El riesgo sistémico internacional, representado por las correlaciones entre los principales índices bursátiles puede sufrir variaciones de hasta un 40% en un mes.
- El evento de inicio de contagios de COVID19 es el de mayor impacto en cuanto al aumento del riesgo sistémico internacional después de la gran crisis subprime del 2008.
- Otros eventos internacionales como la guerra comercial entre EEUU y China, y la devaluación del Yuan aumentaron, aunque en menor medida respecto del COVID19, el riesgo sistémico internacional. Estos eventos también generaron disminuciones importantes en el sentimiento de los consumidores y la volatilidad esperada por los inversionistas.
- Respecto de Chile, el riesgo sistémico puede variar hasta un 57% durante un mes. Coincidente con la evidencia internacional, el mayor aumento del riesgo sistémico chileno fue durante el inicio de la pandemia.
- A diferencia de lo observado en el plano global, el riesgo sistémico nacional está influenciado por factores locales como las políticas de retiro de fondos previsionales, las elecciones y, en menor medida, por los efectos de la pandemia.
- Monitorear el riesgo sistémico de contagios financieros es relevante para los inversionistas y las instituciones administradoras de inversiones ya que este fenómeno aumenta el riesgo de las inversiones, disminuye los beneficios de la diversificación y aumenta el costo de gestión.

¹ Académico de la Facultad de Economía y Empresa de la UDP. Investigador asociado del Observatorio del Contexto Económico de la Universidad Diego Portales (OCEC UDP).

I. Introducción

El riesgo sistémico de contagio financiero puede ser representado como el nivel de sincronización de los retornos de los activos financieros del mercado. Este fenómeno es de vital importancia para la gestión de riesgos de los fondos de inversión y la estabilidad financiera, pues representa un aumento generalizado de la correlación entre pares de instrumentos de inversión, disminuyendo las posibilidades de diversificación de las carteras internacionales, aumentando los costos de la diversificación y, como consecuencia, aumentando el riesgo de contagio financiero (Lavin, Valle, & Magner, 2021).

Una alta sincronización del mercado financiero genera una reducción en los beneficios de la diversificación, producto de una alta correlación, incrementando el riesgo sistemático, por lo que la diversificación será más limitada, obligando a los inversores a considerar activos de un área geográfica diferente, aumentando los costos de transacción e impactando negativamente en la rentabilidad (N. S. Magner, Lavin, Valle, & Hardy, 2020).

Por ello, comprender la dinámica y el comportamiento de la sincronización del mercado financiero ayuda a los inversionistas y reguladores a mejorar su inversión y a elaborar políticas económicas conducentes a una mayor estabilidad financiera.

Este estudio presenta la evolución histórica del riesgo de sincronización en el mercado global, así como también en el mercado de renta variable Chileno. Para el primero se utiliza una muestra de 27 índices bursátiles, mientras que para la segunda se utilizan 30 acciones con presencia bursátil en el Índice de Precios Selectivo de Acciones (IPSA) (Ver detalles de los activos utilizados en Apéndice 1). Así mismo, el período estudiado abarca entre junio 2012 hasta noviembre 2021.

Para observar la evolución temporal del riesgo sistémico de contagio financiero se utiliza un enfoque de redes denominado árboles de mínima expansión. La intuición es que todos los activos se correlacionan entre sí, y que cada correlación puede ser transformada en una medida de distancia. Construyendo en consecuencia una red completa, donde cada nodo es un activo, y cada vínculo es una medida de distancia derivada por la correlación entre ambos activos, se aplica un algoritmo para descubrir el camino mínimo para recorrer toda la red sin considerar dos veces a un activo. La medida total de distancia de ese camino se conoce como el largo del árbol de mínima expansión, la cual es denominada MSTL (minimum spanning tree length en inglés) en este estudio (Mantegna, 1999a) (Ver detalles de la estimación en Apéndice 3. La intuición indica que mientras menor sea el MSTL, mayor correlación entre los activos de la red, indicando un mayor riesgo sistémico

Para facilitar el análisis, el documento presenta las medidas estadísticas del MSTL. Adicionalmente, se presentan gráficas del MSTL a través del tiempo relacionando esta medida con variables macroeconómicas claves como el Chicago Board Options Exchange Market Volatility Index (VIX) para representar la volatilidad esperada por los inversionistas; el Consumer sentiment index para representar la confianza de las personas y hogares para gastar, y el Infect EMV Index, que representa la presencia de términos relacionados a la pandemia en los medios de comunicación. Para el caso de Chile, se agregan medidas locales como el número acumulado de contagios y se marcan eventos relevantes como el estallido social, el plebiscito constitucional, la elección de constituyentes y los tres retiros de fondos previsionales aprobados por el Congreso de Chile.

Los resultados principales indican dos cosas. Primero, que el riesgo sistémico es dinámico a través del tiempo y sensible a cambio en las expectativas económicas futuras de los inversionistas y en su percepción del riesgo. Segundo, frente a eventos de aumento de incertidumbre como crisis económicas y elecciones políticas, el riesgo sistémico del sistema financiero aumenta en forma relevante.

Esta evidencia es importante para mejorar la gestión de riesgo de fondos de inversión y políticas de estabilidad financiera, toda vez que aumentos en el riesgo sistémico aumentan la probabilidad de contagiar pérdidas financieras en el sistema, destruir valor y aumentar la inestabilidad macroeconómica del sistema financiero con las consiguientes pérdidas para la sociedad y las personas.

El documento es presentado de la siguiente forma, en la segunda parte se presenta una breve revisión bibliográfica. En la tercera sección se presentan los resultados del riesgo sistémico global y chileno. En la sección final se concluye.

II. Sincronización y riesgo sistémico de contagio financiero

Durante las últimas décadas los mercados financieros se transformaron en globales. Una mayor apertura económica y una creciente integración fomentaron la integración financiera, una mayor interconexión en los mercados de capitales y un mayor tamaño y complejidad de los sistemas financieros. Como resultado, el mercado financiero global se convierte en un "sistema complejo" altamente interconectado con interconexiones e interdependencias transfronterizas, donde los shock financieros y económicos se amplifican fácil y rápidamente convirtiéndose en eventos globales. En efecto, los estudios sobre interconexión muestran su doble impacto sobre el riesgo sistémico; podría mejorar la solidez

financiera cuando contribuye a absorber shocks, pero también podría generar contagio cuando propaga shocks entre los componentes de un sistema financiero (Billio, Getmansky, Lo, & Pelizzon, 2012; Haldane, 2013)

