

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

fec >>

school of economics
and business administration

facultad de ciencias
económicas y empresariales

ekonomia eta enpresa
zientzien fakultatea

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

TRABAJO FIN DE GRADO EN
ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS Y DERECHO

¿INFLUYEN LOS DESASTRES NATURALES EN LOS RENDIMIENTOS DEL
IBEX-35?

KATYA HRISTOVA IVANOVA

Pamplona-Iruña 10 de diciembre de 2023

Módulo: FINANZAS
DIRECTORA: ANA GONZÁLEZ URTEAGA

Resumen:

Este trabajo pretende llevar a cabo un análisis estadístico del impacto de 15 desastres naturales económicamente relevantes ocurridos en España desde el año 2000 sobre el IBEX-35 utilizando la metodología de estudio de eventos. Hemos dado importancia a las demostraciones de la comunidad científica, que ha constatado un aumento en la frecuencia e intensidad en la ocurrencia de los desastres naturales debido al fenómeno del cambio climático, ya que, en última instancia, nos permitiría achacar los efectos de los desastres naturales sobre el IBEX-35 al calentamiento global. Por ello hemos realizado una breve aproximación a las causas y consecuencias de este fenómeno. El análisis empírico se divide en dos enfoques: el impacto de los desastres naturales en la rentabilidad diaria del IBEX-35 desde el día que ocurre el evento hasta 10 días después y en la rentabilidad acumulada en ventanas breves e inmediatamente posteriores al evento. Los resultados obtenidos llevan a la conclusión de que no se observan efectos significativos de los desastres naturales seleccionados sobre el IBEX-35 en ninguno de los dos enfoques.

Palabras clave: cambio climático; desastres naturales; estudio de eventos; IBEX-35; mercados financieros

Abstract:

This work aims to carry out a statistical analysis of the impact of 15 economically relevant natural disasters that occurred in Spain since the year 2000 on the IBEX-35, using the event study methodology. We have given importance to scientific community findings, which have noted an increase in the frequency and intensity of natural disasters due to the phenomenon of climate change. Ultimately, this allows us to attribute the effects of natural disasters on the IBEX-35 to global warming. Therefore, we have provided a brief overview of the causes and consequences of this phenomenon. The empirical analysis is divided into two approaches: the impact of natural disasters on the daily returns of the IBEX-35 from the day the event occurs up to 10 days afterward, and the cumulative returns in short windows immediately following the event. The results lead to the conclusion that there are no significant effects of the selected natural disasters on the IBEX-35 in either of the two approaches.

Key words: climate change; event study; financial markets; IBEX-35; natural disasters

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. LOS DESASTRES NATURALES COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	5
2.1. Caracterización del calentamiento global y diferencias respecto a otros fenómenos climatológicos	5
2.2. Efecto invernadero natural y antropogénico	7
2.3. Consecuencias del cambio climático: aumento de los desastres naturales	10
2.4. Medidas para hacer frente al cambio climático en la Unión Europea y España. 12	
3. REVISIÓN DE LITERATURA	14
4. METODOLOGÍA	17
4.1. Hipótesis	19
4.2. Estadístico	19
5. SELECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS PRELIMINAR	20
5.1. Datos sobre los desastres naturales	20
5.2. Datos sobre el IBEX-35	26
6. RESULTADOS DEL ESTUDIO	30
7. CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	36

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo fin de grado (TFG) se propone realizar un análisis de los desastres naturales ocurridos en España desde el año 2000, y ver su efecto sobre el mercado bursátil español, concretamente en el IBEX-35 por ser el principal índice bursátil de nuestro país. El objetivo es estudiar si la ocurrencia de desastres naturales económicamente relevantes tiene un efecto significativo sobre el funcionamiento de la bolsa, sobre las rentabilidades del IBEX-35.

Aunque los desastres naturales, entendidos como eventos extremos causados por fuerzas de la naturaleza, son muy diversos y abarcan catástrofes que poco tienen que ver unas con otras como pueden ser la tormenta Filomena (desastre meteorológico) o la pandemia del COVID-19 (desastre biológico), en nuestro estudio nos centraremos en aquellos que tengan relación directa con el clima y la meteorología para acotar la muestra. Además, la comunidad científica ha identificado una clara tendencia al aumento tanto en la frecuencia como en la intensidad de la ocurrencia de los desastres naturales relacionada con el proceso del calentamiento global. Como se desarrollará más en profundidad en la sección correspondiente a los datos seleccionados, nos hemos centrado en los desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos por su clara relación con el cambio climático, a diferencia de los biológicos, geológicos y extraterrestres que han sido descartados.

Temporalmente, el estudio se centra en los desastres naturales ocurridos a partir del año 2000 debido a que es el año a partir del cual la base de datos utilizada, EM-DAT, contiene información más fiable acerca de la ocurrencia de desastres. De esta manera, para realizar el análisis hemos utilizado una total de 15 desastres naturales ocurridos en los últimos 23 años y hemos estudiado sus efectos sobre la bolsa española utilizando la metodología de estudio de eventos. Todos los desastres naturales incluidos en este estudio han supuesto un daño superior a 100 millones de dólares en la economía. Con este criterio tratamos de asegurar que trabajamos con desastres naturales de cierta magnitud, ya que para que un desastre tenga un efecto empírico en los mercados, debe ser de una magnitud que pueda causar directamente daño a la capacidad de producción nacional y a la infraestructura pública, y afectar a un número sustancial de personas.

Cabe destacar que la importancia de este trabajo recae en la relación de los desastres naturales con el fenómeno del cambio climático porque, en caso de que el resultado muestre que los desastres naturales sí tienen efectos sobre la rentabilidad del

IBEX-35, en última instancia dichos efectos podrán ser atribuidos al cambio climático.

Precisamente por esa relación que existe entre el fenómeno del calentamiento global y la mayor ocurrencia e intensidad de los desastres naturales dedicamos la segunda sección a exponer en qué consiste el cambio climático, cuál es la composición atmosférica, cuál es el papel del ser humano en su producción y qué consecuencias provoca, centrándonos precisamente en los desastres naturales y sus efectos en la vida y en la economía. También hemos dedicado unas líneas a las medidas que han adoptado tanto la Unión Europea como España para tratar de frenar el cambio climático y mitigar sus consecuencias.

En cuanto a la literatura analizada respecto de este tipo de estudios, que comentaremos más detalladamente en la sección 3, esta nos muestra conclusiones diversas dependiendo de la naturaleza de los desastres naturales estudiados y las particularidades de los aspectos económicos sobre las que se analizan los efectos (periodo en el que se realiza el análisis, la región geográfica sobre la que recae, el nivel de desarrollo económico de la región afectada, entre otros).

En cuanto a nuestro análisis, los resultados obtenidos nos conducen a conclusiones claras: no podemos afirmar que las variaciones en la rentabilidad del IBEX-35 producidas en los días posteriores al evento se deban inequívocamente a los desastres naturales considerados en el estudio. De hecho, los resultados obtenidos de la realización de los contrastes estadísticos revelan que las rentabilidades del IBEX-35 los días posteriores al evento son, en media a través de todos los desastres naturales, estadísticamente iguales a la rentabilidad media realizada el año anterior a ocurrir el evento.

A pesar del resultado obtenido, realizar este trabajo ha contribuido a generar una mayor consciencia con los efectos del calentamiento global y comprender que el cambio climático es una realidad que no sólo nos afecta a nivel climatológico y medioambiental, sino que tiene consecuencias en otros ámbitos económicos.

El estudio desarrollado ha supuesto un primer contacto con la metodología de estudio de eventos a nivel práctico, que se ha podido llevar a cabo gracias a las asignaturas impartidas en el grado de Administración de Empresas en las que hemos tenido la ocasión de trabajar con el programa R-Commander, herramienta útil para la realización de contrastes de hipótesis. Por otro lado, también ha sido de gran utilidad el conocimiento adquirido sobre el funcionamiento de Excel, sobre todo para la elaboración de las tablas,

figuras y gráficos que acompañan las explicaciones del estudio. Finalmente, los conocimientos adquiridos en las asignaturas Estadística I, Estadística II y Econometría han sido de gran ayuda para entender los pasos a realizar en la implementación del estudio de eventos, así como para entender los contrastes a realizar.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 abordaremos una explicación sencilla del cambio climático, en qué consiste exactamente, a qué se debe, cuáles son sus consecuencias y por qué los desastres naturales están tan relacionados a él, además de una breve exposición de las medidas de lucha contra dicho fenómeno a nivel europeo y nacional. En la sección 3 expondremos las conclusiones de artículos de investigación previos que han analizado el impacto de los desastres naturales sobre mercados financieros, riesgo de crédito soberano y sectores concretos. En la sección 4 aparece detallada la metodología de estudio de eventos que hemos utilizado para realizar el análisis. En la sección 5 están contenidos los datos sobre desastres naturales y los relativos al rendimiento del IBEX-35 que empleamos para realizar el estudio y un breve análisis estadístico descriptivo previo de ambas muestras. En la sección 6 exponemos y comentamos los resultados obtenidos del estudio y, finalmente, en la sección 7 reflejamos las conclusiones.

2. LOS DESASTRES NATURALES COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En esta sección del estudio haremos una exposición de conceptos relacionados con el calentamiento global y el consecuente cambio climático del que estamos siendo testigos desde hace varias décadas. Para ahondar aún más en la problemática, veremos cuál es la contribución del ser humano en el cambio climático. La razón de ello es que, como veremos más adelante, es a estos fenómenos a los que se atribuye el aumento de la intensidad y frecuencia de los desastres naturales, que son el objeto de estudio de nuestro análisis.

2.1. Caracterización del calentamiento global y diferencias respecto a otros fenómenos climatológicos

Para abordar el concepto del calentamiento global y explicar su dinámica de una

manera sencilla, primero es necesario exponer términos relacionados, como el tiempo meteorológico y el clima.

El tiempo meteorológico se refiere a las condiciones atmosféricas de un lugar específico en un momento determinado. Incluye factores como la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la presión atmosférica, la visibilidad y las condiciones de precipitación en un momento particular.

El clima de un determinado lugar es el conjunto de condiciones meteorológicas medias que lo caracterizan y se mantienen relativamente constantes a lo largo de un periodo extenso de tiempo. A diferencia del tiempo meteorológico que puede experimentar cambios repentinos en unas pocas horas, los cambios en el clima evolucionan a lo largo de lapsos de tiempo mucho más extensos. Ejemplo de ello son las glaciaciones.

Ahora bien, aunque el clima no sea un concepto estanco, el cambio climático del que estamos siendo testigos dista mucho de los ocurridos hace millones de años por diversas razones. Se diferencian, principalmente, en su origen, duración, ritmo y efectos.

Las glaciaciones tienen orígenes naturales y cíclicos. Fueron causadas por cambios en la órbita del planeta, variaciones en la inclinación de su eje y fluctuaciones en la cantidad de energía solar que llega a la Tierra. Son fenómenos climatológicos que se desarrollan a lo largo de miles de años por lo que los cambios en la temperatura que suponen son más graduales. El efecto que tienen es un enfriamiento global, las regiones polares y montañas se cubren de extensas capas de hielo, modificando la geografía de las zonas afectadas.

En contraposición, el calentamiento global del que somos testigos desde ya varias décadas no es completamente natural, sino que en gran medida tiene origen antropológico. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)¹ lo define de la siguiente manera: “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo

¹ Una de las tres convenciones que se crearon tras la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, en 1992, con una participación prácticamente universal (197 países y una organización de integración regional - la UE-la han ratificado) y es el principal foro de Naciones Unidas donde se negocia sobre cambio climático. Fue adoptada en mayo de 1992, y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. España la firmó en junio de 1992, y la ratificó en diciembre de 1993.

comparables.”

Gracias al calentamiento global, la variación del clima esperada y considerada como normal se ve acelerada. Se trata de un fenómeno mucho más rápido que las glaciaciones, por lo que los cambios en las temperaturas se han observado en periodos de tiempo mucho más cortos que las glaciaciones. La velocidad vertiginosa a la que se está desarrollando este cambio climático hace muy difícil para la naturaleza, los animales y la sociedad adaptarse a las nuevas condiciones y genera consecuencias extremas a escala mundial.

2.2. Efecto invernadero natural y antropogénico

Una manera sencilla y resumida de exponer la mecánica terrestre, es decir que la superficie de nuestro planeta se calienta por absorción de radiación solar y se enfría a través de emisión de radiación infrarroja, evaporación y por el flujo de calor sensible (Muñoz Merodio, 2023).

En la atmósfera hay gases de efecto invernadero (en adelante: GEI) que actúan como aislante térmico ya que limitan la salida de radiación infrarroja gracias a la cual el planeta se enfría. Sin embargo, no interfieren en la entrada de radiación solar visible. Este hecho en sí no es perjudicial, sino lo contrario. El aislamiento térmico que generan los GEI es uno de los factores que posibilita la vida en la Tierra ya que de no estar presentes en la composición atmosférica el planeta tendría una temperatura media de -18°C (Peixoto y Oort, 1992). Gracias a la presencia de los GEI la temperatura terrestre aumenta unos 33°C hasta alcanzar aproximadamente una media de 15°C .

Ahora bien, este es el efecto invernadero natural que no es problemático. Sin embargo, cuando a la ecuación se añaden las emisiones de GEI antropogénicas² el resultado es el calentamiento global que está causando el cambio climático. Si la atmósfera recibe mayor cantidad de GEI que la cantidad que puede perder gracias a los procesos naturales, la balanza se vuelve positiva y la concentración de GEI aumenta.

Tal y como se recoge en el informe de AEMET (2016), en la composición atmosférica se encuentran los siguientes GEI: óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), vapor de agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). Desde el año 1759 se ha observado un

² Se denomina antropogénicas a las emisiones de GEI producidos por los humanos.

incremento significativo en las concentraciones de estos gases, superando los niveles preindustriales. En concreto, las concentraciones de óxido nitroso se han incrementado en un 21%, las de dióxido de carbono en un 43% y las de metano en un impresionante 154% (Boletín OMM GEI, 2015).

En 2013 el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) constató en su Quinto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo I (WGI) que se habían alcanzado los niveles más altos de GEI de los últimos 800.000 años y expone que “es extremadamente probable que las actividades humanas han causado más de la mitad del incremento de temperatura superficial global media observado entre 1951 y 2010.”

Dicho informe identificó las actividades antropogénicas que más contribuyen al calentamiento global: la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la generación de energía, transporte, industria y calefacción; la deforestación y cambios en el uso del suelo; ciertas prácticas agrícolas y algunos procesos industriales, así como la gestión de residuos.

A continuación, vamos a exponer qué actividades contribuyen más a la emisión de cada uno de los GEI contenidos en la atmósfera y, en consecuencia, responsables del calentamiento global.

Las investigaciones han demostrado que de la totalidad de óxido nitroso que se encuentra en la atmósfera, un 40% se debe a emisiones antropogénicas. La actividad humana que más contribuye a ello es la agricultura, especialmente el uso de fertilizantes nitrogenados. Otras actividades de este sector que contribuyen son la gestión de estiércol y residuos orgánicos. Sin embargo, el sector agrícola no es el único responsable pues algunos procesos industriales como la producción de ácido nítrico y la fabricación de nylon tan utilizado en la industria textil también contribuyen a la emisión de óxido nitroso. Por último, aunque su contribución a la concentración de óxido nitroso es menor que a la de dióxido de carbono, la quema de combustibles fósiles también se encuentra entre las actividades humanas que emiten este gas.

Respecto del metano la evidencia científica muestra que el 60% de la concentración de este gas se debe a la actividad humana. Igual que respecto del óxido nitroso, el sector con mayor contribución a las emisiones de metano es el agrícola. Concretamente, por la digestión de rumiantes como las vacas y ovejas y la gestión de

estiércol. Los combustibles fósiles también tienen un papel en la concentración de metano, pero esta vez no se debe a su combustión, sino a su extracción y transporte que pueden liberar este gas. Otra actividad humana que genera una importante cantidad de metano es la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos en los vertederos.

Sin duda el componente más preocupante es el dióxido de carbono debido a su permanencia en la atmósfera más duradera que la de los otros GEI. El ciclo natural del CO₂ finaliza por su absorción a través del océano y la biosfera. Sin embargo, el aumento de su concentración ha vuelto imposible su absorción total por lo que aproximadamente la mitad del dióxido de carbono emitido permanece en la atmósfera a largo plazo (durante siglos).

Desde la revolución industrial las emisiones anuales antropogénicas de CO₂ se deben principalmente a la quema de carbón, petróleo y gas natural al igual que la combustión de gasolina y diésel para el transporte terrestre, aéreo y naval. La industria también contribuye a las emisiones de dióxido de carbono a través de actividades como la producción de acero y cemento y algunos procesos industriales químicos. Otra actividad humana que contribuye al aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera es la tala de bosques y la consecuente conversión de las tierras forestales en tierras de cultivo o urbanización.

Finalmente, y a pesar de ser el gas que más contribuye al efecto invernadero, el vapor de agua que hay en la atmósfera no se debe a emisiones antropogénicas, sino a las condiciones meteorológicas (concretamente, a la temperatura). En este sentido es interesante mencionar el fenómeno del deshielo que es tanto causa como consecuencia del aumento de la temperatura. El hielo se derrite porque la temperatura ha aumentado y al derretirse la superficie con nieve o hielo disminuye, lo cual hace disminuir el albedo³ y, por ende, se absorbe más radiación solar que tiene como efecto el aumento de la temperatura. Se trata de un proceso circular.

En resumen, la Tierra está recibiendo más calor que el que irradia al espacio exterior debido a diversas actividades humanas identificadas, que resultan en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esto provoca el aumento de la temperatura

³ Medida de la reflectividad de una superficie, es decir, la cantidad de luz solar que es reflejada por un objeto o una superficie en comparación con la cantidad de luz que incide sobre ella. Se expresa como un valor porcentual o una fracción del total de la luz solar que llega a la superficie y es reflejada de vuelta al espacio.

global de la Tierra, fenómeno conocido como “calentamiento global”, que es la principal causa del cambio climático observado en las últimas décadas.

2.3. Consecuencias del cambio climático: aumento de los desastres naturales

El cambio climático tiene una amplia gama de consecuencias que afectan el medio ambiente. Según el IPCC WGI 2013 “el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes [...]. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado.”

Sin quitarle importancia a todos estos efectos, vamos a centrarnos en las consecuencias que tiene el cambio climático sobre las empresas y los sistemas económicos, es decir, el riesgo climático. Reboredo y Ugolini (2022) definen el riesgo climático como la combinación del riesgo físico y el riesgo de transición. El primero hace referencia al riesgo que proviene de los desastres naturales. El segundo recoge los cambios regulatorios, tecnológicos o de preferencia del consumidor.

Debido a que el presente estudio se enmarca en el análisis de los efectos de los desastres naturales sobre los mercados financieros, vamos a centrarnos en el riesgo físico.

Los desastres naturales abarcan una amplia gama de fenómenos catastróficos y generalmente inesperados, originados por fuerzas inherentes a la naturaleza. Hablamos de terremotos, huracanes, tsunamis, tornados, inundaciones, sequías, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, entre otros.

Según los informes del IPCC los eventos climáticos extremos no pueden ser directamente atribuidos al cambio climático. Es una conclusión lógica, pues eventos climáticos extremos ha habido y habrá siempre, con o sin cambio climático. Esto es así porque se originan por una compleja interacción de factores de variabilidad natural del clima.

Ahora bien, aun cuando no se pueden atribuir directamente al cambio climático, la comunidad científica ha identificado una clara tendencia al aumento tanto en la frecuencia como en la intensidad de la ocurrencia de los desastres naturales que sí está relacionada con el proceso del calentamiento global (por ejemplo, Francis y Vavrus,

2012; Rahmstorf y Coumou, 2011).

El IPCC publicó un informe especial sobre eventos extremos y desastres (IPCC SREX) en 2012 que concluyó que, a pesar de ser una parte natural del sistema climático, “el cambio climático conduce a cambios en la frecuencia, intensidad, extensión espacial, duración y momento de eventos climáticos extremos, y puede dar lugar a eventos climáticos extremos sin precedentes.”

Diversos estudios avalan estas conclusiones. Hansen et al. (2012) demostraron que los veranos extremadamente cálidos son cada vez más frecuentes y que la superficie terrestre global que experimenta valores atípicos de veranos extremadamente cálidos ha aumentado sustancialmente. Además de la comunidad científica, las compañías aseguradoras (Munich, 2013) así como las bases de datos internacionales (EM-DAT, 2011) avalan el aumento del número de desastres naturales en las últimas décadas.