Durante turbulencias financieras las preferencias por riesgo disminuyen, provocando que la liquidez de los activos riesgosos prácticamente desaparezca transformándose en un comportamiento de manada, donde los inversionistas buscan desesperadamente activos libres de riesgo para refugiarse. Además, esta incertidumbre sobre el desempeño futuro de los mercados financieros no es nueva para el mercado. Como han demostrado crisis financieras, cambia la volatilidad de los rendimientos de los activos financieros, la gestión de riesgos y la fijación de precios de los activos, lo que afecta el consumo, el ahorro y las decisiones de inversión en la economía (Antonakakis, Chatziantoniou, & Filis, 2013). Por ejemplo, el brote de COVID-19 se convirtió en un shock global que afectó simultáneamente a la mayoría de las economías mundiales. Desde una perspectiva de estabilidad financiera, este shock afectó negativamente las valoraciones de activos financieros como acciones y bonos, además de los conocidos efectos de acumulación de liquidez (Glasserman & Young, 2015)

La compleja relación entre los mercados financieros y sus componentes y sus patrones y estructuras de conexión llaman la atención de académicos, reguladores y profesionales del mercado por sus efectos sobre el riesgo de mercado, el riesgo sistémico y el riesgo del ciclo económico. Después de la crisis financiera de 2007-2008, los mercados financieros se estudiaban mediante modelos basados en redes, centrándose inicialmente en el estudio de los efectos en cascada en el sector financiero (Boss, Elsinger, Summer, & Thurner, 2004). Los modelos iniciales describieron bien cómo la estructura de la red financiera puede conducir a cascadas de incumplimiento bajo contagio y son capaces de estimar la probabilidad y el impacto de su ocurrencia. Sin embargo, todavía se requiere una comprensión y una medición más profundas de cómo se amplifican y propagan las perturbaciones a través de las redes financieras de activos.

La sincronización o co-movimiento de los rendimientos es un fenómeno particularmente relevante en los mercados de valores, ya que el contagio genera un cambio significativo en la volatilidad del mercado y los coeficientes de correlación de las acciones (Magner, N.S., Lavin, J.F., Valle, M.A, Hardy, 2020). Desde un punto de vista más amplio (Billio et al., 2012), la sincronización de los rendimientos de las acciones es fundamental para el sistema financiero. En este sentido, las similitudes económicas estructurales de países y regiones, sumadas a factores globales, explican el movimiento conjunto de los mercados financieros y generan contagio financiero a gran escala (Raddant & Kenett, 2017). Además, la

evidencia indica que las interconexiones entre los mercados financieros varían a lo largo del tiempo, siendo un fenómeno desigual entre países y regiones (Lahrech & Sylwester, 2011).

La crisis de las subprime reveló que las redes de obligaciones -por ejemplo, bancos (Greenwood, Hanson, & Stein, 2015) - o activos entre agentes financieros -por ejemplo, fondos mutuos (Elliott, Golub, & Jackson, 2014) - son posibles elementos detrás del movimiento conjunto de activos financieros y la estabilidad de los mercados financieros. Este fenómeno es crucial en condiciones tales como una concentración significativa de activos en unas pocas instituciones financieras y durante shocks financieros. Por ejemplo, (Lavin, Valle, & Magner, 2019) encuentran que las similitudes en las estrategias de cartera de los fondos mutuos se convierten en un potencial factor de perturbación con implicaciones en la estabilidad de la red conformada por acciones y fondos. Esta evidencia sugiere que la sincronización de retornos es un fenómeno muy complejo sin una causa única; por el contrario, como presenciamos durante la pasada crisis financiera del brote pandémico, su aparición se relaciona con múltiples factores (Guo & Tu, 2021)

Esta mencionada globalización e interconexión de los mercados ha provocado un aumento significativo en la sincronización de los mercados bursátiles, aumentando la probabilidad de que ciertos activos o instituciones propaguen shocks en periodos de crisis financieras. Lo anterior, aumenta el interés por entender los efectos de un contagio de crisis financieras, además del impacto que tienen las políticas monetarias, la asignación óptima de los activos, la medición del riesgo, la adecuación del capital y la fijación de precios de los activos sobre el mercado bursátil.

Los mercados financieros son por esencia complejos y globalizados, lo cual ha motivado el desarrollo de metodologías que estudian correlaciones y volatilidades, e incorporar la complejidad de los mercados, capturando su esencia sin ahogarse en la abundancia de información. (N. S. Magner et al., 2020) argumenta que el árbol de mínima expansión (MSTL) surge como una herramienta eficiente en esta materia, ya que considera la información de todos los mercados de valores, la cual aporta información relevante para examinar sincronizaciones.

Además, el MSTL se contrae en periodos de crisis financieras. En otras palabras, aumenta la correlación de los activos, incrementando el riesgo sistemático, por lo que la diversificación será más limitada, obligando a los inversores a considerar activos de un área geográfica diferente, aumentando los costos de transacción e impactando negativamente en la rentabilidad.

Finalmente, el MSTL permite la optimización y análisis de distintas variables para visualizar las propiedades claves de una red, logrando que este algoritmo sea muy eficaz para demostrar el fenómeno de la sincronización del mercado.

Hay pocos estudios que vinculan los fundamentos macroeconómicos con la volatilidad de los rendimientos de las acciones. Por ejemplo, (Schwert, 1989) intenta vincular la volatilidad del mercado de valores con la volatilidad macroeconómica real y nominal, la actividad económica, apalancamiento financiero y actividad bursátil, sin embargo encuentra muy poco. Por otra parte, (Ferson & Harvey, 1991) concluyen a través de modelos de precios de activos, que los rendimientos esperados de las acciones están relacionados con la sensibilidad a los cambios en el estado de la economía.

Uno de los hallazgos más sólidos es que la etapa del ciclo económico afecta la volatilidad del mercado de valores, en particular, la volatilidad del mercado de valores es mayor en las recesiones, como lo encontró (N. Magner, Lavin, Valle, & Hardy, 2021). Para ser corroborado por (Hamilton & Lin, 1996) en donde concluyen que las recesiones económicas son el factor principal que impulsa las fluctuaciones en la volatilidad del mercado financiero. De manera similar y más reciente, utilizando sofisticados métodos econométricos, (N. Magner et al., 2021) profundiza sobre cómo se sincronizan los mercados financieros en fases de pre-crisis, crisis y post crisis.

Finalmente, hay artículos que han analizado los co-movimientos de los rendimientos bursátiles en base a variables macroeconómicas, pero solo han considerado a países industrializados, como es el caso de (Walti, 2005). Lo anterior se puede traducir como una brecha de investigación al no considerar por ejemplo, mercados fronterizos o emergentes, para lograr una visión más generalizada y obtener una conclusión más eficiente hacia los diversos agentes internacionales.

III. Resultados

III.1. Sincronización de los índices accionarios internacionales

Tal como lo señala la figura 1, la sincronización de los mercados de renta variable internacional es variable a través del tiempo. La tabla 1 columna (a) señala que el promedio histórico de la sincronización global es de 13.6 con una desviación

estándar de 1.8, traduciéndose en variaciones mensuales de 0,3%, presentando variaciones a la baja de 39,7% y al alza de 36.6% (Ver tabla 1, columna b).