El IPCC constata, en su Cuarto Informe de Evaluación, lo siguiente respecto de los episodios climáticos extremos: que los días y las noches frías han disminuido a favor de los días y las noches cálidas; la frecuencia de olas de calor ha aumentado en la mayor parte de Europa, Asia y Australia; diversas áreas del hemisferio norte como Eurasia meridional, África septentrional, Canadá y Alaska se ven afectadas por sequías, mientras las lluvias intensas han aumentado en muchas regiones entre ellas Europa y América del Norte.

El Grupo de Trabajo III del IPCC destaca que los impactos del cambio climático varían entre los países en desarrollo y los desarrollados. Los primeros a menudo enfrentan prioridades urgentes distintas, cuentan con instituciones más frágiles y, en general, son más susceptibles a los efectos del cambio climático. En este contexto, África es uno de los continentes más vulnerables a estos cambios por su escasa capacidad de adaptación.

La experiencia habla ya que a lo largo de los siglos el ser humano ha sido testigo del impacto de los desastres naturales y se puede afirmar con certeza que sus consecuencias pueden ser devastadoras. Di Tommaso et al. (2023) constatan que los desastres naturales tienen efectos disruptivos en varios aspectos: suponen la pérdida de vidas humanas lo cual redundará en una disminución del capital humano, generan daños al capital físico (viviendas, vehículos e infraestructuras), originan un flujo migratorio de personas que buscan refugio en lugares más seguros. Todo ello resulta en una interrupción de la actividad económica y aparece la necesidad de establecer un nuevo equilibrio.

En el aspecto más económico, según Chang et al. (2022), los desastres provocan cambios que afectan a las empresas ya sea porque influyen directamente sobre su capacidad de producción o porque alteran la demanda de los productos y servicios que ofrecen. Esto ocurre porque un desastre natural puede impactar destruyendo elementos clave para la producción (mano de obra, activos físicos o capital financiero) o interrumpiendo la cadena de suministro. Después de un desastre, las prioridades de gasto de gobiernos, empresas y hogares cambian como resultado de dicho impacto. Una distinción particularmente bien documentada que se observa en la mayoría de los desastres es la que existe entre los sectores en los que disminuye la demanda (por ejemplo, bienes de lujo, turismo) y aquellos en los que aumenta la demanda (por ejemplo, construcción).

Tal y como apuntan Pagnottoni et al. (2022), los desastres naturales no solo influyen en indicadores macroeconómicos, sino que también tienen repercusiones directas en los mercados financieros nacionales, existiendo la posibilidad de afectar las economías de otros países debido a la interconexión global entre empresas y sistemas financieros.

El objetivo último de este trabajo es arrojar luz sobre la interacción entre los desastres naturales y el comportamiento del mercado financiero en España.

2.4. Medidas para hacer frente al cambio climático en la Unión Europea y España

Siendo el cambio climático un problema evidente desde hace varias décadas, no han sido pocas las medidas que se han adoptado para frenar su aumento e intentar revertir los daños que ha causado y sigue causando. En este sentido, y por centrar nuestro estudio a nivel nacional, haremos mención de las medidas más destacables que han adoptado la Unión Europea y España en las últimas dos décadas.

A nivel europeo, la Unión Europea ha implantado diversas medidas que vinculan a los Estados miembros entre los que se encuentra España. En este sentido podemos mencionar las siguientes tres medidas:

1. El sistema de comercio de derechos de emisión establece límites a las emisiones de GEI en diversos sectores industriales. Se introdujo en 2005 para imponer limitaciones en las emisiones de más de 10.000 instalaciones de elevado uso energético. De esta manera, las industrias afectadas deben adquirir un permiso de

emisión por cada tonelada de CO₂ que emitan a la atmósfera.

2. La política de energías renovables apareció con la Directiva 2009/28/CE que establecía que el 20% de la energía consumida en la Unión Europea tendrían que proceder de fuentes renovables para el año 2020. En 2018 entró en vigor la Directiva 2018/2001 que establecía que al menos el 32% del consumo final de energía y el 14% de los combustibles utilizados para transporte deben proceder de fuentes renovables para el año 2030. Tras varias modificaciones posteriores, en marzo de 2023 se acuerda de manera informal elevar el porcentaje de consumo de energía renovable al 42,5% para el 2030.
3. El Pacto Verde Europeo que la Comisión presentó en 2019 pretende lograr una Europa climáticamente neutra para el año 2050. Entre los aspectos a trabajar para lograr dicho objetivo se enmarcan cambios en el tipo de energía utilizado en los edificios urbanos, la industria, los transportes.

Alineada con los objetivos de la Unión Europea, España también lleva a cabo diversos compromisos que persiguen los mismos objetivos de lucha contra el cambio climático y la transición energética a otras fuentes renovables y menos contaminantes, entre los que destacamos los tres siguientes:

1. Desde 2010 en España se dio comienzo a un proceso de cierre de centrales térmicas de carbón con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ ya que el carbón es el combustible fósil más contaminante. Actualmente quedan cinco centrales en funcionamiento: dos en Asturias, una en Andalucía, una en Galicia y una en las Islas Baleares.
2. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), propuesto por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, busca una reducción de un 23% de las emisiones de GEI respecto al año 1990.
3. Respecto a la movilidad sostenible, en España se han adoptado diversas medidas que disminuyan la emisión de GEI a través de los transportes, como las restricciones a vehículos diésel y gasolina en determinadas ciudades con zonas de bajas emisiones, el incentivo a la transición hacia los vehículos eléctricos (subvenciones, exenciones fiscales, beneficios en peajes) y planes de movilidad urbana sostenible que promuevan el uso del transporte público y la movilidad peatonal y ciclista.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

La interacción entre desastres naturales y los sistemas económicos ha sido un área de creciente interés y relevancia en la investigación económica y financiera debido a la preocupación cada vez mayor por el cambio climático. En este apartado llevaremos a cabo la revisión de algunos artículos de investigación previos que se han dedicado a examinar y analizar este ámbito, la metodología que han utilizado para ello, y las conclusiones a las que han llegado.

Existen diferentes enfoques respecto a la influencia de los desastres naturales, pues hay estudios que analizan sus efectos sobre un sector concreto, sobre el riesgo de crédito soberano de un país o sobre la inversión, entre otros.

Ahora bien, centrándonos en el caso de los mercados financieros, existe una extensa lista de estudios que analizan el impacto de los desastres naturales sobre las acciones, su volatilidad, la confianza de los inversores y las estrategias que adoptan para negociar.

Worthington y Valadkhani (2004) fueron pioneros en este campo y estudiaron el impacto de 42 tormentas, inundaciones, ciclones, terremotos e incendios forestales sobre el mercado de capital australiano entre 1982 y 2002 utilizando un análisis de intervención. Las conclusiones a las que llegaron constatan que los incendios forestales tienen efectos positivos sobre los rendimientos del mercado australiano, los ciclones y terremotos negativos, y las tormentas e inundaciones no tienen efecto. Especifican que los efectos son percibidos el día del evento y presentan ciertos ajustes en los días siguientes.

Lee et al. (2007) fueron los primeros en analizar si hubo efecto contagio⁴, entre 26 mercados bursátiles y de divisas internacionales, a raíz del tsunami en el sureste asiático ocurrido el 26 de diciembre de 2004, utilizando el método del coeficiente de correlación. Los resultados demostraron que los efectos del tsunami no se propagaron a otros mercados financieros, descartando así la existencia del efecto contagio respecto de ese evento concreto, aunque sí se dio respecto de algunos tipos de cambio.

Ferreira y Karali (2015) analizaron el impacto inmediato de los 24 terremotos más grandes ocurridos entre 1994 y 2011 sobre los rendimientos de índices de mercado de

⁴ Definido como: “Aumento significativo en la co-movilidad del mercado después de un impacto en un país” por Forbes y Rigobon (2002). Según esta definición, el efecto contagio no ocurre si dos mercados muestran un alto grado de co-movilidad tanto durante períodos de estabilidad como de crisis (Lee et al., 2007).

valores agregados de 35 mercados financieros diferentes utilizando la metodología de estudio de eventos. Los resultados demuestran que los mercados financieros globales son resilientes a los terremotos, con la excepción de Japón cuyo mercado financiero sí se ve afectado por estos desastres naturales en términos de volatilidad.

Bourdeau-Brien y Kryzanowski (2017) han estudiado el impacto de los desastres naturales ocurridos en Estados Unidos sobre la volatilidad de la rentabilidad del mercado de valores. Utilizando la metodología de estudio de eventos (GARCH) concluyeron que la volatilidad aumenta después de huracanes, inundaciones y episodios de temperaturas extremas, mientras que los tornados, granizos, tormentas eléctricas y demás eventos similares tienen efecto neutro sobre la volatilidad.

Otro estudio que se centra en un tipo de desastre natural específico es el de Lanfear et al. (2019) que analiza los efectos de 39 huracanes del Atlántico norte ocurridos en Estados Unidos entre 1990 y 2017 sobre diferentes aspectos de los valores negociados en los mercados NYSE, NYSE MKT y NASDAQ utilizando la metodología de estudio de eventos. Las conclusiones demuestran la existencia de efectos anormales sobre los valores de alto *momentum* y crecimiento, pues son los más susceptibles a tener un rendimiento negativo ante la ocurrencia de un huracán.

Más recientemente, Pagnottoni et al. (2022) estudian los efectos de 104 desastres naturales biológicos, climatológicos, geofísicos, hidrológicos y meteorológicos sobre 27 mercados de valores entre 2001 y 2019 utilizando la metodología de estudio de eventos. Sus conclusiones recogen impactos heterogéneos de estos desastres naturales sobre los mercados financieros teniendo los biológicos (climáticos) un impacto positivo (negativo).

Wang y Kutan (2013) centraron su investigación del impacto de los desastres naturales en la industria del seguro de Japón y Estados Unidos. Para ello utilizaron la metodología GARCH y concluyeron que los desastres naturales afectan significativamente el sector del seguro.

En resumen, podemos ver cómo los resultados de los estudios anteriores muestran diferentes conclusiones dependiendo de la naturaleza de los desastres naturales estudiados y de las particularidades de los mercados financieros observados. Los distintos tipos de desastres naturales tienen dinámicas distintas que afectan de manera diferente al sistema económico. La respuesta del mercado financiero también puede variar según la región geográfica y el desarrollo económico. Podemos decir que se trata de un ámbito de estudio

complejo y variable.

Si bien los trabajos anteriores se han centrado en analizar el efecto de los desastres naturales en el mercado de acciones de distintas zonas geográficas, existe una nueva línea de trabajos que analizan el impacto en el riesgo de crédito soberano. En este sentido, Klomp (2015) estudió el impacto de más de 380 desastres naturales sobre el riesgo crediticio soberano de los países emergentes entre 1999 y 2010 utilizando un panel heterogéneo dinámico. Los resultados de este estudio fueron que los desastres naturales considerados sí que tienen un impacto negativo significativo a corto y largo plazo sobre el riesgo crediticio soberano, de manera que los inversores perciben los desastres naturales como un impacto adverso que hace que la deuda gubernamental sea menos sostenible y eventualmente desencadene un incumplimiento soberano.

En la misma línea, Di Tommaso et al. (2023) recientemente han publicado el primer estudio que analiza el impacto inmediato (a corto plazo) de los desastres naturales en el riesgo crediticio soberano de 17 países europeos en el periodo comprendido entre 2007 y 2021. Para observar la reacción del mercado de CDS han utilizado la metodología de estudio de eventos. Han realizado el estudio por tipos de desastres naturales con el objetivo de comprobar cuál tiene un mayor efecto sobre el riesgo de crédito de un país. Las conclusiones a las que han llegado son que, a pesar de que los desastres geológicos y climatológicos ocurren con menor frecuencia que los meteorológicos e hidrológicos, tienen un efecto negativo más significativo sobre el riesgo de crédito de un país. Además, los resultados muestran que los países del sur y del este de Europa son los que están más expuestos a que su riesgo crediticio se vea afectado por la ocurrencia de desastres naturales. También han demostrado que todo esto se traslada al sistema europeo en forma de inestabilidad financiera.

El estudio que se va a realizar en el presente trabajo pretende contribuir a la lista de estudios enfocados en los efectos de los desastres naturales sobre el mercado de acciones. Concretamente, los efectos de los desastres naturales ocurridos en España sobre el IBEX-35.

De los anteriormente comentados, Pagnotoni et al. (2022) es el único que incluye España en su muestra de países. Sus análisis muestran que el IBEX-35 ha sufrido de los mayores impactos negativos debido a los desastres meteorológicos, particularmente por tormentas y temperaturas extremas. Dicho estudio también analiza el impacto de los desastres naturales ocurridos en un lugar geográfico determinado, por ejemplo el

continente europeo, sobre los 27 mercados de valores seleccionados para el estudio. Para el caso del IBEX-35, debido a los lazos comerciales de las empresas que lo componen, constatan que se ve afectado negativamente por los desastres que ocurren en otros países de Europa y Asia. En este sentido mencionan las empresas Endesa y Naturgy Energy Group, principalmente dedicadas a la producción y distribución de gas natural, electricidad y energías renovables, que operan directa o indirectamente en otros países europeos como Alemania, Portugal, Italia, Francia y Reino Unido.

Al igual que muchos de los estudios mencionados, utilizaremos la metodología de estudio de eventos y analizaremos los resultados obtenidos para comprobar si existe evidencia que nos permita afirmar que los desastres naturales seleccionados tienen impacto (positivo o negativo) sobre las rentabilidades del mercado bursátil español.

4. METODOLOGÍA

Muchos estudios financieros y conductuales han empleado metodologías de estudios de eventos para evaluar el impacto de desastres poco comunes en los mercados financieros internacionales (Pagnottoni et al., 2022).

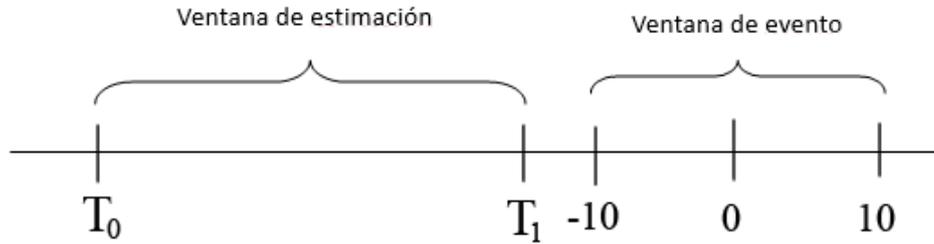
El estudio de eventos tiene como objetivo analizar cómo ciertos sucesos influyen en el comportamiento de una variable específica. En el presente estudio se estudiará el efecto que tienen los desastres naturales ocurridos en España sobre el rendimiento del índice bursátil de referencia, el IBEX-35.

Para este propósito seguimos la metodología tradicional de estudio de eventos (Khotari y Warner, 2006). El primer paso consiste en calcular las rentabilidades anormales diarias como la diferencia entre la rentabilidad actual y la rentabilidad media anual del año anterior:

$$AR_t = R_t - K_t$$

donde AR_t es la rentabilidad anormal del IBEX-35 en un día determinado t , R_t es la rentabilidad del IBEX-35 en t y K_t es la rentabilidad normal en t , aproximada por la media de las rentabilidades del IBEX-35 de un año anterior al día $t-11$; de manera que la rentabilidad normal es la rentabilidad esperada del IBEX-35 aproximada por su rentabilidad media histórica.

Visto esquemáticamente, las ventanas temporales en las que se lleva a cabo el presente estudio de eventos son las siguientes:



donde la ventana de evento comprende los días en lo que se va a realizar el análisis de eventos, siendo 0 el día en el que se produce el desastre natural⁵ y -10, 10 los límites de la ventana que comprenden 10 días antes y 10 días después de que ocurra el evento. La ventana de estimación es la que utilizamos para estimar la rentabilidad normal (K_t) que comprende un año de rentabilidades realizadas antes de la ventana de evento, y por tanto va de T_1 (11 días antes de la ocurrencia del evento) a T_0 (252 días antes de T_1), para lo que seguimos la convención estándar de considerar 252 días de negociación en un año.

Dado el nivel de eficiencia relativa de los mercados de valores, el impacto de los riesgos naturales debería reflejarse en los rendimientos bursátiles a corto plazo. Para comprobar si esto se cumple observamos si hay presencia de rendimientos anormales en una ventana de 21 días alrededor de la ocurrencia de cada desastre natural. Dichos rendimientos anormales son una expresión de las variaciones esperadas en la rentabilidad futura que surgen a raíz de la ocurrencia del riesgo (Pagnottoni et al., 2022).

Una vez calculadas las rentabilidades anormales, el segundo paso consiste en calcular para cada desastre natural $e = 1, \dots, E$, el rendimiento anormal medio (AAR, Average Abnormal Return) de la ventana $[-10, 10]$ alrededor del evento, calculando la media de los rendimientos anormales (AR) a través de los E eventos, en cada día t de la ventana:

$$AAR_t = \frac{1}{E} \sum_{e=1}^E AR_{e,t}$$

Por tanto, los AAR_t recogen el impacto que en términos medios tienen los desastres

⁵ En eventos que se prolongan a lo largo de varios días se tomará como referencia el primer día de su ocurrencia.

naturales en el rendimiento del IBEX-35 en cada uno de los días de la ventana [-10, 10] considerada.

Por último, dada una ventana $[t_1, t_2]$ comprendida dentro de la ventana del evento [-10,10], calculamos, para cada evento e , el rendimiento anormal acumulado (CAR, Cumulative Abnormal Return) para dicha ventana:

$$CAR(t_1, t_2)_e = \sum_{e=1}^E AR_e$$

así como el CAR medio a través de todos los eventos:

$$ACAR(t_1, t_2) = \frac{1}{E} \sum_{e=1}^E CAR(t_1, t_2)_e$$

4.1. Hipótesis

Para analizar si la ocurrencia de desastres naturales en España afecta a la rentabilidad del IBEX-35 realizamos los siguientes contrastes de hipótesis:

- Contraste (1): $H_0: AAR_t = 0$
 $H_1: AAR_t \neq 0$

Si se rechaza la hipótesis nula y el $AAR_t > 0$ (< 0), podremos concluir que la ocurrencia de desastres naturales tiene un efecto positivo (negativo) sobre la rentabilidad del IBEX-35 en el día t , lo que implica en media un aumento (disminución) de su rentabilidad.

- Contraste (2): $H_0: ACAR(t_1, t_2) = 0$
 $H_1: ACAR(t_1, t_2) \neq 0$

Si se rechaza la hipótesis nula y el $ACAR(t_1, t_2) > 0$ (< 0), podremos concluir que la ocurrencia de desastres naturales tiene un efecto positivo (negativo) sobre la rentabilidad del IBEX-35 en la ventana $[t_1, t_2]$, ventana comprendida en la ventana del evento [-10,10].

4.2. Estadístico

Cuando realizamos el test de hipótesis para comprobar si se rechaza o no la hipótesis nula H_0 utilizaremos el test t de Student en los dos contrastes planteados

anteriormente. Concretamente, en el primer contraste el estadístico vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Est_1 = \frac{AAR_t}{\sigma AR \sqrt{E}}$$

donde σAR es la desviación típica de los AR_t calculados previamente para cada uno de los desastres naturales $e = 1, \dots, E$ en cada día t de la ventana de evento $[-10,10]$.

En el segundo contraste el estadístico a utilizar corresponde a la siguiente expresión:

$$Est_2 = \frac{ACAR_{(t_1,t_2)}}{\sigma CAR_{(t_1,t_2)}/\sqrt{E}}$$

donde $\sigma CAR_{(t_1,t_2)}$ es la desviación típica de los $CAR_{(t_1,t_2)}$ calculados previamente para cada uno de los eventos $e = 1, \dots, E$ en cada ventana $[t_1,t_2]$.

En ambos casos, el estadístico Est_i sigue una distribución t-Student con $E-1$ grados de libertad.

5. SELECCIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS PRELIMINAR

Para realizar el análisis empírico y ver si realmente hay influencia de los desastres naturales que ocurren en España y los cambios que sufre la rentabilidad del mercado financiero hemos tenido que combinar distintas fuentes electrónicas de datos.