Tabla 1. Estadísticos principales de la sincronización internacional

	MSTL Index	Var MSTL	Consumer Sentiment Index	VIX	Infect emv index
	(a)	(b)	(e)	(f)	(g)
Promedio	13.6	0.30%	88.8	17.3	4.1
Desviación estándar	1.8	15.59%	8.7	6.8	8.7
Mínimo	8.7	-39.71%	70.3	9.5	0.1
Máximo	17.9	36.60%	101.4	53.5	50.3
q25	12.5	-9.65%	81.9	13.3	0.3
q50	13.8	0.20%	91.0	15.6	0.5
q75	14.9	11.73%	96.8	18.8	1.0

Las variaciones en el MSTL global son explicadas por cambios significativos en la expectativas de riesgo de los mercados financieros. En este sentido, el índice VIX, que señala la volatilidad implícita de la renta variable norteamericana, aumenta cada vez que ocurre un evento negativo inesperado. Así, por ejemplo, durante el inicio de contagios de COVID-19 en Norteamérica en marzo 2020, el VIX llegó a máximos de 53.5 (Ver tabla 1, columna f), mes en que coincide el mayor aumento del riesgo sistémico medido como la mayor disminución del MSTL. En otras palabras, los índices de renta variable globales presentaron su mayor sincronización durante el inicio de contagios del COVID19, producto de un fuerte aumento en la volatilidad percibida por los inversionistas (Ver figura 1).

Otros eventos, aunque menos importantes que el COVID19, permiten entender el comportamiento dinámico del riesgo sistémico. Por ejemplo, se observan disminuciones en el MSTL (lo que indica aumento en el riesgo sistémico) durante eventos negativos para los inversionistas como la devaluación del Yuan y durante varios episodios de la Guerra Comercial entre USA y China en el período 2018 - 2019

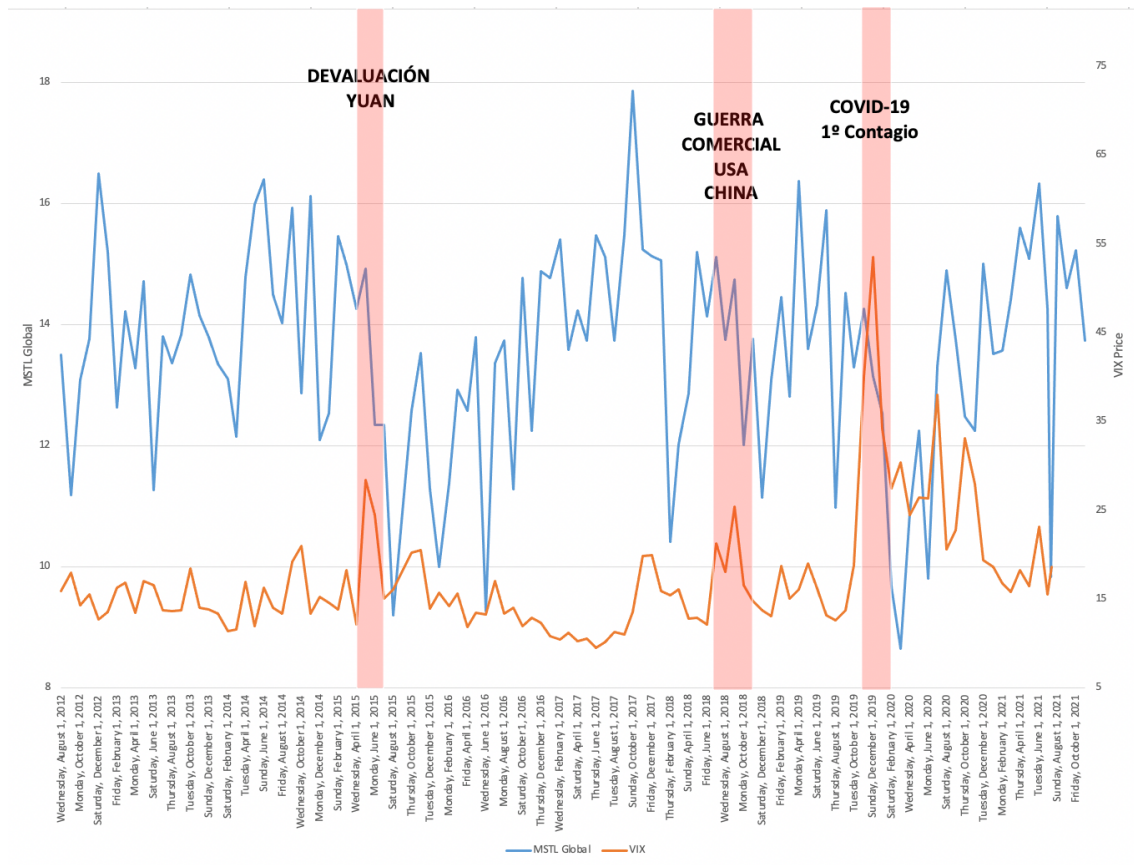


Figura 1. Evolución del riesgo sistémico y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable. Elaborado por el autor, 2021.

Otro indicador importante para entender la variación del riesgo sistémico es el sentimiento de los consumidores. La figura 2 muestra como se relaciona el índice de sentimientos con el MSTL. En la figura se aprecia que cada vez que disminuye el sentimiento, disminuye el MSTL, indicando un aumento en el riesgo sistémico. Lo anterior se explica porque, frente a noticias negativas, los inversionistas ajustan sus expectativas de flujo de caja de los activos a la baja, además de aumentar la tasa con la cual descuentan sus inversiones, producto de una mayor percepción de riesgo. Lo anterior provoca que la gran mayoría tome decisiones de venta, haciendo que todos los precios de las acciones bajen, incrementando la correlación entre los activos y, en consecuencia, su sincronización.