5.1. Datos sobre los desastres naturales

Para recabar datos sobre los desastres naturales que han ocurrido y ocurren en España consultamos, en línea con la literatura relacionada (Di Tommaso et al., 2023; Pagnottoni et al., 2022; Klomp, 2015;), la base de datos internacional de catástrofes EM-DAT, la cual es actualizada periódicamente por el Centro de Investigación sobre Epidemiología de Desastres (CRED) en la Escuela de Salud Pública de la Université Catholique de Louvain en Bruselas, Bélgica. Esta base de datos es un repositorio global de información sobre desastres⁶ naturales y tecnológicos, que contiene datos esenciales

⁶ Definición de “desastre” según EM-DAT: “Una situación o evento que supera la capacidad local, requiriendo una solicitud a nivel nacional o internacional para obtener asistencia externa; un evento inesperado y a menudo repentino que causa gran daño, destrucción y sufrimiento humano.” Fuente:

acerca de más de 17.000 desastres ocurridos en todo el mundo desde 1900 hasta la fecha presente.

El propósito de este estudio nos obliga a centrarnos en los desastres naturales, desechando la información que contiene EM-DAT respecto de los desastres tecnológicos que puede ser muy útil para otro tipo de investigaciones. Siguiendo la Clasificación de Peligros y Glosario de Riesgos del IRDR⁷, la categoría de desastres naturales se subdivide en 6 tipos en función del suceso que los origina. Así tenemos desastres geofísicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos, biológicos y extraterrestres.

Nuestro estudio y su inevitable vinculación con el cambio climático nos obliga a descartar de la selección de eventos los desastres biológicos, extraterrestres y geológicos porque las causas de su ocurrencia no están relacionadas con el calentamiento global. Los primeros son causados por “la exposición a organismos vivos y/o sus sustancias tóxicas (por ejemplo, veneno o moho) o enfermedades transmitidas por vectores que puedan transportar”, los segundos por “asteroides, meteoroides y cometas a medida que pasan cerca de la Tierra, entran en la atmósfera terrestre y/o impactan en la Tierra, así como por cambios en las condiciones interplanetarias que afectan la magnetosfera, ionosfera y termosfera de la Tierra”, y los últimos se conciben como peligros que “se originan en la Tierra sólida”.⁸

Por ello, hemos extraído de EM-DAT únicamente los desastres climatológicos (“un peligro causado por procesos atmosféricos de larga duración, a escala meso a macro, que abarcan desde la variabilidad climática intraestacional hasta la variabilidad climática multidecadal”), hidrológicos (“un peligro causado por la ocurrencia, movimiento y distribución de agua dulce y salina en la superficie y subsuperficie”) y meteorológicos (“un peligro causado por condiciones meteorológicas extremas y atmosféricas de corta duración, a escala micro a meso, que persisten desde minutos hasta días”), ya que presentan una clara relación con el cambio climático.

Así, hemos extraído la lista de desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos ocurridos en España entre el 1 de enero del 2000⁹ y el 1 de noviembre de 2023 (fecha en la que se descargaron los datos para el presente TFG). EM-DAT nos ha

<https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/general-definitions-and-concepts/>

⁷ Integrated Research on Disaster Risk

⁸ Fuente: <https://doc.emdat.be/docs/data-structure-and-content/glossary/biological-hazards/>

⁹ Acotamos el estudio al 2000 porque el propio EM-DAT avisa que los datos sobre la ocurrencia de desastres naturales anterior a ese año pueden estar sesgados.

generado un archivo de Excel que presenta una lista de 55 eventos, pero no todos ellos reflejan el dato respecto a la pérdida económica directa o indirecta que han supuesto, lo cual nos deja con una muestra de 21 eventos.

Para quedarnos con los eventos económicamente disruptivos¹⁰ seguiremos el criterio que utilizan Worthington y Valadkhani (2004): tener en cuenta únicamente los desastres naturales que han supuesto una pérdida económica total superior a 100 millones de dólares. Aplicando este criterio nos quedamos con una muestra de 15 eventos. Tal y como apuntan Klomp (2014) o Gassebner et al. (2010), entre otros, realizar este filtro previo de los datos es crucial.

Según las afirmaciones de Klomp (2014) respecto de los desastres registrados en la base de datos EM-DAT, solo el 10% de los desastres implican la muerte de más de 100 personas y una proporción igualmente pequeña de desastres involucra lesiones a más de 100 personas. En base a esto, el autor argumenta que es de esperar que muchos de los desastres incluidos en EM-DAT no tengan ningún efecto en los mercados financieros, porque no llegan a afectar a un número sustancial de personas y así causar un daño directo en la capacidad de producción nacional.

En la Tabla 1 observamos la secuencia de desastres naturales seleccionados para este estudio que abarcan el periodo entre el 20 de octubre del 2000, cuando se produjo el primer evento de la serie (inundación que afectó a la ciudad de Amposta en Tarragona, Zaragoza, Teruel, Albacete, zonas de la Comunidad Valenciana y a la Región de Murcia), y el 2 de septiembre de 2021 cuando se dio por finalizado el último evento (inundación que afectó a Tarragona, Castellón y Toledo).

En este periodo temporal, el 46,67% de los desastres naturales ocurridos en España han sido hidrológicos (7), el 40% meteorológicos (6), y tan solo el 13,33% de los desastres naturales han sido climatológicos (2). Dentro de estas categorías, todos los desastres naturales hidrológicos sucedidos han sido algún tipo de inundación (inundación repentina, inundación fluvial). Entre los desastres meteorológicos, todos excepto uno (ola de calor) han sido tormentas en sus distintas formas (tormentas extra tropicales, tormentas de nieve). Los dos desastres climatológicos, que además se suceden en la serie, han sido incendios forestales.

¹⁰ Cualquier evento de impacto o factor estresante que cause un impacto económico sustancial.

Tabla 1. Desastres naturales ocurridos en España entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023.

El panel A de la tabla recoge en orden cronológico los 15 desastres naturales ocurridos en España entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023 que satisfacen el criterio de ocasionar un daño económico superior a 100 millones de \$. La fecha mostrada es la del primer día en el que se produjo el desastre, aunque cabe señalar que hay algunos que se prolongaron a lo largo de varios días. Para calcular el porcentaje del PIB que representaron cada uno de estos desastres se han utilizado datos del Fondo Monetario Internacional de finales de cada uno de los años en los que se producen los desastres. El panel B recoge la información para cada categoría de desastre natural. Para el cálculo del porcentaje y la media de muertes por categoría de desastre natural se excluye el dato extremo correspondiente a la ola de calor del 1 de agosto de 2003. El número de afectados incluye los datos contenidos en las columnas “Nº de afectados” y “Nº de heridos” del panel A.

Panel A:

Categoría	Subtipo	Fecha	Nº muertes	Nº heridos	Nº afectados	Daño total (miles de \$)	% PIB
Hidrológico	Inundación	20/10/2000	8		500	127.463	0,02%
Meteorológico	Tormenta	10/11/2001	10			119.001	0,02%
Hidrológico	Inundación	31/03/2002	6	50		141.548	0,02%
Meteorológico	Temperaturas extremas	01/08/2003	15.090			1.399.971	0,14%
Climatológico	Incendio	18/07/2005	11	1		3.072.033	0,28%
Climatológico	Incendio	04/08/2006	4			956.684	0,07%
Hidrológico	Inundación	23/05/2007	1		550	564.583	0,04%
Meteorológico	Tormenta	23/01/2009	14			2.591.834	0,17%
Meteorológico	Tormenta	27/02/2010	3			456.318	0,03%
Hidrológico	Inundación	28/09/2012	10	35	600	503.492	0,04%
Hidrológico	Inundación	09/10/2018	13			174.819	0,01%
Hidrológico	Inundación	11/09/2019	7		3.500	2.861.787	0,22%
Meteorológico	Tormenta	19/01/2020	17		2.000	356.191	0,03%
Meteorológico	Tormenta	08/01/2021	5			2.052.053	0,01%
Hidrológico	Inundación	29/08/2021	2		150	113.403	0,15%
Total	-	-	15.201	86	7.300	15.491.180	-

Panel B:

Categoría	% desastres	% muertes	Media muertes	Nº afectados	% afectados	% coste económico	Media coste económico
Hidrológico	46,67%	42,34%	6,71	5.385	72,91%	28,97%	641.013,57
Meteorológico	40,00%	44,14%	8,17	2.000	27,08%	45,03%	1.162.561,33
Climatológico	13,33%	13,51%	7,50	1	0,01%	26,01%	2.014.358,50
Total	100%	100%	7,46	7.386	100%	100%	1.272.644,47

Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de la base de datos pública EM-DAT.

Si analizamos la distribución temporal vemos que de media suceden 0,7 desastres

naturales económicamente relevantes por año. Hay que tener en cuenta que desde el año 2000 hasta el 2012 ha sucedido un desastre por año (excepto en los años 2004, 2008 y 2011 durante los cuales no se producen eventos) y después la muestra se interrumpe hasta el año 2018 cuando vuelve a suceder un desastre, al igual que en los dos siguientes años y, por último, el año con más desastres naturales (2) es el último de la serie (2021). Así que no hay grandes picos en la distribución temporal.

En cuanto a su incidencia en la mortalidad, el 99,59% de los fallecimientos suceden debido a desastres meteorológicos. Esto es así porque en la muestra figura una ola de calor que afectó a Andalucía entre el 1 y el 11 de agosto de 2003 que causó 15.090 muertes. Ahora bien, si eliminamos este evento extremo, vemos cómo el reparto se vuelve mucho más equitativo: 44,14% de las muertes se atribuyen a los desastres meteorológicos, 42,34% a los hidrológicos y 13,51% a los climatológicos.

Los datos, exceptuando el caso extremo de la ola de calor, se mueven entre 1 y 17 muertes, es decir, todos han sido mortales en determinada medida. La media de fallecidos más alta es para los desastres meteorológicos al situarse en 8,17 muertes por desastre. También destacan los climatológicos cuya media se sitúa en 7,5 muertes por desastre a pesar de que son únicamente 2. Por último, los hidrológicos, que son los más numerosos en la muestra, han supuesto 6,71 muertes de media. La media de todos los tipos de desastres naturales se sitúa en 7,46 muertes por desastre.

Ahora bien, a pesar de tener una la media de fallecimientos más baja, los desastres hidrológicos son los que mayor número de afectados¹¹ dejan a su paso. En concreto, han supuesto 5.385 afectados (de los cuales el 65% se deben a una inundación que afectó a la Comunidad Valenciana, la Región de Murcia, Castilla - La Mancha, Andalucía y las Islas Baleares entre el 11 y el 16 de septiembre de 2019). Los desastres meteorológicos en total dejan casi 3 veces menos afectados que los hidrológicos, pero todos los 2.000 afectados se han dado en un mismo desastre (la tormenta extratropical “Gloria” que sacudió la Comunidad Valenciana, Castilla y León, Asturias, Andalucía, Islas Baleares, Cataluña, Aragón y la Región de Murcia entre el 19 y el 21 de enero de 2020) lo cual cambia el escenario respecto a si estuviesen repartidos entre los 6 desastres meteorológicos que aparecen en la muestra. Los climatológicos, en cambio, sólo han tenido 1 afectado. Estos

¹¹ Entre los afectados se incluyen personas con lesiones físicas, traumatismos o enfermedades que requieren asistencia médica inmediata debido al desastre y personas que requieren asistencia inmediata debido al desastre.

datos suponen un reparto porcentual de los afectados por categoría de desastres naturales con 72,91% atribuidos a los desastres hidrológicos, 27,08% a los meteorológicos y tan solo un 0,01% a los climatológicos.

En conjunto, los 15 desastres naturales seleccionados han supuesto un coste total de casi 15.500 millones de dólares. La muestra de desastres naturales económicamente relevantes oscila entre unos costes totales de 113,4 millones de dólares para la inundación repentina del 29 de agosto de 2021 y los 3.072 millones de dólares para el incendio forestal del 18 de julio de 2005. Económicamente, el conjunto de los desastres meteorológicos es el más costoso pues representan el 45,03% del coste total de los 15 desastres naturales seleccionados. Los hidrológicos y climatológicos muestran proporciones parecidas (28,97% y 26,01%) aunque es preciso recordar que los hidrológicos son 6 frente a los climatológicos que son solo 2. Esto convierte a los climatológicos en el tipo de desastre natural más costoso en media, pues suponen 2.014 millones de dólares de daño económico por desastre. Son seguidos por los meteorológicos que en media tienen un coste de 1.162 millones de dólares y, finalmente, los menos costosos son los hidrológicos que tienen un coste medio de 641 millones de dólares por desastre. La media de las 3 categorías de desastres naturales es de 1.272 millones de dólares.

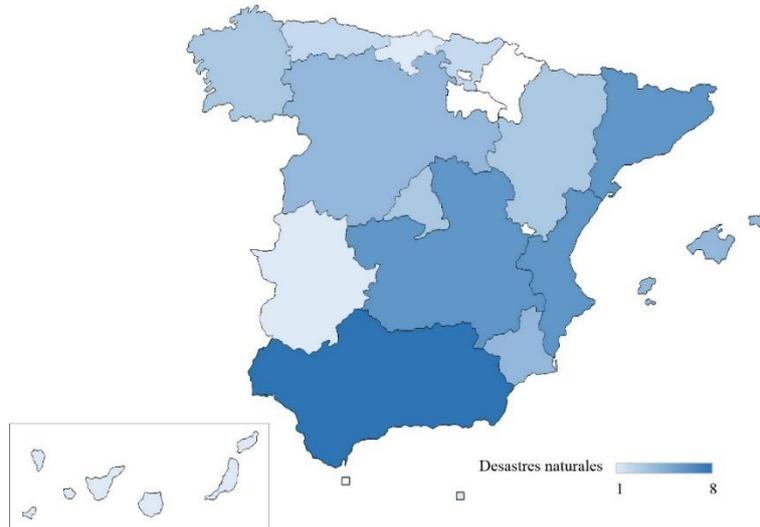
La Figura 1 recoge la distribución geográfica de los 15 desastres naturales recogidos en la muestra. Vemos que Andalucía es la comunidad autónoma más afectada, ya que 8 de ellos (el 53%) han sucedido en la zona geográfica de dicha comunidad. La clasificación continúa con Cataluña, la Comunidad Valenciana y Castilla La Mancha que se han visto afectadas por 6 desastres naturales; 4 han sido los desastres naturales que han afectado a la Región de Murcia, Castilla y León y las Islas Baleares; en Aragón, la Comunidad de Madrid y Galicia han sucedido 3 de estos desastres naturales; 2 han sacudido Asturias y País Vasco; y finalmente, en Canarias, Extremadura, Cantabria y la ciudad autónoma de Melilla ha ocurrido solo 1 desastre natural.

En cuanto al tipo de desastre, cabe mencionar que los desastres hidrológicos han tenido mayor incidencia en Andalucía y la Comunidad Valenciana, donde se han dado 4 de ellos. Andalucía también se ve de las más afectadas por los desastres meteorológicos junto con Castilla y León. Por último, los 2 desastres climatológicos de la muestra han sucedido en Galicia y Castilla - La Mancha. En el Anexo se pueden ver las figuras de estas distribuciones.

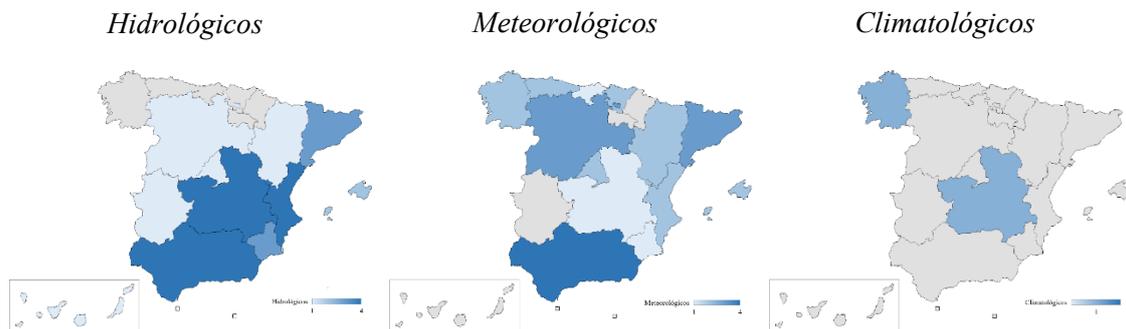
Figura 1. Distribución geográfica por Comunidades Autónomas de los desastres naturales ocurridos entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023.

Esta figura muestra, en el panel A, la distribución geográfica de los 15 desastres naturales ocurridos en España entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023 y seleccionados para el estudio. Hay que señalar que la mayoría de ellos han afectado a más de una Comunidad Autónoma. El panel B recoge la distribución geográfica de los eventos para cada categoría de desastre natural: hidrológicos, meteorológicos y climatológicos.

Panel A:



Panel B:



Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de la base de datos pública EM-DAT.

5.2. Datos sobre el IBEX-35

Para relacionar los datos anteriores con el comportamiento del mercado financiero español, hemos extraído, de la página web de Yahoo Finance¹², las cotizaciones históricas del IBEX-35 desde el 20 de septiembre de 1999 hasta el 13 de septiembre de 2021. Las fechas de la muestra de cotizaciones se han determinado así para que cubran las ventanas de estimación $[T_0, T_1]$ de la rentabilidad normal del IBEX-35 y las ventanas de evento

¹² Fuente: <https://es.finance.yahoo.com/quote/%5EIBEX/history?p=%5EIBEX>

[10,10]. Así, la fecha inicial de la muestra del 20 de septiembre de 1999 se corresponde con la fecha T_0 del primer evento (es decir, 252+10 días previos al evento ocurrido el 20 de octubre del 2000). Como última fecha, necesitamos 10 días cotizados después del último desastre que ocurrió el 29 de agosto de 2021 para cubrir su ventana de evento. Sin embargo, dado que ese día no hubo cotización por tratarse de un día festivo, cogemos como día del evento el inmediatamente posterior, del cual sí que tenemos cotización, el 30 de agosto de 2021, y sumándole los 10 días cotizados que requiere la ventana nos queda el 13 de septiembre como última fecha de la muestra de cotizaciones diarias del IBEX-35.

Una vez obtenidos los precios de cierre diarios ajustados por *splits*, procedemos a calcular las rentabilidades diarias del IBEX-35 aplicando la siguiente fórmula de rentabilidad logarítmica:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

donde P_t es el precio de cierre del día t y P_{t-1} el precio de cierre del día anterior.

El Panel A del Gráfico 1 muestra la evolución temporal del IBEX-35 durante el periodo muestral considerado. Observamos que los precios de cierre muestran picos y caídas en diferentes momentos. Vemos un primer pico en marzo del año 2000 seguido de una progresiva bajada que vuelve a iniciar una subida 3 años después, en marzo de 2003. Esa subida se convierte en el pico más alto del gráfico que se dio en el mes de diciembre de 2007, a partir del cual vuelve a bajar hasta marzo de 2009. Los años siguientes se pueden observar movimientos cíclicos, con subidas y bajadas similares, ocurriendo la última gran bajada a mediados del 2020, en plena post-pandemia.

No podemos afirmar que el gráfico nos muestre una clara relación entre las cotizaciones del IBEX-35 y la ocurrencia de desastres naturales, ya que vemos que han ocurrido tanto en periodos de alza como de baja. Luego, no hay una tendencia clara observable a simple vista.

Respecto del Panel B donde se ve la rentabilidad diaria del IBEX-35 para el mismo periodo, las conclusiones son idénticas, ya que vemos cómo los desastres han tenido lugar tanto en momentos de alta como de baja rentabilidad.

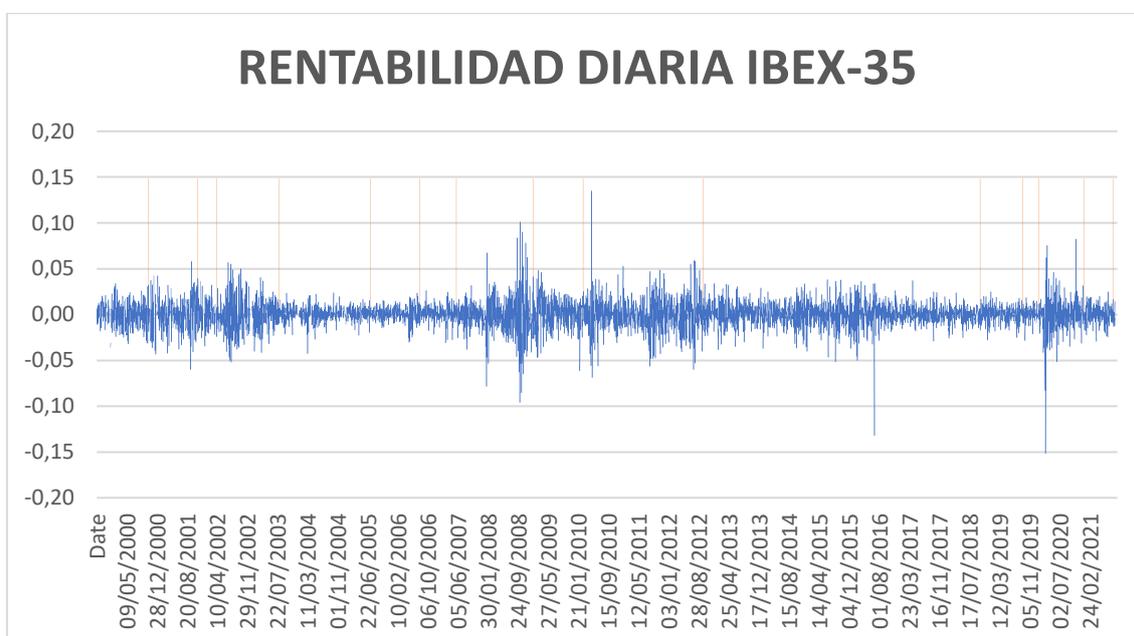
Gráfico 1. Cotizaciones históricas y rentabilidad del IBEX-35 entre el 20/09/1999 y el 13/09/2021.