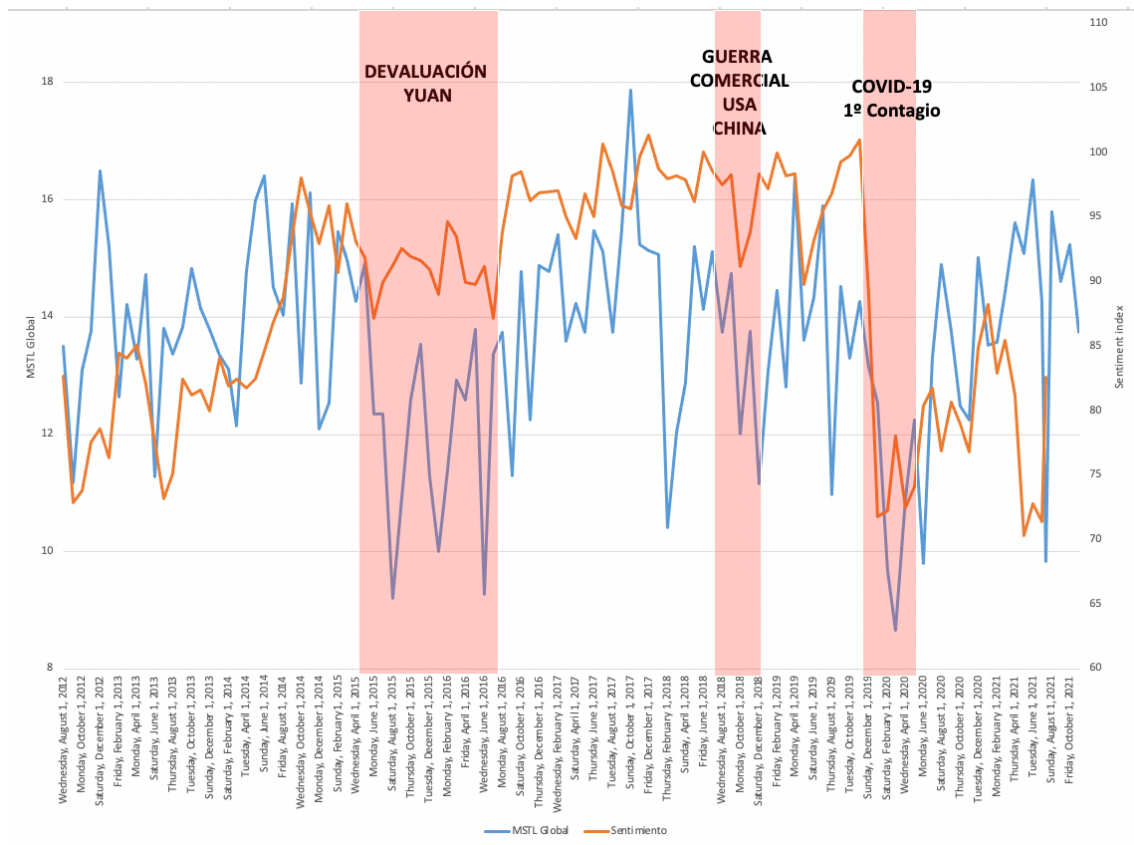


Figura 2. Evolución del riesgo sistémico y su relación con el sentimiento de los consumidores. Elaborado por el autor, 2021. Elaborado por el autor, 2021

El fuerte movimiento del riesgo sistémico durante el inicio de contagios COVID19 motiva investigar más en profundidad esta relación. La figura 3 muestra la evolución del Infect EMV Index, que señala el número de apariciones de términos relacionados a pandemia en los medios de comunicación. En la figura se aprecia como el riesgo sistémico es sensible a las variaciones del índice de infección, el cual está fuertemente correlacionado con el numero de contagios, muertes y problemas asociados a la pandemia. Lo anterior puede ser explicado porque, al aumentar el número de noticias asociadas a la pandemia, aumenta la percepción de riesgo y disminuyen las expectativas de ganancia de los inversionistas, motivándolos a vender una parte importante de sus carteras de renta variable para buscar refugio en activos como el oro o la renta fija.

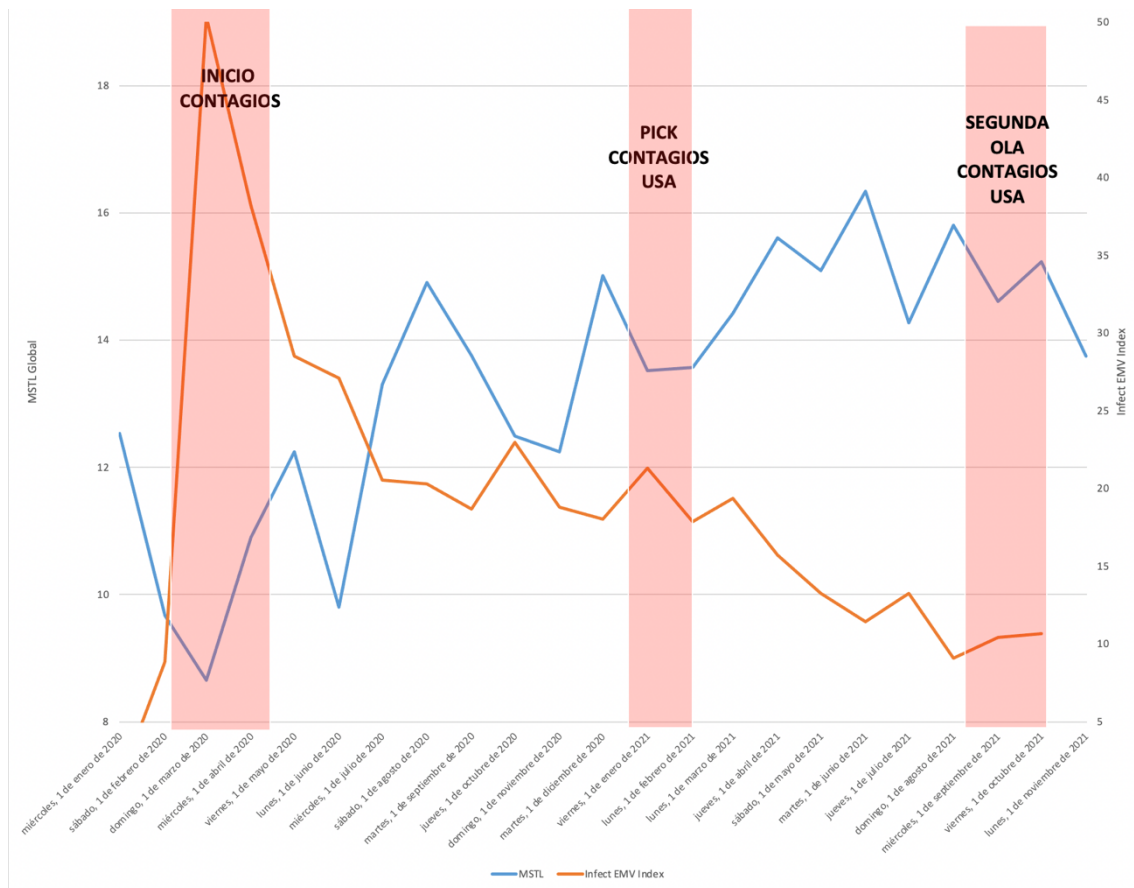


Figura 3. Evolución del riesgo sistémico y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable durante la pandemia Covid-19. Elaborado por el autor, 2021.

III.2 Sincronización del mercado de renta variable nacional

Desde luego el mercado chileno no es ajeno al fenómeno de la sincronización. Al igual que el caso internacional, la evidencia señala que el riesgo sistémico nacional es dinámico a través del tiempo, aumentando en períodos de alta incertidumbre. Sin embargo, a diferencia del caso global, el riesgo sistémico parece ser más sensible a eventos internos que ha noticias internacionales.

Tabla 2. Estadísticos principales de la sincronización en Chile

	MSTL IPSA	Var MSTL Chile	EPU Chile	Nº acum contagiados covid19
Promedio	14,76	-0,31%	160,68	581.117
Desviación estándar	2,87	17,14%	82,51	398.391
Minimo	4,85	-57,36%	50,26	17.104
Maximo	18,55	82,47%	454,58	1.286.930
q25	12,90	-7,59%	99,43	232.447
q50	15,89	-0,23%	139,84	467.613
q75	17,03	6,11%	206,62	966.983

La figura 4 muestra la evolución del MSTL de las acciones del IPSA y su relación con el VIX y comportamiento frente a noticias internacionales negativas relevantes. En relación a esto, las disminuciones significativas del MSTL IPSA no coincide con los eventos internacionales negativos importantes como la guerra comercial USA vs China o la devaluación del Yuan, sin embargo, sí coincide con la caída global de los mercados frente al inicio de los contagios en New York reportada en marzo del 2020.

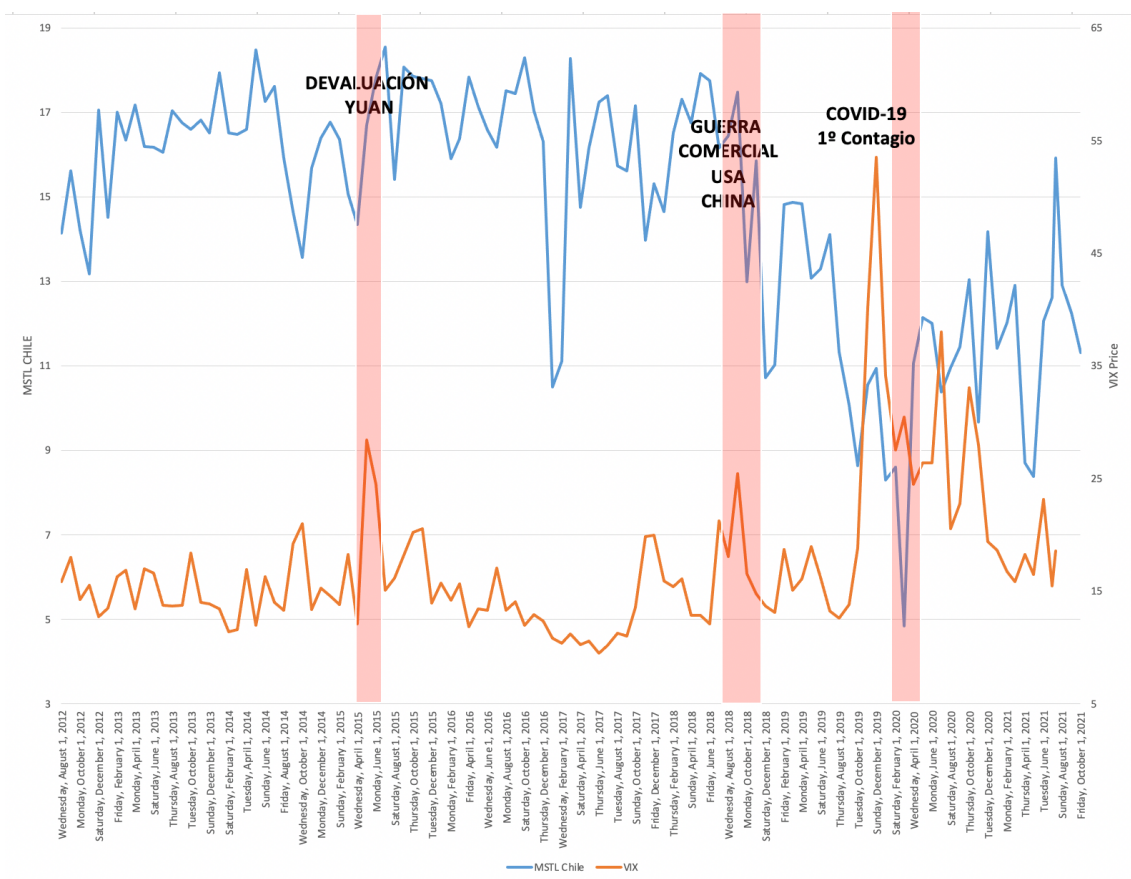


Figura 4. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación con la volatilidad implícita de los mercados de renta variable internacional. Elaborado por el autor, 2021.

Respecto del comportamiento del MSTL IPSA durante crisis, la evidencia es mixta al considerar su evolución frente a cambios en el número acumulado de contagios. La figura 5 muestra que el nivel máximo de riesgo sistémico (mínimo MSTL IPSA) es alcanzado en marzo, donde el número acumulado de contagios en Chile era mínimo, indicando que esta fuerte variación en el riesgo es causado por la caída de los mercados financieros internacionales.

Sin embargo, también se observan aumentos menos significativos del riesgo sistémico durante episodios de máximo número de contagios. La figura 5 muestra como en junio del 2020 y julio del 2021 se observan disminuciones en el MSTL lo que es reportado como un aumento de las correlaciones entre los activos, síntoma de riesgo sistemático.



Figura 5. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación el número de contagios acumulados de Covid-19. Elaborado por el autor, 2021.

En el caso chileno esta variación puede ser atribuida a los fuertes cambios en el sistema de pensiones nacional debido a que dicho sistema es uno de los principales inversionistas institucionales de la bolsa nacional. En este sentido, la figura 6 muestra como varía el riesgo sistémico frente a la aprobación de los retiros de la AFP

En Chile, durante la pandemia, se aplicó la política pública de permitir a las personas retirar algún porcentaje de sus ahorros previsionales para enfrentar la crisis sanitaria. Así fue que se aprobaron 3 retiros cada uno de un 10%. Un retiro supone un rescate de fondos por parte de las administradoras de fondos de pensión, lo que las obliga a vender una parte significativa de sus portafolios de inversión, muchas de ellas correspondientes a acciones nacionales.

Así pues, cada aprobación de retiro por parte del Congreso cambia significativamente las expectativas de los inversionistas locales los que venden frente a un evidente aumento de la probabilidad de venta de las Administradoras de Pensiones, haciendo disminuir el precio de la gran mayoría de las acciones y, en consecuencia, aumentando el riesgo sistemático.

En la figura 6 se observa como los niveles mínimos de MSTL, post caída en el inicio de la pandemia, se alcanzan en fechas de aprobación de los 3 retiros, mostrando incluso una disminución durante el período de discusión del cuarto retiro, el que finalmente no fue aprobado.

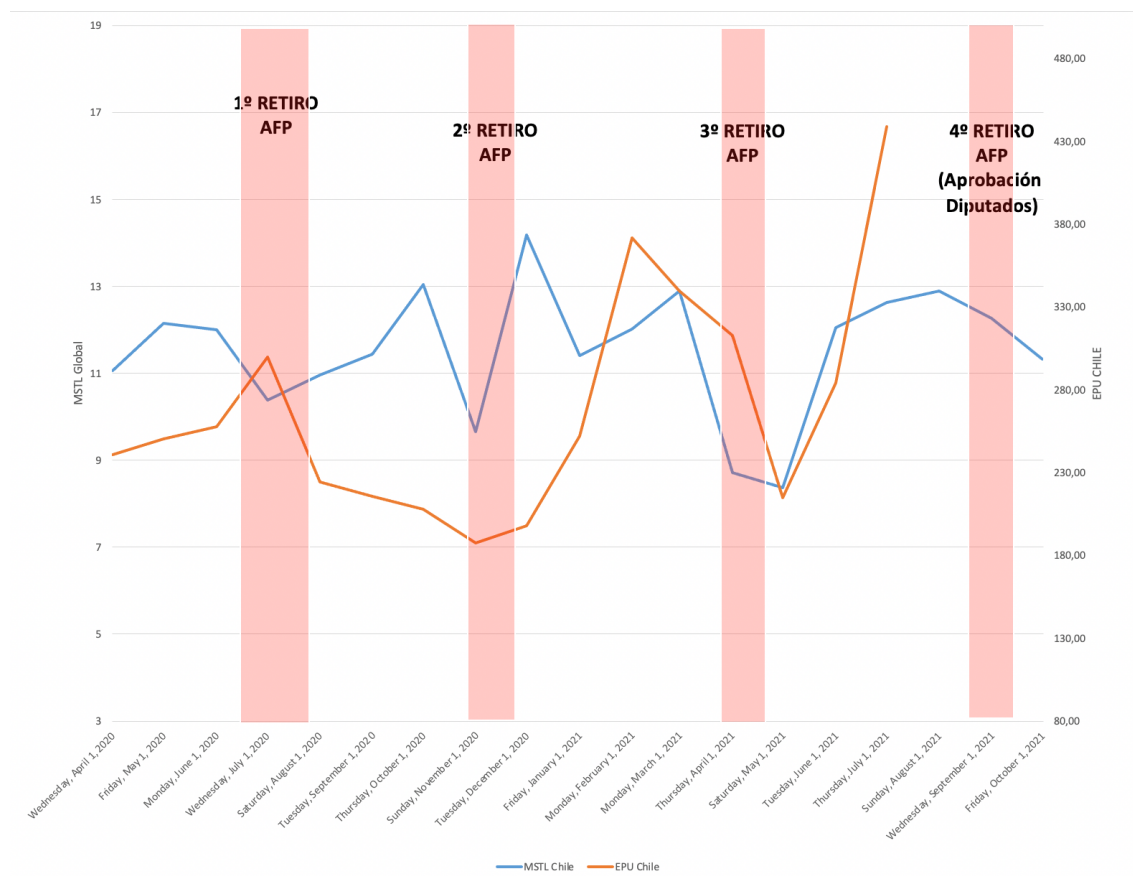


Figura 6. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación la aprobación de retiros del sistema AFP. Elaborado por el autor, 2021.

Otro factor relevante al momento de formar expectativas de futuro para los inversionistas es el contexto político. Desde esta perspectiva, eventos relacionados con elecciones siempre son relacionados con incertidumbre, lo que provoca variaciones significativas en los precios bursátiles.

En Chile, durante el último trimestre del 2019 hasta el último trimestre del 2021, se observaron 4 eventos significativos. El primero fue el “Estallido Social” donde se presentaron múltiples hechos de violencia pública producto del descontento social de una parte de la población. Posterior a esto, y motivado por el mismo descontento, durante noviembre del 2020 se realiza el plebiscito por la consulta de reescribir la constitución, para más tarde, en mayo 2021 proceder a elegir a los constituyentes luego de haber ganado la opción de apruebo al plebiscito.

La figura 7 muestra cómo, en torno a los tres eventos descritos, el MSTL IPSA alcanza mínimos, indicando un aumento en el riesgo sistémico, aunque dichos mínimos no se comparan con la gran caída de marzo 2020 por inicio de los contagios.

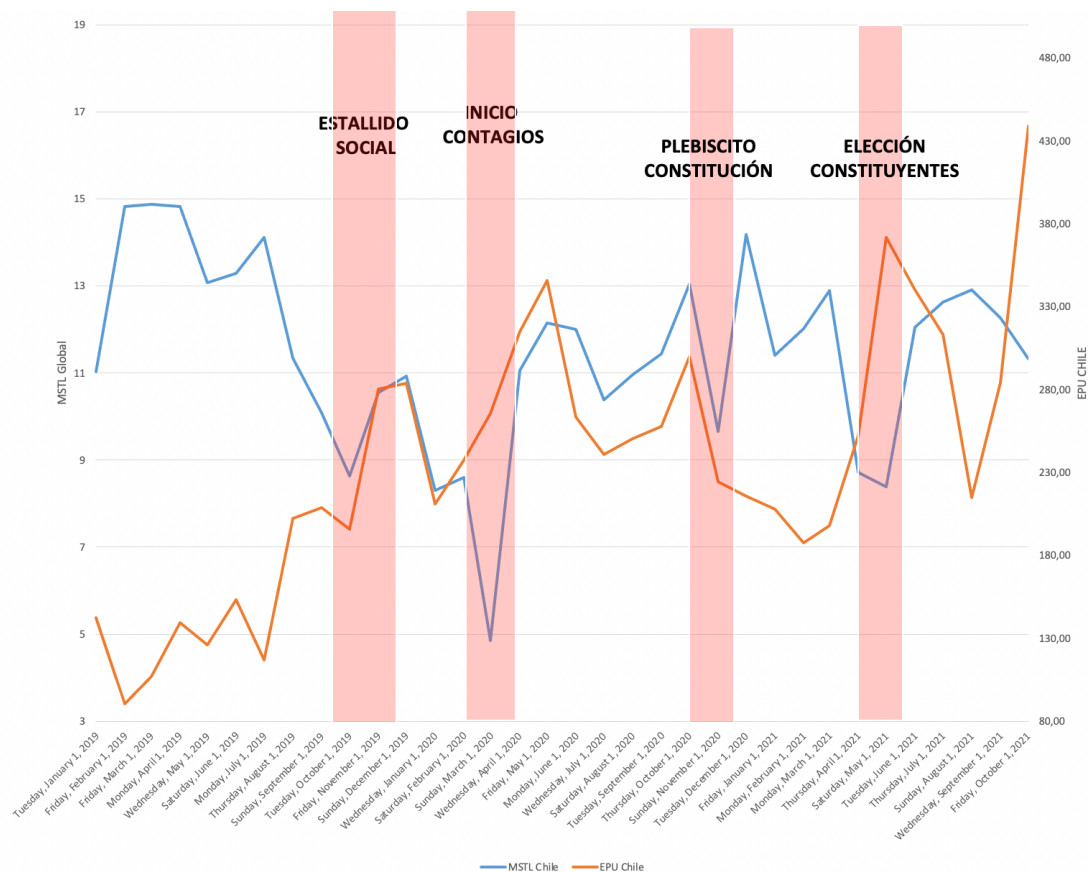


Figura 7. Evolución del riesgo sistémico en Chile y su relación el estallido social y la convención constituyente. Elaborado por el autor, 2021.

IV. Conclusiones

El objetivo del proyecto es observar y estudiar el comportamiento del riesgo sistémico de contagio financiero en la última década en el mercado bursátil internacional y nacional. Para esto, el estudio presenta una medida de red de correlaciones entre los activos de inversión, la cual es dinámica a través del tiempo y sensible a cambios en las expectativas de los inversionistas

El principal resultado es que el riesgo sistémico internacional, representado por las correlaciones entre los principales índices bursátiles puede sufrir variaciones de hasta un 40% en un mes. Relacionado con lo anterior, se observa que el evento de inicio de contagios de COVID19 es el de mayor impacto en cuanto al aumento del riesgo sistémico internacional después de la gran crisis subprime del 2008.

Otros eventos internacionales como la guerra comercial entre EEUU y China, y la devaluación del Yuan aumentaron, aunque en menor medida respecto del COVID19, el riesgo sistémico internacional. Estos eventos también generaron disminuciones importantes en el sentimiento de los consumidores y la volatilidad esperada por los inversionistas.

Respecto de Chile, el riesgo sistémico puede variar hasta un 57% durante un mes. Coincidente con la evidencia internacional, el mayor aumento del riesgo sistémico chileno fue durante el inicio de la pandemia.

A diferencia con el plano global, el riesgo sistémico nacional está influenciado por factores locales como las políticas de retiro de fondos previsionales, elecciones y, en menor medida, por efectos de la pandemia.

En consecuencia, monitorear el riesgo sistémico de contagios financieros es relevante para los inversionistas y las instituciones administradoras de inversiones ya que este fenómeno aumenta el riesgo de las inversiones, disminuye los beneficios de la diversificación y aumenta el costo de gestión.

Referencias

- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2013). Dynamic co-movements of stock market returns, implied volatility and policy uncertainty. *Economics Letters*, *120*(1), 87–92.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.04.004>
- Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W., & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics*, *104*(3), 535–559.
<https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.12.010>
- Boss, M., Elsinger, H., Summer, M., & Thurner, S. (2004). Network topology of the interbank market. *Quantitative Finance*, *4*(6), 677–684.
<https://doi.org/10.1080/14697680400020325>
- Elliott, M., Golub, B., & Jackson, M. O. (2014). *Online Appendix: Financial Networks and Contagion* (Vol. 104).
<https://doi.org/10.1257/aer.104.10.3115>
- Ferson, W. E., & Harvey, C. R. (1991). The variation of economic risk premiums. *Journal of Political Economy*, *99*(2), 385–415.
- Glasserman, P., & Young, H. P. (2015). How likely is contagion in financial networks? *Journal of Banking and Finance*, *50*, 383–399.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.02.006>
- Greenwood, R., Hanson, S. G., & Stein, J. C. (2015). A Comparative-Advantage Approach to Government Debt Maturity, *LXX*(4).
<https://doi.org/10.1111/jofi.12253>
- Guo, N., & Tu, A. H. (2021). Stock market synchronization and institutional distance. *Finance Research Letters*, 101934.
- Haldane, A. G. (2013). Rethinking the financial network. In *Fragile Stabilität – stabile Fragilität* (pp. 243–278). https://doi.org/10.1007/978-3-658-02248-8_17
- Hamilton, J. D., & Lin, G. (1996). Stock market volatility and the business cycle. *Journal of Applied Econometrics*, *11*(5), 573–593.
- Lahrech, A., & Sylwester, K. (2011). U.S. and Latin American stock market linkages. *Journal of International Money and Finance*.
<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2011.07.004>
- Lavin, J. F., Valle, M. A., & Magner, N. S. (2019). Modeling Overlapped Mutual Funds’ Portfolios: A Bipartite Network Approach. *Complexity*, 2019.
- Lavin, J. F., Valle, M. A., & Magner, N. S. (2021). A Network-Based Approach to Study Returns Synchronization of Stocks: The Case of Global Equity Markets. *Complexity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7676457>
- Magner, N.S., Lavin, J.F., Valle, M.A, Hardy, N. (2020). The Volatility

- Forecasting Power of Financial Network Analysis. *Complexity*.
- Magner, N., Lavin, J. F., Valle, M., & Hardy, N. (2021). The predictive power of stock market's expectations volatility: A financial synchronization phenomenon. *Plos One*, *16*(5), e0250846.
- Magner, N. S., Lavin, J. F., Valle, M. A., & Hardy, N. (2020). The volatility forecasting power of financial network analysis. *Complexity*, *2020*.
- Mantegna, R. N. (1999a). Hierarchical structure in financial markets. *European Physical Journal B*. <https://doi.org/10.1007/s100510050929>
- Mantegna, R. N. (1999b). *PHYSICAL JOURNAL B*, *197*, 193–197.
- Raddant, M., & Kenett, D. Y. (2017). Interconnectedness in the global financial market. *ArXiv*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2848348>
- Schwert, G. W. (1989). Why does stock market volatility change over time? *The Journal of Finance*, *44*(5), 1115–1153.
- Walti, S. (2005). The macroeconomic determinants of stock market synchronization. *Journal of International Banking Law*, *11*(10), 436–441.

Apéndices

Apéndice 1. Detalle de los activos financieros internacionales utilizados

Continente	País (región)	Símbolo	Promedio	Máximo	Mínimo	DS
Norte América	EE. UU.	S & P 500	0,0005144	0,0897	-0,1277	0,0105
	EE. UU.	NASDAQ COMPOSITE	0,0007070	0,0893	-0,1315	0,0119
	Canadá	S&P/TSX	0,0002344	0,1129	-0,1318	0,0094
América Latina	México	S&P/BMV IPC	0,0000863	0,0474	-0,0664	0,0096
	Brasil	BOVESPA	0,0003410	0,1302	-0,1599	0,0160
	Chile	S&P CLX IPSA	0,0000617	0,0776	-0,1522	0,0106
	Argentina	S&P Merval	0,0013000	0,0977	-0,4769	0,0250
	Perú	S&P LIMA GENERAL	0,0000142	0,0826	-0,1101	0,0099
	Colombia	MSCI COLOMBIA	-0,0004218	0,1594	-0,2190	0,0174
Europa	Reino Unido	FTSE 100	0,0001282	0,0867	-0,1145	0,0099
	Francia	CAC 40	0,0003048	0,0806	-0,1310	0,0120
	Alemania	DAX	0,0003911	0,1041	-0,1305	0,0121
	España	IBEX 35	0,0001119	0,0823	-0,1515	0,0133
	Italia	FTSE MIB	0,0002580	0,0855	-0,1854	0,0149
	Holanda	AEX	0,0003732	0,0859	-0,1138	0,0106
	Suecia	OMXS30	0,0003558	0,0685	-0,1117	0,0109
	Rusia	RTSI	0,0000366	0,1325	-0,1395	0,0176
	Suiza	SMI	0,0002670	0,0678	-0,1013	0,0096
Asia	Japón	NIKKEI 225	0,0005274	0,0773	-0,0825	0,0129
	Hong Kong	HANG-SENG	0,0001768	0,0492	-0,0602	0,0110
	Corea	KOSPI	0,0002269	0,0825	-0,0877	0,0094
	Taiwán	TWSE	0,0003716	0,0617	-0,0652	0,0086
	Indonesia	JKSE	0,0001841	0,0970	-0,0681	0,0102
	Malasia	FBM KLCI	0,0000022	0,0663	-0,0540	0,0065
	Singapur	MSCI SINGAPORE	0,0000329	0,0650	-0,0741	0,0086
Oceanía	Australia	ASX	0,0002885	0,0677	-0,1020	0,0095
	Nueva Zelanda	NZSE	0,0005162	0,0694	-0,0510	0,0066

Notas: Todos los resultados que se muestran en la tabla, Promedio, Máximo, Mínimo y DS, Son a base de los rendimientos de cada índice bursátil estudiado.

Fuente: Elaboración propia, 2021

Apéndice 2. Detalle de los activos financieros chilenos utilizados

	Promedio	Máximo	Mínimo	DS
CHILE	0,0004192	0,15606	-0,1288032	0,01451764
ENELAM	0,00015281	0,15897415	-0,1580931	0,01618834
BSANTANDER	0,00026931	0,12989061	-0,158454	0,01684972
SQMB	0,00062627	0,19912673	-0,1869625	0,02373078
CMPC	4,2621E-05	0,08181189	-0,1516678	0,01789017
COPEC	9,4994E-05	0,11470796	-0,1314482	0,01681534
FALABELLA	0,00014384	0,13157632	-0,2189681	0,01757437

BCI	0,00034093	0,09131546	-0,1199322	0,01631692
CENCOSUD	8,2917E-06	0,14118268	-0,1683352	0,01925143
PARAUCO	0,00029663	0,13691785	-0,2698244	0,01823062
CCU	0,00035668	0,10430058	-0,0783319	0,01585635
COLBUN	-4,514E-05	0,15852296	-0,4883529	0,01817065
AGUASA	0,00013439	0,16937494	-0,186586	0,01435743
ENTEL	1,1385E-05	0,13619202	-0,16214	0,0166272
ANDINAB	0,00020197	0,15074917	-0,1817502	0,0170277
CONCHATORO	0,00018015	0,10377309	-0,1192922	0,01571422
ECL	0,0002805	0,15954547	-0,2271776	0,01809217
ITAUCORP	0,00012137	0,17490725	-0,2047944	0,01721646
AESGENER	6,5191E-05	0,12921173	-0,1753823	0,01680964
IAM	0,00012468	0,13311869	-0,1719436	0,01459455
CAP	0,00017696	0,19590166	-0,3217306	0,02712884
VAPORES	-0,0005023	0,26615175	-0,721607	0,0272648
SONDA	-0,0001303	0,13078636	-0,1722846	0,01711571
RIPLEY	-0,0002984	0,29808031	-0,1912931	0,02086042
SECURITY	0,00015722	0,14822386	-0,1541507	0,01538503
SALFACORP	-2,896E-05	0,19244018	-0,1778145	0,0222235

Notas: Todos los resultados que se muestran en la tabla, Promedio, Máximo, Mínimo y DS, Son a base de los rendimientos de cada acción estudiada.

Fuente: Elaboración propia, 2021

Apéndice 3. Detalle de cálculo de la sincronización

Para medir la sincronización de los mercados financieros se utiliza el algoritmo MSTL (minimum spanning tree length), el cual representa la correlación entre los retornos de cada par de activos financieros existentes en la red. Para construir el árbol de mínima expansión (MST), se calcula la correlación de Pearson, la cual está basada en los rendimientos de los precios al cierre de mercados de los activos financieros, representando una matriz de correlación de $N \times N$.

$$\rho_{i,j}^t = \frac{\{R_i^t R_j^t\} - \{R_i^t\}\{R_j^t\}}{[\{R_i^t\} - \{R_i^t\}^2][\{R_j^t\} - \{R_j^t\}^2]} \quad (1)$$

(Ecuación 1) - Donde, ρ y R representa la correlación Pearson y rentabilidad logarítmica del activo i evaluado en el día j del mes t .

La correlación de Pearson oscila entre $-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$, en el primer caso la relación es perfectamente negativa, lo que indica que los activos no están correlacionados entre sí y en el segundo caso la relación es perfectamente positiva, lo que se traduce en activos netamente correlacionados. A continuación, se procede a

calcular la distancia en función de las correlaciones obtenidas, obteniendo una matriz de adyacencia ponderada.

$$d_{i,j}^t = \sqrt{2(1 - p_{i,j}^t)} \quad (2)$$

(Ecuación 2) -Donde d, expone la distancia entre el índice bursátil i y j del mes t.

Obtenidas las distancias se cuantifica una adyacencia de red ponderada matricial de N (N-1) / 2 elementos utilizados cuantitativamente como distancia donde un valor igual a 0 indicará una correlación perfecta y 2 una correlación nula.

Una vez extraída la menor distancia de cada índice con sus pares, se procede a definir la longitud mínima del árbol de expansión, la cual indicará la distancia mínima para la conexión entre todos los índices de la red.

$$MSTL(t) = \frac{1}{N-1} \sum d_{i,j}^t \in T^t d_{i,j}^t \quad (3)$$

(Ecuación 3) - Donde, MSTL figura la longitud mínima de distancia entre los activos i evaluados en el día j del mes t.

La distancia mínima entre todos los activos se representa como un valor euclidiano ponderado variable de la red para cada mes, donde la longitud se refleja numéricamente entre $0 \leq MSTL(T) \leq 2 * (N-1)$. La longitud de la distancia MSTL tiende a su mínimo cuando la distancia individual tiende a cero, mientras que cuando la distancia individual tiende a 2, el MSTL tiende a su máximo, demostrando que las variables presentan una correlación negativa (Mantegna, 1999b)

Por último, la variación del MSTL se calcula mediante el logaritmo natural, lo que permite trabajar en series de tiempo.

$$VMSTL(t) = \ln \left(\frac{MSTL(t)}{MSTL(t-1)} \right) \quad (4)$$

(Ecuación 4) - Donde, VMSTL demuestra la variación de longitud mínima de distancia entre los activos i evaluados en el día j del mes t.



 **OCEC** **udp**
Observatorio del Contexto Económico