Este gráfico muestra, en el Panel A, la evolución de los precios de cierre del IBEX-35 desde el 20 de septiembre de 1999 hasta el 13 de septiembre de 2021. En el Panel B, las rentabilidades diarias logarítmicas para las mismas fechas. En ambos paneles aparecen representados los desastres naturales en líneas verticales de color naranja.

Panel A:



Panel B:



Fuente: elaboración propia a partir de los precios diarios del IBEX-35 extraídos de Yahoo Finanzas

La Tabla 2 recoge los estadísticos principales de las rentabilidades diarias representadas en el Panel B del Gráfico 1. Observamos que las rentabilidades diarias del IBEX-35 se mueven entre un mínimo de -0,1515 ocurrido el 12 de marzo de 2020, y un

máximo de 0,1348, que tuvo lugar el 10 de mayo de 2010. En media, la rentabilidad diaria del IBEX-35 se sitúa en el -0,00005, cerca de 0, con una desviación típica del 0,0146, lo que indica una alta dispersión de las rentabilidades diarias respecto de la media. En consonancia con esto último, observamos que el coeficiente de variación es muy alto, concretamente se sitúa en 292,07. Por ello, podemos afirmar que la rentabilidad media es poco representativa para esta serie de datos.

Tabla 2. Estadísticos principales de la serie de rentabilidades diarias del IBEX-35 entre el 20/09/1999 y el 13/09/2021.

Media	-4,99E-05
Mínimo	-0,1515
Máximo	0,1348
Desviación típica	0,0146
Coeficiente de variación	292,0738
Asimetría	-0,2886
Curtosis	8,0293
Percentil 5%	-0,0233
Percentil 50%	0,0006
Percentil 95%	0,0215

Fuente: elaboración propia a partir de los precios diarios del IBEX-35 extraídos de Yahoo Finanzas

Los percentiles nos muestran que el 5% de las rentabilidades del IBEX-35 están por debajo del 2,33%, el 50% están por debajo de 0,06% y el 95% son inferiores al 2,15%, de manera que un 5% de las rentabilidades diarias superan el 2,15% (con un máximo del 13,48%).

Respecto a los momentos de orden superior, observamos, como es habitual en la distribución de índices bursátiles, la existencia de asimetría negativa. El coeficiente de asimetría muestra un valor de -0,2886 lo cual nos dice que la gráfica de las rentabilidades del IBEX-35 es asimétrica por la izquierda de la media, es decir, las rentabilidades inferiores a la media (-0,00005) están más dispersas que las de valores mayores. Frente a la distribución normal, hay más resultados negativos muy extremos. Por su parte, observamos un coeficiente de curtosis elevado, de 8,0294, que nos dice que la gráfica de las rentabilidades del IBEX-35 está más apuntada que la de la distribución Normal, es decir, las rentabilidades en torno a la media (-0,00005) están menos dispersas que en la Normal. Existe una mayor concentración de rentabilidades cerca de la media, y a su vez una relativamente elevada frecuencia de rentabilidades muy alejados de la misma, con

una mayor concentración en la cola izquierda (debido a la asimetría negativa).

6. RESULTADOS DEL ESTUDIO

En este apartado vamos a analizar los resultados del estudio empírico acerca del posible impacto que los desastres naturales tienen en las rentabilidades del IBEX-35. Para ello, hemos llevado a cabo los dos contrastes de hipótesis t-Student descritos en la Sección 4 utilizando el programa R-Commander.

En el caso del primer contraste, recordemos que se trata de contrastar, en cada día t de la ventana del evento $[-10,10]$, la hipótesis nula de que el rendimiento anormal medio AAR_t es igual a 0.

Ahora bien, aunque la ventana de cada evento abarca los 10 días anteriores a su ocurrencia, parece poco lógico pensar que antes de que ocurra un desastre natural pueda haber cambios en la rentabilidad del IBEX-35, sea esta positiva o negativa, que sean relacionados concretamente con el desastre que pueda darse en un futuro. Como sabemos, los desastres naturales son ocurrencias imprevisibles e inesperadas, nadie puede saber cuándo van a ocurrir, luego los agentes del mercado financiero tampoco pueden saberlo y cambiar su comportamiento en base a ello y consecuentemente afectar a la rentabilidad de la bolsa.

Es más, de existir relación entre la ocurrencia de desastres naturales y la rentabilidad del mercado financiero, estos se darían con mayor intensidad una vez ocurrido el desastre, y no antes. Por ello para realizar los contrastes nos centramos en la parte de la ventana temporal posterior a la ocurrencia de los desastres naturales.

Los rendimientos anormales medios calculados para cada día considerado, así como los p-valores obtenidos para cada uno de los estadísticos están recogidos en la segunda columna de la Tabla 3.

Podemos ver que ninguno de los días de la ventana considerada muestra, en términos medios, una rentabilidad anormal negativa superior a $-0,0026$ (AR_{10}) o positiva mayor que $0,0045$ (AR_2). El promedio de impacto medio de todos los días considerados es de $0,00003$, luego de tener efectos sobre la rentabilidad del IBEX-35, en promedio estos serían casi nulos y positivos.

Para realizar el primer contraste, hemos calculado el p-valor a partir del estadístico

Est₁ con 14 grados de libertad. Los resultados obtenidos muestran que el p-valor se mueve entre un mínimo de 0,9189 y un máximo de 0,9978. En todos los casos el p-valor es muy alto, lo cual nos lleva a no rechazar la hipótesis nula, independientemente del nivel de significatividad considerado, en todos los días considerados para este contraste. Es decir, la ocurrencia de desastres naturales no parece afectar a la rentabilidad del IBEX-35 en los 10 días inmediatamente posteriores a la ocurrencia del evento.

Tabla 3. Resultados del contraste sobre los AAR_t.

La tabla recoge el rendimiento anormal medio (AAR_t) en cada día *t* de la ventana del evento posterior a la ocurrencia de los desastres [0,10], el nivel de significatividad del 10% (*), del 5% (**) y del 1% (***) al utilizar el contraste t-Student y el p-valor correspondiente. El periodo muestral está comprendido entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023 para un total de 15 desastres naturales ocurridos en España, y se analiza el impacto en el IBEX-35.

t	AAR_t
0	-0,0001 (0,9978)
1	0,0014 (0,9806)
2	0,0045 (0,9189)
3	-0,0009 (0,9882)
4	-0,0018 (0,9692)
5	0,0023 (0,9586)
6	-0,0021 (0,9629)
7	0,0015 (0,9693)
8	0,0003 (0,9939)
9	0,0010 (0,983)
10	-0,0026 (0,9501)

Fuente: elaboración propia a partir de las rentabilidades diarias del IBEX-35 extraídas de Yahoo Finanzas.

Una vez realizado el primer contraste, pasamos al segundo que consiste en analizar si la rentabilidad anormal acumulada durante los días de una determinada ventana [t1,t2] es, en media a través de todos los eventos, igual a cero. Las ventanas temporales que vamos a analizar a través de los CAR van a ser todas las posibles a partir de la ocurrencia de un desastre, es decir, de [0,+s], abarcando s desde el 1 hasta el 10. Como ya se ha comentado con anterioridad, la razón de centrarnos únicamente en los días posteriores a la ocurrencia de los desastres naturales es que carece de sentido analizar

comportamientos anormales de la rentabilidad del IBEX-35 con anterioridad a un impacto tan imprevisible e inesperado.

Los rendimientos anormales acumulados medios para cada ventana considerada, así como los p-valores obtenidos para cada uno de los estadísticos están recogidos en la segunda columna de la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del contraste sobre los $ACAR(t_1, t_2)$.

La tabla recoge el rendimiento anormal acumulado medio ($ACAR(t_1, t_2)$) de la ventana $[-t_1, t_2]$, el nivel de significatividad del 10% (*), del 5% (**) y del 1% (***) al utilizar el contraste t-Student y el p-valor correspondiente. El periodo muestral está comprendido entre el 01/01/2000 y el 01/11/2023 para un total de 15 desastres naturales ocurridos en España, y se analiza el impacto en el IBEX-35.

Ventana	$ACAR(t_1, t_2)$
[0, 1]	0,0013 (0,9783)
[0, 2]	0,0058 (0,9272)
[0, 3]	0,0050 (0,9625)
[0, 4]	0,0032 (0,9755)
[0, 5]	0,0055 (0,962)
[0, 6]	0,0034 (0,9714)
[0, 7]	0,0049 (0,9626)
[0, 8]	0,0052 (0,9637)
[0, 9]	0,0061 (0,961)
[0, 10]	0,0036 (0,9789)

Fuente: elaboración propia a partir de las rentabilidades diarias del IBEX-35 extraídas de Yahoo Finanzas.

Podemos ver cómo los rendimientos anormales acumulados medios oscilan entre un 0,0013, en la ventana que comprende el día de la ocurrencia del evento y el inmediatamente posterior, y un 0,0061 para la ventana que toma en consideración los 9 días siguientes además del propio día de ocurrencia del evento. Entre paréntesis podemos ver los valores que toma el p-valor para este contraste, calculados a partir del estadístico Est_2 con 14 grados de libertad.

Los resultados obtenidos muestran que el p-valor se mueve entre un mínimo de

0,9272 y un máximo de 0,9789. En todos los casos el p-valor es muy alto, lo cual nos lleva a no rechazar la hipótesis nula en todas las ventanas consideradas para este contraste. Es decir, la ocurrencia de desastres naturales no parece afectar a la rentabilidad del IBEX-35 en ninguna de las ventanas post-evento incluidas en el intervalo [0, 10], ni entre el día de ocurrencia y el día inmediatamente posterior, ni entre el día de ocurrencia y los dos siguientes, ni en ningún periodo intermedio hasta llegar a los 10 días posteriores de la ocurrencia de los eventos.

El único trabajo que analiza el impacto de los desastres naturales ocurridos en España es el de Pagnottoni et al. (2022)¹³. Dichos autores, analizan el impacto en cuatro ventanas post-evento [0,1], [0,2], [0,3] y [0,4], y obtienen, a un nivel de significatividad del 10%, para el caso del IBEX-35 que los desastres meteorológicos, en particular, tienen un efecto negativo el día de su ocurrencia que se va disipando paulatinamente a la que se añade un día más en la ventana temporal posterior. Este trabajo obtiene por tanto un cierto impacto significativo para un tipo de desastre natural, los meteorológicos. En este sentido, cabe señalar que, dado que el análisis lo realiza por cada tipo de desastre natural, sus resultados no son directamente comparables a los nuestros. En nuestro caso, hemos realizado el análisis de forma conjunta para los tres tipos de desastres considerados (climatológicos, meteorológicos e hidrológicos). Los pocos datos que tenemos para cada tipo de desastre nos imposibilitan realizar los contrastes estadísticos con suficiente potencia.

7. CONCLUSIONES

Con la realización de este estudio contribuimos a la literatura empírica centrada en investigar el impacto de los desastres naturales, y por extensión, del cambio climático, sobre los sistemas económicos, específicamente sobre los mercados financieros. Más concretamente, el objetivo del presente TFG es analizar si el mercado bursátil español, aproximado por el IBEX-35, se ha visto afectado por los desastres naturales ocurridos en España entre el 1 de enero del 2000 y el 1 de noviembre de 2023.

El análisis empírico llevado a cabo se divide en dos enfoques que es importante

¹³ El trabajo considera un total de 6759 desastres naturales ocurridos entre el 8 de febrero de 2001 y el 31 de diciembre de 2019 en 104 países de todo el mundo, pero no especifica cuántos eventos han ocurrido en cada uno de los países. Sabemos que, por razones de representatividad, se han tenido en cuenta únicamente países que hayan sufrido más de 25 eventos durante el periodo considerado.

diferenciar. En primer lugar, estudiamos el impacto de los desastres naturales sobre el rendimiento del IBEX-35 para cada día posterior al evento, desde el día inmediatamente posterior, hasta 10 días. Evaluamos así, si la rentabilidad producida en cada uno de esos días es, en media a través de todos los eventos, significativamente distinta a la rentabilidad media observada el año anterior a producirse el evento. Evaluamos la respuesta del mercado bursátil español a los desastres en cada día posterior a producirse el evento. En segundo lugar, contrastamos si la rentabilidad acumulada en ventanas breves e inmediatamente posteriores al evento es, en media a través de todos los eventos, significativamente distinta a la rentabilidad media realizada el año anterior a producirse el evento. Así examinamos la reacción inmediata del mercado ante un desastre natural.

Los resultados obtenidos a partir del estudio empírico nos llevan a concluir que los desastres naturales considerados, a pesar de su indudable relevancia económica (cabe recordar que fueron seleccionados solo aquellos que ocasionaron un daño económico superior a 100 millones de \$), no muestran efectos significativos sobre los rendimientos del IBEX-35. La rentabilidad del IBEX-35 en los periodos considerados sí presenta movimientos, tanto positivos como negativos, pero en los días posteriores al evento, dicha rentabilidad es, en media, significativamente igual a la rentabilidad media realizada el año anterior a producirse el evento.

Los movimientos en las rentabilidades de la bolsa podrían atribuirse a diversos factores, pero no parece que estén directamente influenciados por la ocurrencia de desastres naturales. La conclusión de nuestro estudio apunta a la resiliencia del IBEX-35 ante las sacudidas provocadas por eventos de esta naturaleza.

No obstante, estas conclusiones deben abordarse con cautela y reconocer que, aunque nuestro estudio demuestra una falta de relación entre la ocurrencia de los desastres naturales y los cambios en la rentabilidad de la bolsa española, no podemos tomar estas conclusiones como definitivas y verdades absolutas ya que, el estudio tiene sus limitaciones.

Una de ellas reside en la base de datos utilizada para recopilar información sobre los desastres naturales, EM-DAT. Como se ha comentado en el apartado 5, aunque los datos que contiene la base de datos son valiosos, en algunos casos están incompletos y esto también ha afectado a nuestro análisis. Concretamente, no refleja el daño económico que han supuesto todos los desastres ocurridos en España desde el año 2000, lo cual empobrece nuestra muestra ya que nos obliga a eliminar 34 desastres climatológicos,

meteorológicos e hidrológicos con fechas de ocurrencia entre el año 2000 y el 2023 que podrían suponer cambios en los resultados obtenidos.

Por ello destacamos que es importante que el tema analizado en el presente trabajo continúe investigándose y de manera más detallada, ya que, de demostrar el impacto de los desastres naturales en las rentabilidades de los mercados financieros, podría motivar la implementación de políticas y regulaciones que en última instancia persigan la mitigación del cambio climático. Y es que, en caso de obtener resultados que muestren la relación directa entre la ocurrencia de desastres naturales y el comportamiento del mercado financiero, los efectos se atribuirían indirectamente al cambio climático y se subsumirían en el llamado riesgo climático.

Las conclusiones de estudios de este tipo no son únicamente relevantes en el ámbito financiero, sino que pueden establecerse como bases para la formulación de políticas que traten de mitigar los efectos económicos que acarrea la creciente frecuencia e intensidad de los desastres naturales. Y esto es relevante porque no sólo beneficiaría a los agentes del mercado, sino que contribuiría a un desarrollo sostenible a largo plazo.

REFERENCIAS

- Bourdeau-Brien, M. y Kryzanowski, L. (2017). The impact of natural disasters on the stock returns and volatilities of local firms. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 63, 259-270. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2016.05.003>
- Chang, S. E., Borwn, C., Handmer, J., Helgeson, J., Kajitani, Y., Keating, A., Noy, I., Watson, M., Derakhshan, S., Kim, J. y Roa-Henriquez, A. (2022). Business recovery from disasters: Lessons from natural hazards and the COVID-19 pandemic. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103191>
- Di Tommaso, C., Foglia, M. y Pacelli, V. (2023). The impact and the contagion effect of natural disasters on sovereign credit risk. An empirical investigation. *International Review of Financial Analysis*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102578>
- Ferreira, S. y Karali, B. (2015). Do Earthquakes Shake Stock Markets? *PloS ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133319>
- Forbes, K. J. y Rigobon, R. (2002). No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223-2261. <http://www.jstor.org/stable/3094510>
- Francis, J. A. y Vavrus, S. J. (2012). Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes. *Geophysical Research Letters*, 39. <https://doi.org/10.1029/2012GL051000>
- Gassebner, M., Keck, A. y Teh, R. (2010). Shaken, Not Stirred: The Impact of Disasters on International Trade. *Review of International Economics*, 18(2), 351-368. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2010.00868.x>
- Hansen, J., Sato, M. y Ruedy, R. (2012). Perception of climate change. *PNAS*, 109(37). <https://doi.org/10.1073/pnas.1205276109>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. Geneva, Switzerland.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate*

- Change Adaptation*, eds. Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer. Geneva, Switzerland.
- Klomp, J. (2014). Financial fragility and natural disasters: An empirical analysis. *Journal of Financial Stability*, 13, 180-192. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2014.06.001>
- Klomp, J. (2015). Sovereign Risk and Natural Disasters in Emerging Markets. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(6), 1326-1341. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1011530>
- Khotari, S. P. y Warner, J. B. (2006). Econometrics of Event Studies. *Handbook of Corporate Finance: Empirical Corporate Finance, Volume A (Handbooks in Finance Series, Elsevier/North-Holland)*, Ch. 1.
- Lanfear, M. G., Lioui, A. y Siebert, M. G. (2019). Market anomalies and disaster risk: Evidence from extreme weather events. *Journal of Financial Markets*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2018.10.003>
- Lee, H., Wu, H. y Wang, Y. (2007). Contagion effect in financial markets after the South-East Asia Tsunami. *Research in International Business and Finance*, 21, 281-296. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2006.05.001>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (2016) *Conceptos básicos sobre Gases de Efecto Invernadero (GEI) y Calentamiento Global*. repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/3097/1/GasesEfectoInvernadero_I_ZO_18junio_AGomez.pdf
- Münchener Rück AG. (2013). Natural catastrophe statistics for 2012 dominated by weather extremes in the USA. Munich.
- Muñoz Merodio, L. (2023) *Propuesta de guía para el cálculo de la huella de carbono - Alcance 3, según norma UNE-EN-ISO 14064:2019. Adaptación a la Universidad Politécnica de Madrid*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Politécnica de

Madrid] oa.upm.es/75528/3/TFM_Luis_M_Merodio.pdf

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (9 de noviembre de 2015). Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero N° 11. Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2014. <https://library.wmo.int/idurl/4/58029>

Pagnottoni, P., Spelta, A., Flori, A. y Pammolli, F. (2022). Climate change and financial stability: Natural disaster impacts on global stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 599. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.127514>

Peixoto, J. P. y Oort, A. H. (1992). *Physics of Climate*. American Institute of Physics

Rahmstorf, S. y Coumou, D. (2011). Increase of extreme events in a warming world. *PNAS*, 108(44), 17905-17909. <https://doi.org/10.1073/pnas.1101766108>

Reboredo, J. C. y Ugolini, A. (2022). Climate transition risk, profitability and stock prices. *International Review of Financial Analysis*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102271>

Wang, L. y Kutan, A. M. (2013). The Impact of Natural Disasters on Stock Markets: Evidence from Japan and the US. *Comp Econ Stud*, 55, 672-686. <https://doi.org/10.1057/ces.2013.16>

Worthington, A. y Valadkhani, A. (2004). Measuring the impact of natural disasters on capital markets: an empirical application using intervention analysis. *Applied Economics*, 36(19), 2177-2186. <https://doi.org/10.1080/0003684042000282489>

Legislación:

Directiva (UE) 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables