

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



**IMPACTOS DE LOS DESASTRES NATURALES EN EL
CRECIMIENTO ECONÓMICO DE PERÚ DURANTE EL
PERIODO 1960-2017:
EL CASO DEL AGREGADO DE TODOS LOS DESASTRES
NATURALES Y DE LOS RELACIONADOS CON EL CLIMA**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN ECONOMÍA

AUTOR

CHRISTIAN SANTOS CORNEJO SÁNCHEZ

ASESOR:

JORGE OCTAVIO ELGEGREN APUELA

Julio, 2020

RESUMEN

Perú es un país cuya población está expuesta a eventos naturales, porque entre otras razones su territorio se ubica en el Cinturón del Fuego del Pacífico y está atravesado por la cordillera de los Andes, asimismo su mar está expuesto al calentamiento vinculado al fenómeno El Niño. Por otro lado, los establecimientos humanos de Perú revelan una apreciable vulnerabilidad que los hace susceptibles a los efectos que puede ocasionar un evento natural cuando concurre con la exposición de los sistemas socioeconómicos vulnerables a esos fenómenos naturales.

La investigación sobre los impactos de los desastres naturales en el crecimiento económico de los países es un tema de investigación relativamente reciente cuyos resultados aún son controversiales. Sin embargo, la probable ocurrencia de eventos extremos como un desastre natural pueden alterar las perspectivas de crecimiento del producto. Esta tesis tiene como objetivo determinar el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico de Perú en el periodo 1960 a 2017 tanto del agregado de los desastres naturales como de los relacionados con el clima.

Con un modelo autorregresivo con retardos distribuidos (ARDL) y el enfoque de límites para determinar la cointegración de las variables, se concluye que el PBI per cápita a corto y largo plazo disminuyen como consecuencia del agregado de todos los desastres naturales cuando se usa la variable de desastres de daños económicos; sin embargo, esa reducción no es estadísticamente significativa. La misma conclusión se obtiene cuando en el modelo se reemplaza la variable de daños económicos por la variable afectados por dichos desastres. Con respecto a los desastres relacionados con el clima, el impacto en el PBI per cápita es negativo en el corto plazo a un nivel de significancia de .025; asimismo el PBI per cápita aumenta en el largo plazo pero este incremento no es estadísticamente significativo.

Palabras claves: desastres naturales, impactos, crecimiento económico

ÍNDICE

	Página
Lista de figuras	iv
Listas de tablas	vi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	5
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	7
1.1 Terminología de los desastres	7
¿Qué es un desastre?	8
Evento, desastre y tipos según su origen	9
Exposición y vulnerabilidad	12
Taxonomía de los efectos e impactos de los desastre naturales	15
Síntesis de la definición de desastre natural	19
1.2 Gestión del riesgo de desastres en Perú	21
1.3 Revisión de la literatura	26
1.3.1 Revisión de la literatura teórica	26
1.3.2 Revisión de la literatura empírica	37
CAPÍTULO 2. HECHOS ESTILIZADOS	50
2.1 Hechos estilizados	50
2.2 Pregunta de investigación	66
2.3 Hipótesis	72

CAPÍTULO 3. DATOS	74
3.1 Base de datos	74
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	81
4.1 Modelo ARDL	81
4.2 Ventajas del test ARDL	94
4.3 Descripción de la metodología	96
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	99
5.1 Modelos con el agregado de todos los desastres naturales	99
5.1.1 Determinación del orden de integración de las variables	99
5.1.2 Cointegración	105
5.1.3 Verificación de los supuestos	107
5.1.4 Modelo de largo plazo en los modelos base, 1 y 2	113
5.1.5 Modelo de corto plazo en los modelos base, 1 y 2	115
5.2 Modelo con los desastres naturales relacionados con el clima, modelo 3	118
5.2.1 Determinación del orden de integración de las variables	118
5.2.2 Cointegración	120

5.2.3 Verificación de los supuestos	120
5.2.4 Modelo de largo plazo en el modelo 3	123
5.2.5 Modelo de corto plazo en el modelo 3	125
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	127
ANEXO 1	136
ANEXO 2	147
ANEXO 3	150
REFERENCIAS	151



Lista de figuras

	Página
Figura 1.1 Taxonomía de los efectos de un desastre y sus impactos.	18
Figura 1.2. Estado estable en el modelo de Solow y Swan (A), impactos de los desastres naturales en el producto y capital, y retorno al estado estable.	30
Figura 1.3. Dinámica de la convergencia al estado estable desde la situación posdesastre natural.	31
Figura 1.4. Función de producción con la proporción de capital γ_K no destruido.	33
Figura 2.1. Cantidad de desastres naturales en el mundo, 1960-2017.	50
Figura 2.2. Cantidad de desastres naturales en Perú, 1960-2017.	51
Figura 2.3. Cantidad de desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos (los relacionados con el clima) en el mundo, 1960-2017.	52
Figura 2.4. Cantidad de desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos (los relacionados con el clima) en Perú, 1960-2017.	53
Figura 2.5. Cantidad de afectados ocasionados en el mundo por todos los desastres naturales, por los relacionados con el clima, y porcentaje de afectados provocados por los desastres relacionados con el clima, 1960-2017.	55
Figura 2.6. Cantidad de afectados ocasionados según tipos de desastres naturales en el mundo, 1960-2017.	56
Figura 2.7. Cantidad de afectados y acumulado ocasionados por todos los desastres naturales en Perú, 1960-2017.	57
Figura 2.8. Cantidad de afectados ocasionados por los desastres naturales relacionados con el clima en Perú, 1960-2017.	58
Figura 2.9. Daños económicos (en millones de USD corrientes) en el mundo ocasionados por todos los desastres naturales, por los relacionados con el clima, y porcentaje de afectados provocados por los desastres relacionados con el clima, 1960-2017.	59
Figura 2.10. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada inundación, de los departamentos de Perú.	63

Figura 2.11. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada sismo, de los departamentos de Perú.	64
Figura 2.12. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada aluvión, de los departamentos de Perú.	65
Figura 2.13. Crecimiento económico de Perú y cantidad de afectados ocasionados por todos los desastres naturales y por los relacionados con el clima, 1961-2017.	67
Figura 2.14. Crecimiento económico de Perú y daños económicos ocasionados (en millones de USD corrientes) por todos los desastres naturales y por los relacionados con el clima, 1961-2017.	69
Figura 2.15. Crecimiento del PBI agrícola de Perú y cantidad de afectados por los desastres relacionados con el clima, 1961-2017.	70
Figura 2.16. Crecimiento del PBI agrícola de Perú y daños económicos ocasionados (en millones de USD a precios corrientes) por los desastres naturales relacionados con el clima, 1961-2017.	71
Figura 2.17. PBI agrícola de Piura (1970-2006 en USD a precios del año 1994; 2007-2017 en USD a precios del año 2007) e intensidad del fenómeno El Niño: 1: débil, 2: moderado, 3: fuerte, 4: extraordinario.	73
Figura 5.1. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. <i>Modelo 1</i> .	110
Figura 5.2. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. <i>Modelo 1</i> .	111
Figura 5.3. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. <i>Modelo 2</i> .	111
Figura 5.4. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. <i>Modelo 2</i> .	112
Figura 5.5. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. <i>Modelo 3</i> .	122
Figura 5.6. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. <i>Modelo 3</i> .	122

Lista de tablas

	Página
Tabla 1.1. EGFRD en el Presupuesto por Resultados	24
Tabla 1.2. EGFRD de protección financiera	26
Tabla 2.1. Cantidad de desastres y afectados en los grupos de departamentos G1 y G2, 1970-2013	60
Tabla 2.2. Los desastres con mayor cantidad de afectados y departamentos de ocurrencia, 1970-2013	61
Tabla 2.3. Cantidad de desastres y afectados en los grupos de departamentos G1 y G2 en el percentil 50 inferior de afectados, 1970-2013	62
Tabla 2.4. Los cuatro desastres naturales más frecuentes en Perú y su cantidad de afectados, 1970-2013	62
Tabla 3.1. Clasificación general de la base de datos EM-DAT	75
Tabla 3.2. Subtipos de desastres geológicos e hidrológicos	76
Tabla 4.1. Variables del modelo ARDL. Periodo 1960-2017	88
Tabla 4.2. Estadísticas descriptivas, variables de crecimiento económico. Periodo 1960-2017.	89
Tabla 4.3. Estadísticas descriptivas, variables de crecimiento económico normalizadas. Periodo 1960-2017	90
Tabla 4.4. Estadísticas descriptivas, variables de desastres naturales. Periodo 1960-2017	91
Tabla 4.5. Estadísticas descriptivas, variables de desastres naturales normalizadas. Periodo 1960-2017	92
Tabla 5.1. Prueba DFA para la variable <i>pbi</i> en niveles	100
Tabla 5.2. Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable <i>pbi</i> en niveles	100
Tabla 5.3. Prueba DFA para las variables <i>fbk</i> , <i>gcg</i> , <i>com</i> , <i>eco</i> y <i>afe</i> en niveles	101
Tabla 5.4. Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para las variables <i>fbk</i> , <i>gcg</i> , <i>com</i> , <i>eco</i> y <i>afe</i> en niveles	102

Tabla 5.5. Prueba DFA para las variables <i>pbi</i> , <i>fbk</i> , <i>gcg</i> , <i>com</i> , <i>eco</i> y <i>afe</i> en primeras primeras diferencias	103
Tabla 5.6. Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para las variables <i>pbi</i> , <i>fbk</i> , <i>gcg</i> , <i>com</i> , <i>eco</i> y <i>afe</i> en primeras diferencias	104
Tabla 5.7. Estadísticos <i>F</i> y <i>t</i> , de prueba y crítico para cointegración. <i>Modelo base</i>	106
Tabla 5.8. Estadísticos <i>F</i> y <i>t</i> , de prueba y crítico para cointegración. <i>Modelo 1</i>	106
Tabla 5.9. Estadísticos <i>F</i> y <i>t</i> de prueba y crítico para cointegración. <i>Modelo 2</i>	106
Tabla 5.10. Detección de correlación serial. <i>Modelo 1</i>	107
Tabla 5.11. Detección de correlación serial. <i>Modelo 2</i>	108
Tabla 5.12. Detección de heterocedasticidad. <i>Modelo 1</i>	108
Tabla 5.13. Detección de heterocedasticidad. <i>Modelo 2</i>	108
Tabla 5.14. Detección de normalidad de los residuos. <i>Modelo 1</i>	109
Tabla 5.15. Detección de normalidad de los residuos. <i>Modelo 2</i>	109
Tabla 5.16. Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha=.05$). <i>Modelo 1</i>	110
Tabla 5.17. Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha=.05$). <i>Modelo 2</i>	111
Tabla 5.18. Coeficientes de la estimación del modelo ARDL en el largo plazo. <i>Modelos 1 y 2</i>	114
Tabla 5.19. Coeficientes de la estimación del modelo ARDL en el corto plazo. <i>Modelos 1 y 2</i>	117
Tabla 5.20. Prueba DFA para la variable <i>afe_clima</i> en niveles	118
Tabla 5.21. Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable <i>afe_clima</i> en niveles	119
Tabla 5.22. Prueba DFA para la variable <i>afe_clima</i> en primeras diferencias	119
Tabla 5.23. Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable <i>afe_clima</i> en primeras diferencias	119
Tabla 5.24. Estadísticos <i>F</i> y <i>t</i> , de prueba y crítico para cointegración. <i>Modelo 3</i>	120

Tabla 5.25. Detección de correlación serial. <i>Modelo 3</i>	120
Tabla 5.26. Detección de heterocedasticidad. <i>Modelo 3</i>	121
Tabla 5.27. Detección de normalidad de los residuos. <i>Modelo 3</i>	121
Tabla 5.28. Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha = .05$). <i>Modelo 3</i>	122
Tabla 5.29. Coeficientes de la estimación del modelo ARDL en el largo plazo. <i>Modelo 3</i>	124
Tabla 5.30. Coeficientes de la estimación del modelo ARDL en el corto plazo. <i>Modelo 3</i>	126



INTRODUCCIÓN

Perú es un país expuesto a sufrir una variedad de eventos naturales por entre otras causas, las características de su accidentada geografía definida por la cordillera de los Andes, porque su mar está expuesto al calentamiento recurrente de las aguas del Océano Pacífico vinculado al fenómeno El Niño, y porque su territorio se ubica próximo al Cinturón de Fuego del Pacífico.

La fuerza de un evento natural o antrópico es solo uno de los factores que desencadenan un desastre. Diversos autores (e.g., Benson & Clay, 2004; Perry, 2017; Quarantelli, 2005; United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNISDR], 2009) afirman que los desastres ocurren por diversas causas entre las cuales resaltan la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas socioeconómicos que en conjunto interactúan con dichos eventos.

Sobre la vulnerabilidad, una investigación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2012) refiere que la rápida urbanización y el crecimiento de las megaciudades, principalmente en los países en desarrollo, han causado el surgimiento de asentamientos humanos informales altamente vulnerables. Cabe señalar también que en el periodo de 1970 a 2008, el IPCC (2012) afirma que más del 95% de muertes causadas por desastres naturales han ocurrido en países en desarrollo. El IPCC (2012) también señala que la exposición, tanto de las personas como de los activos económicos, ha sido la principal causa del incremento a largo plazo de las pérdidas económicas provocadas por desastres relacionados con el clima.¹

Con respecto a Perú, la concentración de las actividades económicas en las ciudades alienta la migración de personas desde las zonas rurales hacia las urbanas lo cual aumenta la exposición a los desastres naturales. Otra consecuencia de ese fenómeno es que en varias ciudades peruanas una cantidad elevada de los migrantes se concentran en las zonas periféricas en donde han construido viviendas precarias, lo cual incrementa la vulnerabilidad de las áreas habitadas. Asimismo, la mayor

¹ Sobre el IPCC:

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático es el principal órgano internacional encargado de evaluar el cambio climático. Se creó en 1988 por iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para ofrecer al mundo una visión científica clara del estado actual de los conocimientos sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas. (IPCC, s.f.)

concentración de personas en las ciudades aumenta su exposición a los eventos naturales y antrópicos.

El análisis de los datos de The International Disaster Database (EM-DAT, s.f.a), revela que en el periodo de 1960 a 2017 los desastres naturales ocurridos en Perú han provocado los siguientes impactos: alrededor de 78 mil muertos, 19.6 millones de afectados y 6 300 millones de dólares estadounidenses en daños económicos directos.² De esos impactos, el 72%, 10% y 73% respectivamente fueron ocasionados por los desastres relacionados con el clima.³ Algunos de los desastres naturales extremos e inusuales, pero conocidos por su elevada intensidad y graves impactos en cantidad de muertos, afectados y daños económicos que han azotado a Perú en las últimas décadas son los fenómenos El Niño de 1982-1983; 1997-1998 y El Niño Costero de 2016-2017; las sequías extremas de los años 1990 y 1992; los terremotos de Áncash de 1970 y de Pisco de 2007. En contraste, otros eventos como friajes, heladas y los huaycos causan menos impactos que las catástrofes mencionados en cada ocurrencia, pero son más frecuentes y perjudican de manera recurrente a sectores vulnerables de la población peruana.⁴

De la exposición de Perú a la ocurrencia de eventos naturales; de la vulnerabilidad de sus áreas pobladas –en particular, en el sentido que señala el IPCC (2012) sobre la alta vulnerabilidad de las áreas pobladas informales y con inadecuada gestión del territorio; aspectos que son frecuentes en las ciudades peruanas–, así como de las cifras de los impactos previamente reseñados, se infiere que Perú es un país con riesgo de sufrir desastres naturales.

Al respecto, el Tyndall Centre (Brooks & Adger, 2003) midió el riesgo asociado al cambio climático a través del impacto en términos de muertos y afectados provocados por los desastres relacionados con el clima para un conjunto amplio de países. Los hallazgos de Brooks y Adger (2003, p. 19) ubicaron a Perú, en los años setenta y ochenta, como uno de los 20 países con mayor cantidad de muertos por esos desastres y también con la mayor cantidad de muertos como porcentaje de la población. Asimismo, de forma consistente, en los noventa Perú se ubica entre los diez primeros. Por otro lado, Eckstein, Hutfils y Winges (2018) con los resultados del “Global

² El Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) provee y mantiene la base de datos EM-DAT cuyo principal objetivo es contribuir a los objetivos de las labores humanitarias a nivel nacional e internacional (EM-DAT, s.f.b).

³ Cifras calculadas con los registros de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

⁴ Evidencias en el capítulo 2.

Climate Risk Index” situaron a Perú como uno de los diez países más afectados por eventos climáticos extremos ocurridos en el 2017, conclusión que se explica por los impactos del fenómeno El Niño Costero de ese año que afectó principalmente a Ecuador, Chile y Perú.⁵ También de manera consistente desde el año 2016, Perú en el contexto mundial es un país con riesgo de desastres medio y de alta exposición a eventos naturales según el “World Risk Index” (Bündnis Entwicklung Hilft [BEH] & United Nations University, 2016; BEH, 2017; BEH & Ruhr Universität Bochum, 2018). Por otro lado, un estudio del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN, 2019a) identificó una lista de riesgos que podrían afectar el bienestar de la población peruana, en donde resaltan en el primer lugar los eventos climáticos extremos, como por ejemplo el fenómeno El Niño; y en segundo lugar los desastres naturales como terremotos, tsunamis y otros. Con respecto a Lima, el Lloyd’s City Risk Index (2018) estima en 1 396 millones de dólares la pérdida por causa de un terremoto y la ubica como la urbe con mayor estimación de pérdidas en Latinoamérica y octava en el mundo.⁶

Del permanente riesgo de desastre naturales en Perú, así como de las consecuencias negativas en términos de vida, afectados y daños económicos, una de las preguntas que surge es cuál es el impacto de los en el crecimiento económico. Para responder la cuestión, se formulan las siguientes hipótesis:

- El agregado de todos los desastres naturales tiene un efecto negativo en el crecimiento económico de Perú, en el corto y largo plazo.
- Los desastres naturales relacionados con el clima tienen un efecto negativo en el crecimiento económico de Perú, en el corto y largo plazo.

La relevancia de esa cuestión parece implícita en la afirmación de McDermott, Barry y Tol (2014) quienes señalan que las perspectivas de crecimiento de la economía mundial son susceptibles de verse afectadas por la ocurrencia de un evento extremo como un desastre natural; asimismo, el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2003) refiere que los *shocks* exógenos como los desastres naturales “pueden tener un impacto negativo significativo en el crecimiento, la estabilidad macroeconómica, la sostenibilidad de la deuda y la pobreza de los países en desarrollo.” (p. 3).

⁵ La organización Germanwatch elabora el “Global Climate Risk Index” tomando en cuenta los impactos en términos de muertos y pérdidas directas provocados por eventos climáticos extremos y datos socioeconómicos (Eckstein, Hutfils y Wings, 2018).

⁶ El Lloyd’s City Risk Index está basado en una investigación elaborada para Lloyd’s por el Cambridge Centre for Risk Studies del Judge Business School de la University of Cambridge (Lloyd’s, s.f.).

Según Noy (2009) la investigación en el campo de la economía de los desastres naturales es relativamente reciente y enfocada principalmente en estudios microeconómicos que examinan cómo los hogares se preparan y enfrentan repentinos choques sobre sus ingresos. Por otro lado, si bien la publicación quizá más antigua es el trabajo de Dacy y Kunreuther –año 1969– quienes con teoría del crecimiento económico analizaron el proceso de recuperación de largo plazo de una economía luego de un desastre natural; una investigación posterior es el trabajo seminal de Albala-Bertrand (1993b) que marcó el reinicio de las investigaciones con enfoque macroeconómico. En este ámbito, Hochrainer (2009) afirma que hay un debate sobre si los desastres causan impactos macroeconómicos significativos y si realmente son obstáculos para el desarrollo. Sobre ese particular, Albala-Bertrand (1993a) refiere que los desastres no son problema para el desarrollo, sino un problema de desarrollo.

Los hallazgos de las investigaciones empíricas de los impactos de los desastres naturales en el crecimiento económico son variados e incluso contradictorios. Así por ejemplo, varios autores han concluido que los desastres causan impactos negativos sobre el crecimiento económico (e.g., Charveriat, 2000, en el primer año luego del desastre; Hochrainer, 2009, en el mediano plazo; Noy, 2009, en el corto plazo; Noy & Nualsri, 2007, en el largo plazo; Economic Commission for America and the Caribbean citado en Caballeros y Zapata-Martí, 1995; y otros). Hallazgos opuestos a esos resultados obtuvo Albala-Bertrand (1993a) quien concluyó que los efectos de los desastres naturales sobre el crecimiento son ligeramente positivos o neutrales; Cavallo, Galiani, Noy y Pantano (2013) que no causan efectos significativos; Charveriat (2000) que tienen efectos positivos en el segundo y tercer año luego del desastre; Sawada, Battcharyay y Kotera (2011) que tienen efectos positivos. Todas esas investigaciones se llevaron a cabo en grupos de países –*cross-country*– y analizaron el agregado de todos los desastres que ocurrieron en un determinado horizonte de tiempo.

Los efectos negativos de los desastres naturales sobre el crecimiento económico también han sido reportados según el tipo de desastres: Berlemann y Wensel (2018), Bluedorn (2005), Fomby, Ikeda y Loayza (2009), Hsiang (2010) y Strobl (2012), cuando analizaron huracanes; Loayza, Olaberría, Rigolini y Christiaensen (2009) cuando investigaron las sequías; Raddatz (2009) en los desastres climáticos; Skidmore y Toya (2002) en los desastres geofísicos; y otros. Contrariamente, Cuñado y Ferreira

(2011) así como Fomby, Ikeda y Loayza (2009) encontraron que las inundaciones tienen efectos positivos en el crecimiento; Skidmore y Toya (2002) que los desastres climáticos ocasionan un efecto positivo; y otros autores. Todas esas investigaciones se llevaron a cabo en grupos de países –*cross-country*– y según el tipo de desastres o enfocado en uno de ellos en particular (i.e., el análisis no se llevó a cabo con el agregado de todos los desastres).

En la literatura también hay estudios del impacto de los desastres naturales en el crecimiento enfocados en un solo país (e.g., Benson, 1997a, en Fiji; de Oliveira, 2017, en el norte de Brazil; Guo et al., 2015, en China; Jha, Martinez, Quising, Ardaniel, & Wang, 2018, en Filipinas; Muhajid, Malik, & Tahir, 2016, en Pakistán; Noy & Vu, 2010 en Vietnam; Shimada, 2012 en Japón; Strobl, 2011, en Estados Unidos; y otros). De manera similar a los estudios previamente citados, los resultados son divergentes.

En Perú, las investigaciones sobre los desastres naturales efectuadas por las ciencias geofísicas y la ingeniería son cuantiosas; sin embargo, en el campo de la economía son muy escasas. Un trabajo pionero es el de Vega-Centeno y Remenyi (1984) quienes efectuaron un análisis económico de los terremotos; también Vega-Centeno (1985) desarrolló un modelo para la estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por terremotos; posteriormente, Vega-Centeno (2011) analizó nuevamente los terremotos, el crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, en ninguna de esas tres investigaciones los autores determinaron el impacto de esos desastres en el crecimiento económico. Por otro lado, en el ámbito de la microeconomía Kamiche (2010a) investigó cuáles son los determinantes de la vulnerabilidad que explican los cambios del bienestar de los hogares rurales causados por los desastres naturales. Asimismo, Kamiche (2010b) cuantificó la pérdida de bienestar a través del consumo en los hogares que sufrieron los efectos de los desastres naturales.

En el dominio de la macroeconomía, Contreras, Martinez, Regalado y Vásquez (2017) es la única investigación peruana que midió el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico en Perú con métodos econométricos y concentraron su estudio solo en el fenómeno El Niño.

Objetivos

Esta tesis tiene como objetivo general determinar el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico de Perú, tanto en el corto como en el largo

plazo. Dicha relación se explora en dos ámbitos, el primero analiza el agregado de todos los desastres naturales; el segundo analiza los desastres naturales relacionados con el clima; en ambos casos se explora el impacto sobre el producto per cápita.

La relevancia de este tema de investigación se desprende de la discusión previa así como de su relación con el fenómeno del cambio climático. Al respecto, las proyecciones del IPCC (2014a) señalan que en el transcurso del siglo XXI “los impactos del cambio climático ralentizarán el crecimiento económico, harán más difícil reducir la pobreza ... y harán que continúen las trampas de pobreza existentes y se creen otras nuevas, especialmente en las zonas urbanas y las nuevas zonas críticas de hambruna” (p. 20).

Con respecto a los objetivos específicos, son los siguientes:

- Determinar en Perú cuál es el efecto de los daños económicos causados por el agregado de todos los desastres naturales, en el crecimiento del PBI tanto en el corto como en el largo plazo.
- Determinar en Perú cuál es el efecto de los afectados consecuencia del agregado de todos los desastres naturales, en el crecimiento del PBI tanto en el corto como en el largo plazo.
- Determinar en Perú cuál es el efecto de los afectados consecuencia de los desastres relacionados con el clima, en el crecimiento del PBI tanto en el corto como en el largo plazo.

Para cumplir con los objetivos indicados, esta tesis se organiza de la siguiente manera: en el capítulo 1 se presenta una reseña de la terminología de los desastres naturales, la revisión de la literatura teórica y empírica, y la gestión del riesgo de los desastres en Perú. En el capítulo 2 se discute los hechos estilizados, se formula la pregunta de investigación y se define la hipótesis. En el capítulo 3 se presenta las características y origen de los datos. En el capítulo 4 se explica la metodología y se expone el modelo autorregresivo con rezagos distribuidos (ARDL) –técnica econométrica usada en esta tesis–; también se presenta la verificación de los supuestos del modelo de regresión y la determinación de la cointegración con el test de límites. Luego, en el capítulo 5 se presenta la discusión de los resultados. Finalmente, las conclusiones, inferencias de políticas públicas y futuras investigaciones se detallan en el capítulo 6.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Terminología de los desastres

Los desastres son objeto de investigación en diversas disciplinas y en particular en el ámbito de las políticas públicas. Benson y Clay (2004) señalan que un problema que surge en el discurso de los desastres es que la terminología parece ser común, tanto en la práctica como en la investigación, en diversas disciplinas; sin embargo, reflejan sutiles diferencias conceptuales elaboradas por científicos naturales, científicos sociales y profesionales. Estas diferencias conceptuales plantean una inquietud sobre si existe un consenso sobre la definición del término “desastre”. Al respecto, Quarantelli, Lagadec y Boin (2007) advierten que el consenso aún es parcial y Benson y Clay (2004) señalan que no hay un estándar acordado de uso en la terminología de desastres. Asimismo, Perry (2018) afirma que a pesar de que hay claras diferencias en el concepto de desastres entre las disciplinas, especialmente en el foco de su atención; al menos actualmente hay un consenso de que todos los desastres tienen su origen en actos voluntarios del ser humano.

En esta tesis, al menos dos razones se señalan para justificar la relevancia de abordar en este capítulo la terminología de desastres.⁷ En primer lugar, como afirman Benson y Clay (2004), es necesario indicar qué es lo que los autores quieren decir cuando utilizan los términos. En segundo lugar, Quarantelli, Lagadec y Boin (2007) resaltan la importancia de conceptualizar el término “desastre” con una frase clara y didáctica: “Si uno quiere planificar sobre X o señalar las consecuencias de X, tiene que haber al menos algún consenso mínimo sobre lo que X es” (p. 22).

A continuación, se presenta una breve reseña sobre la terminología de desastres, teniendo en cuenta las limitaciones del consenso aún parcial sobre su conceptualización.

⁷ Sobre los propósitos de por qué definir el término “desastre”, Perry (2018) sostiene que eso depende del interés de quién lo define. También Perry (2017) señala que los científicos sociales ayudan a crear definiciones que son usadas para identificar fenómenos sociales, organizacionales o gubernamentales. En el caso gubernamental, Buckle (2005) refiere que el gobierno define el término “desastre” para determinar los límites de la gestión de emergencias en las etapas de mitigación, preparación, respuesta y recuperación, así como su conexión con la distribución de fondos y otros recursos. En el caso tecnológico, Shaluf, Ahmadun y Mustapha (2003) presenta una revisión del concepto de desastre tecnológico elaborado por investigadores y agencias de regulación.

¿Qué es un desastre?

En la literatura científica hay diversas definiciones para el término “desastre”. Si bien, en la sección previa se indicó un limitado consenso sobre cuál su concepto, Quarantelli (2000) sostiene que habría un acuerdo considerable en torno a la siguiente definición: “ocasiones relativamente repentinas cuando, debido a las amenazas percibidas, las rutinas de las unidades sociales colectivas se ven seriamente interrumpidas [se produce una disrupción] y cuando se deben tomar medidas de acción no planificadas para hacer frente a la crisis.” (p. 682).⁸

Por otro lado, una de las explicaciones más completas sobre el término “desastre” es la del IPCC (2012):

Alteraciones graves en el funcionamiento normal de una comunidad o una sociedad debido a eventos físicos peligrosos que interactúan con las condiciones de vulnerabilidad social y que conducen a una amplitud de adversidades humanas, materiales, económicas o efectos ambientales las cuales requieren una inmediata respuesta de emergencia para satisfacer necesidades humanas críticas y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación. (p. 558)

La definición de desastre elaborada por el IPCC abarca varias dimensiones que son necesarias abordar para comprender algunos de los términos claves que se mencionan en la literatura científica sobre los desastres y en particular en el desarrollo de esta investigación. Asimismo, con el propósito de orientar la discusión que se presenta en esta sección, es necesario resaltar de manera preliminar que los desastres están estrechamente relacionados a dos tipos de *eventos*, los cuales según su fuente pueden ser de origen natural o tecnológico. Es a partir del origen del evento como detonante de un potencial desastre y su interrelación con los actos del ser humano inmersos en un sistema socioeconómico vulnerable y expuesto al evento, que surgen los términos “desastre”, y en particular “desastre antrópico o tecnológico” y “desastre natural”.⁹

⁸ Enrico Quarantelli fue un destacado sociólogo estadounidense fundador del Disaster Research Center e investigador en el campo de los desastres. En varias de sus investigaciones, Quarantelli discute sobre las dificultades que lleva consigo la elaboración de la definición del término “desastre”.

⁹ En la literatura, a menudo se utiliza el término “desastre antrópico” o “desastre tecnológico”. En esta tesis se utilizará el término “desastre antrópico” para referirnos a aquellos que tienen como detonante un evento de origen humano. Sin embargo, más adelante en esta sección de la tesis se explica desastres de origen híbrido.

En particular, en el ámbito de las investigaciones económicas también se ha elaborado definiciones para el término “desastre natural”. Hallegatte y Przulski (2010) definen el desastre natural como la suma de un evento de la naturaleza que causa una perturbación en un sistema económico con un impacto significativo en los activos, los factores de producción, el empleo o el consumo. También desde una perspectiva económica, Albala-Bertrand (1993a) refiere que los grandes desastres naturales son aquellos que tienen un elevado ratio de pérdida respecto del PBI.

A continuación se explica varios de los términos referidos en las investigaciones sobre desastres. La explicación se orienta tomando como base las definiciones previamente citadas y complementando con otras elaboradas por diversos organismos mundiales o autores destacados en el campo de las investigaciones sobre desastres. La discusión se enfoca principalmente en los desastres naturales que como previamente se indicó, en esta tesis se determinará cuál es su impacto en el crecimiento económico de Perú.

Evento, desastre y tipos según su origen

Una de las dimensiones que señala los conceptos previamente reseñados es la amplitud del término *evento* en el sentido de que abarca no solo sucesos físicos peligrosos de causa natural, sino que también incluye aquellos cuyo origen es tecnológico.

Los eventos naturales y tecnológicos también se reseñan con el nombre de *amenaza* en la publicación de la Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD, 2004) que señala lo siguiente: “Evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental” (p. 43).

En el trabajo seminal sobre el análisis económico de los desastres naturales de Dacy y Kunreuther (1969) estos autores afirman que solo cuando los fenómenos naturales causan daños al ser humano y a sus objetos, entonces se puede con propiedad decir que tales eventos son desastres. De esta definición de Dacy y Kunreuther se desprende la interacción del evento natural y el sistema humano expuesto, así como la ocurrencia del desastre producto de esa interrelación.

Albala-Bertrand (1993a) resalta que el desastre natural podría desencadenarse si y solo si el evento natural interactúa con un asentamiento humano vulnerable. Asimismo, Hallegatte (2014) afirma que un desastre natural “es la combinación del *peligro natural* y [*sic*] la *exposición* y *vulnerabilidad* [énfasis agregado] de un sistema humano” (p. 9).

En los conceptos de desastre elaborados por Dacy y Kunreuther (1969), Albala-Bertrand (1993a) y Hallegatte y Przulski (2010) citados previamente, se lee dos términos, a saber: *evento natural* término explicado en párrafos previos, y *desastre natural* también conocidos como *peligro natural* y *fenómeno natural*, respectivamente. Algunos investigadores (e.g., Romero & Maskrey, 1993; García, 1993) advierten sobre la confusión en el uso de los términos evento natural y desastre natural, y que muchas veces se usan como sinónimos; además Romero y Maskrey (1993) agregan que no son términos iguales y que el fenómeno natural no necesariamente desencadena un desastre natural.

Con base en las definiciones referidas, se deduce que el evento actúa como un detonante del desastre. Sin embargo, para que el desastre ocurra, necesariamente el evento debe interactuar con un sistema socioeconómico que reúne una serie de condiciones que configura su vulnerabilidad. Por tanto, un evento es una condición necesaria porque es potencialmente perjudicial, pero no es una condición suficiente para que ocurra un desastre, es decir, podría ocurrir un evento pero no necesariamente ocasionar un desastre, ya sea porque no interacciona con un sistema humano, porque el sistema tiene una reducida vulnerabilidad o porque la severidad del evento no fue suficiente para ocasionar un desastre. Asimismo, en los conceptos citados se observa que el término “evento” es uno de los componentes de la conceptualización del “desastre” y que si bien están estrechamente vinculados, son conceptos diferentes entre sí.

Con respecto a la clasificación de los eventos, EM-DAT (s.f.d) muestra la siguiente para los eventos naturales: los fenómenos geológicos (e.g., actividad volcánica, deslizamiento seco de tierra, terremotos y tsunamis); los hidrológicos (e.g., deslizamiento de tierra causado por flujo de agua, inundaciones y oleajes); los meteorológicos (e.g., temperaturas extremas de corta duración, niebla y tormentas) y los climatológicos (e.g., incendios, inundaciones provocadas por el derretimiento

súbito de un glaciar y sequías).¹⁰ Por otro lado, EM-DAT (s.f.d) refiere que son ejemplos de eventos de origen tecnológico los accidentes de tránsito y también los industriales como la radiación, los derrames químicos, fugas de gas y otros.

Es oportuno indicar que la ausencia de consenso en el concepto de desastre también se observa en la clasificación de los eventos. Así por ejemplo, EM-DAT (s.f.d) ubica a los eventos biológicos en el grupo de eventos naturales (e.g., epidemias e infestación de insectos); en contraste, la EIRD (2004) los ubica en un grupo denominado “amenaza biológica” (“evento biológico” en esta tesis) para distinguirlos de los eventos tecnológicos y de las amenazas (eventos) naturales en donde el EIRD (2004) incluye a los que EM-DAT clasifica como eventos climatológicos, hidrometeorológicos y meteorológicos. Asimismo, llama la atención que el EIRD (2004) considera a las fallas en la infraestructura como un evento antrópico; sin embargo, EM-DAT (s.f.d) no lo menciona en su clasificación.

Finalmente, es importante aclarar que los eventos antrópicos y naturales en ocasiones actúan en forma combinada y ocasionan desastres, como lo señala la United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR, 2009). Así por ejemplo, el desastre de la central nuclear de Fukushima en Japón que ocurrió en el año 2011, es uno de los varios casos que ilustra la combinación de dichos eventos. Primero, la planta nuclear fue afectada por un terremoto de 9.1 Mw y luego fue azotada por el tsunami que ocasionó ese sismo;¹¹ sin embargo, a estos dos eventos naturales se sumó algunos eventos de origen tecnológico como la pérdida de energía y de las funciones de enfriamiento del núcleo del reactor, así como actos del ser humano reflejados en la

¹⁰ En la clasificación referida de EM-DAT (s.f.d), el CRED usa el término “desastre natural” en vez del “evento natural” porque registra en su base de datos los impactos de los desastres. En esta investigación se prefiere utilizar el término “evento”, cuando corresponda, para resaltar su origen por fuerzas naturales o tecnológicas al margen de su interacción e impactos sobre los sistemas económicos expuestos al evento.

Excepto por la clasificación citada de EM-DAT es esta página de la tesis, en el resto de esta investigación se usa el término “desastre” cuando según las fuentes citadas en esta tesis sí hay certeza que interactuó con un sistema vulnerable y causó impactos. De esta manera se resalta una vez más la diferencia conceptual entre un evento y un desastre. Asimismo, es preciso aclarar que la EIRD (2004) se refiere a los fenómenos referidos en el párrafo como “amenazas” cuya definición es equivalente al de “evento”.

¹¹ Mw: magnitud momento. Según la United States Geological Survey. Science for a changing world. (USGS, s.f.a), esta escala es una medición más exacta del tamaño del terremoto. Asimismo, la magnitud del terremoto se obtuvo de las bases de datos de la USGS. Earthquake Catalog (s.f.b).

insuficiente preparación frente a severos accidentes (Government of Japan, 2011).¹²

13

El suceso descrito es una evidencia de que los eventos tecnológicos y los desastres tecnológicos en ocasiones surgen del resultado de la ocurrencia de un evento natural configurando casos híbridos con origen diverso. En el ejemplo citado, el evento terremoto es un primer detonante que ocasionó impactos sobre los sistemas población y planta atómica, asimismo, desencadenó el tsunami impactando nuevamente a ambos sistemas. Pero en particular, ambos eventos naturales desencadenaron fallas tecnológicas en los equipos de la planta y terminó por revelar la responsabilidad humana en la limitada preparación para afrontar los potenciales accidentes, ocasionando el desastre tecnológico de contaminación radioactiva.

Exposición y vulnerabilidad

El término *exposición* no es explícito en el concepto del IPCC; sin embargo, parece tácito cuando esa institución se refiere a la perturbación o alteración de la sociedad provocada por la interacción del evento natural o tecnológico y un sistema socioeconómico vulnerable. La dimensión de *vulnerabilidad* en el concepto de desastre también la refiere la UNISDR (2009) cuando señala que “Con frecuencia, se describe el desastre como el resultado de la combinación de la exposición a una amenaza, las condiciones de *vulnerabilidad* [énfasis agregado] presentes, y capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas” (p. 14).

Para comprender las dimensiones referidas, planteamos la siguiente comparación: el fuerte terremoto de 6.9 Mw que sufrió en el año 1995 la ciudad de Kobe en Japón con alrededor de un millón y medio de habitantes, ocasionó 541 636 personas

¹² Los eventos antrópicos referidos en esta tesis están señalados en el Reporte del Gobierno Japonés entregado a la International Atomic Energy Agency (IAEA). Sobre la IAEA:

Es el foro central intergubernamental mundial para la cooperación científica y técnica en el campo nuclear. Trabaja para el uso seguro y pacífico de la ciencia y la tecnología nucleares, contribuyendo a la paz y la seguridad internacionales y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. (IAEA, s.f.)

¹³ Acerca de la preparación insuficiente, el reporte señala que en el diseño base de la central de Fukushima se asumió que la altura máxima de las olas del tsunami serían 3.1 m. Asimismo, la Japan Society of Civil Engineers indicó que la máxima altura podría ser 5.7 m. Así, el diseño contempló una altura máxima entre 3.1 a 5.7 m. Sin embargo, la altura real del tsunami fue entre 14 a 15 m. Las olas inundaron los sistemas auxiliares de enfriamiento y los generadores diesel de emergencia (Government of Japan, 2011).

afectadas y 5 297 muertos.¹⁴ En cambio, un terremoto de 7 Mw (de similar magnitud al que sufrió Kobe) que azotó en el año 2010 varias zonas de Haití, incluida su capital con alrededor de 2 millones 296 mil habitantes,¹⁵ afectó a 3 700 000 personas y cobró 222 750 vidas humanas.¹⁶ Este contraste induce la pregunta por qué en zonas habitadas con poblaciones de tamaño semejante los terremotos de similar magnitud podrían provocar impactos ostensiblemente mayores en una zona con respecto a la otra.¹⁷ En términos generales, por qué la interacción de un evento natural en diferentes sistemas socioeconómicos expuestos a eventos naturales causa impactos significativamente distintos.

Para esbozar una respuesta, empezamos señalando que en las definiciones citadas previamente en esta sección, se lee un término a menudo usado en la terminología de la literatura sobre los desastres: la *exposición*. Para comprender este término planteamos la siguiente cuestión: si ocurriese un evento de origen natural cuyo alcance es cierta área extensa no habitada y sin infraestructura, ¿el evento natural debería ser calificado como desastre?

Al respecto, McDermott (2011) afirma que “donde hay poca o no hay actividad económica, la vulnerabilidad es baja simplemente porque no hay mucho alrededor a ser destruido” (p. 56). De manera similar, Noy y duPont IV (2016) citan como ejemplo que “un severo huracán en el medio del océano que no recalca ni interacciona de otro modo con los humanos, no tiene un significativo impacto en la sociedad” (p. 2) y García (1993) refiere que “algunos fenómenos naturales son destructivos, pero no siempre causan un desastre, como por ejemplo un terremoto que ocurre en una zona despoblada” (p. 132).

Por otro lado, Hallegatte (2014) se refiere a la exposición como “la población y activos que potencialmente se pueden afectar por un peligro” (p. 5). La UNISDR

¹⁴ Las magnitudes de los terremotos se obtuvieron de las bases de datos de la USGS. Search Earthquake Catalog (s.f.b).

¹⁵ Cifra oficial de la población del área metropolitana de la ciudad de Puerto Príncipe en el año 2009, según el Institut Haitien de Statistique et D’Informatique (IHSI, 2009). No se encontró la cifra oficial del año 2010.

¹⁶ Las cifras de personas afectadas y de las que perdieron la vida se tomó de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

¹⁷ Es necesario resaltar que el ejemplo citado no es el único caso con tales conclusiones cuando se contrastan los impactos de desastres naturales similares que ocurrieron en diferentes países. Gómez (2011) reseña el caso de Miami y un municipio de Honduras que a pesar de que enfrentan el mismo riesgo (un huracán), la vulnerabilidad de los habitantes de Miami y las del municipio hondureño son diferentes. El análisis de la base de datos EM-DAT (s.f.a) revela más de estos casos.

(2009) define el grado de exposición como “La población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están expuestos a experimentar pérdidas potenciales” (p. 17) y comenta la definición agregando que “las medidas del grado de exposición pueden incluir la cantidad de personas o los tipos de bienes en una zona” (p. 17).

Un ejemplo de exposición con elevada concentración de personas y bienes son las áreas urbanas. El informe UNISDR (2011) señala que en América Latina más del 80% de las pérdidas causadas por desastres reportados han ocurrido en dichas zonas. También la exposición por tipo de desastres ha sido cuantificada, así por ejemplo la UNISDR (2011) refiere que entre 1970 y 2010 la población mundial que vive en áreas inundables se incrementó en 114% y las que viven en litorales propensos a ciclones aumentó en 192%. Sin embargo, Pesaresi et al. (2017) precisan que los terremotos son los eventos naturales que contabilizan la mayor cantidad de población expuesta, así la cantidad de personas viviendo en áreas sísmicas se ha incrementado en 93% desde 1975 al 2015. En particular para Perú, Pesaresi et al. señalan que de nueve países asiáticos que se ubican en el *ranking* de los diez países más expuestos del mundo a desastres naturales, Perú es el único país no asiático en esa lista. Finalmente, es importante aclarar que si bien las ciudades en crecimiento incrementan la exposición a los eventos naturales, esta mayor exposición no debe necesariamente aumentar la vulnerabilidad de las ciudades bien gestionadas (Banco Mundial, 2011, p. 24).

En resumen, las referencias citadas nuevamente resaltan el vínculo del evento como potencial amenaza que podría desencadenar un desastre; sin embargo, es necesario que el sistema esté expuesto al evento, así se desprende que la exposición de un sistema a un evento natural es otra de las condiciones necesarias para la ocurrencia del desastre.

Sin embargo, no basta con la intensidad del evento natural y el grado de exposición para determinar la severidad de un desastre. Un factor que también explica por qué se desencadena un desastre es la *vulnerabilidad* del sistema afectado por el evento natural o antrópico.

La UNISDR (2009) define la vulnerabilidad como “las características, circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza” (pp. 34-35) y el informe de la UNISDR (2013) enlaza la severidad de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad de la siguiente manera:

El riesgo de desastres no solo depende de la severidad de la amenaza en sí o de la cantidad de población o del volumen de bienes expuestos, sino que también está en función de la susceptibilidad de la gente y [de] los activos económicos de sufrir pérdidas y daños[,] en otras palabras, su vulnerabilidad. (p. 52)

Las dos cuestiones planteadas previamente, es decir, las ostensibles diferencias de afectados y muertos en las ciudades de Kobe y Puerto Príncipe, así como la ocurrencia de un evento natural en un área habitada y con infraestructura guardan también relación con la *exposición* y la *vulnerabilidad*. En conclusión y con base en la definiciones explicadas, a pesar de que la magnitud del terremoto fue relativamente similar en Kobe y Puerto Príncipe, y que es probable que el volumen de bienes expuestos en la ciudad de Kobe por el nivel de desarrollo de Japón haya sido superior al de Puerto Príncipe en el año que ocurrió el terremoto; uno de los factores de mayor relevancia para explicar la cantidad de afectados y muertos ostensiblemente diferentes en ambas ciudades sería la mayor vulnerabilidad de la capital de Haití.

Finalmente, la discusión previa conduce a reconocer que los sistemas socioeconómicos tienen diferente *vulnerabilidad a desastres*, sobre ese particular, Blaikie, Cannon, Davis y Wisner (como se cita en Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC], 2014) analizaron diversos desastres naturales ocurridos en contextos económicos y sociales muy diferentes (en esta investigación se contrastó Kobe y Puerto Príncipe, dos sistemas económicos evidentemente distintos) y determinaron que la magnitud del impacto es consecuencia de la fragilidad de las condiciones físicas, económicas y sociales de los sistemas que fueron afectados por el desastre. Dicho de otro modo, los eventos naturales o antrópicos interactúan con la vulnerabilidad del sistema reflejando la “vulnerabilidad en las estructuras o sistemas sociales” como afirma Quarantelli (2005, p. 345).

Taxonomía de los efectos e impactos de los desastres naturales

En la definición del IPCC también resalta otra dimensión: la amplitud de adversidades ocasionadas por la interacción del evento natural y el sistema humano.

Diversos autores señalan a las adversidades económicas como las elevadas pérdidas económicas medidas a través de ratios de pérdida de capital y/o del producto respecto del PBI, así como los impactos en el consumo, empleo y los factores de producción (e.g., Albala- Bertrand, 1993a; Hallegate, 2010). Esa dimensión también se lee en la

publicación de la UNISDR (2009) que refiere que el desastre es “una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales ...” (pp. 13-14).

Los términos “pérdidas” e “impactos” por lo general se incluyen en las definiciones de “desastre”, por tanto, es relevante reseñar qué refiere la literatura sobre esos términos. Sin embargo, es preciso señalar que la ausencia de consenso sobre el concepto de “desastre” también es una tarea pendiente en el alcance de sus impactos, así como la carencia de una metodología mundialmente aceptada para medirlos.

La ausencia de consenso sobre una metodología común se observa actualmente en las bases de datos privadas y públicas que ofrecen información sobre los desastres, en donde se utiliza diferentes criterios para registrar los desastres a partir de los impactos que generan (e.g., Sistema de inventario de desastres DesInventar, s.f.; EM-DAT, s.f.e). Asimismo, se observa en esas fuentes de información que es frecuente la medición de los efectos sobre la infraestructura y la omisión de impactos sobre el consumo, el empleo, la reducción de los niveles de producción, así como los efectos en la salud, las cadenas de suministro y otros aspectos que puede ocasionar un desastre (e.g., DesInventar, s.f.; EM-DAT, s.f.e; Munich Re [NatCatSERVICE], s.f.; Swiss Re Institute [Sigma], s.f.).¹⁸

La definición, alcance y consenso de las consecuencias de los desastres es una tarea importante por diversas razones. Un enfoque exclusivo sobre las consecuencias más visibles de los desastres, como son los damnificados, pérdidas de vidas y daños en la infraestructura, es una visión limitada que omite otras consecuencias como el cese de las actividades de producción y servicios, la interrupción de las cadenas de suministros, o impactos sobre las variables económicas de la región afectada o incluso del país.

Asimismo, una mejor información sobre las consecuencias podría contribuir a mejorar la estimación de la provisión de bienes de ayuda humanitaria para atender a los damnificados, así como para mejorar la estimación de los importes de ayuda

¹⁸ En el capítulo 3 se reseña los criterios de registro de algunas bases de datos que ofrecen información sobre la cantidad de desastres, los damnificados y muertos que ocasionaron; asimismo, también se explica el alcance del concepto de pérdida adoptado en la metodología que la institución sigue para el registro de la información en la base de datos que ofrece.

económica a las regiones afectadas y de los fondos que un país debe disponer para afrontar contingencias como los desastres naturales.

Por otro lado, los datos con mejores estimaciones sobre las consecuencias de los desastres naturales estarían disponibles para las investigaciones que se llevan a cabo sobre los impactos económicos de los desastres tanto naturales como antrópicos.

Un esfuerzo por determinar de manera más precisa el ámbito de las consecuencias económicas de un desastre está explicado en el Manual para la Evaluación de Desastres (ECLAC, 2003). En la primera etapa, esa publicación denomina “efectos” a las consecuencias de los desastres sobre la infraestructura y los *stocks*, y también a la interrupción de flujos y servicios. ECLAC clasifica esos efectos en tres grandes grupos: los daños directos, los efectos indirectos y otros costos adicionales. En una segunda etapa, se propone la medición de los impactos de esos efectos sobre las variables socioeconómicas. Una síntesis de las definiciones de efectos e impactos y qué abarcan se ilustra en la figura 1.1.

La figura 1.1 se comprende mejor con un ejemplo. Un desastre como un terremoto puede destruir plantas industriales (daño directo) en la etapa de ocurrencia del desastre. La medición de este efecto es a través del recuento de las unidades productivas afectadas y valorizadas en moneda.

Como consecuencia de esa destrucción, en la etapa posterior al desastre el volumen de la producción se reduce (efecto indirecto); e influye también la interrupción del servicio de energía, agua y de los servicios de transporte que trasladan las materias primas. Como señala ECLAC (2014), la determinación de los efectos indirectos “no es recuento de cosas evidentes ni tangibles” (p. 37) sino que se deben valorar y estas pérdidas son difíciles de medir.

Por otro lado, los costos adicionales son temporales y reflejan respuestas del sector público y privado para producir bienes y prestar servicios que se requieren como consecuencia del desastre (ECLAC, 2014). Por ejemplo, el gasto público en la adquisición de alimentos y medicamentos para atender a los afectados en este contexto de contingencia. Asimismo, ECLAC (2014) señala que los costos adicionales incluyen la recomposición de los gastos de consumo del hogar que por ejemplo sacrifican el consumo de actividades de recreación para destinarlo a la reconstrucción de las viviendas destruidas.

Efectos de un desastre:

Son los daños (directos), efectos (indirectos) y costos adicionales como consecuencia de la destrucción total o parcial de los acervos.

Daños directos:

Afectaciones sobre los acervos, expresados a precios corrientes. Los acervos abarcan los edificios, instalaciones, maquinaria y equipos, medios de transporte. También *stocks* como existencias de materia prima, productos en proceso y productos terminados.

Efectos indirectos:

Abarca los flujos de bienes y servicios, –expresados en precios corrientes–, que no se producirán ni prestarán en un periodo de tiempo que comienza después del desastre y puede prolongarse a lo largo de los periodos de rehabilitación y reconstrucción.

Costos adicionales:

Importes adicionales para la producción de bienes y prestación de servicios posteriores al desastre y como consecuencia de este.

Impacto de los efectos**Impactos de un desastre:**

Consecuencias de los efectos en el desempeño de las variables socioeconómicas como el crecimiento económico, endeudamiento, déficit fiscal, empleo, bienestar y otros.

Figura 1.1. Taxonomía de los efectos de un desastre y sus impactos.

Elaborado con base en ECLAC (2003, 2014).

Finalmente, esos daños directos y efectos indirectos, podrían tener consecuencias en el PBI, gasto público, empleo, la inflación y otras variables económicas que en la metodología de ECLAC (2003, 2014) se denomina *impactos* como ilustra la figura 1.1.¹⁹

El ámbito y clasificación previamente reseñados tienen, según ECLAC (2003), el objeto de elaborar una mejor estimación de las consecuencias de los daños y efectos ocasionados por los desastres naturales sobre las variables socioeconómicas y ambientales. Una vez más, en esta metodología se observa los vínculos entre los daños directos ocasionados en la etapa de ocurrencia del desastre y las consecuencias que en el transcurso del tiempo desencadena y que están contemplados en los efectos indirectos y costos adicionales. Finalmente, todos estos efectos del desastre se reflejan en impactos sobre variable económicas.

Como se indicó párrafos arriba, las bases de datos usan diversos criterios para registrar la información de los desastres. En particular, la base de datos EM-DAT (s.f.a) que se usa en esta tesis contiene información sobre lo que el CRED denomina “daños estimados” y lo definen como la cantidad de daños a la propiedad, cultivos y ganado medidos en dólares estadounidenses a precios corrientes del momento del desastre (EM-DAT, s.f.e); en adelante, en esta investigación nos referiremos a esos daños con el término “daños económicos”.²⁰

Finalmente, a partir de la figura 1.1, según la taxonomía de ECLAC (2003, 2014), el daño estimado que registra EM-DAT (s.f.a) y que se utiliza en esta tesis es un daño directo y omite los efectos indirectos porque el CRED no los registra en la base de datos. Asimismo, el impacto que se estudia en esta investigación es sobre el crecimiento económico de Perú a través de los efectos que son los siguientes: daños a la propiedad y cantidad de afectados, ambos consecuencias de los desastres naturales ocurridos en el país y que están disponibles en EM-DAT (s.f.a).

Síntesis de la definición de desastre natural

Para resumir la discusión de esta sección, se cita algunas aclaraciones adicionales. Hallegatte (2014) en un juego de palabras afirma que “un desastre natural no es un

¹⁹ Caballeros y Zapata-Martí (1995) muestran evaluaciones de desastres que siguieron la metodología de ECLAC.

²⁰ Recuerde que el CRED es la institución que registra y mantiene la información de la base de datos EM-DAT.

‘evento’ natural” y aclara que para que el evento natural sea calificado como desastre es necesaria la combinación del peligro natural, la exposición y la vulnerabilidad del sistema humano, y que cause consecuencias negativas. Albala-Bertrand (1993a) define de manera similar al desastre natural resaltando su origen que “es siempre desencadenado de forma exógena, es decir, como resultado de un evento natural extremo interactuando con un entorno social vulnerable” (p. 8). Esta interacción de evento natural y el sistema humano también lo explica Hallegatte (2014) indicando que si un evento natural causa consecuencias negativas lo suficientemente grandes al sistema humano vulnerable, entonces este evento puede ser considerado un desastre natural.

En este capítulo se discutió las dimensiones del concepto amplio de desastre y se explicó algunos términos relevantes para comprender las investigaciones sobre la economía de los desastres naturales. En particular, se examinó la diferencia entre evento de origen natural (*evento o amenaza natural*) y *desastre natural*, así como las definiciones de los términos *exposición* y *vulnerabilidad* que en conjunción con el evento natural generan adversidades o *efectos* medidos a menudo como personas afectadas, pérdidas de vidas humanas, pérdidas materiales y efectos ambientales. En conclusión, si bien, no hay un consenso sobre el concepto de desastre, al menos en algunos aspectos hay acuerdo. En primer lugar, que el desastre es producto de los actos de la voluntad humana y que es un fenómeno inherentemente social. En segundo lugar, cuando el evento natural interacciona con el sistema humano expuesto y vulnerable, y si los efectos son elevados, entonces, los eventos naturales son calificados como desastres naturales.

Finalmente, en esta investigación se usa el término “desastre natural” para referirnos de manera conjunta a lo siguiente: un desencadenante que es un evento o fenómeno natural cuya fuerza o intensidad interactúa con un sistema socioeconómico expuesto y vulnerable; y que esa interacción genera efectos sobre las personas, la infraestructura, el medio ambiente, en los flujos e impactos en las variables económicas. Asimismo, es importante aclarar que el término “desastre natural” en esa tesis no pretende afirmar que el desastre ocasionado tiene un origen exclusivamente natural ni tampoco soslayar la responsabilidad humana en el origen del desastre. Como se señaló líneas arriba, la conjunción de al menos las tres dimensiones de evento natural, exposición y vulnerabilidad del sistema humano actúan de manera interrelacionada para ocasionar un “desastre natural”. Es decir, el “desastre natural”

contempla el ámbito exógeno del fenómeno natural y el ámbito humano reflejado en la exposición y la vulnerabilidad. En esta investigación se prefirió utilizar el término “desastre natural” para el cual no hay consenso sobre el alcance de su definición, pero sí se observa una convergencia de uso masivo en las numerosas publicaciones científicas en este campo en donde es tácito que la referencia al término no es únicamente al evento natural, sino al desastre que proveniente de la interacción de los tres elementos señalados que concurren para ocasionar el desastre.

1.2 Gestión del riesgo de desastres en Perú

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)

En Perú, la Ley N° 29664 creó en el año 2011 el SINAGERD que entre otros aspectos, contiene la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD).

La PNGRD contiene las orientaciones con el fin de impedir y reducir los riesgos de desastres, así como evitar la generación de nuevos. En líneas generales, sus lineamientos en el ámbito de las entidades públicas señalan que esas instituciones deben incorporar la gestión del riesgo de desastres (GRD) en sus procesos de planeamiento y priorizar la programación de recursos para la intervención en asuntos vinculados a la GRD. En particular, las entidades públicas del Poder Ejecutivo deben establecer mecanismos para una respuesta apropiada frente a la ocurrencia de desastres. Los lineamientos de la PNGRD también abarcan la generación de una cultura de prevención en las entidades públicas y privadas, así como en la ciudadanía en general, y señala que el sistema educativo defina los mecanismos para lograrlo.

Algunos de los objetivos de la PNGRD son la identificación de los peligros y el análisis de la vulnerabilidad; promover la incorporación de la GRD en la planificación del desarrollo así como articular la PNGRD con otras políticas de desarrollo; promover la participación de los actores de la sociedad civil y del sector privado; la recuperación social, la reactivación económica y la reconstrucción luego de la ocurrencia de un desastre.

Asimismo, la Ley N° 29664 establece que los Gobiernos Regionales y los Gobiernos Locales, entre otros organismos, integran el SINAGERD. Esos gobiernos son los responsables de incorporar los procesos de la GRD en la gestión del desarrollo y también son los principales ejecutores de las acciones de la GRD en el ámbito de la

PNGRD. La Ley N° 29664 define entre otras acciones, a la gestión prospectiva y la gestión correctiva cuya asesoría está a cargo del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Por otro lado, dicha ley también define a la gestión reactiva cuya asesoría está a cargo del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Dos de los instrumentos del SINAGERD son el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) y la estrategia de gestión financiera del riesgo de desastres (EGFRD) que está a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Según la Ley N° 29664 el PLANAGERD "...integra los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, y la preparación, respuesta y rehabilitación, y reconstrucción". Los objetivos de este plan son "establecer las líneas estratégicas, los objetivos, las acciones, procesos y protocolos..." y también considera los programas presupuestales estratégicos vinculados a la GRD. Con respecto a la EGFRD, esta se aborda a continuación.

La Estrategia de Gestión Financiera del Riesgo de Desastres (EGFRD)

En el ámbito de las EGFRD, en Perú se han diseñado diversos instrumentos para brindar fondos para intervenciones en las etapas previas y posteriores a los desastres. Algunas de ellas son las siguientes.

Programas presupuestales

Un instrumento financiero ex-ante específico para la GRD es el Programa Presupuestal 0068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres" (PP 0068) creado mediante el Decreto de Urgencia N° 024-2010 cuya implementación está a cargo del MEF y la ejecución es a través de los tres niveles de gobierno (Central, Regional y Local). El PP068 tiene por objetivo proteger a la población de la probabilidad de que un fenómeno físico natural con potencial de ocasionar daños ocurra en un determinado lugar y se orienta hacia el resultado específico de reducción de la vulnerabilidad de la población. Los proyectos de inversión pública en este PP 0068 no solo se enfocan en el desarrollo de infraestructura, sino también, en el desarrollo de capacidades a nivel personal e institucional en temas de GRD y de adaptación al cambio climático, así como la estimación del riesgo de desastres.

Otro fondo que contribuye de forma indirecta a la GRD es el “Fondo Invierte para el Desarrollo Territorial (FIDT)” aprobado a través del Decreto Legislativo N° 1435 en el año 2018 y su finalidad es asignar recursos para el financiamiento de inversiones de los Gobiernos Regionales y de los Gobiernos Locales con el objetivo de reducir la pobreza e incrementar la productividad a través de la provisión de servicios e infraestructura. Este fondo, si bien no señala expresamente que son inversiones vinculadas a la GRD, sus potenciales impactos favorables en el desarrollo territorial contribuyen con los objetivos de la PNGRD porque las investigaciones revelan que los efectos de los desastres naturales en términos de afectados, daños económicos tienen una relación negativa y significativa con las variables que promueven el desarrollo.²¹ En la medida que las inversiones en servicios e infraestructura financiadas con el FIDT logren el impacto esperado que es la generación de desarrollo en las zonas pobres intervenidas, contribuirían a la reducción de la vulnerabilidad vinculada al limitado desarrollo, y por tanto, mitigaría el riesgo de sufrir desastres en el territorio peruano.²²

En síntesis, la tabla 1.1 muestra las EGFRD en el ámbito del Presupuesto por Resultados que como señala el MEF (s.f.a) es una estrategia de gestión pública que permite vincular la asignación de recursos a una mejor calidad del gasto público al hacer posible que las entidades estatales prioricen dicho gasto en la provisión de bienes y servicios que de acuerdo con los resultados de las evidencias, contribuyen al logro de resultados relacionados con el bienestar de la población. Es preciso señalar que los tres niveles de gobierno participan en el PpR, y en particular, en el ámbito del Gobierno Local se creó el “Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal” (PI) que de acuerdo con la Ley N° 29332 tiene por objeto “incentivar a los gobiernos locales a mejorar los niveles de recaudación de los tributos municipales y la ejecución del gasto en inversión”, de esta manera se vincula el financiamiento al logro de resultados adecuados.

Asimismo, la tabla 1.1 también presenta otros PP (entre varios) que si bien no son específicos sobre GRD, por la naturaleza de sus objetivos se espera que contribuyan

²¹ En la sección 1.3 de la revisión de la literatura se reseña los resultados de algunas de esas investigaciones.

²² En el capítulo 2 se muestra evidencia de la correlación negativa del nivel de desarrollo de los departamentos de Perú con su vulnerabilidad territorial.

al desarrollo de la población, y por tanto, también aportarían al logro de reducir la vulnerabilidad de la población y mitigar el riesgo de desastres.

Tabla 1.1

EGFRD en el Presupuesto por Resultados

Ámbito	Instrumentos
Presupuesto por Resultados	Programas presupuestales (PP): PP 0111 “Apoyo al hábitat rural” PP 0048 “Prevención de atención de incendios, emergencias médicas, rescates y otros” PP 0146 “Acceso de las familias a vivienda y entorno urbano adecuado” PP 0049 “Programa nacional de apoyo directo a los más pobres-JUNTOS” Fondo Invierte para el Desarrollo Territorial (FIDT) Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal (PI)

Instrumentos de protección financiera

Otros instrumentos fueron incorporados en la Ley N° 30879 “Ley del Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019”; uno de ellos consiste en la autorización delegada al Gobierno Nacional, a los Gobiernos Regionales y a los Gobiernos Locales de efectuar modificaciones presupuestarias para la atención de desastres. El otro instrumento en dicha ley es la autorización de usar “...hasta el 20% de los recursos provenientes del canon, sobrecanon, y regalía minera” para destinarlas al financiamiento de actividades de mitigación de desastres que contribuyan a la reducción del riesgo de desastres.²³ Mecanismos similares están incorporados en el Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2020.

²³ El artículo 43 de la Ley N° 30879 describe los detalles de esa modificación presupuestaria, asimismo el artículo 44 de esa ley detalla las acciones de mitigación.

Por otro lado, es oportuno resaltar que el Fondo Monetario Internacional (Cevik y Huang, 2018, p. 3) recomienda un fondo de desastres naturales cuyo rol sea de “amortiguador fiscal” para cubrir el costo potencial de un evento catastrófico de manera oportuna sin poner en peligro la sostenibilidad fiscal a largo plazo. Dicha recomendación está incorporada en las políticas de inversión pública de Perú a través del “Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales” (FONDES) a cargo del MEF que se creó en el año 2016 a través de la Ley N° 30458. El FONDES provee recursos al cual pueden acceder el Gobierno Nacional, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos Locales cuyos objetivos son “... financiar proyectos de inversión pública para la mitigación, capacidad de respuesta, rehabilitación y reconstrucción ante la ocurrencia de fenómenos naturales”; el monto está dispuesto en el presupuesto público desde el año 2017.²⁴ En particular, el Presupuesto Público del año 2020 se asignó alrededor de 4 346 millones de soles a este fondo. De esta manera, el FONDES es un instrumento que a través de los fondos públicos y sus normas, financia y regula las intervenciones para la provisión de servicios y desarrollo de infraestructura pública, y de esa manera se generan los mecanismos de transmisión para lograr los impactos contemplados en los objetivos de la PNGRD.

Por otro lado, desde el año 2009 Perú cuenta con el Fondo de Estabilización Fiscal (FEF); Salas, Camacho y Alzamora (2018, p. 32) refieren a Balding (2012) para definir al FEF como una herramienta de política fiscal contracíclica con el objeto de acumular recursos durante las épocas de auge económico y usarlas en épocas de recesión o de contingencias, así el fondo contribuye a suavizar las fluctuaciones del gasto público. Sobre las fluctuaciones, Ganiko y Rojas (2019) señalan los probables riesgos fiscales que en Perú están asociados a lo siguiente: desvíos no previstos de las variables macroeconómicas; la materialización de pasivos contingentes, entre ellos los choques internos provocados por los desastres naturales, y las características intrínsecas de la economía peruana. Sobre el monto acumulado, al cierre del año 2019 el monto del FEF asciende a 5471.88 millones de dólares estadounidenses y representa alrededor del 2.4% del PBI.

Perú también cuenta con líneas de crédito contingentes ante la ocurrencia de desastres naturales de entidades como el Banco Interamericano de Desarrollo y el

²⁴ Leyes N° 30518, N° 30693 y N° 30879 sobre el presupuesto del sector público para los años fiscales 2017, 2018 y 2019, respectivamente.

Banco de Desarrollo de América Latina. Según el MEF (s.f.b) el importe asciende a 3 700 millones de dólares estadounidenses.

Tabla 1.2

EGFRD de protección financiera

Ámbito	Instrumentos
Protección financiera	<p>Recursos por reasignaciones presupuestales: por Decreto de Urgencia del Poder Ejecutivo y Ley del Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019 y 2020</p> <p>Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales (FONDES)</p> <p>Fondo de Estabilización Fiscal (FEF)</p> <p>Líneas de crédito contingente ante la ocurrencia de desastres naturales</p>

Finalmente, los mecanismos de transmisión sobre los cuales transcurre los instrumentos de la EGFRD, principalmente son la construcción de infraestructura para el desarrollo; la rehabilitación de la infraestructura en la etapa inmediata posterior al desastre; los procesos de reconstrucción en la etapa posterior; así como el empoderamiento de la población a través de los objetivos de varios programas presupuestales. Dichos mecanismos guardan relación con el presunto impacto que los desastres naturales ocasionan en el crecimiento económico lo cual es objeto de estudio en esta tesis.

1.3 Revisión de la literatura

1.3.1 Revisión de la literatura teórica

En este capítulo se presenta el análisis que diversos autores han efectuado a algunos de los modelos de la teoría del crecimiento económico para determinar los probables canales de transmisión de los efectos de los desastres naturales hacia el producto; así

como la posterior convergencia hacia el estado estacionario luego de que la economía sufre los impactos de un desastre natural.

Modelo neoclásico exógeno

En el modelo de Solow (1956) y Swan (1956) la función de producción $Y = F(K, L)$ es de rendimientos constantes a escala en K y L , y sin progreso técnico. En esta función, Y es el producto que depende del factor capital K y del factor trabajo L . Como la función de producción es homogénea de grado igual a uno en K y L es posible expresarla en términos per cápita así:

$$Y = F(K, L)$$

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1\right)$$

$$y = f(k) \tag{1.1}$$

En donde $y = Y/L$ y $k = K/L$ es el producto y capital ambos per cápita, respectivamente.

Por otro lado, en una economía cerrada y sin gasto público, toda la producción Y se dedica al consumo C , a la inversión bruta I , o ambos a la vez (Barro y Sala-i-Martin, 2009, p. 25), entonces $Y = C + I$ de donde el ahorro es $S = Y - C$ y es igual a la inversión bruta I , es decir:

$$S = I$$

Sea s la proporción de la producción que se ahorra. Según Barro y Sala-i-Martin (2009) los hogares eligen la tasa de ahorro s comparando los beneficios y costos de consumir hoy en vez de mañana; esta comparación implica preferencias y variables que describen la situación de la economía. En el modelo de Solow y Swan los autores asumen que s es una constante exógena. En resumen:

$$S = sY$$

La inversión bruta I se destina para crear nuevo capital físico K o para reemplazar el capital depreciado, es decir, la inversión bruta es la variación del capital más el capital depreciado:

$$I = \dot{K} + \delta K \quad (1.2)$$

Donde $\delta > 0$ es la tasa constante de depreciación y $\dot{K} = dK/dt$ expresa el cambio del capital físico en el tiempo.²⁵

Como $S = I$ y $S = sY$ la ecuación 1.2 se transforma en:

$$sY = \dot{K} + \delta K \quad (1.3)$$

La ecuación 1.3 en términos per cápita es la siguiente:

$$s \frac{Y}{L} = \frac{\dot{K}}{L} + \delta \frac{K}{L} \quad (1.4)$$

Además reemplazando la ecuación 1.1 en la ecuación 1.4:

$$\begin{aligned} sf(k) &= \frac{\dot{K}}{L} + \delta \frac{K}{L} \\ sf(k) &= \frac{\dot{K}}{L} + \delta k \end{aligned} \quad (1.5)$$

Por otro lado, se deriva K/L con respecto al tiempo para expresarla en términos de k , donde $k = K/L$:

$$k = \frac{K}{L} ; \quad \dot{k} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{K}{L} \right)$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}L - K\dot{L}}{L^2}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - \frac{\dot{L}}{L} \frac{K}{L} \quad (1.6)$$

²⁵ La expresión de la forma \dot{F} en adelante indicará dF/dt .

Sea $n = \dot{L}/L$ la tasa de crecimiento de la fuerza laboral; reemplazando n en la ecuación 1.6 y despejando \dot{K}/L tenemos:

$$\frac{\dot{K}}{L} = \dot{k} + nk \quad (1.7)$$

Finalmente, reemplazando la ecuación 1.7 en 1.5 y despejando \dot{k} tenemos la ecuación fundamental del modelo de Solow y Swan.

$$\dot{k} = sf(k) - (n + \delta)k \quad (1.8)$$

En el estado estacionario el capital no varía con el transcurso del tiempo y equivale a que $\dot{k} = 0$. Dicho estado gráficamente se observa en el punto A de la figura 1.2 que es la intersección de la curva $sf(k)$ y la recta $(n + \delta)k$.

A partir de esta ecuación fundamental del modelo de Solow y Swan en estado estable, Okuyama (2003) presenta un análisis del impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico a largo plazo. Su análisis empieza con una economía inicialmente en estado estable (el punto A en la figura 1.2) y que sufre un desastre natural. Como consecuencia del desastre, el *stock* de capital es severamente dañado, y decrecen el nivel per cápita de k^* a k_{dn} y el producto de y^* a y_{dn} (del punto P^* al P_{dn}).

En el nivel de producto per cápita k_{dn} la economía no está en estado estable (punto B) y en esta situación posdesastre el nivel de ahorro per cápita $sf(k)$ excede al de reposición de la inversión $(n + \delta)k$ (el punto C ubicado arriba del punto B).

Con el modelo de Solow y Swan se puede explorar algunos efectos de los desastres naturales y su posterior convergencia al estado estable. Estos aspectos se detallan a continuación.

En el proceso de recuperación, la asignación de recursos a los esfuerzos de reconstrucción y la ayuda externa incrementan la inversión, es decir, la tasa de ahorro s_r es mayor a la inicial s , Okuyama (2003). Esto se ilustra en la figura 1.2 con el movimiento de la curva de ahorro per cápita $sf(k)$ a $s_r f(k)$, asimismo, en el nivel k_{dn} el punto D ilustra el nuevo nivel de inversión.

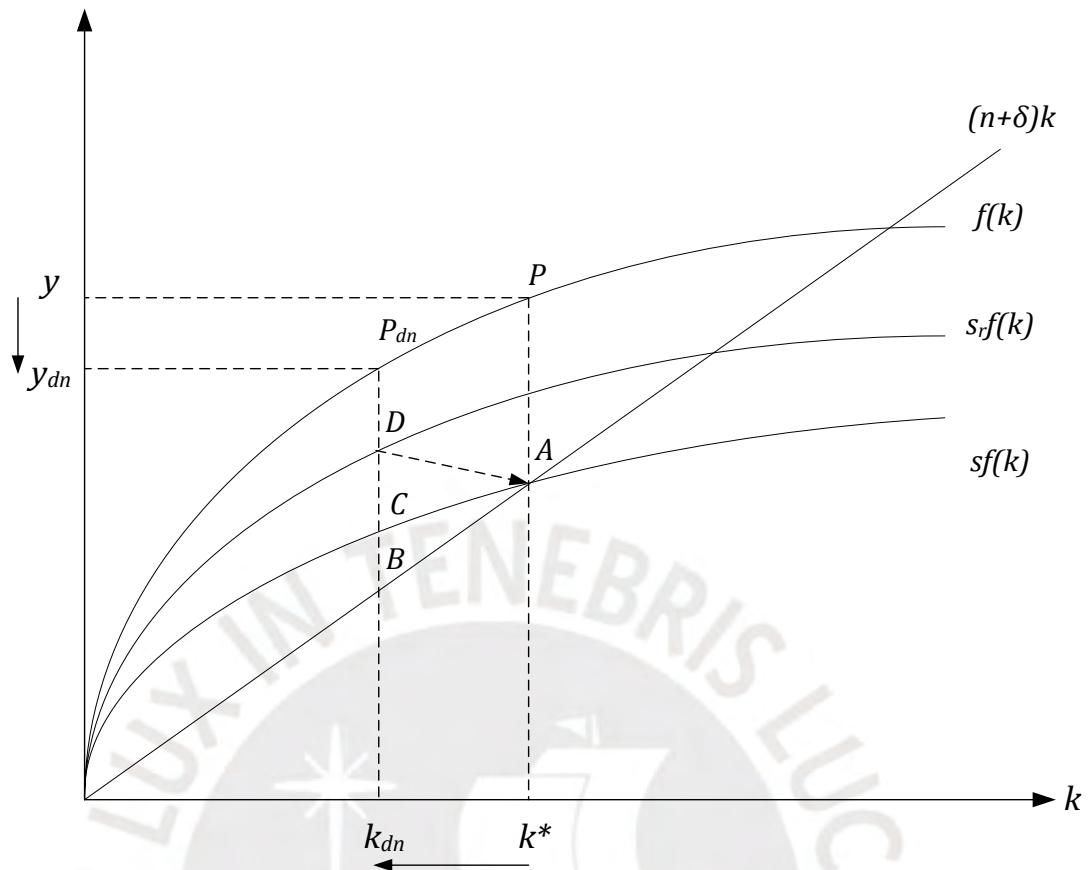


Figura 1.2. Estado estable en el modelo de Solow y Swan (A), impactos de los desastres naturales en el producto y capital, y retorno al estado estable (trayectoria $D \rightarrow A$) (Adaptado de Okuyama, 2003).

Por otro lado, al dividir entre k la ecuación 1.8 tenemos la tasa de crecimiento del capital k :

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k)}{k} - (n + \delta) \quad (1.9)$$

En la ecuación 1.9 se concluye que la tasa de crecimiento de \dot{k} depende positivamente de la tasa de ahorro s y de la productividad media del capital $f(k)/k$. Ambos componentes se grafican en la figura 1.3 en donde se observa que, en el modelo de Solow Swan, para niveles inferiores de capital la tasa de crecimiento de k será alta (en la figura 1.3 la distancia vertical entre la curva de ahorro y la línea horizontal de depreciación).

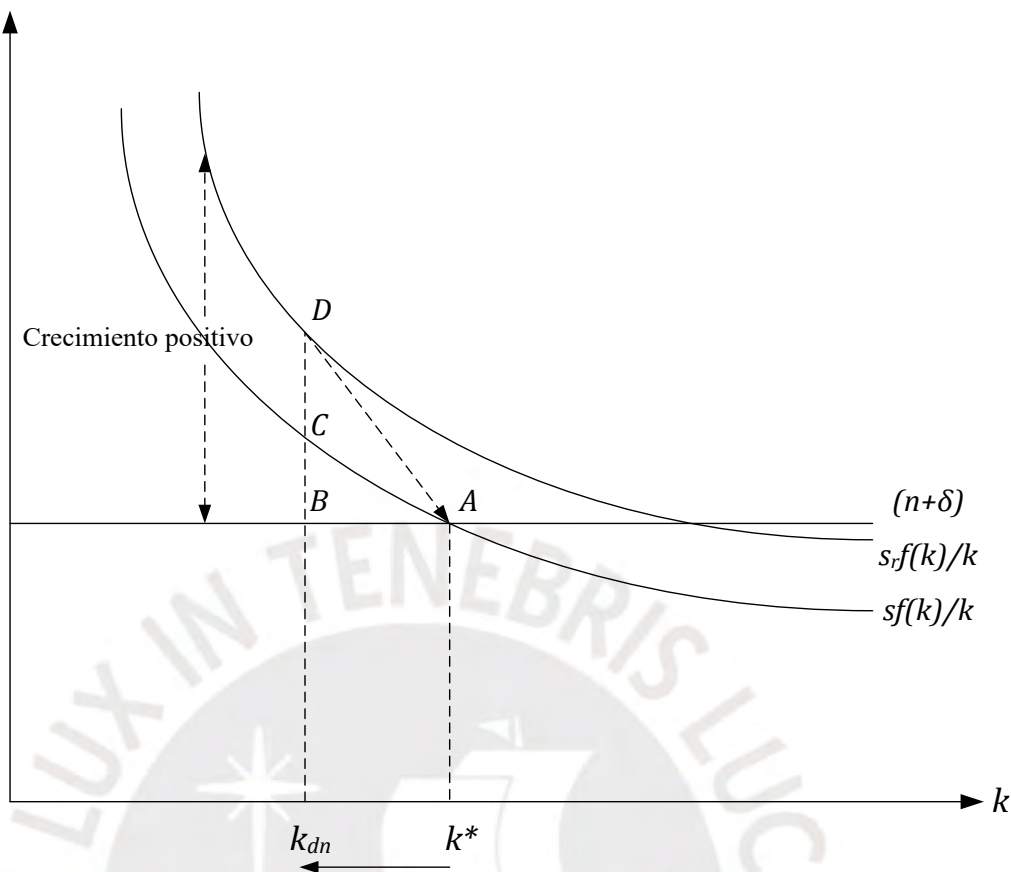


Figura 1.3. Dinámica de la convergencia al estado estable desde la situación posdesastre natural (trayectoria $D \rightarrow A$) (Adaptado de Okuyama, 2003).

Esa alta tasa de crecimiento del capital se observa en la situación posdesastre natural (figura 1.3). Como esa catástrofe destruye parte del capital, el nivel de capital k se reduce a k_{dn} y la tasa de crecimiento del capital en k_{dn} es mayor que en su estado estacionario inicial. Asimismo, en la figura 1.2, en el punto C y D la productividad marginal del capital es mayor que en estado estable y se acelera la acumulación de capital como lo predice el modelo de Solow y Swan.

Con respecto a la convergencia hacia estado estable, Okuyama (2003) afirma que la economía recuperada recobra gradualmente su tasa de ahorro s así como su nivel de capital k^* en estado estable (el punto A). Esta dinámica de transición del capital per cápita k_{dn} desde el momento posdesastre hacia el estado estable se ilustra en la figura 1.3: a medida que k aumenta, \dot{k}/k disminuye y tiende a 0 conforme k se acerca a k^* a través de la trayectoria $D \rightarrow A$.

Modelos neoclásicos endógenos

En la teoría del crecimiento, el producto se representa con una función de producción agregada que relaciona los factores de producción capital y cierto nivel de tecnología. Debido a que la función de producción neoclásica exhibe rendimientos marginales decrecientes, Hallegatte, Hourcade y Dumas (2007) señalan que al usar esa función para modelar el efecto de los desastres equivale a asumir que la destrucción del capital ocasionada por el desastre es equivalente a asumir que esa destrucción afecta solo al capital menos eficiente –en la figura 1.3, el rendimiento marginal del capital en el estado estable (punto *A*) es menor que en el punto *B* que representa la situación del capital k_{dn} y el producto y_{dn} luego del desastre–. Sin embargo, como afirman los autores, el evento natural destruye indiscriminadamente el capital, es decir, no solo afecta al capital con menor productividad.

Hallegatte et al. (2007) proponen modificar la función de producción Cobb-Douglas introduciendo la variable γ_K que representa la proporción de capital no destruido por el evento natural y define el capital efectivo como $K = \gamma_K K_0$ donde K_0 es el potencial capital productivo en ausencia del desastre y asume que el evento natural solo destruye el capital productivo y no la oferta de trabajo. La función de producción Cobb-Douglas es la siguiente:

$$Y = \gamma_K A L^\alpha K_0^{1-\alpha} \quad (1.10)$$

En la figura 1.4 se observa la nueva función de producción, así una pérdida $p\%$ en el capital podría reducir el producto por lo menos en $p\%$. Hallegatte et al. (2007) concluyen que para ciertos umbrales de financiamiento de la reconstrucción así como de frecuencia e intensidad de desastres climáticos extremos las pérdidas del PBI son moderadas. Por otro lado, más allá del umbral, en los países pobres ocurre que el efecto conjunto de los eventos extremos recurrentes y de las restricciones en la reconstrucción, ocasionan pérdidas bruscas en el PBI lo cual impide el desarrollo del país. Hallegatte y Dumas (2009) reafirman con el mismo modelo endógeno que un desastre no tiene un efecto positivo ni en el crecimiento económico ni tampoco en el crecimiento de la productividad. Sin embargo, también en un desarrollo de un modelo teórico de crecimiento endógeno que contempla impactos de desastre naturales (sin

contrastación empírica), Ikefuji (2006) concluye que el crecimiento es positivo con presencia de desastres naturales, pero menor en ausencia de ellos.

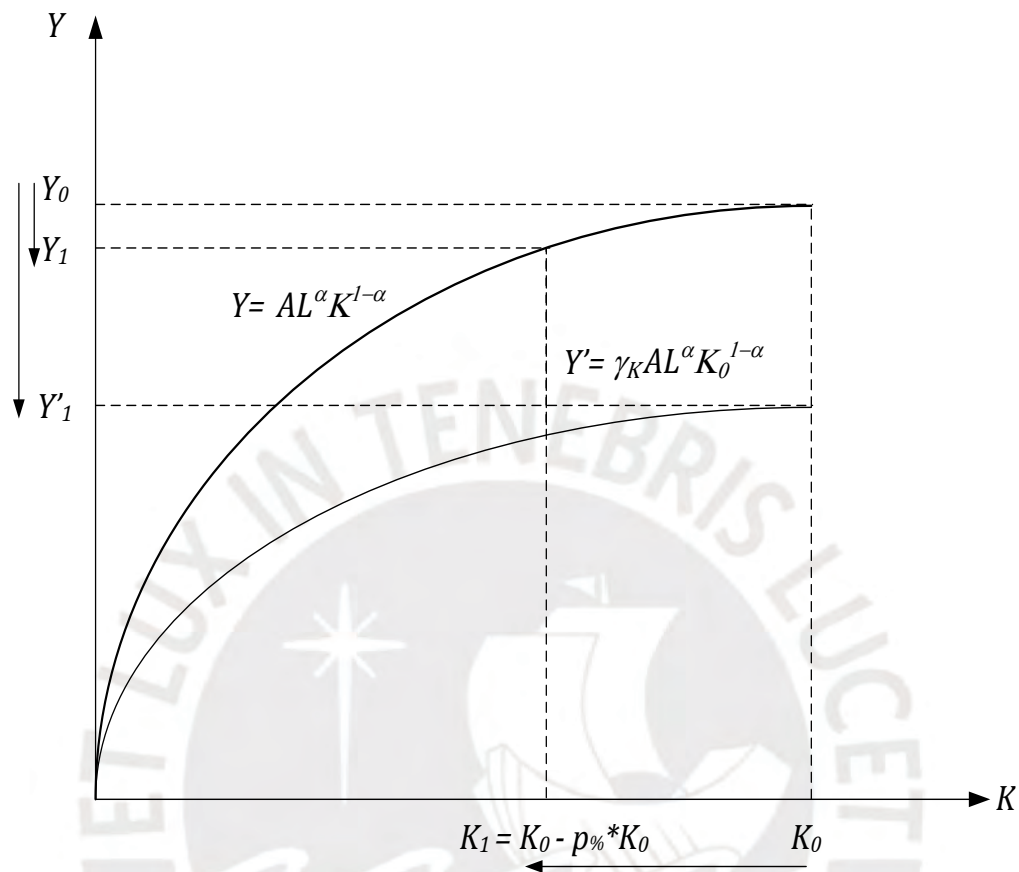


Figura 1.4. Función de producción con la proporción de capital γ_K no destruido (Adaptado de Hallegatte et al., 2007).

Modelo keynesiano

Albala-Bertrand (1993a, 1993b) explora las relaciones de la pérdida del capital provocado por el desastre natural sobre el crecimiento económico así como los niveles de gastos de respuesta para evitar la caída del crecimiento del producto. Él diseñó un modelo fijando un límite superior e inferior para la caída del producto originada por la pérdida de capital causada por el desastre natural. Los supuestos del modelo se encuentran en la investigación referida, en esta tesis se aporta mayor detalle en la explicación de la propuesta teórica del autor.

1. Límite superior del impacto (en adelante lo llamaremos escenario 1 y en las variables que se muestran a continuación el subíndice 1 se refiere a este escenario):

Sea K el capital y D la pérdida total ocasionada por el desastre natural igual a la variación del capital:

$$\Delta K_1 = D_1 \quad ; \quad \Delta K_1 = K_a - K_d \quad (1.11)$$

Donde los subíndices a y d significan antes y después del impacto del desastre, respectivamente. Por otro lado, sea Y_1 el producto y ΔY_1 la pérdida esperada del producto. Albala-Bertrand (1993b) asume que el ratio c capital/producto es el mismo que para la pérdida se tiene:

$$c_1 = \frac{K_1}{Y_1} = \frac{\Delta K_1}{\Delta Y_1} \quad (1.12)$$

El ratio c_1 indica la pérdida de capital ΔK_1 a pérdida del producto ΔY_1 . Luego, reemplazando la ecuación 1.11 en la 1.12 y despejando ΔY_1 :

$$\Delta Y_1 = \frac{D_1}{c_1} \quad (1.13)$$

Transformando la ecuación 1.13 en un ratio de crecimiento dividiendo ambos lados entre Y_1 :

$$\frac{\Delta Y_1}{Y_1} = \frac{D_1}{Y_1 c_1} \quad (1.14)$$

Sea y_1 la tasa de crecimiento (caída) del producto y d_1 el ratio pérdida/producto:

$$y_1 = \frac{\Delta Y_1}{Y_1} \quad ; \quad d_1 = \frac{D_1}{Y_1} \quad (1.15)$$

Finalmente, reemplazando las ecuaciones 1.15 en 1.14 se obtiene el límite superior r_1 del impacto sobre la tasa de crecimiento y :

$$y \leq r_1 \quad ; \quad r_1 = \frac{d_1}{c_1} \quad (1.16)$$

En las ecuaciones 1.16, Albala-Bertrand (1993b) indica que r_1 expresa el límite superior de la pérdida esperada del producto (expresada como una tasa) y tiene una

relación directa con el ratio d_1 de pérdida/producto y una relación inversa con el ratio c_1 capital/producto.

2. Límite inferior del impacto (en adelante lo llamaremos escenario 2 y en las variables que se muestran a continuación el subíndice 2 se refiere a este escenario):

Sea D_K y D_0 el total de la pérdida de capital y la pérdida actual de producción, respectivamente, ambas provocadas por el desastre natural. Luego la pérdida total es:

$$D_2 = D_K + D_0 \quad (1.17)$$

Sabemos que $\Delta K_2 = D_K$ y reemplazando ΔK_2 en la ecuación 1.17 y despejándola:

$$\Delta K_2 = D_2 - D_0 \quad (1.18)$$

A continuación el autor define los siguientes coeficientes con el propósito de efectuar una serie de correcciones:

δ es la tasa de depreciación del capital. $\varepsilon < 1$ para corregir la pérdida de capital porque las estimaciones de pérdidas ocasionadas por los desastres naturales están sobreestimadas. $\alpha > 1$ porque a través de los diversos tipos de capital, su productividad es heterogénea. $\beta > 1$ porque dentro de cada tipo de capital, su productividad también es heterogénea. $\gamma > 1$ porque el crecimiento del producto no depende solamente del *stock* de capital.

Al incorporar los coeficientes δ y ε en la ecuación 1.18 se tiene ΔK_2 corregido:

$$\Delta K_2 = (1 - \delta)\varepsilon(D_2 - D_0) \quad (1.19)$$

Como el capital es heterogéneo en su productividad, entonces los tipos de capital menos productivos son más afectados por desastres; también, dentro del capital del mismo tipo, las pérdidas están ocasionadas por los menos productivos. Por lo tanto, en el escenario 2, el ratio c_2 debe ser mayor que c_1 definido en la ecuación 1.12. Por esas razones, $\alpha > 1$ y $\beta > 1$. Además, el crecimiento del producto no solo depende del *stock* de capital y por eso se definió que $\gamma > 1$, entonces tenemos $c_2 > c_1$ según:

$$c_2 = \gamma\beta\alpha(c_1) \quad (1.20)$$

Pero c_2 es igual a:

$$c_2 = \frac{\Delta K_2}{\Delta Y_2} \quad (1.21)$$

De manera similar al escenario 1, despejando ΔY_2 en la ecuación 1.21 y después se le transforma en un ratio de crecimiento dividiendo ambos lados entre Y_2 :

$$\frac{\Delta Y_2}{Y_2} = \frac{\Delta K_2}{Y c_2} \quad (1.22)$$

Reemplazando las ecuaciones 1.19 y 1.20 en la ecuación 1.22:

$$\frac{\Delta Y_2}{Y_2} = \left(\frac{1}{Y_2}\right) \left(\frac{(1-\delta)\varepsilon}{\gamma\beta\alpha}\right) \left(\frac{D_2 - D_0}{c_1}\right) \quad (1.23)$$

Sea r_2 la tasa de crecimiento (caída) del producto; de manera similar a las ecuaciones 1.5 se tiene:

$$r_2 = \left(\frac{(1-\delta)\varepsilon}{\gamma\beta\alpha}\right) \left(\frac{d_2 - d_0}{c_1}\right) \quad (1.24)$$

Por comodidad, sea $d'_2 = (1-\delta)\varepsilon(d_2 - d_0)$ y $c_2 = \gamma\beta\alpha(c_1)$, reemplazando en la ecuación 1.24 tenemos:

$$r_2 = \frac{d'_2}{c_2} \quad (1.25)$$

Finalmente, y recordando que $c_2 > c_1$ y que $(1-\delta)\varepsilon(d_2 - d_0) < d_1$, entonces las ecuaciones 1.16 y 1.24 definen los límites inferior y superior de la tasa de crecimiento (caída) del producto y ocasionados por el desastre natural y se expresa en la siguiente desigualdad en donde se observa las cotas de la caída del crecimiento económico y .

$$r_2 \leq y \leq r_1$$

$$\left(\frac{(1-\delta)\varepsilon}{\gamma\beta\alpha}\right) \left(\frac{d_2 - d_0}{c_1}\right) \leq y \leq \frac{d_1}{c_1} \quad (1.26)$$

Y según la ecuación 1.25, la desigualdad 1.26 es la misma que la siguiente:

$$\left(\frac{d'_2}{c_2}\right) \leq y \leq \frac{d_1}{c_1} \quad (1.27)$$

Con respecto a los datos, en Albala-Bertrand (1993a) la muestra abarcó desastres naturales de 28 países del mundo con un rango de ingresos bajos, medios y elevados en el lapso de 1960 a 1979. En Albala-Bertrand (1993b) tomó una muestra de seis países (y seis desastres naturales severos) latinoamericanos, entre ellos Perú, que sufrieron desastres naturales entre los años 1970 a 1982 y aplicó el modelo explicado en las páginas previas. El autor concluye que la pérdida de capital es improbable que tenga un importante efecto sobre el crecimiento, asimismo, a partir de sus resultados afirma que los desastres no son esencialmente un problema para el desarrollo, sino un problema de desarrollo; sin embargo, es una conclusión sujeta a debate porque como se reseña en la revisión de la literatura empírica, varios autores concluyen que los desastres naturales ocasionan impactos negativos en el producto, lo cual podría limitar el desarrollo.

Finalmente, esta sección mostró algunos de los esfuerzos teóricos en el ámbito de las investigaciones en Economía para incorporar variables vinculadas a los desastres naturales como la pérdida de capital o fuerza laboral con el objeto de explorar sus impactos en el crecimiento económico. En general, las investigaciones teóricas son menos cuantiosas en contraste con los enfoques empíricos que en la siguiente sección se explica. Asimismo, las propuestas de los autores, excepto los de Hallegatte et al. (2007) y Hallegatte y Dumas (2009), no culminan con una contrastación empírica con técnicas econométricas.

1.3.2 Revisión de la literatura empírica

Estudios de impactos en el corto plazo y mediano plazo

Los estudios de corto plazo y mediano plazo que a continuación se expone corresponden aproximadamente a periodos de 1 a 5 años posteriores a la fecha de ocurrencia del desastre.

Uno de los primeros trabajos empíricos que explora los impactos macroeconómicos de corto plazo que provocan los desastres naturales es el de Albala-Bertrand (1993a) quien señala algunas dificultades significativas que a continuación se reseña:

El efecto neto de una situación de desastre es el resultado final de los efectos del impacto y de los efectos de la respuesta.²⁶ Sabemos que el impacto del desastre, medido en pérdidas financieras directas e indirectas, tiene un efecto negativo en el desempeño económico y que la respuesta al desastre, medido en nuevas entradas financieras y reales, tendrá en su mayoría un efecto positivo en tal desempeño. (p. 57)

La propuesta teórica de Albala-Bertrand (1993a) se presentó en la sección de la revisión de la literatura teórica, así como sus conclusiones.

También en el corto plazo, Raddatz (2007) concluyó que los desastres climatológicos reducen el crecimiento del PBI real per cápita, en cambio los eventos geológicos no tienen un impacto significativo.

Loayza, Olaberría, Rigolini y Christiaensen (2009) también analizaron los desastres climatológicos y geológicos, pero además determinaron sus impactos sobre diversos sectores económicos para lo cual analizó los datos de 94 países.

En el caso de los climatológicos, Loayza et al. (2009) obtuvieron que las sequías reducen el crecimiento del producto del sector agrícola tanto en países en desarrollo como en los desarrollados, asimismo que el impacto es negativo en el crecimiento del sector industrial pero solo los países en desarrollo. Para las inundaciones moderadas sí encontraron un impacto positivo en el sector agrícola probablemente por la mayor cantidad de lluvias. Sobre las tormentas que no tienen impacto significativo en el crecimiento; sin embargo, en los países en desarrollo sí reducen el crecimiento en el sector agrícola pero lo incrementan en el del sector industrial.

²⁶ En el párrafo, según el autor, el término *impacto* se refiere a *disaster impact* y *respuesta* o *respuesta al desastre* a *disaster response*. El autor define *disaster impact* “en oposición a *disaster response* como la actual interacción de un evento natural extremo y un asentamiento humano vulnerable” (Albala-Bertrand, 1993a, p. 254); enseguida menciona el ejemplo de “la colisión de un huracán en un pueblo costero”. Asimismo, él define *disaster response* “en oposición a *disaster impact*, como todas las endógenas y exógenas reacciones, acciones, medidas y políticas para contrarrestar, mitigar o prevenir desastres” (Albala-Bertrand, 1993a, p. 254).

Sobre los desastres geológicos, en particular los terremotos ocurridos en países en desarrollo Loayza et al. (2009) encontraron que generan un mayor crecimiento en el sector industrial.

Loayza et al. (2009) también advierten que todos los mecanismos que potencialmente pueden conducir a efectos positivos cuando ocurre un desastre, se debilitan si es que los desastres son muy severos; así determinaron que el 10% de los desastres más severos de cualquier categoría tienen efectos insignificantes o negativos. Asimismo, según los autores los hallazgos sugieren la presencia de vínculos que transmiten los *shocks* entre los sectores.

Por otro lado, Noy (2009) encontró impacto significativo y negativo en el corto plazo en el crecimiento y que este declive es más intenso en países en desarrollo y en economías pequeñas. Asimismo, vinculado a los niveles de desarrollo de los países, Noy (2009) determinó que los más capaces de resistir los choques iniciales producidos por los desastres naturales tienen las siguientes características: "...altas tasas de alfabetismo, mejores instituciones, altos niveles de renta per cápita, apertura al comercio exterior y elevados niveles de gobernabilidad" (p. 221) y esos países también evitan en mejor medida los efectos negativos en la macroeconomía.

El mismo autor efectuó otra investigación focalizada en Vietnam la cual reveló que los desastres más letales en términos de vidas y afectados ocasionan reducciones en el crecimiento. Asimismo, aquellos que impactan sobre la propiedad y el capital, generan crecimiento en la economía en el corto plazo; sin embargo, en este caso los autores afirman que la ausencia de datos sobre la inversión en las provincias de ese país obstaculizan la determinación precisa de los canales de transmisión. Quizá uno de ellos sea el acceso al conocimiento externo a través de la inversión extranjera directa que tienen algunas provincias o tal vez la restitución de inventarios en vez de la inversión (Noy y Vu, 2010).

Por otro lado, Felbermayr y Gröschl (2014) critican la información de la base de datos EM-DAT frecuentemente usada en las investigaciones sobre el impacto de los desastres naturales en la economía, porque señalan correlaciones entre los daños económicos y el PBI que podrían sesgar los resultados. A partir de una muestra de 108 países y con la novedad de utilizar otras bases de datos, incorporaron en su modelo la severidad del evento natural y no los daños económicos para concluir de manera robusta que en el año de ocurrencia del desastre natural este suceso reduce el PBI per cápita. Asimismo, en los próximos 5 años no encontraron evidencia que el crecimiento

sea elevado por causa de los desastres. Por otro lado, los autores determinaron que los países con mejor calidad institucional, mayor apertura tanto comercial como financiera, son características que contribuyen a impulsar la reconstrucción económica para reducir el efecto adverso de los desastres naturales en el ingreso per cápita.

En contraste, Cavallo, Galiani, Noy y Pantano (2013) enfocaron su investigación en desastres extremadamente severos y no encontraron efectos significativos en el corto plazo; sin embargo, señalan que en los casos de ocurrencia de revoluciones políticas que siguieron a los desastres, los efectos negativos sí fueron significativos.

Fomby, Ikeda y Loayza (2009), analizaron en el corto y mediano plazo el impacto de las sequías, inundaciones, terremotos y tormentas en el agregado de 87 países, así como en los países en desarrollo y desarrollados incluidos en la muestra. Las conclusiones sobre el crecimiento económico son diversas: en el agregado de países, las sequías e inundaciones, tienen un impacto negativo y positivo respectivamente; en cambio el efecto de los terremotos y tormentas no es significativo.

También por sectores y en el mediano plazo –3 años–, Fomby et al. (2009) exploraron los impactos de los desastres. Los autores concluyen que el impacto de las sequías en el crecimiento del sector agrícola es negativo en los países en desarrollo, en este mismo grupo de análisis las sequías severas generan impactos en el crecimiento dos veces mayor que las moderadas. En contraste, en el mismo plazo y sector económico, los autores estimaron también lo siguiente: las inundaciones muestran un impacto positivo (y también en los países desarrollados). En el año posterior de la inundación el impacto es significativamente favorable lo que sugiere que su potencial efecto positivo se refleja en el siguiente ciclo de cosecha; sin embargo, solo las inundaciones moderadas ocasionan impactos favorables.

Por otro lado, las tormentas no revelan impactos significativos. En cuanto a los terremotos tienen un impacto negativo y Fomby et al. (2009) esbozan que la interrupción de los servicios de transporte y otros servicios, así como el desvío de recursos para la reconstrucción en otros sectores explicarían la caída del crecimiento acumulado en 3 años del sector agrícola en los países en desarrollo. El análisis de los terremotos severos revela que generan impactos negativos en los dos sectores económicos estudiados ya que la intensidad de la destrucción del capital y de la pérdida de la fuerza laboral cancelarían los efectos positivos de la reconstrucción.

En el sector no agrícola de los países en desarrollo, los autores estiman que solo las sequías tienen un efecto negativo acumulada en 3 años.

Pelling, Özerdem y Barakat (2002) advierten que en los periodos inmediatos posteriores a los desastres estos sucesos podrían ofrecer oportunidades para obtener capital extranjero a través de ayuda de emergencia internacional, pagos de reaseguros, remesas, y para el desarrollo; sin embargo, tal periodo es breve e insuficiente para compensar las pérdidas generadas.

Con respecto a Latinoamérica, Caballeros y Zapata-Martí (1995) reseña varios estudios llevados a cabo y señalan que esas investigaciones revelan una tendencia de reducción del ingreso por habitante.

Estudios de impactos en el largo plazo

Los estudios de largo plazo que a continuación se expone corresponden aproximadamente a periodos superiores a 5 años posteriores a la fecha de ocurrencia del desastre.

Skidmore y Toya (2002) investigaron si los desastres naturales promueven el crecimiento económico a largo plazo a través de la exploración de las relaciones existentes del crecimiento económico con los desastres, la acumulación de capital y la productividad total de los factores.

Su aproximación teórica empieza con una función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t K_t^a L_t^{1-a} \quad (1.28)$$

Donde Y_t es el producto per cápita en el tiempo; A_t es el coeficiente que representa el nivel de tecnología; K_t es el nivel de *stock* de capital per cápita y L_t es el nivel de capital humano per cápita.

En la ecuación 1.28 tomando logaritmo natural y derivando respecto del tiempo se tiene:

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} + a \frac{\dot{K}_t}{K_t} + (1 - a) \frac{\dot{L}_t}{L_t} \quad (1.29)$$

A partir de la ecuación 1.29 Skidmore y Toya (2002) afirman que si los desastres tienen algún impacto en el crecimiento de largo plazo sería a través de un efecto indirecto, es decir, el riesgo de desastre podría ser un importante factor en las

decisiones de inversión y adopción de nuevas tecnologías (vea en la ecuación 1.29 la razón \dot{A}_t/A_t).

Skidmore y Toya (2002) tomaron una muestra de 89 países entre 1960 y 1990 para su análisis empírico y separaron los desastres en dos tipos: climatológicos y geológicos. Ellos concluyen que la mayor frecuencia de desastres climáticos tiene correlación positiva con el crecimiento económico a largo plazo. En cambio, los desastres geológicos tienen una correlación negativa con el crecimiento económico. Con respecto a la explicación sobre el incremento generado en la productividad total de los factores luego del desastre, los autores lo explican por el efecto sustitución hacia inversión en capital humano y porque los desastres generan oportunidades para actualizar el *stock* de capital y adoptar nuevas tecnologías, es decir, una suerte de proceso de destrucción creativa Schumpeteriano. Sin embargo, un estudio posterior de Crespo Cuaresma, Hlouskova y Obersteiner (2008) advierte que solo los países con niveles relativamente altos de desarrollo se benefician con la mejora de capital a través del comercio, después de una catástrofe natural.

Con respecto a las rutas a través de las cuales los desastres afectan el crecimiento a largo plazo, Skidmore y Toya (2002) concluyen que los desastres climáticos que tienen mayor frecuencia “están correlacionados con elevados ratios de acumulación de capital humano, con los incrementos en los factores de producción y con el crecimiento económico” (p. 1).

En la misma línea de investigación acerca de si los desastres promueven el crecimiento económico en el largo plazo, Jaramillo (2009) tomó una muestra más amplia desde 1950 a 1998 para 113 países y concluye que en los países con baja incidencia de desastres el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico es positivo. Para los países con mediana incidencia es negativo; para los países con prevalencia de fenómenos climáticos el efecto es positivo, y para aquellos con prevalencia de fenómenos geológicos también es positivo. Por otro lado, con un modelo estructural para determinar los efectos persistentes, Jaramillo (2009) halló que el efecto sobre el crecimiento económico a largo plazo es negativo pero en “un grupo muy reducido de países, los cuales comparten una historia de desastres naturales muy devastadores” (p. 34). Su hallazgo contrasta con los de Skidmore y Toya (2002) quien halló un impacto positivo para los desastres relacionados con el clima, aunque negativo para los geofísicos.

Un trabajo similar a Skidmore y Toya (2002) es el de Kim (2010) quien tomó una muestra de desastres naturales de 88 países desde 1990 a 2004 y obtuvo conclusiones similares: correlación positiva entre la frecuencia de los desastres climáticos y el crecimiento económico de largo plazo, así como correlación negativa entre los desastres geológicos y el crecimiento económico. Sin embargo, a diferencia de Skidmore y Toya, Kim encontró evidencia débil que los canales para el crecimiento sean el incremento de la inversión en capital humano y las mejoras en la tecnología.

También impactos negativos con una muestra de 98 países obtuvieron Noy y Nualsri (2007) quienes exploraron la dinámica del crecimiento después de los desastres naturales. Para los países en desarrollo sus hallazgos señalan que la pérdida de capital humano tiene efectos negativos en el crecimiento con un eventual no retorno a trayectorias previas, y que la reducción del *stock* de capital no parece tener un efecto apreciable en el crecimiento. Por otro lado, Charveriat (2000) analizó 35 desastres ocurridos en 20 países de Latinoamérica y el Caribe y encontró una tendencia decreciente en el crecimiento del PBI real en el año que ocurrió el desastre y aumenta en los dos años siguientes. Asimismo, a partir del análisis de 225 desastres, Hochrainer (2009) encontró que en el mediano plazo (hasta 5 años) los desastres naturales pueden causar efectos negativos en el PBI que si bien pueden ser pequeños, son más pronunciados según el tamaño de la pérdida del *stock* de capital el cual es el principal predictor que causa efectos adversos en el PBI.

Una muestra más amplia que abarcó 189 países, un horizonte más extenso de 1968 a 2001 y también una amplia variedad de desastres como climatológicos, geofísicos e hidrometeorológicos, son las características de los datos que usaron Sawada, Bhattacharyay y Kotera (2011) en su investigación. La muestra de desastres naturales de Sawada et al. (2011) a diferencia de los autores previamente citados en esta tesis, tiene algunas novedades: incluyeron desastres biológicos, tecnológicos y provocados por el hombre (e.g., guerras, conflictos y crisis económicas).

Las conclusiones de Sawada et al. (2011) son las siguientes: en el largo plazo el agregado de todos los desastres naturales tienen un impacto positivo en el crecimiento del PBI per cápita.²⁷ Asimismo, para los desastres climatológicos obtuvieron impacto positivo en el largo plazo en el PBI per cápita e impacto negativo en el caso de los

²⁷ Para el caso de las guerras, también concluyeron que en el largo plazo, tienen un efecto positivo en el PBI per cápita; sin embargo, este tipo de desastres antrópicos no están dentro del alcance de esta tesis.

desastres geofísicos. Sawada et al. coinciden con otros autores que el mecanismo del impacto positivo puede provenir de la aceleración del proceso de destrucción creativa Schumpeteriano a través del ingreso de ayuda extranjera e investigación y desarrollo emprendidas luego del desastre natural. En contraste, Cavallo, Galiani, Noy y Pantano (2013) concluyen que en el largo plazo los impactos no son significativos.²⁸

En comparación a las investigaciones previamente explicadas cuyas muestras abarcan diversos países, hay estudios enfocados en un solo país. Shimada (2012) averiguó los impactos de los desastres naturales en el crecimiento económico de Japón. La muestra de desastres naturales la recopiló de diversas fuentes japonesas y abarca las 47 prefecturas que divide políticamente a ese país en el periodo entre 1975 a 1995. Los resultados del autor son mixtos: en los primeros 4 años el impacto de los desastres naturales es negativo; pero es positivo en el horizonte de 5 a 9 años y lo explica por los esfuerzos de reconstrucción. Entre 10 a 14 años el impacto es nuevamente negativo y recomienda la necesidad de mitigar los efectos negativos que es clave para una recuperación económica sostenible. En el muy largo plazo, según el autor de 15 a 20 años, el impacto no es estadísticamente significativo.

En la literatura también hay investigaciones que evalúan el impacto en crecimiento económico de largo plazo según tipos específicos de desastres y en sectores económicos. Los desastres climáticos según Raddatz (2009) tienen un impacto negativo significativo en el crecimiento del PBI real per cápita en el largo plazo –y en el corto plazo–. Asimismo, vincula estos resultados con el desarrollo de los países y determinó que los de bajos ingresos –y que por lo general tienen un sector agrícola con una importante cuota de aporte al PBI– muestran una apreciable caída en el PBI real per cápita. En ese grupo de desastres climáticos resaltan por su elevado impacto las sequías y las temperaturas extremas.

Raddatz (2009) también determinó que las inundaciones y tormentas no parecen tener impacto significativo en el agregado de países analizados, pero precisan que los países pequeños si presentan severas caídas en el producto por causa de las tormentas (huracanes y ciclones).

En el caso de las tormentas, Berlemann y Benzel (2018) en su investigación de 121 países encontraron fuerte evidencia que los impactos de los huracanes (tipo de tormenta) tienen efectos negativos en el crecimiento de largo plazo.

²⁸ La reseña en el corto plazo se ubica en la sección previa.

Comparativamente el efecto es mayor en los países de bajos y medianos ingresos con respecto a los de altos ingresos y uno de los canales de transmisión es la reducción posdesastre de la inversión como porcentaje del PBI. Una novedad en esta investigación es que sus autores usan un indicador de ocurrencia y destructividad de los huracanes que pretende brindar un carácter más exógeno al desastre y mitigar la endogeneidad de esa variable encontrada en investigaciones previas. También para los huracanes, Bluedorn (2012) encontró impactos negativos en el crecimiento en el largo plazo con una muestra 26 países de América Central y el Caribe. En esa misma área de América y con una muestra de 31 países, Strobl (2012) obtuvo la misma conclusión en el largo plazo.

En el caso de las inundaciones, los resultados de Cuñado y Ferreira (2011) son distintas que Raddatz (2009); ellos analizaron 3184 inundaciones ocurridas en 118 países y estimaron un efecto positivo en el crecimiento económico a largo plazo y es más persistente en los países en desarrollo debido a la relevancia que tiene el sector agrícola. Asimismo, señalan que un potencial e importante mecanismo de transmisión en los países en desarrollo sería cuando el incremento de la formación bruta de capital en los procesos de reconstrucción.

Sobre los desastres de naturaleza geológica, Raddatz (2009) halló que tienen un impacto ligeramente positivo pero no significativo en la muestra agregada de países que analizó.

Estudios en Perú

En Perú, el conocimiento acumulado sobre los eventos y desastres naturales provienen principalmente de las investigaciones de la geociencia y la ingeniería; sin embargo, en el ámbito de la economía las indagaciones son escasas.

Un trabajo pionero efectuado en Perú es el de Vega-Centeno y Remenyi (1984) quienes estimaron los riesgos de los desastres consecuencia de los sismos para guiar las decisiones económicas como los costos de prevención y reconstrucción. Para tal fin, los autores estiman probabilidades de ocurrencia de sismos en los establecimientos humanos que fueron afectados por esos desastres. Los autores concluyen con propuestas aún vigentes, la necesidad de elaborar una microzonificación de suelos para mejorar la eficacia de los reglamentos de construcción, asimismo una educación orientada a la previsión y búsqueda de seguridad frente a las amenazas de los sismos,

y a través de los catastros conocer los activos y las actividades económicas en las zonas de alto riesgo sísmico.

Vega-Centeno (1985) continuó su investigación y desarrolló un modelo para la estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por terremotos. El autor elaboró un modelo econométrico para estimar las pérdidas (no el crecimiento económico) incorporando información de naturaleza sísmica (como la magnitud del terremoto en escala Richter y la distancia epicentral); información económica relevante (como la riqueza nacional antes del sismo y daños económicos) y también incorporó y las probabilidad que estimó en Vega-Centeno y Remenyi (1984).

Vega-Centeno (2011) presenta una breve reseñas de sus dos trabajos previos y en este artículo se enfoca en la importancia del estudio de los desastres naturales vinculado con el crecimiento económico y el desarrollo. Por el lado del crecimiento revela su preocupación para que la inversión tenga un componente técnico e innovador así como determinar en qué medida esas medidas reducen la vulnerabilidad a los desastres naturales. El autor insiste en la relevancia de reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras y la selección adecuada de territorios en donde se ubiquen los establecimientos humanos. Por el lado del desarrollo, aborda una dimensión social en la vulnerabilidad resaltando la importancia de la organización social y la estabilidad de las instituciones. Finalmente, en este artículo Vega-Centeno tampoco aborda el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico con un modelo econométrico.

Cashin, Mohaddes y Raissi (2015) llevaron a cabo una investigación sobre el impacto del fenómeno El Niño (FEN) en 20 países y Europa. Ellos concluyen para Perú una reducción del crecimiento PBI real en -0.33 puntos porcentuales acumulado en un año; sin embargo, no es estadísticamente significativa. Contreras, Martinez, Regalado y Vásquez (2017) averiguaron el impacto del mismo fenómeno pero en varios sectores económicos. Esta es la única investigación efectuada en Perú que midió el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico con métodos econométricos (VAR y funciones impulso-respuesta) y concentraron su estudio solo en el fenómeno El Niño. Sus conclusiones señalan que el FEN tiene efectos contractivos y significativos en el crecimiento de los sectores agropecuario, pesca y manufactura primaria; el sector pesca es el más afectado con una caída máxima de 4 puntos porcentuales pero el impacto se disipa luego de un año. En el sector minería e

hidrocarburos y otros sectores no primarios los impactos negativos no son significativos.

En el ámbito microeconómico, Kamiche (2010b) investigó cuáles son los determinantes de la vulnerabilidad que explican los cambios del bienestar de los hogares rurales causados por los desastres naturales. Kamiche determinó que tienen efectos diferentes según las características que tengan, así por ejemplo, la participación ciudadana y la cantidad de miembros del hogar disminuyen la probabilidad de que el tiempo de recuperación se alargue; en cambio la edad del jefe del hogar, el sexo, y la no posesión de un seguro incrementa esa probabilidad. En esa línea de investigación, Kamiche (2010b) determinó que los hogares rurales que sufren los efectos de los desastres naturales revelan reducciones en su nivel de consumo. En particular, los grupos que muestran señales de vulnerabilidad (techos y paredes en malas condiciones) en su infraestructura tuvieron pérdidas de consumo superiores al 9%. Por otro lado, aquellos cuyo jefe de hogar tiene una edad que supera los 65 años muestran caídas de alrededor del 23%. Sin embargo, los hogares cuyo jefe de familia tiene mayor nivel educativo o reciben transferencias de riesgo elevan su consumo a pesar del desastre.²⁹

En la literatura hay investigaciones sobre los determinantes de los efectos directos ocasionados por los desastres naturales que intentan explicarlos desde una perspectiva de desarrollo. Algunos de ellos son el de McDermott et al. (2012) quien concluye que es probable que las economías cuyos sectores financieros son menos desarrollados sufran con mayor severidad y mayor persistencia los efectos de los desastres (a pesar de que son de naturaleza transitoria) en el crecimiento económico a mediano plazo. Toya y Skidmore (2007) afirman que a medida que las economías se desarrollan, gastan más recursos en seguridad y en medidas de precaución para reducir los efectos de los desastres naturales, también determinaron que esas economías muestran menos muertes y menos daños en relación con el PBI. Por otro lado, sobre los impactos en la vida humana, según Kahn (2005) los países con mayores ingresos no experimentan menos desastres naturales que los países pobres; sin embargo, sufren menos muertes por causa de tales sucesos³⁰. Conclusión similar también obtuvo Rasmussen (2004) en

²⁹ El anexo 1 muestra una síntesis de la revisión de la literatura empírica de esta sección sobre el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico. Esa síntesis contiene el alcance, base de datos usada, horizonte, metodología y conclusiones.

³⁰ Esta investigación tomó una muestra de 73 países ubicados en todos los continentes.

su estudio sobre los impactos de los desastres naturales en los países del este del Caribe;³¹ él encontró una relación negativa entre los ingresos y el número de personas afectadas por esos desastres. Kahn (2005) también señala que las democracias y los países con niveles elevados de calidad institucional sufren menos muertes por causas de desastres naturales, es decir, las instituciones con tales características juegan un rol importante en reducir la cantidad de víctimas que causarían las catástrofes.

Finalmente, de la revisión de la literatura empírica resaltan algunos aspectos que vale la pena señalar. La gran mayoría no parte de desarrollos teóricos elaborados por el autor en donde se incorpora a las variables de desastres, sino que a menudo exploran la teoría de crecimiento económico, luego en los modelos econométricos que abarcan variables explicativas de crecimiento tomadas como control, incorporan las variables relacionadas a los desastres, entre las más frecuentes, muertos, afectados y daños económicos directos (efectos directos).

Otros aspectos resaltantes son algunas preocupaciones comunes en varias investigaciones empíricas tanto en el corto como en el largo plazo. Primera, la discutible calidad y veracidad de la información registrada en las bases de datos sobre los desastres, preocupación que también abarca a EM-DAT que es la más usada. Segunda, el discutible carácter exógeno de las variables de muertos, afectados y daños económicos ocasionados por los desastres que usualmente se utilizan en los modelos econométricos. Es ineludible que son consecuencia no solo de la severidad del evento natural, sino también, de las características socioeconómicas del sistema sobre el cual impacta lo cual atribuye un carácter endógeno a esas variables, este aspecto plantea retos en la especificación del modelo econométrico para evitar potenciales sesgos en las estimaciones.

Asimismo, de la revisión de la literatura empírica, se desprende algunas conclusiones globales. Hay una diversidad de conclusiones en las investigaciones y son controversiales. En el año 2011, Cavallo y Noy a partir de su revisión de la literatura concluyó que hay vacío en el acervo de conocimientos sobre los efectos económicos de los desastres naturales, y en particular, una ausencia de consenso sobre el impacto de largo plazo de los desastres. Una revisión posterior de Noy y duPont (2016) concluye de manera similar que la evidencia empírica no es conclusiva. A pesar

³¹ Países del Eastern Caribbean Currency Union conformado por siete países-islas y dos dependencias británicas, ubicados en el Caribe.

del interés en los último 20 años por determinar los impactos de los desastres naturales en el crecimiento económico, la revisión presentada en esta tesis parece confirmar la vigencia de los resultados contradictorios y la ausencia de resultados concluyentes.

Finalmente, en Perú la investigación teórica sobre los desastres naturales y su impacto en el crecimiento económico es nula, la empírica muy escasa y casi inexistente en el caso particular de cuál es su impacto en el crecimiento económico utilizando modelos econométricos. En dicho contexto, esta tesis utiliza un enfoque empírico con base en la literatura presentada y no sobre un modelo teórico desarrollado por el autor. Asimismo, pretende brindar un aporte al conocimiento sobre el impacto de los desastres naturales en Perú a través de la verificación de las hipótesis que se plantean con el propósito de brindar algunas recomendaciones de políticas públicas a partir de las estimaciones con el modelo econométrico.



CAPÍTULO 2. HECHOS ESTILIZADOS

2.1 Hechos estilizados

Hecho estilizado 1

La cantidad de desastres naturales en el mundo, y en particular en Perú, muestra una tendencia creciente a través del tiempo.

La figura 2.1 muestra la senda creciente de la cantidad de desastres naturales que sucedieron en 225 países en el periodo de 1960 a 2017. Entre 1960 y 1989 ocurrieron 3 022 desastres y la cifra se triplica a 9 060 entre 1990 y 2017.³² Asimismo, el promedio anual de desastres en cada país en el segundo periodo mencionado aumentó en 30%.

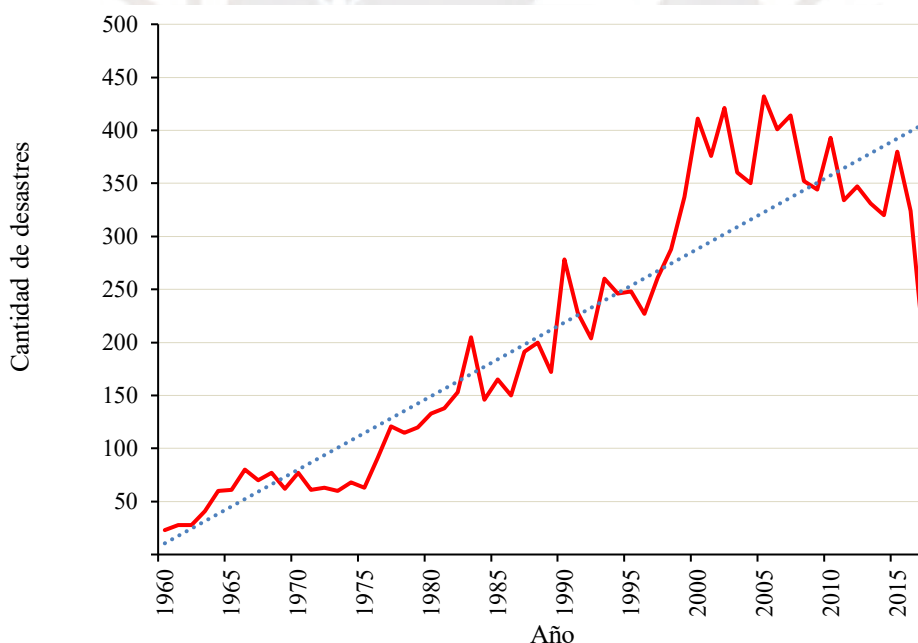


Figura 2.1. Cantidad de desastres naturales en el mundo, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

En el mismo periodo, similar tendencia se observa en la figura 2.2 para los desastres naturales ocurridos en Perú. La cantidad total de esos siniestros entre 1960 y 1989 fue

³² Cifras calculadas con la información de la base de datos EM-DAT (s.f.a). El término “ocurridos” en realidad se refiere a los registros que contiene esa base de datos.

55 y aumentó a 96 entre 1990 y 2017. Por otro lado, el promedio anual de desastres se incrementó en 36%. También, los años 1990 y 2001 acumularon la mayor cantidad de desastres por año y corresponden principalmente a inundaciones y terremotos.

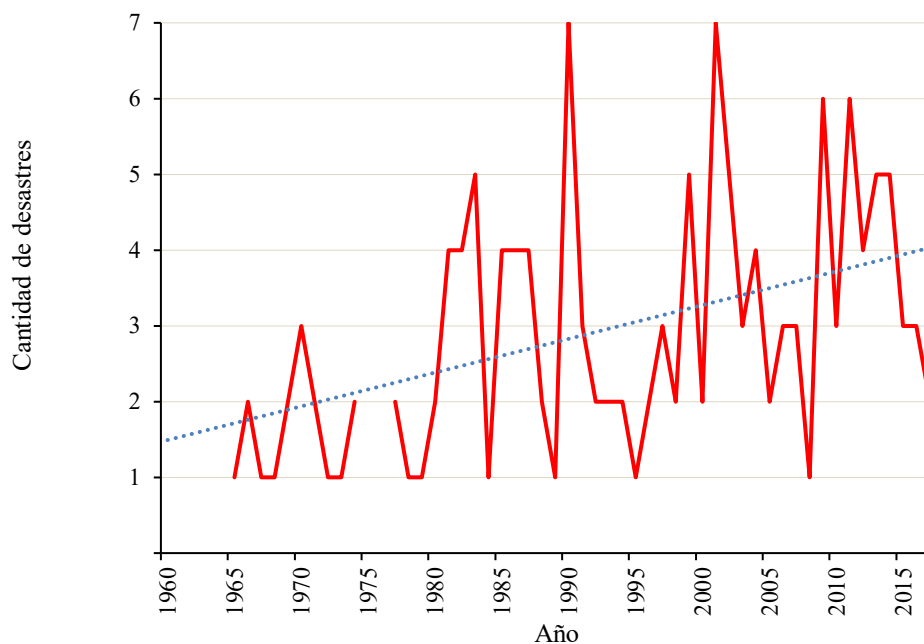


Figura 2.2. Cantidad de desastres naturales en Perú, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Hecho estilizado 2

En el transcurso del tiempo, se ha incrementado la cantidad de los desastres naturales relacionados con el clima.

Los desastres climatológicos, meteorológicos y las inundaciones tienen entre otras causas, un origen en fenómenos que alteran el clima.^{33 34} La cantidad de esos desastres,

³³ EM-DAT (s.f.d) clasifica los desastres naturales en seis subgrupos: biológicos, climatológicos, extraterrestres, geofísicos, hidrológicos y meteorológicos. En particular, las inundaciones son uno de los tipos de desastres incluidos en el subgrupo de hidrológicos que abarca además otros desastres no necesariamente relacionados con el clima. El contenido de los subgrupos se muestra en la tabla 3.1 y también los desastres relacionados con el clima que se usan en esta tesis.

³⁴ La relación señalada entre el clima y los desastres naturales climatológicos, meteorológicos e inundaciones se infiere de la clasificación y glosario de EM-DAT (s.f.d, s.f.e). En adelante, el término “desastres relacionados con el clima” se referirá a los climatológicos, meteorológicos e inundaciones. Además, el IPCC (2014b) se refiere a las olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales como desastres relacionados con el clima.

—en menor medida los climatológicos—, muestran una tendencia creciente entre 1960 a 2017 como ilustra la figura 2.3.

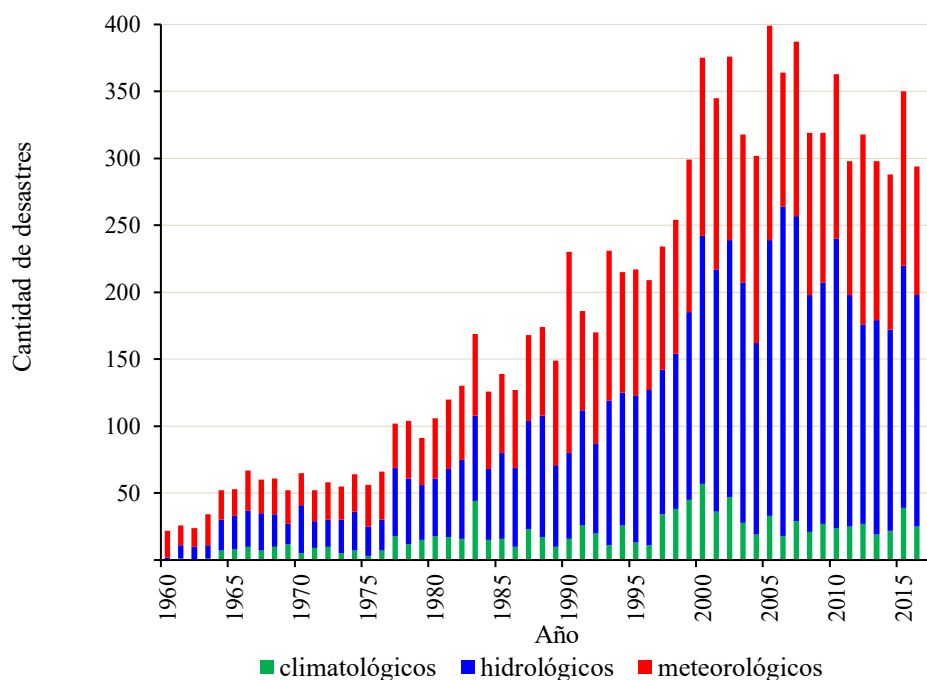


Figura 2.3. Cantidad de desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos (los relacionados con el clima) en el mundo, 1960-2017.³⁵

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Con respecto a Perú y en el mismo periodo, en la figura 2.4 resalta al menos dos hechos: el aumento de la cantidad de desastres hidrológicos conforme transcurre el tiempo y que aproximadamente desde el año 2000 los desastres meteorológicos son más recurrentes; en este grupo los más frecuentes fueron las heladas que afectan principalmente la zona altoandina de Perú.³⁶ Asimismo, el análisis de las cifras de EM-DAT (s.f.a) revela que en el horizonte de 1960 a 2017 la cantidad de desastres relacionados con el clima en Perú representan el 69% del total de desastres ocurridos.

³⁵ El contenido de los subgrupos se muestra en la tabla 3.1 y también los desastres relacionados con el clima que se usan en esta tesis.

³⁶ Para la elaboración de las figuras 2.3 y 2.4 se tomó todos los registros de desastres hidrológicos que abarcan no solo inundaciones sino también otros desastres hidrológicos según la clasificación de EM-DAT (s.f.d). Asimismo, en el mundo y en el horizonte de 1960 a 2017, las inundaciones representan alrededor del 90% de los desastres de tipo hidrológico; en Perú esa cifra es alrededor del 60%. Por tanto, se espera que la tendencia de inundaciones sea similar al de todo el grupo de los hidrológicos.

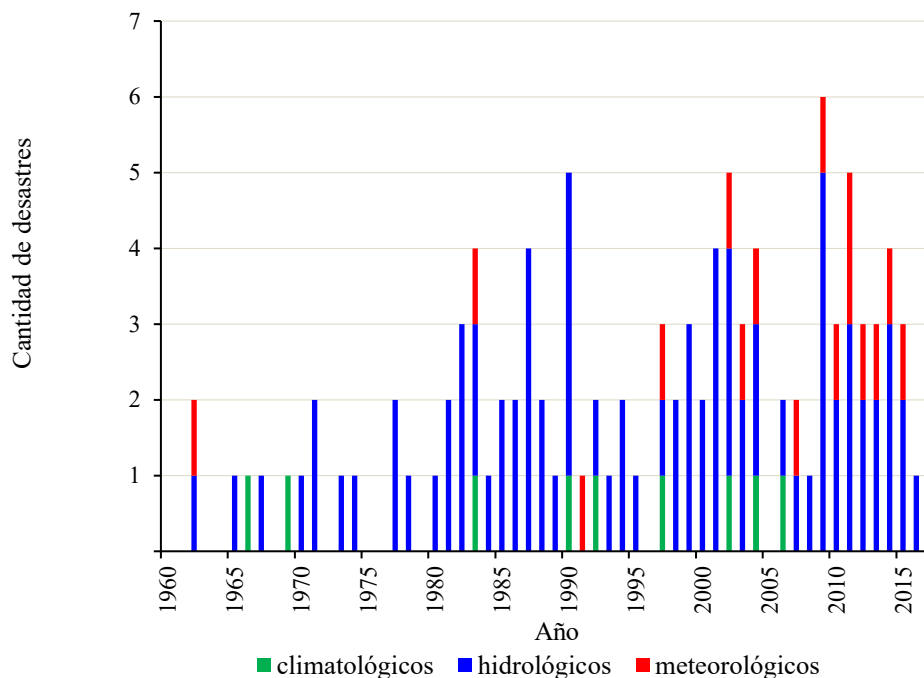


Figura 2.4. Cantidad de desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos (los relacionados con el clima) en Perú, 1960-2017.³⁷

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Por otro lado, en el contexto del cambio climático, es relevante señalar que según el IPCC (2014b) el calentamiento del sistema climático es inequívoco y afirma “...con un 95% de certeza de que la actividad humana es actualmente la causa principal del calentamiento global” (IPCC, 2014b, p. v). Asimismo, señala que es muy probable que los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros factores antrópicos sean las causas principales del calentamiento observado desde mediados del siglo XX.³⁸

En dicho contexto, también hay estudios que intentan determinar la atribución de eventos climáticos extremos al cambio climático antrópico y a la variabilidad natural del clima, tanto en términos de frecuencia, como de intensidad y duración. Stott et al. (2016) señala que a pesar de que la “ciencia de atribución de eventos” se ha desarrollado considerablemente en los recientes años, hay investigaciones que muestran evidencias claras pero en otras poca evidencia de esa relación.

³⁷ El contenido de los subgrupos se muestra en la tabla 3.1 y también los desastres relacionados con el clima que se usan en esta tesis.

³⁸ EL IPCC (2014b) también afirma que las emisiones antrópicas de los gases de efecto invernadero se incrementó entre 2000 y 2010 “a pesar del creciente número de políticas de mitigación del cambio climático.” (p. 5).

También el IPCC lleva a cabo esfuerzos para determinar esa atribución y afirma que esa tarea sigue siendo un desafío. Al respecto, sus conclusiones son diversas y algunas enfocadas sobre eventos naturales se citan a continuación: en primer lugar, es muy probable que la influencia antrópica haya contribuido a los cambios en la frecuencia e intensidad de las temperaturas extremas diarias a escala global (IPCC, 2014b, p. 7). En segundo lugar, es probable que el aumento de las precipitaciones severas en regiones en donde sí se dispone de suficientes datos, tenga entre sus causas la influencia antrópica (IPCC, 2014 p .51). No obstante, con bajo nivel de confianza concluye que el cambio climático antrópico haya afectado la frecuencia e intensidad de las inundaciones fluviales a escala global (IPCC, 2014b, p. 56); sin embargo, la solidez de esta evidencia está limitada por la disponibilidad de datos. También con bajo nivel de confianza el IPCC (2012, p. 119) señala que los cambios observables en la actividad de los ciclones tropicales tengan influencia antrópica, pero nuevamente advierte que la solidez de esta conclusión está limitada por la incertidumbre de los datos históricos registrados, entre otras razones.

En síntesis, si bien el calentamiento global es inequívoco y que es atribuible a la actividad humana, la atribución del incremento de la frecuencia, intensidad y cambios en otros patrones de los desastres naturales relacionados con el clima, al fenómeno del cambio climático antrópico tiene en algunos casos resultados de elevada confianza, y en otros las conclusiones son divergentes o de bajo nivel de confianza.

Hecho estilizado 3

Los desastres naturales causan muertes, afectados y daños económicos, asimismo, en el mundo esos efectos muestran una senda creciente a través del tiempo.

El análisis de los datos de EM-DAT (s.f.a) entre 1960 y 2017 revela que en el mundo los desastres naturales provocaron alrededor de 5 millones de muertos; cerca de 7 160 millones de personas fueron afectadas y el daño económico se estima en torno a 3.0 billones de dólares estadounidenses. En el caso particular de Perú, las estimaciones de la misma fuente y en el mismo periodo son alrededor de 78 mil muertos y 19.6 millones de afectados. Con respecto a los daños económicos, el total es aproximadamente 6 300 millones de dólares y de este importe se estima que 3140

millones corresponden al fenómeno El Niño Costero que afectó principalmente a la costa del norte y centro de Perú entre diciembre de 2016 y mayo de 2017.

Para el análisis de la tendencia de los afectados en el transcurso del tiempo, se muestra la figura 2.5. Entre 1960 a 2017 aumentó la cantidad de afectados causados en el mundo tanto por todos los desastres naturales como por los relacionados con el clima.

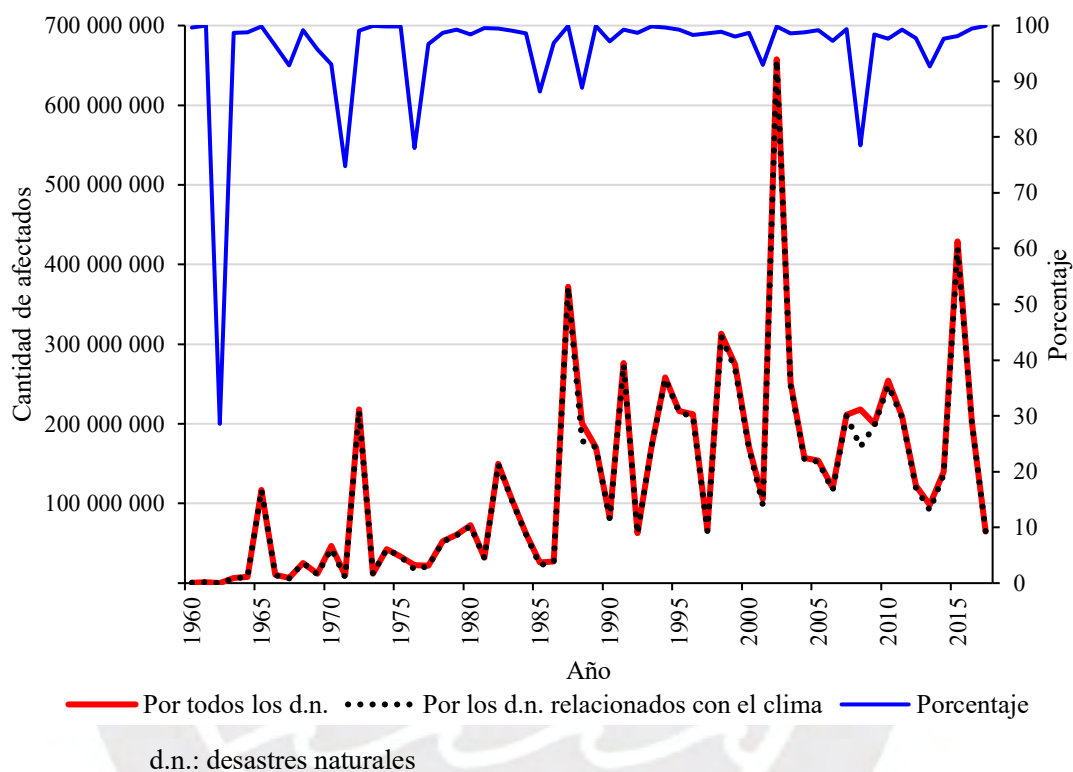


Figura 2.5. Cantidad de afectados ocasionados en el mundo por todos los desastres naturales, por los relacionados con el clima, y porcentaje de afectados provocados por los desastres relacionados con el clima, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

En ese periodo también llama la atención los siguientes hechos: en primer lugar, en la figura 2.5 se observa que, excepto en 4 años, en el resto los desastres relacionados con el clima ocasionaron en cada año más del 90% del total de afectados consecuencia de todos los desastres naturales.³⁹ Al respecto, el IPCC (2014b) afirma que los impactos de eventos extremos relacionados con el clima, –tales como como olas de

³⁹ Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.

calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales—, revelan una vulnerabilidad y exposición significativas en los sistemas humanos que fueron afectados.

En segundo lugar, la figura 2.6 muestra que la cantidad de afectados ocasionados por los tres tipos de desastres relacionados con el clima tienen una tendencia creciente.

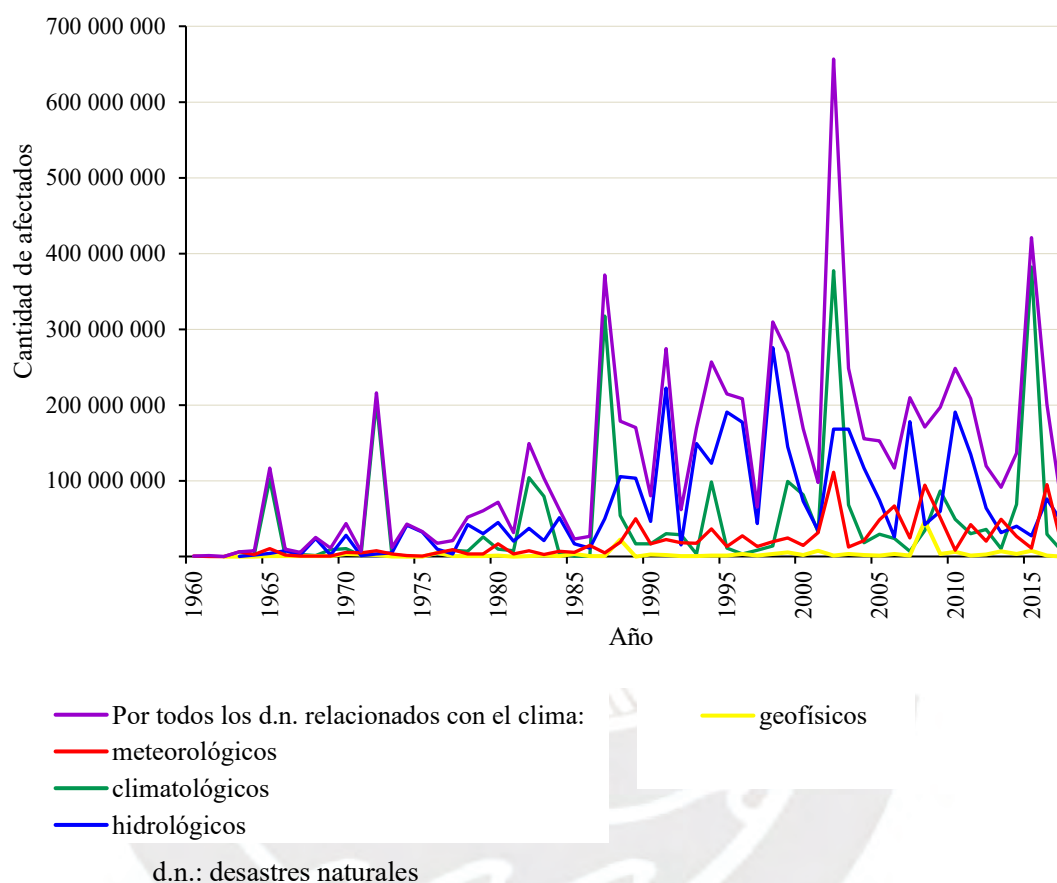


Figura 2.6. Cantidad de afectados ocasionados según tipos de desastres naturales en el mundo, 1960-2017.⁴⁰

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Asimismo, en la figura 2.6 resalta el nivel superior de afectados infligidos por los desastres climatológicos e hidrológicos. En particular, con los datos de EM-DAT (s.f.a) se determina que los desastres climatológicos que en varios años concentraron la mayor cantidad de afectados, son las sequías que azotaron China, India y varios

⁴⁰ El contenido de los subgrupos se muestra en la tabla 3.1 y también los desastres relacionados con el clima que se usan en esta tesis.

países de África.⁴¹ Sin embargo, estas cifras de afectados contrastan con lo que ilustra la figura 2.3: los desastres climatológicos son los de menor frecuencia en el grupo de desastres relacionados con el clima. En síntesis, en varios años y a pesar de que los desastres climatológicos no son los más frecuentes, sí han causado una cantidad de afectados significativamente superior al resto de desastres relacionados con el clima e incluso mayor al de los geofísicos.

Con respecto a Perú, la figura 2.7 revela que en los últimos 20 años ha ocurrido el 50% de afectados provocados por los desastres naturales en el horizonte de 1960 a 2017.

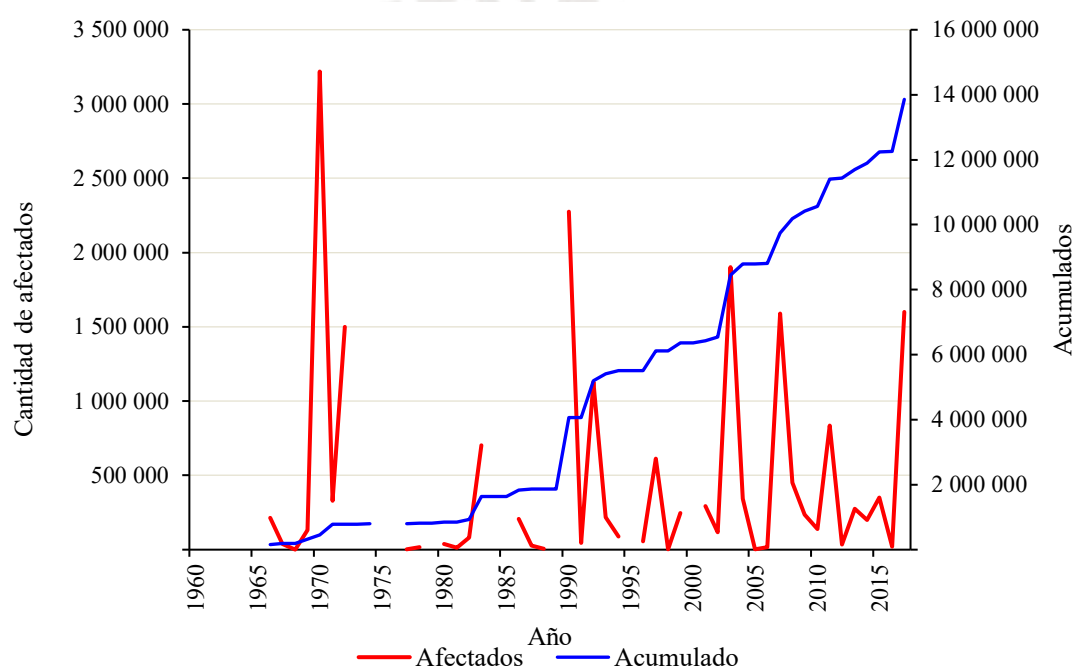


Figura 2.7. Cantidad de afectados y acumulado ocasionados por todos los desastres naturales en Perú, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Acerca de los afectados ocasionados por los desastres relacionados con el clima en Perú, la figura 2.8 muestra una senda creciente. Asimismo, el análisis de las cifras de EM-DAT (s.f.a) revela que en el horizonte de 1960 a 2017, estos desastres concentran el 72% del total de afectados consecuencia de todos los desastres naturales; y solo los hidrológicos en donde se encuentran las

⁴¹ EM-DAT (s.f.d) clasifica a las sequías como un tipo de desastre climatológico.

inundaciones y en particular las que ocasiona el fenómeno El Niño concentran cerca del 29% de afectados.

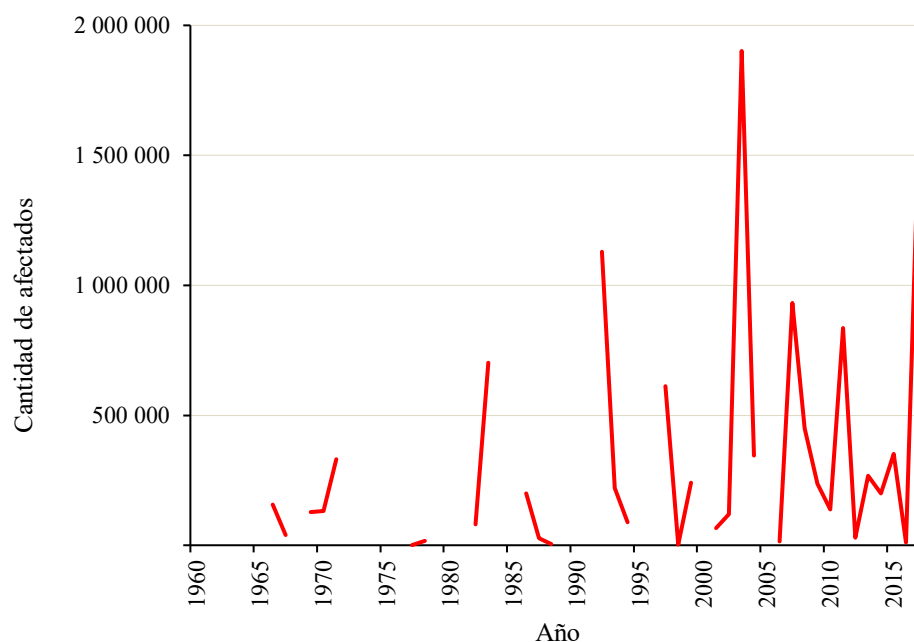


Figura 2.8. Cantidad de afectados ocasionados por los desastres naturales relacionados con el clima en Perú, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Otro de los impactos de los desastres naturales mencionados en la literatura son los daños económicos, que de manera similar a la cantidad de afectados, muestran una tendencia creciente en el mundo entre los años 1960 a 2017, tanto para el agregado de todos los desastres naturales como para los relacionados con el clima. –vea la figura 2.9–. Asimismo, en esa figura se observa que entre 1960 y 1995 el daño económico ocasionado por los desastres relacionados con el clima, oscilan en el rango del 25 al 100% del total del daño económico ocasionado por todos los desastres naturales.⁴² En contraste, en los últimos 20 años es aproximadamente superior al 40%.

Para el caso particular de Perú, los registros de EM-DAT (s.f.a) revelan que los desastres relacionados con el clima provocaron alrededor del 73% de los daños económicos ocasionados por todos los desastres ocurridos en el periodo de 1960 a 2017.

⁴² Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.

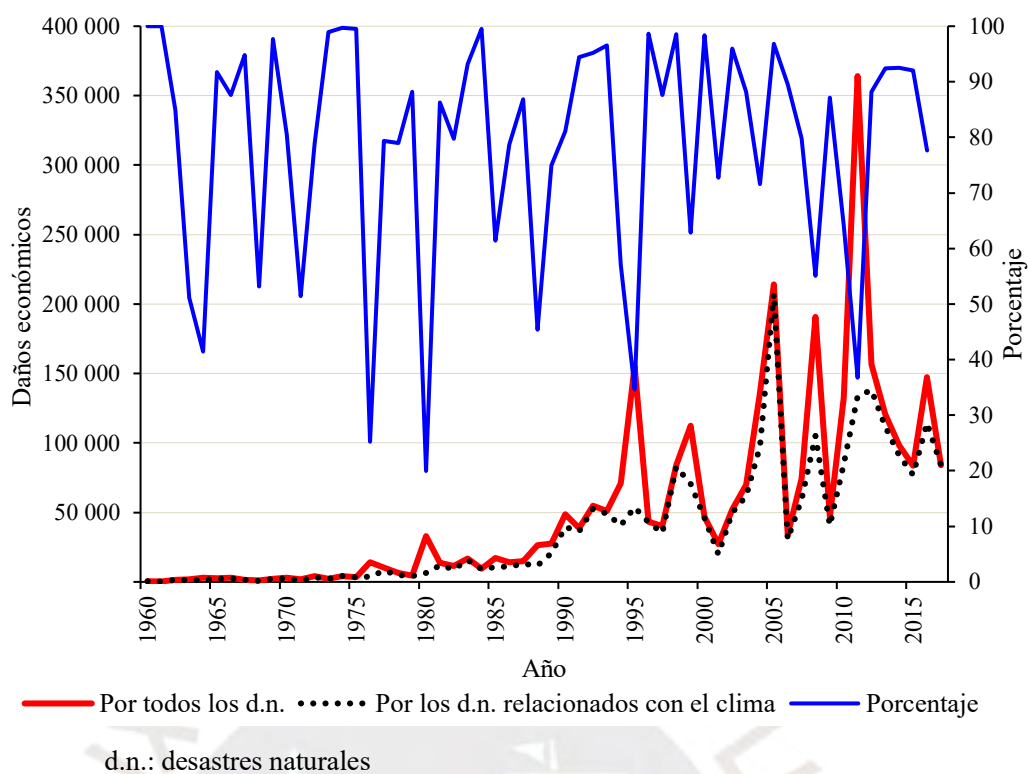


Figura 2.9. Daños económicos (en millones de USD corrientes) en el mundo ocasionados por todos los desastres naturales, por los relacionados con el clima, y porcentaje de afectados provocados por los desastres relacionados con el clima, 1960-2017.

Elaborada con información de la base de datos EM-DAT (s.f.a).

Hecho estilizado 4

La cantidad de afectados en Perú provocados por los desastres naturales es en promedio mayor en los departamentos con menor desarrollo y mayor vulnerabilidad.

Una primera evidencia de este hecho estilizado se muestra en los datos de la tabla 2.1 que muestra dos grupos: G1 agrupa los departamentos de Perú con desarrollo inferior –medido con el índice de desarrollo humano (IDH)– y los departamentos agrupados en G2 son los de mayor desarrollo.⁴³ Las cifras revelan en el periodo de 1970 a 2013 que en el grupo G1 que tiene el menor IDH ocurrió una cantidad inferior de desastres que G2; sin embargo, su cantidad de afectados es ostensiblemente mayor.

⁴³ Los IDH se obtuvo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2013).

Tabla 2.1

Cantidad de desastres y afectados en los grupos de departamentos G1 y G2, 1970-2013

Grupo de departamentos	Desastres	Afectados	Afectados / Desastre
G1	687	3 404 752	4 956
G2	874	1 417 059	1 621

Notas. El grupo de departamentos G1 contiene los departamentos en el primer percentil 50 del IDH y G2 agrupa a los departamentos en el segundo percentil 50 del IDH.

En el grupo G1 se ubican los departamentos de Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Loreto, Pasco, Piura, Puno, San Martín y Ucayali.

En el grupo G2 se ubican los departamentos de Ancash, Arequipa, Callao, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Madre de Dios, Moquegua, Tacna y Tumbes.

Es importante aclarar que el término “Afectados” de esta tabla corresponde al concepto de “total de afectados” en EM-DAT (s.f.e) –cuyo concepto y alcance se explica en el capítulo 3–. En la base de datos de DesInventar (s.f.) el concepto de “damnificados” más “heridos” es equivalente al concepto de “total de afectados” de EM-DAT.

Esta tabla fue elaborada con información del Sistema de Inventario de Desastres DesInventar (DesInventar, s.f.).

Un hecho resaltante es que 13 de los desastres naturales acumulan el 50% de los afectados y todos son relacionados con el clima –vea la tabla 2.2–. También, llama la atención que 12 de esos desastres ocurrieron en departamentos que se ubican en el grupo G1, y la mayoría de ellos tienen un IDH que se ubica en el segundo quintil inferior. En otros términos, la cifra de afectados mostrada para G1 en la tabla 2.1 tienen relación no solamente con la vulnerabilidad y el IDH, sino también con la severidad del desastre porque varios de los departamentos en G1 fueron azotados por los desastres naturales con mayor cantidad de afectados en el horizonte 1970 a 2013.

El análisis para el restante 50% de afectados se muestra en la tabla 2.3. En ese ámbito, el grupo G1 tiene una cantidad menor de desastres y afectados que G2; sin embargo, la cantidad promedio de afectados por desastres en G1 es 1 619 y en G2 es 1 657; es decir, cifras bastante cercanas que parecen sugerir nuevamente características de mayor vulnerabilidad en G1.

Tabla 2.2

Los desastres con mayor cantidad de afectados y departamento de ocurrencia, 1970-2013

Departamento	Grupo de departamentos	Quintil IDH	Desastre	Año	Afectados
Puno	G1	Segundo	Sequía	1982	852 000
Loreto	G1	Segundo	Inundación	1994	230 000
Apurímac	G1	Primer	Sequía	1982	200 000
Puno	G1	Segundo	Sequía	1982	189 058
Puno	G1	Segundo	Sequía	1982	131 092
Loreto	G1	Segundo	Inundación	1993	130 000
Ica	G2	Cuarto	Inundación	1998	120 000
Loreto	G1	Segundo	Inundación	1994	113 072
Loreto	G1	Segundo	Inundación	2013	110 000
Puno	G1	Segundo	Sequía	1982	108 798
Puno	G1	Segundo	Sequía	1982	107 906
San Martín	G1	Segundo	Inundación	1993	82 000
Ucayali	G1	Tercer	Inundación	1994	57 915

Notas. Esta tabla fue elaborada con información de CEPLAN (2019b), DesInventar (s.f.) y PNUD (2013).

A la fecha de elaboración de esta tesis, DesInventar (s.f.) muestra información de los desastres ocurridos en Perú hasta el año 2013.

Tabla 2.3

Cantidad de desastres y afectados en los grupos de departamentos G1 y G2 en el percentil 50 inferior de afectados, 1970-2013

Grupo de departamentos	Desastres	Afectados	Afectados / Desastre
G1	675	1 092 911	1 619
G2	783	1 297 059	1 656

Nota. Esta tabla fue elaborada con información del Sistema de Inventario de Desastres DesInventar (DesInventar, s.f.).

Por otro lado, la tabla 2.4 contiene los cuatro desastres naturales con mayor frecuencia ocurridos en Perú también en el periodo de 1970 a 2013, a saber: las inundaciones, los sismos, aluviones y lluvias; en este grupo tres de los desastres son relacionados con el clima.

Tabla 2.4

Los cuatro desastres naturales más frecuentes en Perú y su cantidad de afectados, 1970-2013

Desastre	Cantidad	Afectados	Afectados / Desastre
Inundación	457	1 525 656	3 338
Sismo	342	883 091	2 582
Aluvión (huayco)	264	212 909	806
Lluvias	111	210 689	1 898

Nota. Esta tabla fue elaborada con información de DesInventar (s.f.).

Tomando como referencia los desastres de la tabla 2.4; las figuras 2.10 hasta la 2.12 ilustran el efecto de estos acontecimientos en cada departamento de Perú medido como la cantidad de afectados por cada desastre; estos diagramas incluyen también para cada departamento su IDH e índice de vulnerabilidad.

A partir de esos diagramas, el análisis revela otra evidencia: en promedio los departamentos de Perú con mayor IDH tienen un menor índice de vulnerabilidad.

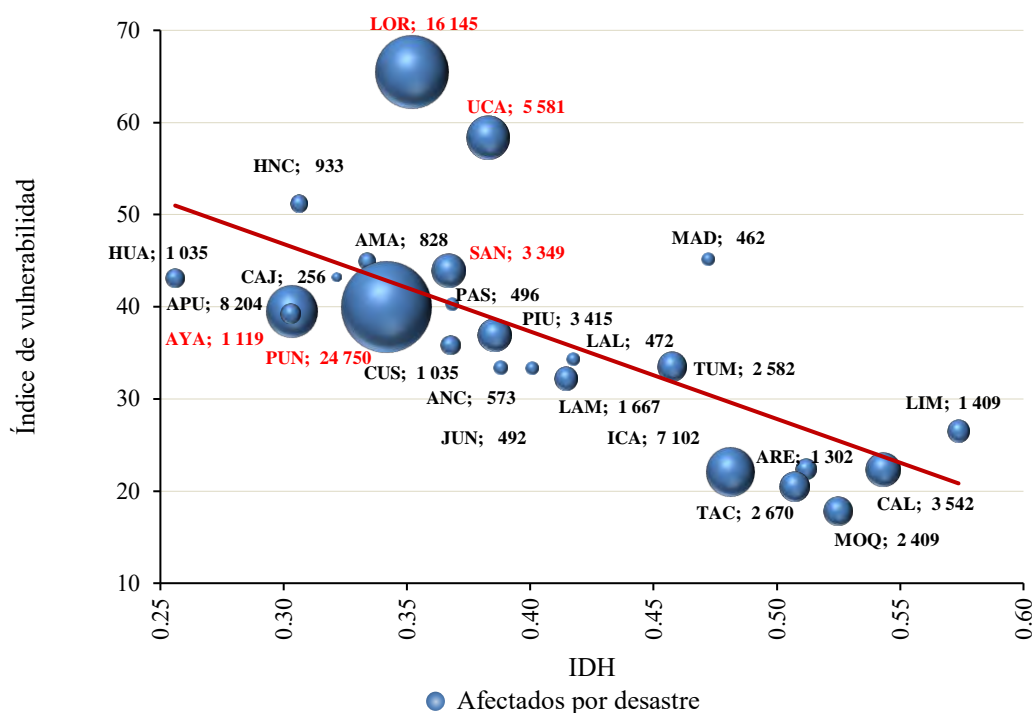


Figura 2.10. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada inundación, de los departamentos de Perú.^{44 45}

Elaborada con información de CEPLAN (2019b), DesInventar (s.f.) y (PNUD, 2013).

Por otro lado, el análisis individual por departamentos permite elaborar algunas conclusiones resaltantes que a continuación se reseñan.

⁴⁴ El índice de vulnerabilidad es un indicador departamental desarrollado por el CEPLAN; esta institución señala lo siguiente: el índice de vulnerabilidad contribuye a comprender cómo viven las personas en su territorio tomando en cuenta 24 variables que reflejan características socioeconómicas de la población y que explican su nivel de vulnerabilidad y que están relacionadas con grandes grupos, a saber: la población infantil, la población femenina, la población sin acceso a servicios básicos y de salud, y la población con problemas en educación. (CEPLAN, 2019b).

⁴⁵ AMA: Amazonas; ANC: Ancash; APU: Apurímac; ARE: Arequipa; AYA: Ayacucho; CAL: Callao; CAJ: Cajamarca; CUS: Cusco; HUA: Huancavelica; HNC: Huánuco; ICA: Ica; JUN: Junín; LAL: La Libertad; LAM: Lambayeque; LIM: Lima; LOR: Loreto; MAD: Madre de Dios; MOQ: Moquegua; PAS: Pasco; PIU: Piura; PUN: Puno; SAN: San Martín; TAC: Tacna; TUM: Tumbes; UCA: Ucayali.

Loreto ocupa el segundo lugar, en cantidad de afectados por cada inundación y el primero en afectados por cada sismo (vea las figuras 2.10 y 2.11). Es probable que esos impactos sean reflejo –entre otras causas– de su elevada vulnerabilidad (es el departamento con mayor índice de vulnerabilidad según el CEPLAN (2019b) y de su bajo IDH que se ubica en el segundo quintil, es decir, entre los departamentos con menor desarrollo de Perú).

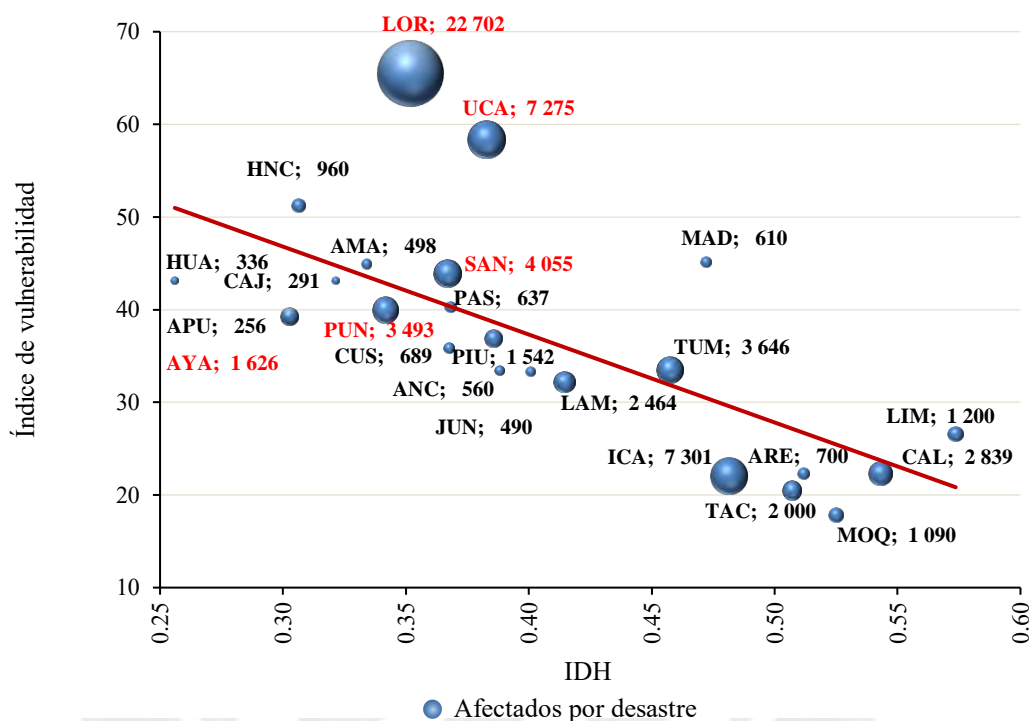


Figura 2.11. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada sismo, de los departamentos de Perú.

Elaborada con información de CEPLAN (2019b), DesInventar (s.f.) y PNUD (2013).

Similar conclusión se obtiene para Ucayali que se ubica en el cuarto lugar de los más afectados por inundación y en segundo lugar en el caso de los sismos (vea las figuras 2.10 y 2.11). Este departamento, es también uno de los más vulnerables de Perú después de Loreto según CEPLAN (2019b); sin embargo, su IDH se ubica en el tercer quintil, es decir, en el grupo de departamentos con desarrollo medio. Asimismo, San Martín también muestra un elevado impacto; es uno de los más afectados por cada inundación y sismo (vea las figuras 2.10 y 2.11), y tiene la mayor cantidad de afectados por aluvión (vea la figura 2.12). Con respecto a sus indicadores,

San Martín es uno de los diez departamentos más vulnerables de Perú (CEPLAN, 2019b) y su IDH se ubica en el segundo quintil, es decir, también es uno de los departamentos menos desarrollados de Perú.

Para el caso de los departamentos cuya geografía es principalmente de la sierra, Ayacucho es uno de los más afectados por cada inundación, sismo y aluvión (vea las figuras 2.10 a 2.12). Puno ocupa el primer lugar por los afectados por inundación (vea la figura 2.10) y en la figura 2.11 se observa que también resalta entre los más afectados por sismo. Ambos departamentos tienen un bajo IDH, Ayacucho en el primer quintil y Puno en el segundo.

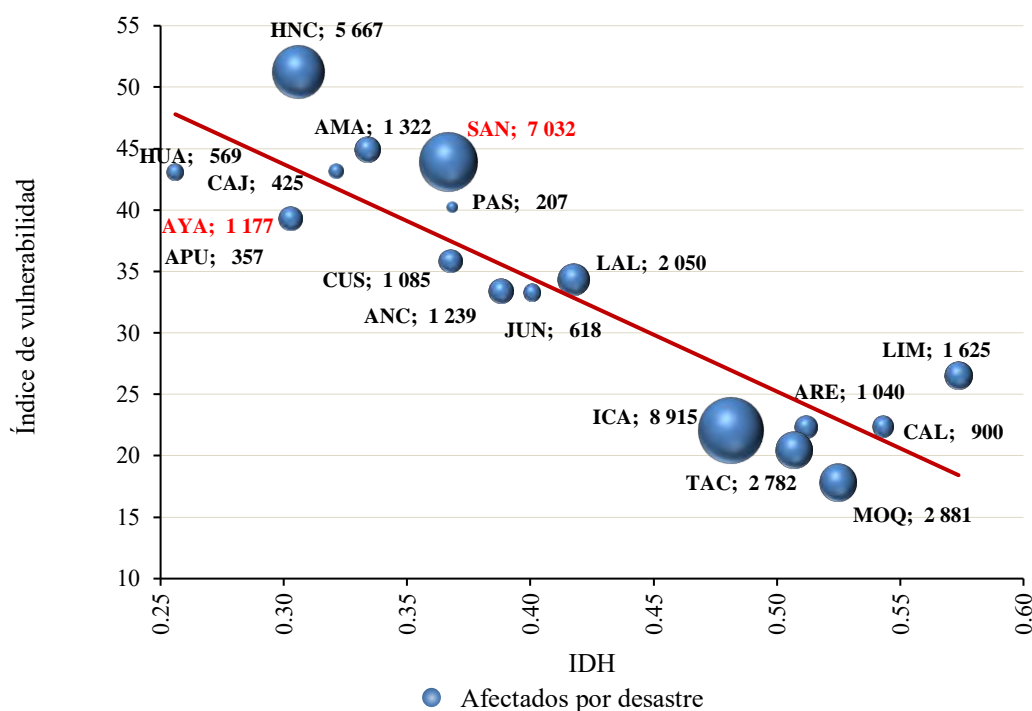


Figura 2.12. Índice de vulnerabilidad, IDH, y afectados por cada aluvión, de los departamentos de Perú.

Elaborada con información de CEPLAN (2019b), DesInventar (s.f.) y PNUD (2013).

En contraste con los departamentos mencionados en los párrafos previos, Ica es un departamento con un IDH superior al del promedio de Perú (cuarto quintil) y con un índice de vulnerabilidad entre los más bajos; sin embargo, en los tres desastres analizados tiene una razón elevada de afectados por cada desastre que ocurrió en Ica. En este departamento, una variable que influye en ese resultado es la severidad del

evento ocurrido, el terremoto de Pisco de 2017 cuya elevada magnitud fue 8.0 Mw;⁴⁶ y la inundación de 1998 vinculada al severo FEN de 1998 que causó alrededor de 120 000 damnificados y que según el INDECI (1998) afectó al 90% de la ciudad de Ica.⁴⁷

En síntesis, las evidencias mostradas en los párrafos previos sugieren que en promedio el grupo de departamentos con menor desarrollo son los más vulnerables, esas características se reflejan en una mayor cantidad de afectados por desastre. Sin embargo, es importante señalar que en las figuras 2.10 a 2.12 también se observa que algunos departamentos con mayor IDH tienen un ratio mayor de afectados por desastre que otros departamentos con menor desarrollo. Esta evidencia sugiere que no solo las características socioeconómicas contempladas en el IDH explicarían los efectos de un desastre, sino también, la severidad del evento natural; en particular el caso del terremoto de Pisco previamente explicado.

2.2 Pregunta de investigación

¿Los desastres naturales impactan sobre el crecimiento económico de Perú?

La literatura reseñada en el capítulo 1 revela que las investigaciones acerca del impacto de los desastres naturales sobre el crecimiento económico tienen diversas conclusiones: en algunas la relación es positiva, en otras es negativa; y en ambas no necesariamente significativas. Asimismo, los resultados son diversos si el análisis es con el agregado de todos los desastres o si se enfoca en solo uno de ellos.

Por otro lado, excepto por la investigación de Contreras et al. (2017) quienes se enfocaron únicamente en la relación del impacto del fenómeno El Niño en el crecimiento económico, en Perú no hay más investigaciones que exploren el crecimiento económico y los desastres usando métodos econométricos.

El crecimiento anual del PBI de Perú en el periodo de 1961 a 2017 versus el impacto de los desastres naturales tanto en cantidad de afectados como de daños económicos se ilustran en las figuras 2.13 y 2.14, respectivamente.

⁴⁶ Magnitud tomada de USGS (s.f.b).

⁴⁷ La cifra de damnificados se tomó de DesInventar (s.f.)

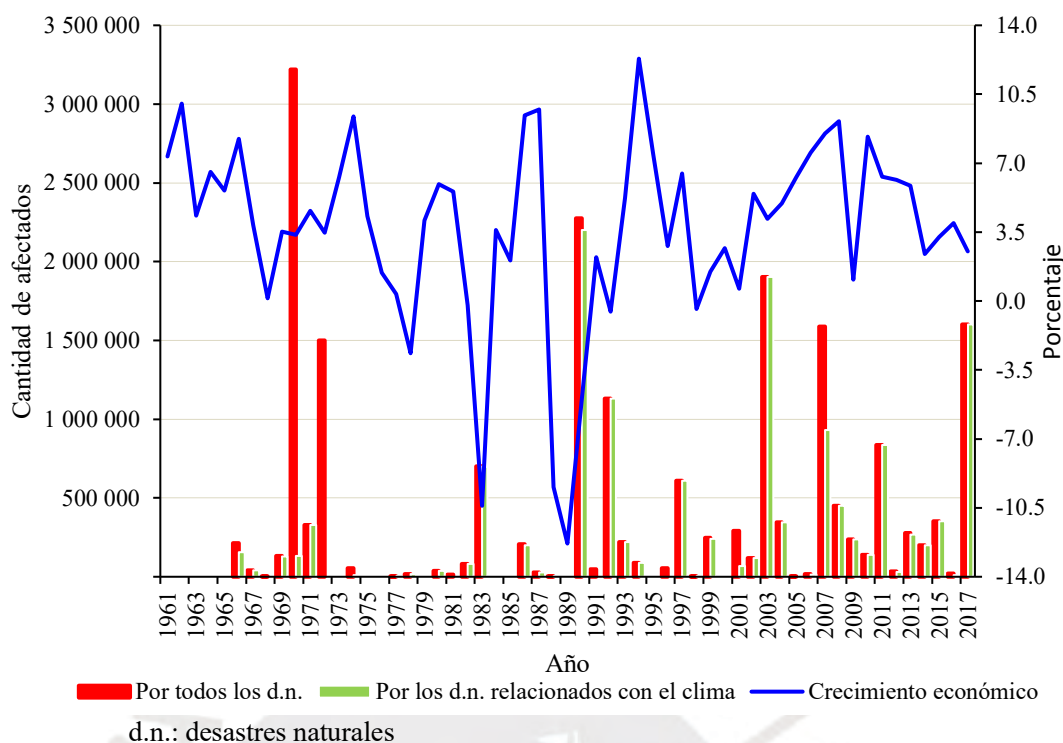


Figura 2.13. Crecimiento económico de Perú y cantidad de afectados ocasionados por todos los desastres naturales y por los relacionados con el clima, 1961-2017.⁴⁸

Elaborada con información de las bases de datos del Banco Mundial (s.f.) y de EM-DAT (s.f.a).

En las figuras 2.13 y 2.14, si se observa todo el horizonte de tiempo graficado, aparentemente hay una débil relación entre los impactos de los desastres naturales y el crecimiento del producto. Ese presunto escaso vínculo también lo detectó Benson (1997b) en una investigación que efectuó en Filipinas en donde los impactos de los desastres naturales se miden como los daños ocasionado en los *stocks* de activos e infraestructura, –tanto del sector privado como del público– y también sobre los cultivos. Benson (1997b) afirma que esas mediciones enfocadas en los *stocks*, y que ignora los efectos de los desastres en los flujos, podrían ser pobres indicadores del impacto de esos siniestros y sería una de las explicaciones de la débil relación que observó.⁴⁹

⁴⁸ Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.

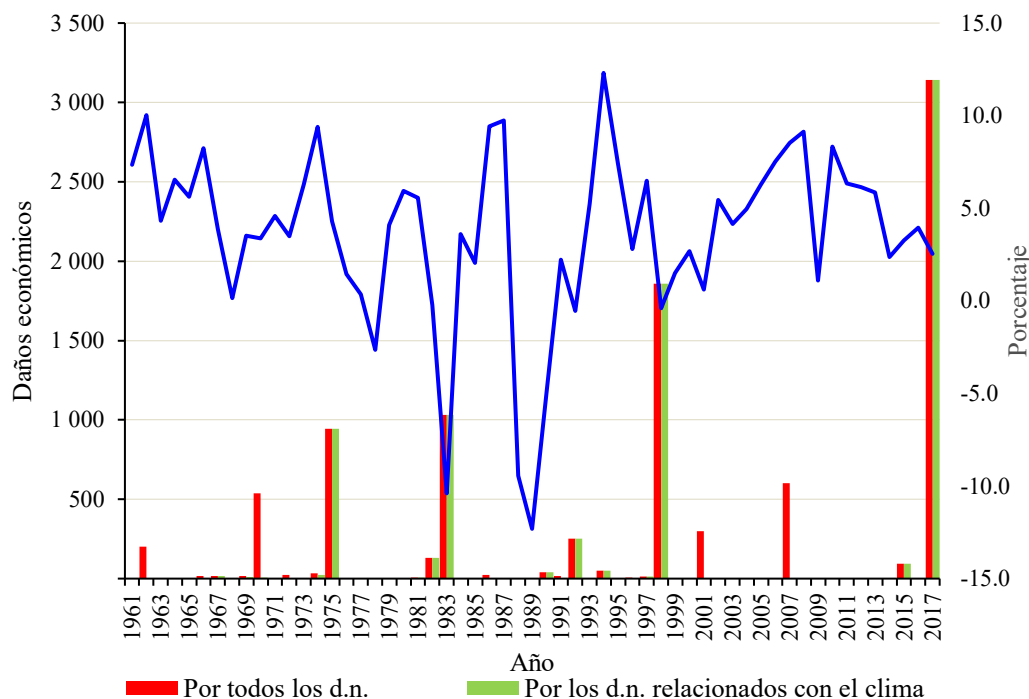
⁴⁹ La presunta débil relación quizá tiene su origen en la frecuente omisión en la medición de las pérdidas indirectas –vea la taxonomía expuesta en el capítulo 1– lo cual infravalora el importe monetario de los efectos de los desastres naturales. ECLAC (2003) recomienda la medición de los efectos de los desastres como la suma de los importes de daños directos y las pérdidas indirectas. Similar a lo que señala Benson (1997b) sobre la omisión del valor de los flujos, por lo general el

También de las figuras 2.13 y 2.14 se obtiene algunas evidencias que sugieren una aparente relación negativa entre el impacto de algunos de los desastres naturales y el crecimiento económico de Perú. En la figura 2.13, para los desastres naturales relacionados con el clima se observa cifras elevadas de afectados en los años 1983, 1998 y 2017 en donde ocurrió el fenómeno El Niño (FEN) y coinciden con reducciones del crecimiento económico. En contraste, para los desastres geofísicos la figura 2.13 revela que el pico más elevado de afectados fue ocasionado por el terremoto que afectó Huaraz en 1970; sin embargo, el crecimiento del PBI casi se mantuvo estable, probablemente porque las zonas afectadas fueron de elevado nivel de pobreza, con activos de limitada productividad y de valoración económica reducida. Esa presunción parece verificarse en la figura 2.14 en donde la cifra de daños económicos del terremoto de 1970 fue 532 millones de dólares estadounidenses, ostensiblemente menores que los daños económicos del FEN de 1983; 1997-1998 y FEN Costero del 2017, cuyas cifras son alrededor de 988, 1800 y 3 140, millones de dólares estadounidenses, respectivamente.⁵⁰

La literatura señala la importancia de explorar el impacto de los desastres naturales en el PBI sectorial por actividad económica (e.g., Benson, 1997a; De Oliveira, 2017; ECLAC, 2003; Fomby et al. (2009); Gunadi, 2017, p. 69; Loayza et al., 2009). Sobre este particular, las figuras 2.15 y 2.16 ilustran el crecimiento económico del sector agrícola de Perú: en la primera figura con la cantidad de afectados y en la segunda con los daños económicos. Algunas razones que sustentan explorar esos diagramas para el caso de Perú son en primer lugar, el crecimiento de la cantidad de desastres relacionados con el clima graficado y discutido previamente; en segundo lugar los desastres más catastróficos en Perú tanto por su elevado importe de daños económicos como por su cifra de afectados fueron ocasionados por el FEN el cual interrumpe, al menos en el corto plazo, la producción agrícola y la provisión de servicios vinculados a ese sector debido a las inundaciones de las tierras de cultivo y la destrucción de la siembra.

INDECI efectúa principalmente la medición de los daños directos lo cual se corrobora en la lectura de varios de los reportes que emite en los cuales omite los flujos indirectos que son uno de los componentes de las pérdidas indirectas. Es importante señalar que las instituciones que gestionan EM-DAT⁴⁹ y DesInventar acuden a las fuentes de información de las instituciones públicas de los países –entre otras fuentes– para recopilar la información sobre los desastres que luego registran; más detalle sobre ese aspecto se expone en el capítulo 3.

⁵⁰ Todas las cifras de los daños económicos están en precios corrientes y fueron tomadas de EM-DAT (s.f.a), excepto la del FEN 1997-1998 que se tomó de INDECI (1998).



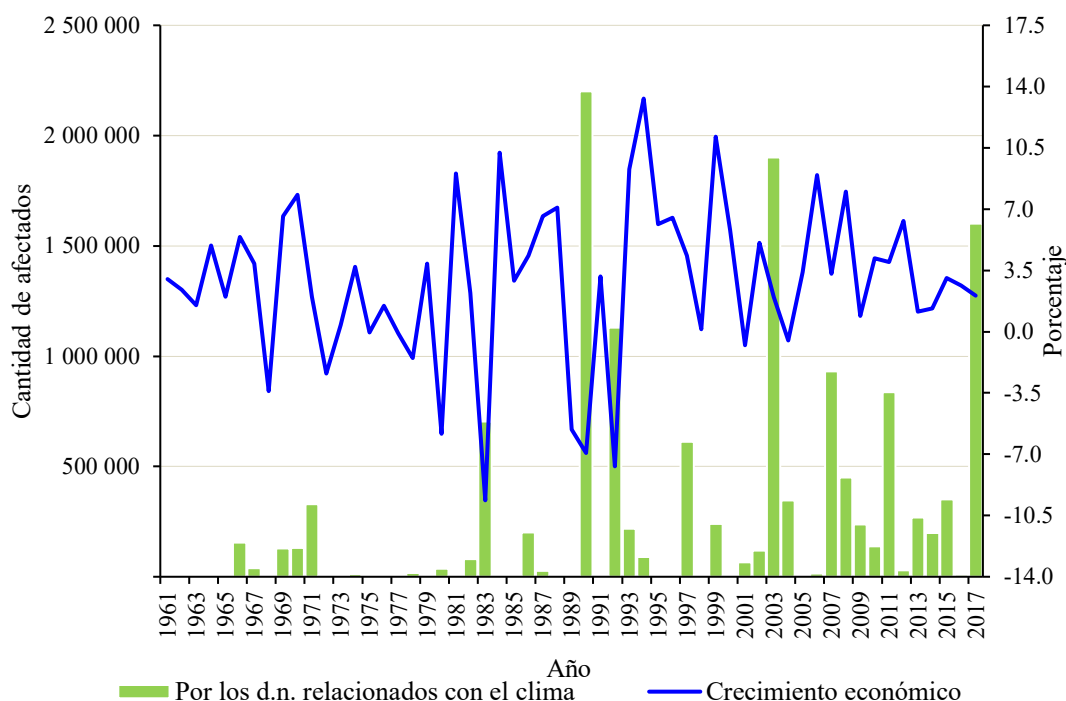
d.n.: desastres naturales

Figura 2.14. Crecimiento económico de Perú y daños económicos ocasionados (en millones de USD corrientes) por todos los desastres naturales y por los relacionados con el clima, 1961-2017.⁵¹

Elaborada con información de las bases de datos del Banco Mundial (s.f.), de DesInventar (s.f.), de EM-DAT (s.f.a) e INDECI (1998).

En esa línea de discusión, en la figura 2.15 resaltan varios desastres por su elevada cantidad de afectados y corresponden a los siguientes: el FEN del año 1982-1983 y el Niño Costero 2016-2017; las sequías extremas de 1990 y 1992 que según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2019) afectó 19 y 16 departamentos, respectivamente; las inundaciones que afectaron a Madre de Dios y Puno en 2003, y también en ese año las heladas y friajes que afectaron varias zonas del país. De esos grupos de desastres, el FEN y las sequías coinciden con caídas abruptas en el crecimiento económico del PBI agrícola de Perú.

⁵¹ Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.



d.n.:desastres naturales

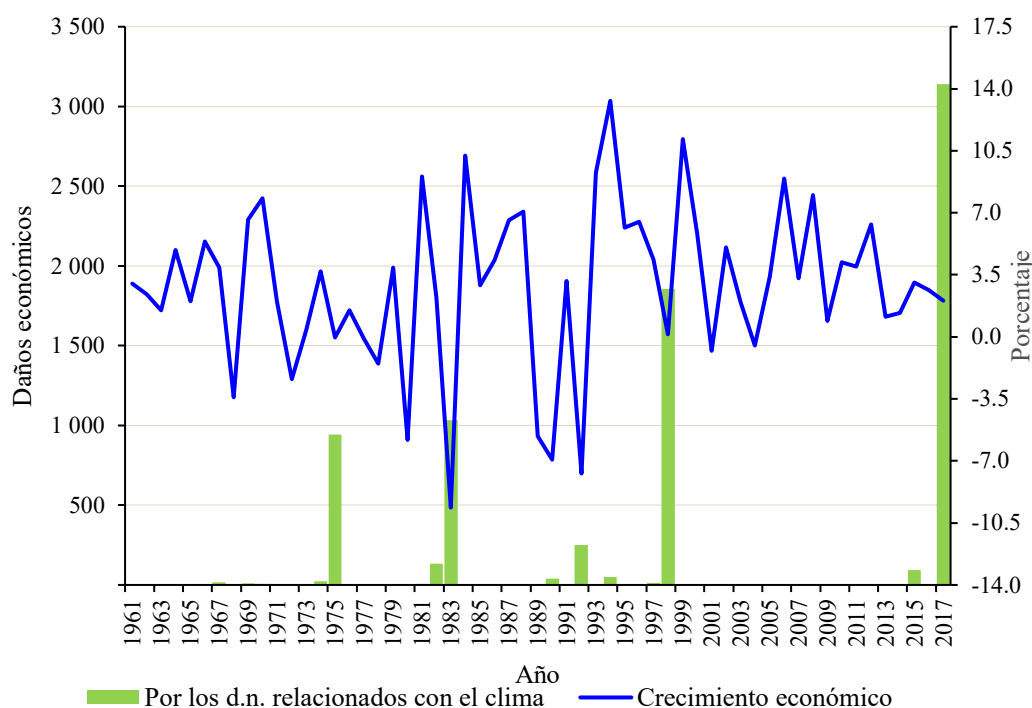
Figura 2.15. Crecimiento del PBI agrícola de Perú y cantidad de afectados por los desastres relacionados con el clima, 1961-2017.⁵²

Elaborada con información de las bases de datos de EM-DAT (s.f.a) y de INEI (s.f.a).

También en las figuras 2.15 y 2.16 se observa que el crecimiento del PBI agrícola de Perú en el año 1983 cayó en -9.6% y coincide con el FEN del 1982-1983. Con respecto al FEN de 1998, el PBI agrícola se ralentiza y solo crece 0.1% luego de que en los cinco años previos creció por encima del 4%; en el FEN 2016-2017 crece en 2.0%, cifra inferior al año previo.⁵³ Sin embargo, al focalizar el análisis en Piura, uno de los departamentos más afectados por el FEN, la figura 2.17 muestra que las mayores reducciones de su PBI agrícola ocurrieron en los años 1983 y 1998 (-51.1% y -36.1%, respectivamente) y también coinciden con la llegada del FEN calificados ambos como “muy fuertes” por la National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA, s.f.) y como “extraordinarios” por la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”- ENFEN (2012).

⁵² Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.

⁵³ Los cuatro porcentajes mostrados del PBI agrícola de Perú se calculó con los datos de INEI (s.f.a).



d.n.: desastres naturales

Figura 2.16. Crecimiento del PBI agrícola de Perú y daños económicos ocasionados (en millones de USD a precios corrientes) por los desastres naturales relacionados con el clima, 1961-2017.⁵⁴

Elaborada con información de las bases de datos de DesInventar (s.f.), de EM-DAT (s.f.a), INDECI (1998) e INEI (s.f.a).

Sobre el FEN del 2016, la NOAA (s.f.) lo calificó también como “muy fuerte”, asimismo, según Melo, Nieto y Hernández (2016) se esperaba en ese año un fenómeno de intensidad similar al del año 1998. No obstante, esos autores también señalan que las precipitaciones apenas superaron los promedios anuales y solo en marzo de 2016 fueron intensas en Tumbes y Piura. Esta situación parcialmente explicaría por qué el PBI agrícola de Piura en ese año no se redujo como ilustra la figura 2.17 a pesar del inicio del FEN del 2016. Posteriormente, en los primeros meses del año 2017, el FEN Costero alcanzó su mayor severidad con intensas lluvias en el norte de Perú; el desenlace es una reducción de -17.2% del PBI agrícola de Piura al final de dicho año.⁵⁵

En resumen, las evidencias discutidas sugieren que la ocurrencia de desastres con elevados impactos coinciden con reducciones del crecimiento económico, esa evidencia es más clara cuando el análisis se concentra en el sector agrícola, y en

⁵⁴ Las cifras de los porcentajes cuya gráfica es la línea azul, se leen en la línea vertical de la derecha.

⁵⁵ Cifra de reducción del PBI agrícola de Piura tomada de INEI (2017b).

particular, cuando se analiza los impactos del FEN el cual aparentemente es uno de los principales factores que explicarían la reducción del crecimiento del sector agrícola de Piura.

2.3 Hipótesis

A partir de los hechos estilizados y la pregunta formulada en la sección previa, se plantean las siguientes hipótesis de esta investigación:

- El agregado de todos los desastres naturales tiene un efecto negativo en el crecimiento económico de Perú, en el corto y largo plazo.
- Los desastres naturales relacionados con el clima tienen un efecto negativo en el crecimiento económico de Perú, en el corto y largo plazo.



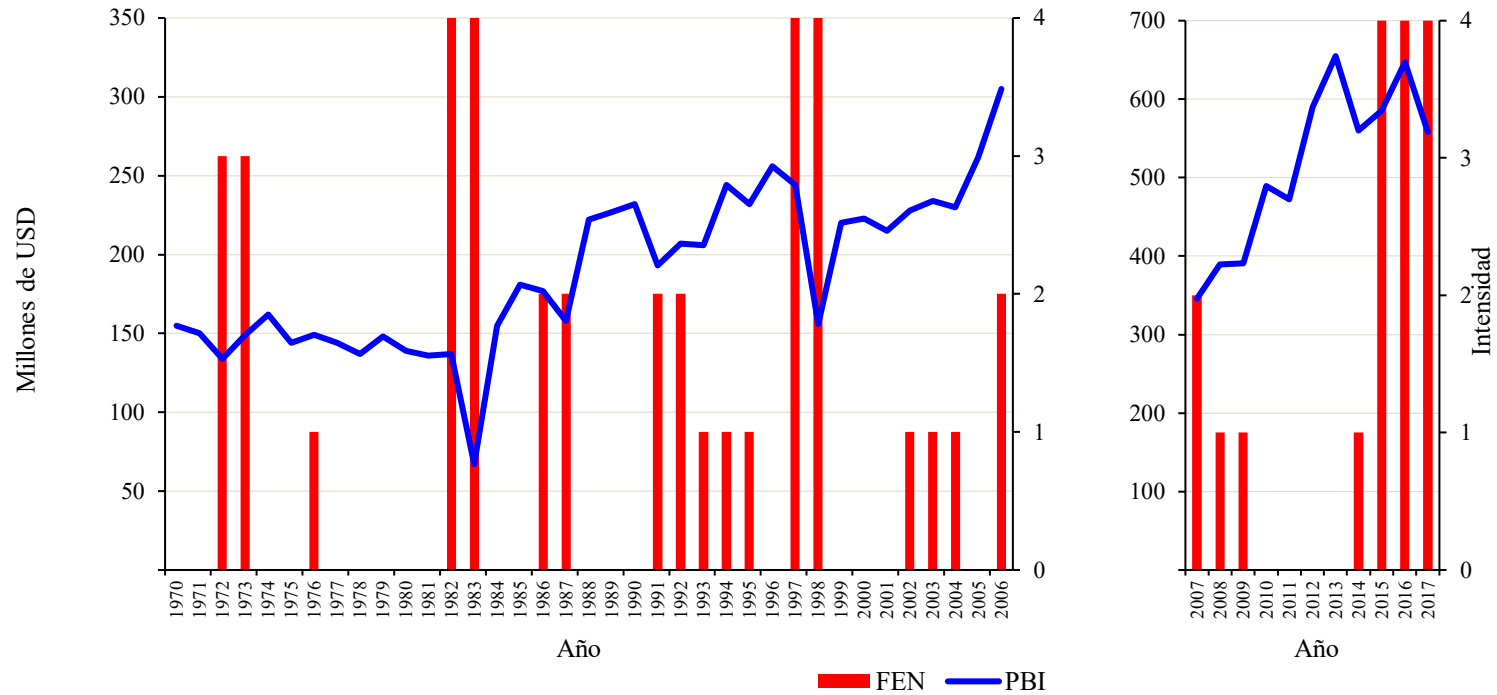


Figura 2.17. PBI agrícola de Piura (1970-2006 en USD a precios del año 1994; 2007-2017 en USD a precio del año 2007) e intensidad del fenómeno El Niño: 1: débil, 2: moderado, 3: fuerte, 4: extraordinario. Elaborada con información de ENFEN (2012) y de NOAA (s.f.); archivo de datos del Banco Central de Reserva de Perú (BCRP, s.f.); informes INEI (2012, 2017a, 2017b, s.f.a, s.f.b) y Seminario y Astorne (2005, p. 64).

CAPÍTULO 3. DATOS

Este capítulo describe las fuentes de la información sobre desastres naturales que se usa en esta tesis: la base de datos EM-DAT (s.f.b) que mantiene el Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) y la base de datos DesInventar (s.f.) que mantiene La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED). La descripción abarca las características de la información, criterios para determinar cuándo esas organizaciones consideran el evento natural ocurrido como un desastre, así como las limitaciones de dicha información.

3.1 Base de datos

EM-DAT

El CRED es la institución que mantiene la Emergency Events Database EM-DAT la cual es una base de datos de acceso público que contiene información de la ocurrencia e impactos de más de 18 000 grandes desastres desde el año 1900 al presente (EM-DAT, s.f.c). Asimismo, compila la información de diversas fuentes como las agencias de la ONU, de gobiernos, la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y la Media Luna Roja, organizaciones no gubernamentales, compañías de seguros, institutos de investigación y agencias de noticias (EM-DAT, s.f.c).

El CRED califica como desastre y lo registra en la base de datos EM-DAT cuando el evento natural o antrópico cumple al menos uno de los siguientes criterios (EM-DAT s.f.c):

- Al menos 10 o más personas murieron.
- 100 o más personas han sido afectadas, lesionadas o sin hogar.
- Declaración de estado de emergencia o petición de asistencia internacional.

Por otro lado, la tabla 3.1 muestra la clasificación de los desastres registrados en EM-DAT y se organiza en grupos, subgrupos y principales tipos de desastres. Asimismo, la base de datos incluye subtipos cuyo detalle se muestra en la tabla 3.2 para los desastres geológicos e hidrológicos.

Tabla 3.1

Clasificación general de la base de datos EM-DAT

Grupo	Subgrupo	Principal tipo de desastre
Natural	Geofísico	Actividad volcánica
		Movimientos masivos
		Terremotos
	Climatológico	Explosión de lagos glaciales
		Incendios
		Sequía
		Deslizamiento de tierra
	Hidrológico	Oleaje
		Inundación
	Meteorológico	Niebla
Temperaturas extremas		
Tormenta		
Natural	Biológico	Epidemias, infestación de insectos
	Extraterrestre	Clima espacial
		Impactos
Tecnológicos	Accidentes industriales	Derrames químicos, explosiones en instalaciones industriales, fuego, fuga de gases, radiación y otros
	Accidentes de transportes	Aéreos, en agua, en carreteras, en tren
	Miscelánea	Colapso de construcciones, explosiones en edificios, y otros

Adaptado de CRED (EM-DAT, s.f.d).

Tabla 3.2

Subtipos de desastres geológicos e hidrológicos

Subgrupo	Principal tipo de desastre	Subtipo de desastre
Geológico	Terremoto	Temblores de tierra
		Tsunami
	Movimientos masivos	Caída de rocas, deslizamientos
	Actividad volcánica	Caída de cenizas
		Corriente de agua, lodo y rocas
		Flujo de lava
		Flujo piroclástico
Hidrológico	Inundación	Atascamiento de hielo
		Inundación costera
		Inundación fluvial
		Inundación repentina
	Deslizamiento de tierra	Avalancha (de escombros, lodo, nieve, rocas)
	Acción de onda	Ola gigante
Oscilaciones de aguas de lago		

Nota. Más detalle de los subtipos en los subgrupos en EM-DAT (s.f.d). Adaptado de CRED (EM-DAT, s.f.d).

Es importante señalar que la base de datos EM-DAT es una de las más usadas en las investigaciones sobre impactos macroeconómicos de los desastres naturales, al respecto Lazzaroni y van Bergeijk (2014) determinaron a partir de una amplia revisión de la literatura sobre dicho tema que el 60% de los estudios usaron la información de EM-DAT. Sin embargo, otras investigaciones advierten sobre las limitaciones de la información sobre desastres naturales registradas en todas las bases de datos disponibles, así por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 1994) señala que ninguna de las bases de datos existentes proporciona información satisfactoria para el análisis del impacto de los principales desastres; entre otras razones, porque la cobertura es parcial y por la carencia tanto de un consenso internacional sobre la terminología de los desastres (OECD, 1994; Quarantelli, 2001) como de protocolos uniformes para la recopilación de la información (OECD, 1994). En particular, Kousky (2014) advierte las siguientes limitaciones en EM-DAT: en primer lugar, a pesar de que los eventos frecuentes pequeños y de bajo impacto podrían causar costos económicos significativos, esos no han sido incluidos en esa base de datos. En segundo lugar, eventos ocurridos en los países más desarrollados en donde no hubo solicitud de ayuda internacional, con reducida cantidad de pérdidas de vidas, pero con alto nivel de daños podrían no ser incluidos.

Con respecto a la información de EM-DAT que se usa en esta tesis, (además de las clasificaciones mostradas en las tablas 3.1 y 3.2), la información de los campos “total de afectados” y “daños estimados” –en adelante “daños económicos”– de EM-DAT proveen la información de las variables relacionadas a los desastres naturales en esta investigación, y conforme a la literatura expuesta en el capítulo 1.

EM-DAT (s.f.e) define al “total de afectados” como “la suma de los heridos, afectados y los que se quedaron sin hogar luego del desastre”. Sobre los heridos y afectados EM-DAT (s.f.e) distingue ambos términos: los heridos son las “Personas que sufren lesiones físicas, traumas o una enfermedad que requiere asistencia médica inmediata como resultado directo de un desastre”; sobre los afectados refiere que son las “Personas que requieren asistencia inmediata durante un periodo de emergencia, es decir, que requieren necesidades básicas de supervivencia como alimentos, agua, refugio, saneamiento y asistencia médica inmediata”. En resumen, esta variable no es

monetaria, incluye los heridos, afectados, las personas que se quedaron sin hogar, pero no incluye los muertos ocasionados por los desastres.

Asimismo, EM-DAT (s.f.e) define a los “daños económicos” como la cantidad de daños a la propiedad, cultivos y ganado ocasionados en el momento que ocurre el evento, medidos en dólares estadounidenses corrientes. En resumen, esta variable es monetaria y de acuerdo con la taxonomía de efectos de los desastres naturales que se expuso en el capítulo 1 de esta tesis, estos daños económicos son directos y omiten el componente indirecto causado por los desastres.

Finalmente, es importante resaltar otra de las limitaciones de la base de datos EM-DAT. En el caso de Perú, varios de los desastres naturales registrados en EM-DAT no muestran cifras de afectados o daños económicos lo cual también ocasiona que en varios de esos años el total anual de ese par de variables no tiene registro –que no es lo mismo que las cifras sean iguales a cero y así lo advierte EM-DAT (s.f.c)–. Con el propósito de incrementar el tamaño de muestra en el horizonte de 1960 a 2017 de esta tesis, se utilizó de manera complementaria la información de la base de datos de DesInventar. La metodología de tratamiento preliminar de la información de DesInventar para luego incorporarla en los registros de EM-DAT se explica a continuación.

DesInventar

LA RED es una organización que agrupa instituciones y profesionales del continente americano e impulsó el diseño del sistema de inventario de desastres DesInventar.

LA RED y Grupo de Investigación OSSO (2009) resaltan que un evento no es lo mismo que un desastre y definen un evento con “un detonante de los efectos adversos sobre las vidas humanas, la salud y/o la infraestructura económica y social de una comunidad” (p. 8). Entonces, los eventos son uno de los aspectos que orienta el registro de la información en DesInventar pero además toma en cuenta los siguientes lineamientos: “un evento puede disparar múltiples desastres, tantos como unidades geográficas afecte” (p. 8) y no se incluye todos los eventos sino solo aquellos que haya provocado algún tipo de impacto. Estos aspectos explican por qué la cantidad de registros en DesInventar es distinta a la que contiene otras bases de datos, en particular EM-DAT cuyos criterios de registro son distintos a DesInventar.

Como se señaló previamente, se trasladó registros de DesInventar a la base de datos de esta tesis cuya información sobre desastres naturales proviene de EM-DAT. Para el traslado se tomó en cuenta la siguiente metodología: en primer lugar, se determinó aquellos años en donde la base de datos EM-DAT no muestra registro efectos de desastres naturales medidos como afectados o daños económicos. En segundo lugar, en dichos años se seleccionó en DesInventar lo siguiente: para el caso de los afectados, se sumó los damnificados más heridos, y se tomó las sumas iguales o superiores a 100, el cual es uno de los criterios de registro de EM-DAT y que fue citado previamente; esos registros se trasladaron a EM-DAT. Es necesario aclarar que en DesInventar (s.f.) se tomó la cifra de damnificados porque la definición que se lee en LA RED (2009) para el término “damnificado” es sustancialmente equivalente al concepto de “afectados” según EM-DAT (s.f.e). La suma de “damnificados y heridos” de DesInventar (s.f.) es también esencialmente equivalente a “total afectados” de EM-DAT (s.f.e); esos totales son los que se usan en esta tesis.

Para el caso de los años sin registro de daños económicos en EM-DAT, se ubicó en DesInventar en dichos años los registros con cifras distintas de cero. Finalmente, esos registros seleccionados en DesInventar se trasladaron a EM-DAT. Como consecuencia se obtuvo una menor cantidad de años sin cifras de impactos.

Otras bases de datos

Hay otras fuentes de información y bases de datos de desastres, por citar algunas, NatCatSERVICE (s.f.) del Munich Re; Sigma (s.f.) del Swiss Re Institute; USGS y DesInventar. Las dos primeras no son de acceso público aunque sí lo son sus reportes resumidos de análisis estadísticos. Por otro lado, la USGS sí tiene bases de datos detalladas de acceso público; sin embargo, registra únicamente eventos de naturaleza geológica y sin los impactos en términos de afectados, muertos y daños económicos, información que como ya se explicó sí brinda EM-DAT y DesInventar.

Síntesis

Finalmente, como se señaló al inicio de este capítulo, los datos de EM-DAT son recopilados de diversas organizaciones, por tanto, la calidad y confiabilidad de la información depende en buena medida de los protocolos de recopilación y tratamiento que practican esas organizaciones. Asimismo, los datos registrados tienen la limitación

de la carencia un consenso sobre la terminología de los desastres, aspecto que influye en los criterios para la recopilación y registro. En esta tesis, se usa principalmente la base de datos EM-DAT, y a pesar de las limitaciones explicadas, la OECD (1994) señala que es la que más se aproxima a una base de datos global sobre los desastres.



CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

En este capítulo se expone las características del modelo econométrico de esta investigación, las variables, la metodología, y en particular, se expone y justifica la elección del test ARDL con enfoque de límites para determinar la cointegración de las variables.

4.1 Modelo ARDL

En esta investigación se propone un modelo econométrico autorregresivo con retardos distribuidos (ARDL) para determinar la relación entre la variable dependiente crecimiento del PBI (*pbi*) y las variables independientes. Asimismo, la determinación de la cointegración de las variables se efectúa con el test ARDL con enfoque de límites (ARDL “bounds testing approaches to the analysis of level relationships”) de Pesaran, Shin y Smith (2001). Este enfoque ha sido utilizado en varias investigaciones para determinar la relación de diversas variables con el crecimiento económico. En particular, algunos investigadores usaron la técnica de Pesaran et al. para determinar la relación del impacto de los desastres naturales con el PBI (e.g., Abdelhak, Sulaiman, & Mohd, 2011; Baig, Khan, Gilal, & Qayyum, 2018; Jayaraman, Choong, Ng, & Bhatt, 2016; Muhajid, et al., 2016; Shaari, Karim, & Hassan-Basri, 2016).⁵⁶

Variables de crecimiento en el modelo econométrico

Un grupo de las variables independientes abarca las explicativas del crecimiento económico, a saber: capital físico (*fbk*), gasto de consumo del gobierno (*gcg*) y apertura comercial (*com*).

Buena parte de las investigaciones empíricas han encontrado que el capital físico tiene una significativa relación positiva con el crecimiento económico y le asignan un rol importante como determinante del crecimiento. De Long y Summers (1990) encontraron una fuerte relación entre inversión en equipamiento –como fracción del PBI– y el PBI per cápita; asimismo, que los países con elevada inversión en equipos

⁵⁶ Abdelhak et al. (2011) efectuaron su estudio en un grupo de países del sur de África. En contraste, Baig et al. (2018); Jayaraman et al. (2016); Muhajid et al. (2016) y Shaari et al. (2016) enfocaron su investigación en solo país: Pakistán, Fiji, Pakistán y Malasia, respectivamente.

logran mayores tasas de crecimiento del PBI per cápita. Asimismo, en 1993 De Long y Summers obtuvieron la misma conclusión cuando enfocaron su investigación en países en desarrollo. Levine y Renelt (1992) también determinaron una relación positiva y robusta entre la tasa de crecimiento económico y la inversión como fracción del PBI; Mankiw, Romer y Weil (1992) concluyeron que la acumulación de capital tiene un mayor impacto en el ingreso per cápita que lo que el modelo de Solow señala; Levine y Renelt (1992) encontraron una relación positiva y robusta entre la tasa de crecimiento económico y la inversión como fracción del PBI. Madsen (2002) encontró que el crecimiento es causado predominantemente por inversión en maquinarias y equipos; y Sala-i-Martin (1997) encontró una robusta y elevada significancia entre la inversión en equipamiento y el crecimiento.

Con respecto a Perú, Vega Centeno (1997) señala que por lejos el principal determinante del crecimiento económico de Perú es la acumulación de capital.⁵⁷ Por otro lado, Jiménez (2011) afirma que una de las variables importantes para explicar el comportamiento del PBI per cápita peruano es la inversión –como porcentaje del PBI– que incrementa el *stock* de capital en la economía la cual incorpora cambios tecnológicos y eleva la productividad del trabajo. Asimismo, Jiménez (1997) propone como una de los determinantes del PBI no primario al *stock* de capital y concluye que la relación es positiva y significativa.

Con respecto al gasto público, tal vez es una de las variables de mayor debate como determinante del crecimiento económico, algunas investigaciones concluyeron que el gasto de consumo del gobierno tiene una relación negativa con el PBI. Fölster y Henrekson (1999) critican las investigaciones que concluyen una relación positiva entre el gasto público y el crecimiento económicos porque padecen de poca evaluación de los problemas econométricos, se concentran principalmente en los efectos de los impuestos en el crecimiento, y analizan preferentemente los programas públicos de promoción del crecimiento a la vez que ignoran los potenciales efectos negativos de otros programas. Los autores con un análisis econométrico que según ellos superan las dificultades encontradas en otras investigaciones, obtuvieron una relación negativa robusta en los países en desarrollo entre el gasto público y el crecimiento económico. Landau 1983, 1986 determinaron una relación negativa en los países de bajos ingresos per cápita e indica que los probables mecanismos de transmisión son la baja inversión

⁵⁷ En el periodo 1950-1996.

en educación y una proporción elevada del gasto del gobierno respecto del PBI. Sin embargo, advierte que a pesar de la relación negativa, el gasto de consumo del gobierno podría ayudar a incrementar el bienestar. Romer, (1989) también encontró una relación negativa y sugiere controlar el tamaño del gobierno, reducir impuestos y otras distorsiones, para alentar el crecimiento.

Estudios enfocados en Latinoamérica también una relación negativa. Easterly, Loayza y Montiel (1997) en particular no significativa, ellos destacan que la respuesta del crecimiento a las reformas estructurales y la estabilización macroeconómica no ha sido desalentadora. Por otro lado, Corbo y Rojas (1993), determinaron una fuerte relación negativa, pero advierte que el gasto del gobierno puede promover el crecimiento cuando se destina a la provisión de bienes públicos esenciales; sin embargo, también señalan los probables efectos negativos cuando se dirige a programas de bajo ratio de retorno. De Gregorio y Lee (2003) analizaron los efectos de las políticas económicas en Latinoamérica y las compararon con la zona del Asia-Este. Los autores concluyeron que los bajos ratios de inversión, altas tasas de fertilidad, baja calidad de recursos humanos y el elevado gasto de consumo del gobierno, explican las diferencia en el crecimiento en ambas zonas.

En contraste con esos resultados negativos, Barro (1990) señala que los recursos del gasto público que se destinan al fortalecimiento de los derechos de propiedad podrían afectar la inversión privada y es una de las razones para su análisis con enfoque de crecimiento endógeno. Barro encontró una relación positiva hasta cierto nivel luego del cual el gasto público tiene efecto negativo sobre el PBI.

Por otro lado, investigaciones enfocadas en países en desarrollo con efectos positivos son los de Bose, Haque y Osborn (2007) y concluyeron que el gasto público en capital es quien genera el efecto positivo pero el gasto corriente tiene efecto no significativo. Asimismo determinaron que el gasto público en educación tiene efectos duraderos en la prosperidad económica y recomienda a esos países favorecer el gasto de capital sobre el gasto público corriente. Devarajan, Swaroop y Zou (1996) encontraron efectos positivos en el gasto público corriente, y negativo o poco significativo en los gastos destinados a sanidad, educación, gasto en transportes y comunicaciones. Estos resultados negativos son contrarios a la frecuente recomendación de incrementar las cuotas de gasto público de inversión en capital en los presupuestos en países en desarrollo; sobre ese aspecto controversial, los autores señalan que se explican por una inadecuada asignación del gasto público en sus

componentes a expensas del gasto corriente. Por otro lado, Ram (1986) afirma que es difícil no concluir que el efecto es positivo y señala como mecanismo a las externalidades positivas que genera el tamaño del sector público, ese efecto es más intenso en países de menores ingresos. Günalp y Han (2002) confirman los efectos positivos de Ram (1986) en los países en desarrollo y las externalidades positivas. En relación con los países menos desarrollados, Gupta (1988) encontró efectos positivos.

Acercas de Perú, una investigación de Jiménez (1997) afirma que el “gasto del Estado ha jugado en papel fundamental tanto en la generación de la tendencia del producto como en la generación de sus ciclos” (p. 29), asimismo, Jiménez obtuvo una relación positiva entre la política fiscal y el PBI no primario a largo plazo usando técnicas de cointegración. Un estudio posterior de Aro (2018) encontró una relación positiva y significativa entre el gasto corriente en las regiones de Perú y el crecimiento económico usando panel de datos.

En esta investigación la variable del gasto público se mide a través del gasto de consumo del gobierno; la tabla 4.1 muestra la definición y la fuente de los datos.

Por otro lado, de acuerdo con la literatura neoclásica, la apertura comercial afecta positivamente al crecimiento económico a través de varios canales. Uno de ellos es el aprovechamiento de ventajas comparativas y difusión de conocimiento, sobre eso Grossman y Helpman (1990) señala que el *know-how* industrial de un país se relaciona por los contactos que establecen los agentes económicos locales con sus similares en las comunidades de investigación y de negocios internacionales; también afirman que es probable que esos contactos se incrementen con la magnitud del intercambio comercial el cual también incrementa el *stock* de conocimiento. Otro canal según Grossman y Helpman (1990) es el acceso y transferencia de tecnología, la cual contribuye al desarrollo tecnológico.

Sobre la exposición a la competencia como canal que genera incentivos para la innovación tecnológica, Grossman y Helpman (1991) afirman que los países innovadores que participan en la competencia tecnológica investigan y aprenden a producir bienes que son mejores o menos costosos que las fabricadas en el extranjero; esos éxitos de investigación crean a su vez oportunidades para la exportación. Baldwin y Seghezza (1996) agregan que la mayor competencia, producto de la apertura comercial, disminuye los costos de inversión debido a la reducción de los precios de los bienes de capital consecuencia del comercio intensivo.

Por su parte, Levine y Renelt (1992) también encontraron una relación robusta y positiva entre la inversión y el comercio, ambas variables como fracción del PBI.

En contraste con las investigaciones citadas previamente, Rodríguez y Rodrik (1999) efectuaron una revisión de investigaciones destacadas sobre apertura y crecimiento, ellos encontraron poca evidencia que las políticas de apertura estén significativamente asociadas con el crecimiento económico.

Con respecto a Perú, la investigación de Mendoza y Florián (2000) determinó una relación de largo plazo entre el PBI, las exportaciones y el *stock* de capital, las tres expresadas en términos per cápita, y con coeficientes positivos y significativos, finalmente concluyeron que las exportaciones desempeñaron un papel relevante en el crecimiento económico.⁵⁸

En esta investigación la variable apertura comercial se mide a través de la suma de las exportaciones más las importaciones; la tabla 4.1 muestra la definición y la fuente de los datos.

Finalmente, es importante señalar que según Vega Centeno (1997), la contribución de la productividad total de los factores al crecimiento económico de Perú es modesta.

Variables de desastres naturales en el modelo econométrico

Otro grupo de tres variables independientes contiene aquellas que miden el impacto de los desastres naturales en términos de afectados (*afe*) y los costos directos (*eco*) como medida del daño económico ocasionado por el evento natural sobre el sistema humano expuesto y vulnerable.

Las variables *eco*, *afe* y *afe_clima* se normalizan siguiendo la técnica que propuso Noy (2009) que toma en cuenta la magnitud del desastre y el momento en que ocurrió en un determinado año; la técnica se explica a continuación.⁵⁹

Variable “daños económicos” *eco*: el daño económico en dólares corrientes –del año de ocurrencia del desastre natural– se expresa respecto del PBI de Perú en dólares corrientes del año $t - 1$ a través de una división.⁶⁰ El cociente se asigna

⁵⁸ La investigación abarca el periodo 1950-2001.

⁵⁹ La técnica también ha sido utilizada en Noy y Vu (2010), Bergholt (2010) y otros.

⁶⁰ La definición de “daños económicos” se presentó en la sección 3.1 del capítulo 3. Por otro lado, la división con respecto al PBI del año previo $t - 1$, según Noy (2009) tiene el propósito de mitigar la probable correlación del daño económico con el PBI del año t .

proporcionalmente desde el mes t de la ocurrencia del desastre hasta el último mes de ese año. Así para cada año t la expresión es la siguiente:

$$\sum_j \left[\frac{\text{daños económicos en USD}_{j,t}}{PBI_{j,t-1}} * \frac{(12 - \text{mes}_t)}{12} \right] ; t = 1, 2, \dots, 12$$

Donde j es el desastre.

Los daños económicos para el resto de meses que completan un año, se asignan al siguiente año $t + 1$ según:

$$\sum_j \left[\frac{\text{daños económicos en USD}_{j,t}}{PBI_{j,t}} * \frac{(\text{mes}_t)}{12} \right] ; t = 1, 2, \dots, 12$$

Variable “afectados” afe : la cantidad de afectados se expresa respecto de la población de Perú en el año $t - 1$.⁶¹ La asignación es similar a como se explicó para la variable eco :

$$\sum_j \left[\frac{\text{afectados}_{j,t}}{\text{Población}_{j,t-1}} * \frac{(12 - \text{mes}_t)}{12} \right] ; t = 1, 2, \dots, 12$$

Donde j es el desastre.

Los afectados para el resto de meses que completan un año, se asignan al siguiente año $t + 1$ según:

$$\sum_j \left[\frac{\text{afectados}_{j,t}}{\text{Población}_{j,t}} * \frac{(\text{mes}_t)}{12} \right] ; t = 1, 2, \dots, 12$$

Otras variables

El gráfico de dispersión del PBI per cápita y el gasto de consumo de gobierno como fracción del PBI (vea anexo 3) muestra que desde el año 2008 la relación aparentemente cambió y sugiere un aumento de ese gasto como porcentaje del PBI. Para verificar el aumento observado, se agrega al modelo econométrico el producto de

⁶¹ La definición de “afectados” se presentó en la sección 3.1 del capítulo 3. Por otro lado, la división con respecto a la población del año previo $t - 1$, según Noy (2009) tiene el propósito de mitigar la probable correlación de los afectados con la población del año t .

la variable dicotómica d y de la variable del gasto gcg , donde d toma los siguientes valores:

$d = 1$, en el periodo 1960-2007

0, en el periodo 2008-2017.

La tabla 4.1 muestra las variables del modelo econométrico ARDL así como las fuentes de donde se obtuvo los datos.

Por otro lado, las tablas 4.2 y 4.3 presentan las estadísticas descriptivas de las variables de crecimiento económico, la primera tabla muestra las cifras en niveles y la segunda normalizadas.

Asimismo, las tablas 4.4 muestra las estadísticas descriptivas variables de desastres naturales, “daños económicos”, “afectados por todos los desastres naturales” y “afectados por los desastres relacionados con el clima” en niveles. En particular, el máximo de los daños económicos corresponde al año 2007 cuando ocurrió el fenómeno El Niño Costero. El máximo de afectados ocasionados por todos los desastre naturales corresponde al año 1970 cuando ocurrió el terremoto en Ancash (Yungay). Finalmente, los desastres relacionados con el clima ocasionaron un máximo de afectados en el año 1990 cuando ocurrió varias sequías que según SENAMHI (2019) afectó a 19 departamento de Perú, afectó más del 50% del total de sus superficies y que en conjunto ocupa el segundo lugar entre las más severas ocurridas entre los años 1982 y 2018.

La tabla 4.5 muestra las estadísticas descriptivas para las variables de desastres normalizadas. La media del impacto de los daños económicos 0.0043 es el promedio anual del daño económico ocasionado por los desastres naturales respecto del PBI del año previo, tomando en cuenta el mes de ocurrencia del desastre hasta completar un año como máximo. Es decir, en un año en particular incluye el daño económico ocasionado por los desastres naturales en dicho año, más la porción correspondiente del año previo asignado al año en curso. La media 0.0187 es el promedio anual de los afectados por todos los desastres naturales con respecto a la población del año previo; de manera similar a los daños económicos, se tomó el mes de ocurrencia del desastre y el prorrateo en el resto del año hasta completar uno, con lo cual una fracción se asigna al siguiente año. De manera análoga se interpreta la media 0.0120 de los afectados normalizado por los desastres relacionados con el clima.

Tabla 4.1

Variables del modelo ARDL. Periodo 1960-2017

Variable	Nombre en el modelo	Fuente de los datos
Dependiente		
PBI per cápita (en logaritmos ¹)	<i>pbi</i>	Banco Mundial (s.f.)
Independientes		
Capital físico (a través de la formación bruta de capital per cápita, en logaritmos ¹)	<i>fbk</i>	Banco Mundial (s.f.)
Gasto de consumo del gobierno (como fracción del PBI)	<i>gcg</i>	Banco Mundial (s.f.)
Apertura comercial (como fracción del PBI)	<i>com</i>	Banco Mundial (s.f.)
Impacto de todos los desastres naturales ²	<i>eco, afe</i>	EM-DAT (s.f.a) y DesInventar (s.f.)
Impacto de los desastres naturales relacionados con el clima ²	<i>afe_clima</i>	EM-DAT (s.f.a) y DesInventar (s.f.)
Cambio relación <i>pbi</i> y <i>gcg</i> . <i>d</i> es la variable dicotómica	<i>d*gcg</i>	

Nota. Los importes del PBI per cápita, formación bruta del capital, gasto de consumo del gobierno, exportaciones e importaciones, están expresados en dólares a precios constantes del año 2010. El importe de los daños económicos está expresado en dólares del año de ocurrencia del desastre, respecto del PBI corriente, vea nota 2.

¹Logaritmo natural.

²Normalizados como se explica en la sección 4.1, en “variables de desastres naturales en el modelo econométrico”.

Tabla 4.2

Estadísticas descriptivas, variables de crecimiento económico. Periodo 1960-2017

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PBI	58	82 264 564	44 650 870	27 007 517	198 547 683
Capital físico	58	14 955 497	12 336 971	3 518 918	46 730 229
Gasto de consumo del gobierno	58	9 570 071	5 099 616	2 883 936	25 027 224
Apertura comercial	58	34 247 654	26 458 191	8 115 993	101 945 307

Nota. En miles de dólares estadounidense a precios constantes del año 2010.

Tabla 4.3

Estadística descriptiva, variables de crecimiento económico normalizadas. Periodo 1960-2017

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PBI per cápita (en logaritmos)	58	8.19	0.23	7.86	8.75
Capital físico (a través de la formación bruta de capital per cápita, en logaritmos)	58	6.36	0.44	5.86	7.33
Gasto de consumo del gobierno (como porcentaje del PBI)	58	11.77	1.30	9.90	15.38
Apertura comercial (como porcentaje del PBI)	58	37.75	8.85	23.87	55.07

Tabla 4.4

Estadísticas descriptivas, variables de desastres naturales. Periodo 1960-2017

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Impacto de todos los desastres naturales: daños económicos	58	123 868 605	453 536 622	0	3 140 000 000
Impacto de todos los desastres naturales: afectados	58	478 227	734 154	0	3 367 542
Impacto de los desastres naturales relacionados con el clima: afectados	55	386 853	590 971	0	2 202 600

Tabla 4.5

Estadísticas descriptivas, variables de desastres naturales normalizadas. Periodo 1960-2017

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Impacto de todos los desastres naturales: daños económicos ^a	58	0.0043	0.0121	0	0.0632
Impacto de todos los desastres naturales: afectados ^a	58	0.0187	0.0312	0	0.1604
Impacto de los desastres naturales relacionados con el clima: afectados ^a	55	0.0120	0.0170	0	0.0796

^aCalculadas con las variables normalizadas como se explica en la sección 4.1, en “variables de desastres naturales en el modelo econométrico”.

Modelo econométrico

La estimación del impacto de los desastres naturales sobre el *pbi* de Perú se efectuará con cuatro regresiones: la primera regresión es el *modelo base* que contiene solo las variables explicativas del crecimiento del *pbi* per cápita de Perú las cuales son el conjunto de variables de control. En la segunda regresión, en adelante *modelo 1*, se agrega la variable daños económicos *eco* de todos los desastres naturales ocurridos en Perú entre 1960 a 2017. En la tercera regresión, en adelante *modelo 2*, se reemplaza la variable de daños económicos *eco* por la variable afectados *afe*.

Por otro lado, varias razones justifican explorar por separado el impacto del agregado de los desastres naturales y de los relacionados con el clima. Por un lado, los hechos estilizados presentados en el capítulo 2 revelan claramente que los desastres relacionados con el clima son bastante más frecuentes que los geofísicos en Perú y su tendencia es creciente en el transcurso del tiempo.⁶² Por otro lado, también el capítulo 2 revela que en el horizonte de 1970 a 2013, los 13 desastres con mayor cantidad de afectados son relacionados con el clima y además concentran el 50% de los afectados ocasionados por todos los desastres naturales. Asimismo, del capítulo 2 también se obtiene que los desastres naturales más frecuentes en Perú son también relacionados con el clima. Finalmente, la revisión de la literatura empírica discutida en el capítulo 1 revela que es práctica frecuente en la investigación es explorar los impactos del análisis agregado de los desastres naturales, y también por separado los que ocasionan los relacionados con el clima y los geofísicos.

Por las razones indicadas, se estima una cuarta regresión llamada *modelo 3* que se enfoca en los desastres relacionados con el clima que ocurrieron en Perú, y la variable de desastres es *afe_clima*. Asimismo, las limitaciones de una cantidad suficiente de información de daños económicos para este tipo de desastres es razón para desestimar una regresión con una variable de daños económicos.

Como el modelo propuesto es ARDL, el modelo relaciona la variable dependiente con sus valores pasados (componente autorregresivo) y también con las variables

⁶² Es importante aclarar que la referencia es al desastre natural, no al evento natural, que como se explicó en el capítulo 1 en el desastre concurren al menos evento, exposición y vulnerabilidad. La aclaración es oportuna porque por ejemplo la base de datos de la USGS contiene una gran cantidad de eventos geofísicos en un rango amplio de temblores de muy baja magnitud que son imperceptibles por el ser humano y que no desencadenan desastres, y gran de magnitud que pueden desencadenar o no desastres según dónde se ubique el epicentro.

independientes contemporáneas y retardadas (componente de retardos distribuidos). Por tanto, el modelo ARDL en términos generales es la siguiente regresión 4.1:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \sum_{i=1}^m \varphi_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{x1}} \beta_{x1} \mathbf{x}1_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{x2}} \beta_{x2} \mathbf{x}2_{t-i} + \dots + \sum_{i=0}^{n_{xp}} \beta_{xp} \mathbf{x}p_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Donde y_t es la variable dependiente e y_{t-i} representa a la variable dependiente rezagada $\forall i \in 1 \dots m$ periodos y $m \geq 1$.⁶³ Por otro lado, cada $\mathbf{x}j \forall j \in 1 \dots p$ es una matriz de orden $(n_{xj} + 1, 1)$ que representa cada variable explicativa que contiene la variable xj_t contemporánea y las variables rezagadas $xj_{t-i}; \forall i \in 1 \dots n_{xj}$ y $n_{xj} \geq 0$ que es la cantidad de retardos de cada variable xj . Con respecto a los coeficientes, β_0 es el término constante; β_1 es el coeficiente de la tendencia determinística; φ_i es el coeficiente de cada variable rezagada y_{t-i} ; β_{xj} es una matriz de orden $(1, n_{xj} + 1)$ que contiene los coeficientes de cada variable $xj_{t-i}; \forall i \in 0 \dots n_{xj} \in \mathbf{x}j$. Finalmente, ε_t es el término de error $\sim N(0, \sigma)$.

Usando la notación del párrafo previo, en esta tesis, el modelo ARDL con las variables dependiente e independientes es la siguiente regresión 4.2:

$$pbi_t = \beta_0 + \beta_1 t + \sum_{i=1}^m \varphi_i pbi_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{fbk}} \beta_{fbk} \mathbf{fbk}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{gcg}} \beta_{gcg} \mathbf{gcg}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{com}} \beta_{com} \mathbf{com}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_{des}} \beta_{des} \mathbf{des}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

Donde la matriz **des** es **eco** en el *modelo 1*, **afe** en el *modelo 2* y **afe_clima** en el *modelo 3*.

4.2 Ventajas del test ARDL

El test ARDL con un enfoque de límites según sus autores tiene varias ventajas frente a otros métodos que a continuación se reseñan:

1. En los métodos de Engle y Granger (1987), Johansen (1988, 1991), y Johansen y Juselius (1990) para determinación de la cointegración; una de las condiciones es que los regresores sean I(1). Una ventaja del test de límites de Pesaran et al. (2001)

⁶³ En adelante, las negritas indican matrices.

es que no es necesario conocer el orden de integración de los regresores porque estos pueden ser únicamente $I(0)$, únicamente $I(1)$, mutuamente cointegradas o una combinación de regresores $I(0)$, $I(1)$; sin embargo, el orden de integración no puede ser mayor que uno. Esta ventaja que ofrece el test ARDL sobre los otros métodos señalados al inicio de este párrafo, es una de las razones que justifica la selección del test ARDL con enfoque límites en esta tesis.⁶⁴

2. En la propuesta original de Pesaran et al. (2001) algunas de las limitaciones más resaltantes son las siguientes: en primer lugar, dispone de valores críticos para tamaños de muestra de 500 hasta 1000 observaciones y hasta solo 10 variables; en segundo lugar, la distribución asintótica podría tener una pobre aproximación a las distribuciones de muestra finita. El trabajo posterior de Narayan (2005) determinó valores críticos en el rango de 30 a 80 observaciones.⁶⁵ Finalmente, las limitaciones fueron superadas en la investigación de Kripfganz y Schneider (2018b) quienes determinaron valores críticos para cualquier cantidad tanto de variables que se relacionan en niveles, como en rezagos, y también para cualquier tamaño de muestra incluso para las pequeñas; según esos autores los valores que calcularon son superiores a los cálculos de Pesaran et al. (2001) y Narayan (2005). En contraste, Cheung y Lai (1993) concluyeron que en muestras finitas el test de Johansen (1991) está sesgado hacia concluir que existe cointegración con más frecuencia de lo que la teoría asintótica sugiere.
3. Con el modelo ARDL, en una sola estimación se determina la dinámica de las variables en el largo plazo y a través del mecanismo de corrección de error (MCE) se explora las relaciones de las variables en el corto plazo. Asimismo, como el modelo incluye variables en diferencias de la variable dependiente, estas contribuyen a reducir la correlación serial de los residuos.
4. Pesaran et al. (2001) señalan que en este enfoque se puede incorporar variables dicotómicas pero se debe verificar que la fracción de periodos en donde esas

⁶⁴ Noy y Vu (2010) usaron un modelo econométrico de panel de datos sobre las provincias de Vietnam; Shimada (2012) también usó un panel de datos sobre las prefecturas de Japón. El INEI calcula la formación bruta de capital para el agregado de Perú pero no para cada departamento. Por esa razón no se usó un panel de datos en esta tesis y es otra de las razones que justifica la selección de las series de tiempo como técnica econométrica de esta investigación. El análisis con series de tiempo condujo a la elección del test ARDL para el análisis de cointegración.

⁶⁵ En esta tesis, la muestra tiene 58 observaciones.

variables son iguales a cero no debe tender a cero, de lo contrario, los valores críticos deberán ser modificados.

4.3 Descripción de la metodología

A continuación se expone la metodología de esta investigación con base en el test de Pesaran et al. (2001) que en síntesis se resume en los siguientes pasos:

1. Verificar que el máximo orden de integración de las variables es 1.
2. Definir un modelo ARDL no restringido con corrección de error (UECM).⁶⁶ A partir del modelo 4.1 y según Pesaran et al. (2001) el modelo equivalente en su forma condicional UECM es la regresión siguiente 4.3:

$$\Delta y_t = c_0 + c_1 t - \alpha(y_{t-1} - \theta x_j) + \sum_{i=1}^{m-1} \psi_i \Delta y_{t-i} + \omega_{xj} \Delta x_j + \sum_{i=1}^{n_{x1}-1} \psi_{x1} \Delta x_{1t-i} + \sum_{i=1}^{n_{x2}-1} \psi_{x2} \Delta x_{2t-i} + \dots + \sum_{i=1}^{n_{xp}-1} \psi_{xp} \Delta x_{pt-i} + v_t \quad (4.3)$$

Donde $-\alpha$ es el coeficiente que muestra la rapidez de ajuste; θ es el vector de coeficientes de orden $(1, p)$ que representa la relación de equilibrio de largo plazo entre la variable dependiente y los regresores, y el operador Δ representa la primera diferencia de las variables. La estimación se efectúa con el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y la cantidad de rezagos $m - 1$ y $n_{xj} - 1$ se calcula minimizando un criterio de información, los más usados son los de Akaike (AIC) y Schwarz (BIC).

En esta tesis la matriz x es (**fbk**, **gcg**, **com**, **des**) y siguiendo la regresión 4.3 el modelo UECM es la regresión siguiente 4.4:

$$\begin{aligned} \Delta pbi_t = & \beta_0 + \beta_1 t - \alpha(pbi_{t-1} - \theta_{fbk} fbk_{t-1} - \theta_{gcg} gcg_{t-1} - \theta_{com} com_{t-1} - \\ & \theta_{des} des_{t-1}) + \sum_{i=1}^{m-1} \psi_{pbi} \Delta pbi_{t-i} + \omega_{fbk} \Delta fbk_t + \omega_{gcg} \Delta gcg_t + \omega_{com} \Delta com_t + \\ & \omega_{des} \Delta des_t + \sum_{i=1}^{n_{fbk}-1} \psi_{fbk} \Delta fbk_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_{gcg}-1} \psi_{gcg} \Delta gcg_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{n_{com}-1} \psi_{com} \Delta com_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_{des}-1} \psi_{des} \Delta des_{t-i} + v_t \end{aligned} \quad (4.4)$$

⁶⁶ Es decir, incluido las variables contemporáneas de cada regresor x_j .

3. Efectuar la prueba de límites de Pesaran et al. (2001) para determinar si las variables cointegran. Tomando como referencia la regresión 4.3, las hipótesis del test según los autores son las siguientes:

i. Con el estadístico de Wald o el estadístico F pruebe la hipótesis conjunta siguiente:⁶⁷

$$H_0^F: \alpha = 0 \cap \theta = 0 \text{ contra la hipótesis alternativa}$$

$$H_1^F: \alpha \neq 0 \cup \theta \neq 0$$

ii. Si se rechaza H_0^F , pruebe con el estadístico t la hipótesis individual siguiente:⁶⁸

$$H_0^t: \alpha = 0 \text{ contra la hipótesis alternativa}$$

$$H_1^t: \alpha \neq 0$$

Finalmente, si la hipótesis nula es rechazada en los dos pasos previos, entonces hay evidencia estadística de la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo (cointegración) entre la variable y_t y las variables x_{jt} .

Pesaran et al. (2001) y Kripfganz y Schneider (2018b) proveen dos conjuntos de valores críticos tanto para los estadísticos F como para los estadísticos t en dos casos que son los siguientes.⁶⁹ En el primero, el conjunto de valores críticos (límite superior) fue determinado por los autores asumiendo que todos los regresores son I(1). En el segundo (límite inferior), los autores asumen que todos los regresores son I(0). En resumen, las tres hipótesis explicadas previamente se comprueban a través de la siguiente regla de decisión:

- No rechazar H_0^F si el estadístico Wald o si el estadístico F es más cercano a cero que el límite inferior. De manera similar, no rechazar H_0^t si el estadístico t es más cercano a cero que el límite inferior. En otras palabras, basta que una de las hipótesis no se rechace para concluir que la variable y_t y las variables x_{jt} no cointegran.
- Rechazar H_0^F si el estadístico Wald o si el estadístico F es mayor que el límite superior. De manera similar, rechazar H_0^t si el estadístico t es menor que el límite superior. En otras palabras, si ambas hipótesis se rechazan, entonces la variable y_t y las variables x_{jt} cointegran.

⁶⁷ El estadístico Wald y el estadístico F se encuentra en Pesaran et al. (2001, p. 297).

⁶⁸ El estadístico t se encuentra en Pesaran et al. (2001, p. 299).

⁶⁹ Kripfganz y Schneider (2018b) recalcularon y mejoraron la estimación de los valores críticos que obtuvieron Pesaran et al. (2001).

- Si uno de los estadísticos cae entre los límites inferior y superior, la prueba de límites no es concluyente.
4. Para la validez de la prueba de límites, es necesario verificar la adecuación del modelo según los supuestos del modelo de regresión lineal, es decir, que los residuos sean homocedásticos y serialmente no correlacionados; que no haya multicolinealidad perfecta ni tampoco error de especificación. Asimismo, para propósitos de inferencia, también hay que verificar la normalidad de los residuos.
 5. Si las variables cointegran, estimar el modelo de largo plazo según 4.5 y el modelo de corrección de error restringido (MCE) para el corto plazo según 4.6. En esta tesis los modelos son los siguientes:

$$pbi_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 fbk_t + \beta_3 gcg_t + \beta_4 comercio_t + \beta_5 desastre_t + \mu_t \quad (4.5)$$

$$\Delta pbi_t = \lambda_0 + \lambda_1 t + \sum_{i=1}^{n_{fbk}-1} \varphi_{fbk} \Delta fbk_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_{gcg}-1} \varphi_{gcg} \Delta gcg_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_{com}-1} \varphi_{com} \Delta com_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_{des}-1} \varphi_{des} \Delta des_{t-i} + \zeta_t \quad (4.6)$$

Es importante destacar que Kripfganz & Schneider (2018a) desarrollaron una aplicación en el software STATA que permite obtener las regresiones 4.5 y 4.6 en una sola ejecución sobre la regresión 4.3 en términos generales, y que expresada en términos de las variables de esta tesis es la regresión 4.4. Esa aplicación se usó en esta tesis y los resultados se discuten en el capítulo 5.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Este capítulo empieza con el análisis de raíces unitarias a las variables del modelo ARDL para el *modelo base*, y los *modelos 1 y 2* que contemplan el agregado de todos los desastres naturales. Luego, se expone los resultados del test con enfoque de límites de Pesaran et al. (2001) para determinar si las variables cointegran en cada modelo. Enseguida se discute el cumplimiento de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal. Finalmente, se interpreta los resultados de la estimación de los parámetros del modelo en el largo y corto plazo. La misma estructura se aplica al *modelo 3* que abarca solo los desastres relacionados con el clima.

5.1 Modelos con el agregado de todos los desastres naturales

5.1.1 Determinación del orden de integración de las variables

Prueba de las raíces unitarias

A cada una de las variables del modelo se aplica la prueba de Dickey-Fuller aumentada (DFA). Para la determinar la cantidad de rezagos, hay diversas opciones, una de ellas es la de Schwert (1989) quien recomienda una cantidad máxima que se determina con el entero del resultado $12(T/100)^{1/4}$, donde T es la cantidad de observaciones. Otras opciones son los criterios de información como el de Akaike (AIC) y de Schwarz (BIC) cuyos autores recomiendan elegir el orden del rezago que minimiza esos criterios. Sin embargo, Stock y Watson (2012, p. 399) señalan que las investigaciones sugieren que es mejor más rezagos que menos en los tests DFA, por lo que se recomienda el criterio AIC que sobreestima el orden de los retardos.

Por la razón indicada, en esta tesis se opta por el criterio AIC para determinar la cantidad de rezagos de las series en niveles y se analiza en los siguientes casos: con intercepto y sin tendencia determinística; y con intercepto y con tendencia determinística –proceso estacionario alrededor de la línea de tendencia–. Siguiendo la recomendación de Wooldridge (2010, p. 635), no se analiza el caso sin intercepto debido a los sesgos inducidos cuando se le omite. Asimismo, debido a que las pruebas del tipo Dickey-Fuller tienen poca potencia estadística (Gujarati & Porter, 2010), se

complementa el análisis con el test de Elliott, Rothenberg y Stock (1996) que según los autores es un contraste de mayor potencia estadística que la prueba DFA.⁷⁰

A la variable *pbi* se le aplicó la prueba DFA, con intercepto, y con intercepto y tendencia. Tanto con el criterio AIC como con el criterio de Schwert (1989) se obtiene que la cantidad de rezagos es 10. En la tabla 5.1 se muestra los resultados y son robustos, porque en ambos casos, el estadístico de prueba es menor al crítico –ambos en valor absoluto– en todos los niveles de significancia; por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que la serie *pbi* en niveles es no estacionaria.

Tabla 5.1

Prueba DFA para la variable pbi en niveles

Caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-1.223	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-1.718	-4.178	-3.512	-3.187

Nota. α = nivel de significancia.

La variable *pbi* también se analizó con la prueba de Elliott, Rothenberg y Stock; una síntesis de los resultados se muestra en la tabla 5.2. En ambos casos, el estadístico de prueba es menor que el crítico –ambos en valor absoluto– en todos los niveles de significancia, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de que la serie *pbi* en niveles es no estacionaria y se confirma la conclusión del test DFA.

Tabla 5.2

Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable pbi en niveles

Caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-0.944	-2.617	-2.035	-1.733
Con intercepto y tendencia	-2.265	-3.740	-2.705	-2.419

Nota. α = nivel de significancia.

⁷⁰ Gujarati y Porter (2010) citan a Maddala y Kim (1998) quienes discuten las limitaciones de las pruebas de Dickey Fuller, DFA y de Phillips-Perron.

De manera similar a la variable *pbi*, se analiza las variables *fbk*, *gcg*, *com*, *eco* y *afe* en niveles. Los resultados se muestran en las tablas 5.3 y 5.4, y son robustos para las series *fbk*, *gcg* y *com* porque ambas pruebas concluyen tanto con intercepto como con intercepto y tendencia que esas tres series en niveles no son estacionarias al .05 de nivel de significancia.

Tabla 5.3

Prueba DFA para las variables fbk, gcg, com, eco y afe en niveles

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		.01	.05	.10
<i>fbk</i>				
Con intercepto	-0.197	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-1.017	-4.178	-3.512	-3.187
<i>gcg</i>				
Con intercepto	-1.844	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-2.250	-4.178	-3.512	-3.187
<i>com</i>				
Con intercepto	-0.103	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-1.892	-4.178	-3.512	-3.187
<i>eco</i>				
Con intercepto	-3.164	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-3.670	-4.178	-3.512	-3.187
<i>afe</i>				
Con intercepto	-3.174	-2.438	-1.690	-1.306
Con intercepto y tendencia	-2.846	-4.178	-3.512	-3.187

Nota. α = nivel de significancia.

En el caso de la variable *eco*, al .05 de significancia con la prueba DFA se rechaza la hipótesis nula que la serie con intercepto es no estacionaria; al mismo nivel de significancia se obtiene la misma conclusión cuando la serie es con intercepto y tendencia. También con el test de Elliott, Rothenberg y Stock (vea tabla 5.4) se rechaza la hipótesis nula tanto en la serie *eco* con intercepto como en la serie con intercepto y

tendencia al .05 de nivel de significancia; es decir, con ambas pruebas las conclusiones son similares.

Por otro lado, para la serie *afe* en la prueba DFA al .05 de nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula cuando la serie tiene intercepto, pero a ese nivel de significancia no se rechaza la hipótesis nula cuando la serie tiene intercepto y tendencia. Con la prueba de Elliott, Rothenberg y Stock al .05 de nivel de significancia en ambas series de *afe* se rechaza la hipótesis nula. Si bien hay coherencia en los resultados test de Elliott, Rothenberg y Stock para la serie *afe*, y a pesar de que es de mayor potencia estadística que la prueba DFA, se verificará más adelante la estacionariedad de la serie *afe* en primeras diferencias.

Tabla 5.4

Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para las variables fbk, gcg, com, eco y afe en niveles

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
<i>fbk</i>				
Con intercepto	-0.487	-2.617	-2.073	-1.777
Con intercepto y tendencia	-1.470	-3.740	-2.705	-2.419
<i>gcg</i>				
Con intercepto	-1.462	-2.617	-2.035	-1.733
Con intercepto y tendencia	-1.709	-3.740	-2.705	-2.419
<i>com</i>				
Con intercepto	-0.168	-2.617	-2.035	-1.733
Con intercepto y tendencia	-1.494	-3.740	-2.705	-2.419
<i>eco</i>				
Con intercepto	-3.398	-2.617	-2.035	-1.733
Con intercepto y tendencia	-3.302	-3.740	-2.705	-2.419
<i>afe</i>				
Con intercepto	-2.708	-2.617	-2.035	-1.733
Con intercepto y tendencia	-3.271	-3.740	-2.705	-2.419

Nota. α = nivel de significancia.

Como en el análisis previo en niveles, no se rechazó la hipótesis nula de no estacionariedad de las series *fbk*, *gcg*, *com*, y hay contradicciones en ambos test para la serie *afe*, a continuación se analiza la estacionariedad de todas esas variables en primeras diferencias. También se analizará la serie *eco*, en particular el interés es explorar cuál es la conclusión al .01 de nivel significancia para esa variable. Los resultados se muestran en las tablas 5.5 y 5.6.

Tabla 5.5

Prueba DFA para las variables pbi, fbk, gcg, com, eco y afe en primeras diferencias

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		.01	.05	.10
<i>pbi</i>				
Con intercepto	-4.465	-2.397	-1.674	-1.297
Con intercepto y tendencia	-4.535	-4.137	-3.494	-3.176
<i>fbk</i>				
Con intercepto	-5.676	-2.397	-1.674	-1.297
Con intercepto y tendencia	-5.655	-4.137	-3.494	-3.176
<i>gcg</i>				
Con intercepto	-8.918	-2.397	-1.674	-1.297
Con intercepto y tendencia	-8.832	-4.137	-3.494	-3.176
<i>com</i>				
Con intercepto	-7.398	-2.397	-1.674	-1.297
Con intercepto y tendencia	-7.465	-4.137	-3.494	-3.176
<i>eco</i>				
Con intercepto	-6.423	-2.403	-1.676	-1.299
Con intercepto y tendencia	-6.395	-4.141	-3.496	-3.178
<i>afe</i>				
Con intercepto	-7.902	-2.397	-1.674	-1.297
Con intercepto y tendencia	-7.824	-4.137	-3.494	-3.176

Nota. α = nivel de significancia.

Con base en los resultados de las tablas 5.5 y 5.6, las dos pruebas confirman que las variables *pbi*, *fbk*, *gcg* y *com*; todas en primeras diferencias con intercepto y tendencia, son estacionarias al .05. Con respecto a las variables *eco* y *afe*, al .01 de nivel de significancia y ambas en primeras diferencias, los dos tests rechazan la hipótesis nula porque los estadísticos de prueba en valor absoluto son claramente mayores a los valores absolutos de los estadísticos críticos, tanto con intercepto como con intercepto y tendencia.

Tabla 5.6

Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para las variables pbi, fbk, gcg, com, eco y afe en primeras diferencias

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		.01	.05	.10
<i>pbi</i>				
Con intercepto	-2.142	-2.617	-2.166	-1.869
Con intercepto y tendencia	-3.389	-3.743	-3.080	-2.786
<i>fbk</i>				
Con intercepto	-5.252	-2.617	-2.222	-1.920
Con intercepto y tendencia	-5.369	-3.743	-3.140	-2.842
<i>gcg</i>				
Con intercepto	-1.318	-2.617	-2.166	-1.869
Con intercepto y tendencia	-3.365	-3.743	-3.080	-2.786
<i>com</i>				
Con intercepto	-1.850	-2.617	-2.206	-1.906
Con intercepto y tendencia	-4.074	-3.743	-3.145	-2.846
<i>eco</i>				
Con intercepto	-10.068	-2.617	-2.222	-1.920
Con intercepto y tendencia	-10.217	-3.743	-3.140	-2.842
<i>afe</i>				
Con intercepto	-6.548	-2.617	-2.222	-1.920
Con intercepto y tendencia	-6.430	-3.743	-3.140	-2.842

Nota. α = nivel de significancia.

En síntesis, las series *pbi*, *fbk*, *gcg*, *com*, *eco* y *afe* son I(1); luego de acuerdo con la metodología expuesta en el capítulo 4, se puede aplicar el test de enfoques de límites de Pesaran et al. (2001) la cual señala que las series como máximo pueden ser I(1). Sin embargo, la metodología también indica que debe verificarse la adecuación del modelo lo cual se expone más adelante, previamente se analiza la cointegración de las variables en los tres modelos.

5.1.2 Cointegración

La regresión 4.4 primero se estima con MCO en el periodo 1960-2017 en el *modelo base* sin las variables de desastres, luego se efectúa la regresión con la variable *eco* en el *modelo 1*, y luego en el *modelo 2* se reemplaza la variable *eco* por *afe*.

La cantidad de rezagos de cada variable se determina con el criterio AIC –excepto para las dicotómicas– hasta un máximo de cinco retardos. Finalmente, con el enfoque de Hendry de lo general a lo específico se obtuvo un modelo ARDL (1, 1, 1, 4) y a la estimación se aplicó el test con enfoque de límites de Pesaran et al. (2001) cuya hipótesis nula (H_0) es “no hay cointegración entre las variables”.

En el *modelo base*, en la tabla 5.7 se lee que el estadístico de prueba $F = 9.184$ es bastante mayor que el valor F -crítico al .01 de significancia cuando todos los regresores son I(1). Asimismo, también al .01 de significancia el estadístico de prueba $t = -5.429$ es menor que el valor t -crítico cuando todos los regresores son I(1). Por tanto, al .01 de significancia como en ambos casos se rechaza la hipótesis nula, entonces las variables del *modelo base* cointegran, es decir, hay una relación de equilibrio de largo plazo entre esas variables.⁷¹

Para el *modelo 1*, en la tabla 5.8 se observa que el estadístico de prueba $F = 12.998$ es claramente mayor que el valor F -crítico al .01 de significancia cuando todos los regresores son I(1). Por otro lado, al .05 de significancia el estadístico de prueba $t = -5.126$ es menor que el valor t -crítico cuando todos los regresores son I(1). Por tanto, al .05 de significancia como en ambos casos se rechaza la hipótesis nula, entonces hay una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables del *modelo 1*.

⁷¹ En la sección 4.4 se describió la metodología, en particular la hipótesis del test de límites.

Tabla 5.7

Estadísticos F y t, de prueba y crítico para cointegración. Modelo base

Estadístico	Límite I(0)			Límite I(1)		
	α			α		
	.10	.05	.01	.10	.05	.01
<i>F</i> -prueba = 9.184						
<i>F</i> -crítico	2.817	3.333	4.528	4.175	4.863	6.448
<i>t</i> -prueba = -5.459						
<i>t</i> -crítico	-2.979	-3.336	-4.061	-4.088	-4.510	-5.356

Nota. α = nivel de significancia.

Tabla 5.8

Estadísticos F y t, de prueba y crítico para cointegración. Modelo 1

Estadístico	Límite I(0)			Límite I(1)		
	α			α		
	.10	.05	.01	.10	.05	.01
<i>F</i> -prueba = 12.998						
<i>F</i> -crítico	2.38	2.69	2.98	3.45	3.83	4.16
<i>t</i> -prueba = -5.126						
<i>t</i> -crítico	-3.13	-3.41	-3.65	-4.53	-4.85	-5.14

Nota. α = nivel de significancia.

Para el *modelo 2*, los resultados se muestran en la tabla 5.9.

Tabla 5.9

Estadísticos F y t de prueba y crítico para cointegración. Modelo 2

Estadístico	Límite I(0)			Límite I(1)		
	α			α		
	.10	.05	.01	.10	.05	.01
<i>F</i> -prueba = 12.224						
<i>F</i> -crítico	2.38	2.69	2.98	3.45	3.83	4.16
<i>t</i> -prueba = -4.862						
<i>t</i> -crítico	-3.13	-3.41	-3.65	-4.53	-4.85	-5.14

Nota. α = nivel de significancia.

A partir de los valores de la tabla 5.9 se determina el rechazo de la hipótesis nula de “no cointegración” al .05 de significancia, es decir, las variables del *modelo 2* cointegran.

5.1.3 Verificación de los supuestos

A continuación se expone la verificación del cumplimiento de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal.⁷² Para el *modelo base* las pruebas se muestran en el anexo 2, asimismo, con el objetivo de explorar la robustez del cumplimiento de los supuestos, en lo posible, se aplica en cada uno de ellos más de un test y luego se discuten los resultados.

Para el *modelo base*, con los resultados mostrados en el anexo 2 en síntesis se concluye que en esa regresión los residuos no están autocorrelacionados ni presentan heterocedasticidad y son normales. Asimismo, no se rechaza la hipótesis nula de que el modelo tiene una especificación correcta. Las pruebas de quiebres estructurales revelan que los parámetros dinámicos son estables.

A continuación se explica los resultados de las pruebas para la verificación de los supuestos para los *modelos 1* y *2* que sí incluyen las variables *eco* y *afe* de los efectos de los desastres naturales.

Correlación serial

Las tablas 5.10 y 5.11 presentan los resultados de los tests de autocorrelación para los *modelos 1* y *2*, respectivamente.

Tabla 5.10

Detección de correlación serial. Modelo 1

Prueba	Lags	F	p
Breusch-Godfrey	3	0.681	.569
Durbin	4	2.206	.089

Nota. p = p value.

⁷² Kripfganz y Schneider (2018a) advierten que el comando “ardl” de STATA que ellos desarrollaron para estimar el modelo ardl –la regresión 4.4 en esta tesis–, no calcula los errores estándar robustos a autocorrelación y heterocedasticidad. Por esta razón, en esta tesis se verifica ambos supuestos con las pruebas mostradas en las tablas 5.10 a 5.13. Esas pruebas están disponibles en la etapa de postestimación del comando “ardl” de STATA.

Tabla 5.11

Detección de correlación serial. Modelo 2

Prueba	Lags	F	p
Breusch-Godfrey	4	2.123	.100
Durbin	4	1.540	.213

Nota. $p = p$ value.

En las tablas 5.10 y 5.11 se observa que los p-value son mayores que el nivel de significancia de .05. En conclusión, en ambos modelos y con las dos pruebas no se rechaza la hipótesis nula H_0 de “no presencia de correlación serial” al .05 de nivel de significancia.

Homocedasticidad

Para el *modelo 1*, la tabla 5.12 presenta los resultados de los tests de heterocedasticidad aplicados a los residuos del modelo ARDL; asimismo, los resultados de esas pruebas para el *modelo 2* se muestran en la tabla 5.13. En las dos pruebas, H_0 es “errores homocedásticos”.

En conclusión, en los dos modelos, las dos pruebas no rechazan H_0 a un nivel de significancia de .05, es decir, no hay evidencia suficiente para rechazar que los residuos tienen igual varianza.

Tabla 5.12

Detección de heterocedasticidad. Modelo 1

Prueba	p
Cameron y Trivedi	.381
White	.436

Nota. $p = p$ value.

Tabla 5.13

Detección de heterocedasticidad. Modelo 2

Prueba	p
Cameron y Trivedi	.365
White	.436

Nota. $p = p$ value.

Normalidad

En el *modelo 1*, para determinar la normalidad de los errores se efectuó las pruebas que muestra la tabla 5.14. En ambos tests la hipótesis nula H_0 es “los errores son normales”. Asimismo, la tabla 5.15 presenta las pruebas de normalidad de los errores del *modelo 2*.

En conclusión, en ambos modelos las dos pruebas no rechazan H_0 , es decir, no hay evidencia suficiente para rechazar que los errores son normales a un nivel de .05 de significancia.

Tabla 5.14

Detección de normalidad de los residuos. Modelo 1

Prueba	<i>p</i>
D’Agostino, Belanger y D’Agostino	.710
Shapiro-Wilk	.903

Nota. p = p value.

Tabla 5.15

Detección de normalidad de los residuos. Modelo 2

Prueba	<i>p</i>
D’Agostino, Belanger y D’Agostino	.491
Shapiro-Wilk	.671

Nota. p = p value.

Estabilidad de los parámetros

Un concepto importante en series de tiempo es el “efecto causal dinámico”. Stock y Watson (2012) lo definen en el modelo ARDL como el efecto de una variación de una variable explicativa X_{it} sobre $Y_t, Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots$, es decir, “es la secuencia de efectos causales sobre los valores actuales y los valores futuros de Y ” (pp. 425-426).

Stock y Watson (2012) también agregan que una de las implicaciones del concepto de efecto causal dinámico es que dicho efecto no debería cambiar a lo largo de la muestra, aspecto que está implícito en el supuesto de que las variables son conjuntamente estacionarias, es decir, que los parámetros de la regresión sean estables.

En particular en los modelos ARDL el supuesto es que las variables $(Y_t, X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt})$ sean conjuntamente estacionarias.

En esta tesis, ese supuesto se verifica a través de las pruebas que se presentan en la tabla 5.16. Para el *modelo 1* en ambos tests la estabilidad de los parámetros se explora a través de la existencia de quiebres estructurales formulando a H_0 como “no hay quiebres estructurales”. Sobre los resultados, al .05 de nivel de significancia la prueba CUSUM de residuales recursivo y CUSUM de residuales MCO no rechazan H_0 porque el estadístico de prueba es menor que el estadístico crítico.

Tabla 5.16

Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha = .05$). Modelo 1

Prueba	Estadístico de prueba	Estadístico crítico
CUSUM de residuales recursivos	0.135	0.947
CUSUM de residuales MCO	0.422	1.358

De manera equivalente a los resultados de los tests mostrados en la tabla 5.14 la figura 5.1 ilustra el proceso CUSUM con residuales recursivos y la figura 5.2 muestra el proceso CUSUM con residuales MCO. En ambos casos, los procesos no cruzan las bandas del intervalo de confianza al .95.

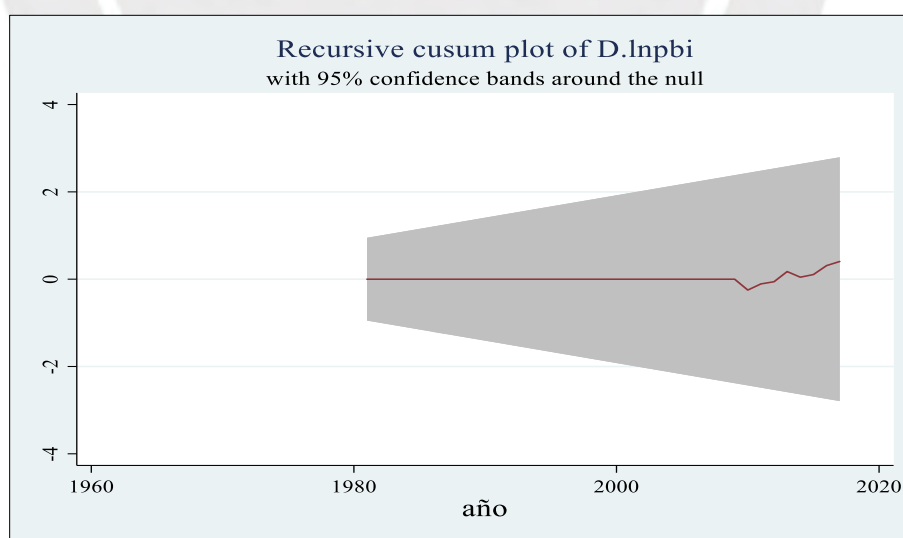


Figura 5.1. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. Modelo 1.

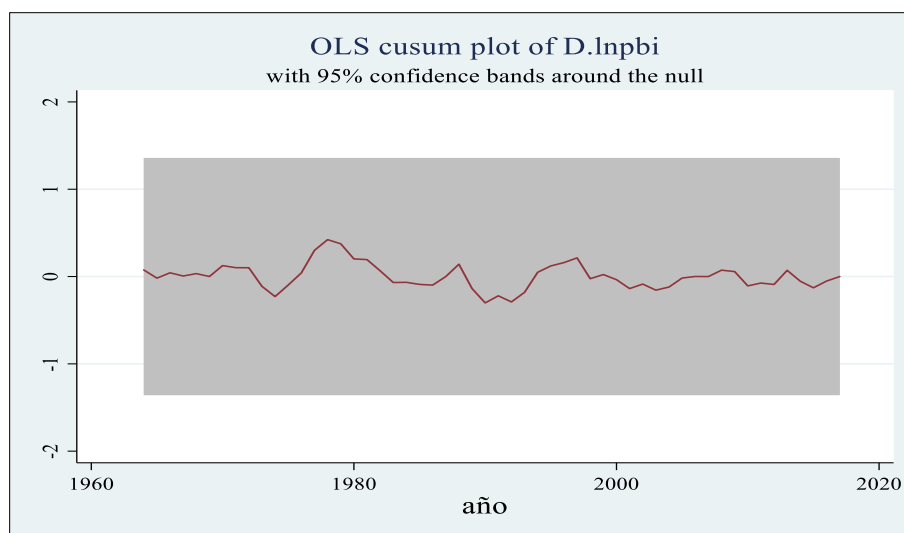


Figura 5.2. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. Modelo 1.

De manera similar, en el *modelo 2*, con las mismas pruebas señaladas líneas arriba se concluye que los parámetros son estables –vea tabla 5.17–. Las figuras 5.3 y 5.4 ilustran también los procesos CUSUM con residuales tanto recursivos como MCO, respectivamente, y no cruzan las bandas del intervalo de confianza al .95.

Tabla 5.17

Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha = .05$). Modelo 2

Prueba	Estadístico de prueba	Estadístico crítico
CUSUM de residuales recursivos	0.113	0.947
CUSUM de residuales MCO	0.436	1.358

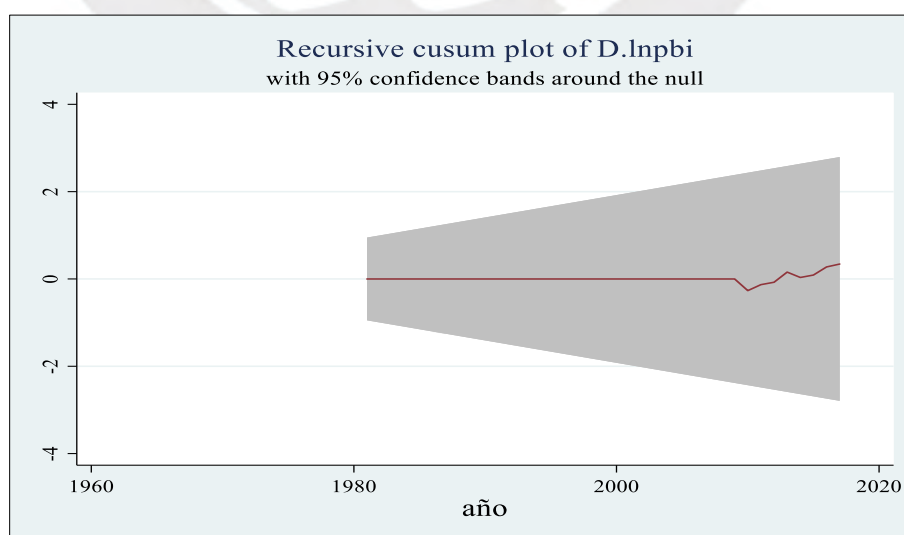


Figura 5.3. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. Modelo 2.

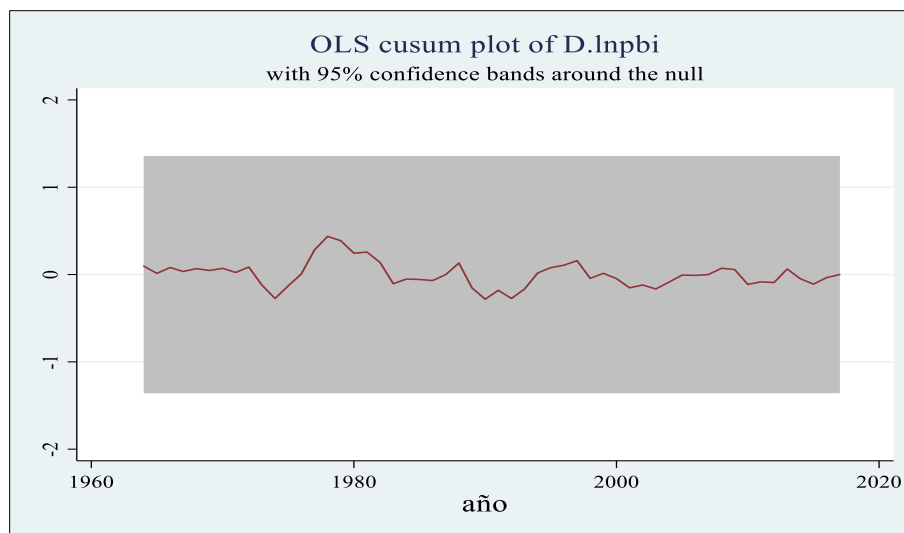


Figura 5.4. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. Modelo 2.

Especificación del modelo

En el *modelo 1*, los resultados de la prueba de error de especificación de la regresión (RESET) de Ramsey son los siguientes: estadístico de prueba $F(3, 34) = 0.74$, $p = .535$. A un nivel de significancia de .05 no se rechaza H_0 que indica que “el modelo está correctamente especificado”.

De manera similar, en el *modelo 2* los resultados de la prueba de Ramsey son los siguientes: estadístico de prueba $F(3, 34) = 1.36$, $p = .272$. A un nivel de significancia de .05 no se rechaza H_0 .

Síntesis de la adecuación

En resumen y con base en las pruebas efectuadas, en los *modelos base, 1 y 2* no se rechazó las hipótesis de no correlación serial y de homocedasticidad, ni tampoco que los errores siguen una distribución normal $N(0, \sigma)$. Asimismo, no se rechazó la hipótesis de que el modelo sigue una especificación correcta y en ambos modelos las variables propuestas cointegran.

Discutido el cumplimiento de los supuestos, a continuación se presenta la estimación y discusión de los coeficientes de las variables en el largo y corto plazo.

5.1.4 Modelo de largo plazo en los modelos base, 1 y 2

El modelo de largo plazo se obtiene de la regresión 4.4 que es la reparametrización en forma condicional (EC) del modelo ARDL que se muestra en la regresión 4.2. Como se indicó en la sección 4.1, la variable proxy de desastres en el *modelo 1* es el daño económico *eco* y en el *modelo 2 afe* es la cantidad de afectados.

Por otro lado, se obtienen simultáneamente las estimaciones de largo y corto plazo del EC con la aplicación en el software STATA desarrollada por Kripfganz y Schneider (2017a). Los resultados de largo plazo se muestran en la tabla 5.18 y los de corto plazo en la tabla 5.19. Asimismo, la cointegración se comprobó previamente en la sección 5.1.2 cuando se aplicó el test de Pesaran et al. (2001).

En la tabla 5.18 se observa que las estimaciones en los tres modelos son similares lo que sugiere que son robustos. Luego de agregar las variables de los efectos de los desastres naturales, los coeficientes estimados de las variables del crecimiento son muy similares, asimismo, la significancia en la mayoría de variables no cambia.

Los coeficientes de la formación bruta del capital (*fbk*) y la apertura comercial (*com*) son altamente significativos (.01 de nivel de significancia). Con respecto a la *fbk*, el signo positivo obtenido está conforme a la teoría; asimismo, el signo de *com* está de acuerdo a un grupo de investigaciones reseñadas en la sección 4.1 que afirman que la apertura comercial contribuye positivamente al crecimiento económico.

Con respecto a la variable gasto de consumo del gobierno (*gcg*), el coeficiente estimado en el horizonte 1960 a 2007 es negativo y estadísticamente distinto de cero a un .01 de nivel de significancia en el modelo base, al .05 en el *modelo 1* y al .025 en el *modelo 2*. El signo negativo hasta el 2007 señala coincidencias con un aparato estatal en Perú más ineficiente y de mayor tamaño en términos relativos. A partir del 2008 la estimación del coeficiente del producto $d * gcg$ positiva y significativa al .01 de nivel de significancia en los tres modelos, lo cual confirma la presunción de que hubo un desplazamiento en la relación *pbi* y *gcg* a partir del año 2008 (en el modelo base: $gcg = -7.322 + d * gcg = 8.574$; similar para el resto de modelos). Este signo positivo está de acuerdo con las conclusiones de varios autores sobre estudios en países en desarrollo –vea sección 4.1–, y en particular, con el estudio de Jiménez (1997) y Aro (2018) enfocados en la economía peruana. Es importante aclarar, que los datos del gasto de consumo del gobierno usados en esta tesis no incluyen la inversión pública

en infraestructura, cifras que están incluidas en la formación bruta de capital, conforme a las definiciones de ambas variables tomadas del Banco Mundial (s.f.); dicho gasto abarca los gastos corrientes de la adquisición de bienes y servicios del Gobierno así como las remuneraciones del sector público.

Tabla 5.18

Coefficientes de la estimación del modelo ARDL en el largo plazo. Modelos 1 y 2

Variable	Parámetro		
	<i>Modelo base</i>	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>
Formación bruta del capital per cápita ^a (<i>fbk</i>)	0.230*** (0.052)	0.212*** (0.054)	0.210*** (0.060)
Gasto de consumo del Gobierno ^b (<i>gcg</i>)	-7.322*** (3.039)	-6.954* (3.020)	-7.765** (3.262)
Apertura comercial ^b (<i>com</i>)	1.181*** (0.287)	1.283*** (0.293)	1.232*** (0.314)
<i>d</i>	-0.912*** (0.311)	-0.970*** (0.312)	-0.956*** (0.329)
<i>d*gcg</i>	8.574*** (2.760)	9.226*** (2.774)	9.051*** (2.932)
<i>intercepto</i>	-0.488*** (0.131)	-0.500*** (0.132)	-0.515*** (0.142)
Daños económicos ^c (<i>eco</i>)		-1.656 (1.301)	
Afectados ^c (<i>afe</i>)			-0.205 (0.381)
	$R^2 = 0.91$ R^2 ajustado = 0.87	$R^2 = 0.92$ R^2 ajustado = 0.88	$R^2 = 0.91$ R^2 ajustado = 0.87

Nota. La regresión mostrada en esta tabla corresponde a los parámetros θ que son los coeficientes de largo plazo de la regresión 4.4 que se estimó con un modelo base ARDL (1, 1, 1, 4). Muestra de 54 observaciones: 1964-2017. Los números entre paréntesis son los errores estándar.

^aPer cápita y en logaritmo natural, más detalle en la tabla 4.1.

^bComo fracción del producto bruto interno, más detalle en la tabla 4.1.

^cDaños económicos provocados por los desastres naturales, según la normalización explicada en la sección 4.1, en “variables de desastres naturales en el modelo econométrico”.

* $p < .05$. ** $p < .025$. *** $p < .01$.

Con respecto al impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico, objeto de estudio de esta tesis, es importante recordar que en el marco teórico de esta investigación se resaltó las conclusiones contradictorias de las diversas investigaciones que exploraron ese impacto. En ese sentido, en esta tesis se concluye que en el largo plazo el impacto del agregado de todos los desastres naturales en el horizonte de 1960 a 2017 medido a través de las variables de daños económicos (*eco*) y cantidad afectados (*afe*), tiene una relación negativa con el PBI per cápita de Perú; sin embargo, dicho impacto en el largo plazo no es significativo sobre el producto per cápita ni al .10 de nivel de significancia.

Asimismo, en el largo plazo, el signo negativo de ambas variables, está de acuerdo con las conclusiones de Jaramillo (2009) en países con una historia común de desastres devastadores, y las de Noy y Nualsri (2007) obtenidas para un grupo de países. Conclusiones más cercanas a esta tesis son las de Shimada (2012), Baig et al. (2018) y Yiew et al. (2018). Con respecto a Shimada (2012), su investigación se enfocó en Japón y determinó para el agregado de todos los desastres naturales y el crecimiento económico una relación negativa en el largo plazo y entre 15 a 20 años que no es significativa. Por otro lado, Baig et al. (2018) y Yiew et al. (2018) se enfocaron en Pakistán y Bangladesh, respectivamente; y en ambas investigaciones los autores usaron el test ARDL de límites, enfoque que también se aplicó en esta tesis. Si bien en ambas investigaciones los autores concluyen que el agregado de los desastres naturales tiene un impacto negativo en el crecimiento económico, hallazgo similar al de esta tesis, en contraste sus estimaciones sí fueron significativas.

5.1.5 Modelo de corto plazo en los modelos base, 1 y 2

La estimación (UECM) para determinar las relaciones de las variables en el corto plazo se obtuvo también de la regresión 4.4. Los resultados se presentan en la tabla 5.19 en donde se observa que en los tres modelos el término de error de equilibrio (el coeficiente estimado de α) es alrededor de -0.27, es altamente significativo y su signo negativo confirma la relación de equilibrio de largo plazo determinada en el análisis de cointegración efectuado en la sección 5.1.2. Sin embargo, la cifra sugiere una convergencia al equilibrio relativamente lenta cuando ocurren choques que afectan el

equilibrio. Por otro lado, las estimaciones y significancia en los tres modelos son bastante similares, lo que sugiere que son robustos.

En el corto plazo, en ambos modelos los coeficientes de las variables contemporáneas en primeras diferencias Δfbk_t y Δgcg_t son positivas y significativas al .01. El coeficiente de la variable contemporánea en primera diferencia Δcom_t es negativo y no significativo. También en el muy corto plazo (primer año) el coeficiente de la apertura comercial en primera diferencias es negativo y altamente significativo; también son negativos y significativos en segunda y tercera diferencia, algunos al 0.1 y otros al .05.

Con respecto a los coeficientes de las variables de impacto de los desastres naturales, tanto *eco* como *afe* en el corto plazo también son negativos y no significativos, conclusión similar la que se obtuvo en el largo plazo. El signo negativo obtenido en el corto plazo es similar, al menos en el signo, a los hallazgos de Charvériat (2000) en el primer año; también con la conclusión de Noy (2009) quien encontró una relación negativa; sin embargo, su estimación sí fue significativa en el corto plazo cuando la variable de desastre es el daño económico pero no encontró una relación significativa cuando la variable de desastre es la cantidad de afectados. Asimismo, Caballeros y Zapata-Martí (1995) concluyen impactos negativos en el crecimiento económico en el corto plazo y Hochrainer (2009) determinó que hasta 5 años los desastres naturales tienen impactos negativos y significativos.

Finalmente, para una variación del daño económico en una desviación estándar igual a 0.0121 –vea tabla 4.3– el producto per cápita cae en $-2\% = (-1.656 * 0.0121)\%$, que al sumarle el correspondiente del año previo $-0.2\% = (-0.221 * 0.0121)\%$ y el efecto indirecto a través del producto $(-0.268 * -0.02)\%$ el total es una caída per cápita de en largo plazo de $-2.14\% = \frac{\Delta \ln(pbi)_t}{\Delta eco_t}$, valor que en términos de significancia real en el largo plazo para el PBI per cápita es mínimo, en concordancia con la significancia estadística obtenidas.

Asimismo, para una variación de la cantidad de afectados en una desviación estándar igual a 0.0312 –vea tabla 4.3– el producto per cápita se reduce en $-0.64\% = (-0.205 * 0.0312)\%$, que al sumarle el correspondiente del año previo $-0.23\% = (-0.076 * 0.0312)\%$ y el efecto indirecto a través del producto $= (-0.267 * -0.0064)\%$ el total es una caída per cápita de en largo plazo de $-0.7\% = \frac{\Delta \ln(pbi)_t}{\Delta afe_t}$, valor

que en términos de significancia real en el largo plazo para el PBI per cápita es mínimo, en concordancia con la significancia estadística obtenidas.

En ambos casos, las caídas porcentuales son claramente reducidas, por tanto, la reducida significancia real es coherente con la no significancia estadística obtenida.

Tabla 5.19

Coefficientes de la estimación del modelo ARDL en el corto plazo. Modelos 1 y 2

Variable	Parámetro		
	<i>Modelo base</i>	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>
α	-0.278*** (0.054)	-0.268*** (0.052)	-0.267*** (0.055)
Δfbk_t	0.126*** (0.021)	0.126*** (0.020)	0.129*** (0.023)
Δgcg_t	1.426*** (0.468)	1.349*** (0.456)	1.469*** (0.471)
Δcom_t	-0.245 (0.160)	-0.228 (0.156)	-0.194 (0.167)
Δcom_{t-1}	-0.624*** (0.165)	-0.575*** (0.160)	-0.621*** (0.166)
Δcom_{t-2}	-0.343 ^a (0.169)	-0.296 ^a (0.162)	-0.307 ^a (0.171)
Δcom_{t-3}	-0.385* (0.172)	-0.323 ^a (0.165)	-0.378* (0.172)
Δeco_t		-0.221 (0.279)	
Δafe_t			-0.076 (0.095)

Nota. La regresión UECM mostrada en esta tabla corresponde a los parámetros ψ que son los coeficientes de corto plazo en la ecuación 4.4. Los números entre paréntesis son los errores estándar.

* $p < .05$. ** $p < .025$. *** $p < .01$.

^aSignificativa al .10.

5.2 Modelo con los desastres naturales relacionados con el clima, modelo 3

En esta sección se discute los resultados de la regresión del *modelo 3* que contempla la cantidad de afectados (*afe_clima*) ocasionados por los desastres relacionados con el clima los cuales abarcan a los desastres climatológicos, hidrológicos y meteorológicos. Previamente se muestra la determinación del orden de integración de la variable *afe_clima*, luego la cointegración de las variables del *modelo 3* y finalmente la verificación de los supuestos.

5.2.1 Determinación del orden de integración de las variables

La tabla 5.20 muestra los resultados de la prueba DFA aplicada a la serie *afe_clima*. En conclusión, se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad de la serie con intercepto, y con intercepto y tendencia, ambos casos al .05 de nivel de significancia.

Tabla 5.20

Prueba DFA para la variable afe_clima en niveles

Caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-1.802	-2.449	-1.694	-1.309
Con intercepto y tendencia	-3.551	-4.205	-3.524	-3.194

Nota. α = nivel de significancia.

Por otro lado, también para la serie *afe_clima*, la tabla 5.21 muestra los resultados de la pruebas DFA y Elliot, Rothenberg y Stock. En contraste con la prueba DFA no se rechaza la hipótesis nula en la serie con intercepto, pero sí se rechaza en el caso con intercepto y tendencia, ambos casos al .05 de nivel de significancia.

Tabla 5.21

Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable afe_clima en niveles

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-1.308	-2.618	-2.046	-1.740
Con intercepto y tendencia	-3.654	-3.751	-2.693	-2.402

Nota. α = nivel de significancia.

La divergencia de los resultados de ambos tests conlleva a explorar la serie *afe_clima* en primeras diferencias. Los resultados de las pruebas se muestran en las tablas 5.22 y 5.23. La conclusión es robusta, se rechaza fuertemente la hipótesis de no estacionariedad para la serie *afe_clima* en primeras diferencias, tanto con intercepto como con intercepto y tendencia al .01 de nivel de significancia en las pruebas DFA y Elliott, Rothenberg y Stock.

Tabla 5.22

Prueba DFA para la variable afe_clima en primeras diferencias

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-7.168	-2.405	-1.677	-1.299
Con intercepto y tendencia	-7.083	-4.146	-3.498	-3.179

Nota. α = nivel de significancia.

Tabla 5.23

Prueba de Elliott, Rothenberg y Stock para la variable afe_clima en primeras diferencias

Variable y caso	Estadístico de prueba	Estadístico crítico		
		α		
		.01	.05	.10
Con intercepto	-7.054	-2.618	-2.235	-1.934
Con intercepto y tendencia	-6.702	-3.755	-3.155	-2.855

Nota. α = nivel de significancia.

5.2.2 Cointegración

La tabla 5.24 muestra los resultados del test para determinar la cointegración de las variables del *modelo 3*. El estadístico de prueba $F = 12.856$ es mayor que el valor F -crítico al .01 de significancia cuando todos los regresores son $I(1)$. Por otro lado, al .01 de significancia el estadístico de prueba $t = -5.155$ es menor que el valor t -crítico cuando todos los regresores son $I(1)$. Por tanto, al .01 de significancia como en ambos casos se rechaza la hipótesis nula, entonces hay una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables del *modelo 3*.

Tabla 5.24

Estadísticos F y t, de prueba y crítico para cointegración. Modelo 3

	Límite I(0)			Límite I(1)		
	α			α		
Estadístico	.10	.05	.01	.10	.05	.01
F -prueba = 12.856						
F -crítico	2.38	2.69	2.98	3.45	3.83	4.16
t -prueba = -5.155						
t -crítico	-3.13	-3.41	-3.65	-4.53	-4.85	-5.14

Nota. α = nivel de significancia.

5.2.3 Verificación de los supuestos

Correlación serial

La tabla 5.25 muestra los resultados de los tests de autocorrelación aplicado a los residuos del *modelo 3*. En conclusión, las dos pruebas no rechazan la hipótesis nula H_0 de “no presencia de correlación serial” al .05 de nivel de significancia.

Tabla 5.25

Detección de correlación serial. Modelo 3

Prueba	Lags	F	p
Breusch-Godfrey	3	0.630	.600
Durbin	4	2.143	.099

Nota. p = p value.

Homocedasticidad

La tabla 5.26 presenta los resultados de los tests de heterocedasticidad aplicados a los residuos del *modelo 3*. En conclusión, las dos pruebas no rechazan H_0 que indica que los errores son homocedásticos a un nivel de significancia de .05.

Tabla 5.26

Detección de heterocedasticidad. Modelo 3

Prueba	<i>p</i>
Cameron y Trivedi	.269
White	.434

Nota. p = p value.

Normalidad

Con respecto a la normalidad de los errores del *modelo 3*, a partir de los resultados de las dos pruebas que muestra la tabla 5.27 se concluye a un nivel de .05 de significancia que no se rechaza H_0 que indica los errores son normales.

Tabla 5.27

Detección de normalidad de los residuos. Modelo 3

Prueba	<i>p</i>
D'Agostino, Belanger y D'Agostino	.512
Shapiro-Wilk	.413

Nota. p = p value.

Estabilidad de los parámetros

La tabla 5.28 muestra los resultados de las pruebas de la estabilidad de los parámetros del *modelo 3*. En ambos tests se rechaza la hipótesis nula que señala que hay quiebres estructurales al .05 de nivel de significancia.

Por otro lado, las figuras 5.5 y 5.6 muestran los gráficos de los procesos de la tabla 5.28 y se observa que no cruzan las bandas del intervalo de confianza al .95.

Tabla 5.28

Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha = .05$). Modelo 3

Prueba	Estadístico de prueba	Estadístico crítico
CUSUM de residuales recursivos	0.183	0.947
CUSUM de residuales MCO	0.428	1.358

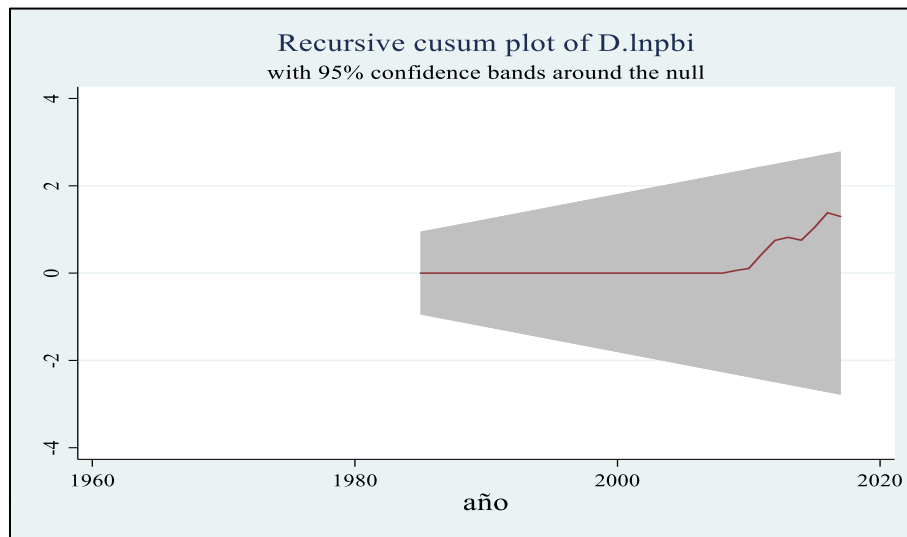


Figura 5.5. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$. Modelo 3.

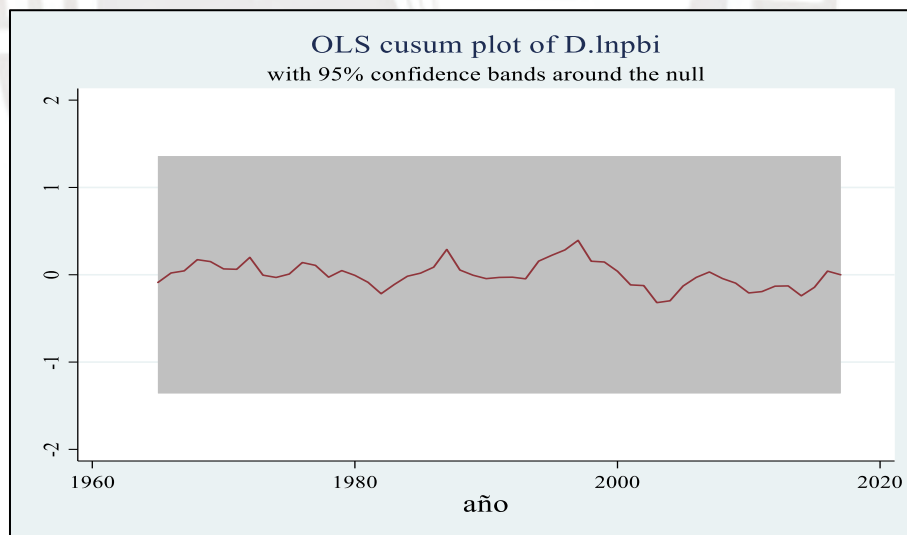


Figura 5.6. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$. Modelo 3.

Especificación del modelo

En el *modelo 3*, los resultados de la prueba de Ramsey son los siguientes: estadístico de prueba $F(3, 32) = 1.22$, $p = .317$. A un nivel de significancia de .05 no se rechaza la hipótesis nula que indica que el modelo está correctamente especificado.

5.2.4 Modelo de largo plazo en el modelo 3

El *modelo 3* también se obtiene de la regresión 4.4 pero en este caso la variable de desastre es la cantidad de afectados ocasionado por los desastres relacionados con el clima. La tabla 5.29 muestra los resultados.

En la tabla 5.29 se observa que en el modelo 3 las estimaciones de los coeficientes de las variables de crecimiento económico son muy similares a las estimaciones obtenidas en el modelo base y los modelos 1 y 2 –vea tabla 5.18–.

El coeficiente estimado de la variable *afe_clima* es positivo y no significativo en el largo plazo. En la línea de estudios que señalan que los desastres naturales pueden tener efectos positivos porque son medios de “destrucción creativa” que proveen la posibilidad de renovación de capital físico, Crespo Cuaresma, Hlouskova y Obersteiner (2008) señalan que los países ricos experimentan dicho proceso de destrucción creativa a lo Schumpeter. Esa conjetura, también la examinaron Jha et al. (2018), Kim (2010) y Skidmore y Toya (2002); los primeros en los impactos de los tifones en Filipinas y encontraron una relación positiva; el segundo concluye una relación positiva a largo plazo entre los desastres naturales y crecimiento económico de un conjunto de países; los terceros encontraron una relación positiva entre los desastres relacionados con el clima también en un agregado de países.

Es importante señalar que Akao (2013) afirma que los desastres más destructivos o de mayor frecuencia fomentan la inversión en capital humano; asimismo, Skidmore y Toya (2002) en un contexto de crecimiento endógeno señalan que el capital humano es menos vulnerable a los desastres que el capital físico, lo cual podría conducir a incrementos de inversión en capital humano y por tanto también aumentar el crecimiento económico. En contraste, otros autores sostienen que los desastres relacionados con el clima afectarían principalmente a las personas y en menor intensidad al capital físico que sí es muy afectado por los desastres de tipo geológico de gran magnitud. Este podría ser el caso que tal vez mejor se aproxima a la situación

de Perú luego de sufrir el impacto de los desastres relacionados con el clima ya que alrededor del 75% de los afectados fueron ocasionados por esos siniestros en el horizonte de análisis de esta tesis.⁷³

Tabla 5.29

Coefficientes de la estimación del modelo ARDL en el largo plazo. Modelo 3

Variable	Parámetro <i>Modelo 3</i>
Formación bruta del capital per cápita ^a (<i>fbk</i>)	0.263*** (0.056)
Gasto de consumo del gobierno ^b (<i>gcg</i>)	-7.131** (3.004)
Apertura comercial ^b (<i>com</i>)	1.177*** (0.281)
<i>d</i>	-0.902*** (0.299)
<i>d*gcg</i>	8.288*** (2.669)
<i>intercepto</i>	-0.472*** (0.132)
Afectados ^c (<i>afe_clima</i>)	0.910 (0.809)
	$R^2 = 0.92$ R^2 ajustado = 0.89

Nota. La regresión mostrada en esta tabla corresponde a los parámetros θ que son los coeficientes de largo plazo de la regresión 4.4 que se estimó con un modelo base ARDL (1, 1, 1, 4). Muestra de 52 observaciones: 1965-2017. Los números entre paréntesis son los errores estándar.

^aPer cápita en logaritmo natural, más detalle en la tabla 4.1.

^bComo fracción del producto bruto interno, más detalle en la tabla 4.1.

^cDaños económicos provocados por los desastres naturales, según la normalización explicada en la sección 4.1, en “variables de desastres naturales en el modelo econométrico”.

* $p < .05$. ** $p < .025$. *** $p < .01$.

⁷³ Porcentaje calculado con los datos de EM-DAT (s.f.a).

Asimismo, el signo positivo podría explicarse no solo por el reemplazo de capital, sino también por la reactivación económica que genera los procesos de reconstrucción llevados a cabo por el Estado; sin embargo, la inadecuada gestión pública ralentiza la ejecución de las obras de recuperación, esta dificultad tal vez influye en que el impacto en el largo plazo sobre el crecimiento per cápita finalmente es poco significativo.

5.2.5 Modelo de corto plazo en el modelo 3

En el corto plazo la tabla 5.30 muestra que el coeficiente de la variable *afeclima* en el corto plazo es negativo y significativo al .025. En este grupo de desastres relacionados con el clima se encuentran tres desastres catastróficos, los fenómenos El Niño 1982-1983, 1997-1998 y El Niño Costero 2016-2017. En el primero, el contexto económico fue adverso caracterizado por una inflación elevada en los primeros años de la década de los ochenta, la crisis de la deuda de Latinoamérica y la supresión de los flujos de capitales externos. En ese escenario económico, y además la catástrofe de El Niño, el PBI de Perú en 1983 se redujo en -10.4%; el de Piura en -20.4% y el de su sector agrícola en -51.1%.^{74 75}

Los resultados del *modelo 3* son similares a los de Bergholt (2010), Raddatz (2007) quienes encontraron un impacto negativo y significativo en el corto plazo para los desastres relacionados con el clima, pero cabe precisar que sus estudios se enfocaron sobre un grupo de países y no en uno en particular. También con Felbermayr y Gröschl (2014) quienes encontraron una relación negativa y robusta, pero en países ricos.

Finalmente, para una variación de la cantidad de afectados por los desastres relacionados con el clima en una desviación estándar igual a 0.012 –vea tabla 4.3– el producto per cápita aumenta en $1.092\%=(0.910*0.012)\%$, que al sumarle el correspondiente del año previo $-0.48\%=(-0.407*0.012)\%$ y el efecto indirecto a través del producto $=(-0.28*0.0109)\%$ el total es una caída per cápita de en largo plazo

$$\text{de } 0.3\% = \frac{\Delta \ln(pbi)_t}{\Delta afe_clima_t}$$

⁷⁴ El porcentaje -10.4% fue calculado con el PBI de Perú en dólares estadounidenses a precios de 2010. Cifras del PBI tomadas del Banco Mundial (s.f.).

⁷⁵ Los porcentajes -20.4% y -51.1% mostrados de Piura fueron calculados con el PBI de ese departamento en dólares estadounidenses a precios de 1994. Cifras del PBI tomadas de Seminario y Astorine (2005, p. 64).

Tabla 5.30

Coefficientes de la estimación del modelo ARDL en el corto plazo. Modelo 3

Variable	Parámetro <i>Modelo 3</i>
α	-0.280*** (0.054)
Δfbk_t	0.122*** (0.021)
Δgcg_t	1.397*** (0.454)
Δcom_t	-0.226 (0.162)
Δcom_{t-1}	-0.665*** (0.168)
Δcom_{t-2}	-0.379** (0.174)
Δcom_{t-3}	-0.496*** (0.174)
Δafe_clima_t	-0.407** (0.171)

Nota. La regresión UECM mostrada en esta tabla corresponde a los parámetros ψ que son los coeficientes de corto plazo en la ecuación 4.4. Los números entre paréntesis son los errores estándar.

* $p < .05$. ** $p < .025$. *** $p < .01$.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Esta tesis exploró el impacto del agregado de todos los desastres naturales y de los relacionados con el clima en el crecimiento económico de Perú, tanto en el corto como en el largo plazo, en el horizonte de 1960 a 2017.

La literatura sobre la economía de los desastres naturales en Perú es escasa; en ese contexto, esta tesis es un aporte al limitado conocimiento en ese campo en el país. En particular, brinda conclusiones sobre la relación de los desastres y el crecimiento económico tema casi inexplorado en Perú y pretende definir una línea de base para futuras investigaciones a varias preguntas que no exploró esta investigación.

Con un modelo econométrico ARDL y el enfoque de límites para la cointegración de las variables, se obtuvo tres principales hallazgos.

En primer lugar, el PBI per cápita en el corto y largo plazo disminuye cuando se analiza la relación de los daños económicos ocasionados por el agregado de todos los desastres naturales con el producto per cápita; sin embargo, esa reducción no es estadísticamente significativa.

En segundo lugar, también se observa una reducción del PBI per cápita en el corto y largo plazo cuando se analiza la relación de la cantidad de afectados ocasionados por el agregado de todos los desastres naturales con el producto per cápita; asimismo, esta reducción tampoco es estadísticamente significativa.

En tercer lugar, el impacto de los desastres relacionados con el clima sobre el crecimiento económico de Perú es negativo en el corto plazo con un nivel de significancia de .025. Sin embargo, en el largo plazo, el PBI per cápita se incrementa como consecuencias de los desastres naturales relacionados con el clima usando la variable cantidad de afectados que ocasionaron dichos desastres; sin embargo, el aumento no es estadísticamente significativo.

Con respecto a la primera y segunda conclusión, tomando en cuenta que según la literatura el canal principal de transmisión de los desastres geofísicos hacia el impacto negativo en el crecimiento económico es a través de la destrucción del capital físico, la baja significancia probablemente se vincula con los siguientes hechos.

El análisis de la base de datos EM-DAT (s.f.a) revela que los terremotos más catastróficos ocurridos en Perú en términos de daños económicos ocurrieron en Ancash en 1970; en el 2001 en la sierra sur (Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), y en Pisco en el 2007.

En el caso de Ancash, su PBI en los dos años posteriores del terremoto decreció en -5.7% y -20.6%; caída vinculada principalmente a la reducción de -30.3% y de -63.4% del sector pesca en 1971 y 1972, respectivamente y que ocurrieron en un contexto de crisis en ese sector que se recrudesció en 1972 y cuya causa es ajena al desastre geofísico en discusión.⁷⁶ En 1971 también se redujeron las actividades económicas de agricultura y manufactura en -1.1% y -8.9%; y en 1972 el decrecimiento fue -9.2% y -47.8%; respectivamente. En el primer caso es probable que las reducciones se expliquen parcialmente por el terremoto ocurrido en discusión;⁷⁷ sin embargo, es necesario recordar el contexto de la Reforma Agraria que plantea otra discusión sobre su impacto en la agricultura de dichos años. En el caso de la manufactura la principal causa de tal reducción sería la fuerte disminución de la actividad pesquera de desembarque. Aquí es importante señalar un aspecto metodológico, según el INEI (1990) a inicios de la década de los setenta esa institución incluía en el sector manufactura a la industria pesquera de elaboración de conservas, cuya producción está altamente correlacionada con la actividad pesquera de desembarque, es decir, la abrupta caída del PBI manufacturero de Ancash estaría relacionado principalmente con la disminución de la captura y desembarque pesqueros.

Por otro lado, destaca el crecimiento del sector construcción de Ancash en los 4 años posteriores al desastre con 8.3% en 1971; más del 10% en 1972 y 1973, y alcanza su pico en 1974 con 54.9%; estas cifras estarían vinculadas a las actividades de reconstrucción impulsadas por el Estado.

En síntesis, el sector agricultura de Ancash tuvo una reducción limitada en el año posterior del terremoto y su impacto negativo sobre el crecimiento económico de ese departamento aparentemente se diluye por el crecimiento del sector construcción. Asimismo, el decrecimiento en el sector manufacturero de Ancash se explicaría principalmente por la caída abrupta del sector pesca y quizá en menor medida por la pérdida de capital físico ocasionado por el terremoto.

⁷⁶ Porcentajes de Ancash tomados de INEI (1990, p. 194).

⁷⁷ Es importante recordar que los registros de daños económicos en la base de datos EM-DAT no solo abarcan los daños en la propiedad, sino también sobre los cultivos y ganado; por tanto, esas cifras contemplarían los impactos de los desastres naturales sobre los canales de transmisión hacia el sector agricultura. Asimismo, otro probable canal de transmisión hacia el crecimiento económico negativo del departamento de Ancash, observado en los años posteriores del terremoto, sería la pérdida de vidas humanas que conduce a la reducción de la fuerza laboral. Sin embargo, esta investigación no exploró si los efectos del terremoto ocurrido fue uno de los determinantes de la caída observada en algunos sectores económicos del departamento de Ancash en los años referidos.

En el caso de Arequipa, departamento más afectado por el terremoto de 2001, el informe INEI (2012) muestra que las actividades económicas con mayor aporte al PBI de ese departamento en el año 2001 fueron agricultura, manufactura, comercio y otros servicios –que en conjunto representan alrededor del 70% del PBI de Arequipa en ese año–. Estas actividades no redujeron su valor agregado bruto en el año siguiente del terremoto y continuaron una senda creciente en los siguientes 10 años. Solo los sectores que redujeron su crecimiento en el año siguiente fueron electricidad y agua; sin embargo, representan el 2.5% del PBI departamental en el año del siniestro. El modelo econométrico de esta tesis no se enfocó en los sectores económicos del PBI de los departamentos, por tanto, no determina si esa reducción del PBI en el sector electricidad y agua se puede atribuir al terremoto de 2001 ni tampoco en qué medida si es que la premisa fuese cierta.

Por otro lado, en el caso del terremoto de Pisco, el informe de INDECI (2011) revela que el 80.1% de las pérdidas corresponden a daños directos y se concentran en tres sectores: el sector social que abarca vivienda, educación, salud y otros; el sector infraestructura, y el sector productivo en donde INDECI (2001) incluyó agricultura, pesca y turismo. De los tres sectores productivos, pesca no tiene un porcentaje relevante en la estructura porcentual del PBI de Ica; sin embargo, agricultura y turismo que sí tienen un aporte importante en el producto iqueño, incrementaron su valor agregado bruto en los 3 años posteriores al terremoto.⁷⁸ Asimismo, la información INEI (s.f.a) revela que todas las actividades económicas del PBI de Ica, crecieron el año posterior del terremoto. En el largo plazo, excepto por el sector pesca el resto de actividades económicas de Ica tuvieron una clara senda creciente en los siguientes 10 años posteriores al terremoto.

En síntesis, según las cifras oficiales publicadas, cuando ocurrieron los tres terremotos previamente analizados, el PBI de los departamentos impactados por esos siniestros no se redujo, de tal manera que el impacto negativo del desastre parece poco significativo y conforme con los resultados del modelo econométrico de esta tesis. Asimismo, un aspecto común en los tres terremotos es el crecimiento del sector construcción en el siguiente año del desastre, en Ancash 8.3%, en Arequipa 41.6% y en Ica 158.7%;⁷⁹ cifras que son elevadas en un sector que si bien se caracteriza por su

⁷⁸ Conclusiones elaboradas a partir de las cifras de INEI (2012, p. 283).

⁷⁹ La cifra de Ancash fue tomada de INEI (1990, p. 194). Asimismo, los porcentajes para Arequipa e Ica fueron calculados con cifras del INEI (2012, p. 99).

productividad intermedia⁸⁰, es probable que finalmente diluyan el efecto negativo de esos desastres geofísicos –al nivel que sean poco significativos sobre el crecimiento económico–, a través de la dinámica que genera la reconstrucción en otras actividades económicas en las zonas afectadas.

Es importante resaltar que el resto de terremotos ocurridos en Perú en el horizonte de análisis o no ocurrieron en las grandes ciudades que concentran la mayor proporción de capital físico y productividad que aportan al crecimiento económico, o si ocurrieron en ciudades grandes como los terremotos de Lima en 1966 y 1977, sus daños económicos no fueron elevados respecto del PBI. Asimismo, en el capítulo 2 se indicó que alrededor del 27% de los daños económicos fueron generados por los desastres geofísicos ocurridos en Perú en el horizonte de análisis de esta tesis, y el resto fueron provocados por los desastres relacionados con el clima.

En relación con la tercera conclusión, en el capítulo 2 se indicó que en Perú la frecuencia de los desastres relacionados con el clima es el 69% del total, además concentran el 72% de afectados y el 73% de los daños económicos. La mayor frecuencia y daños económicos sugiere también mayor frecuencia e intensidad de intervenciones del Gobierno para la recuperación de las zonas afectadas, a través de la rehabilitación de los servicios, la reconstrucción de la infraestructura y la reactivación de las actividades económicas en las áreas afectadas. En la siguiente sección se analiza más detalles de estas relaciones para finalmente elaborar las recomendaciones de políticas públicas.

Propuestas de políticas públicas

Esta investigación concluye que el PBI per cápita tanto en el corto como en el largo plazo se reduce como consecuencia del agregado de todos los desastres naturales pero la disminución no es estadísticamente significativa.

En particular, en el caso de los desastres naturales relacionados con el clima, se observa un incremento del PBI per cápita en el largo plazo como consecuencia de esos desastres; sin embargo, el aumento no es estadísticamente significativo. Esta conclusión sugiere la posibilidad de generar una situación favorable en la producción de bienes y servicios debido al reemplazo de capital afectado por los desastres y las

⁸⁰ Céspedes, Aquije, Sánchez y Vera-Tudela (2016) afirman que la productividad del sector construcción de Perú se ubica en un punto intermedio junto con los sectores comercio, industria e intermediación financiera.

intervenciones que efectúa el Estado en las zonas afectadas. De aquí surge la recomendación de incrementar la eficiencia de la gestión pública para los procesos de reconstrucción de las zonas afectadas que tendrían dos probables resultados: en el primer caso, el nuevo capital puede incrementar la productividad de la economía local e impulsar el crecimiento del producto. En el segundo, el gasto público para la reconstrucción reactiva los sectores económicos de la economía regional afectada por el siniestro; ambos como señala la literatura, son mecanismos que pueden estimular el crecimiento.

En el capítulo 1 se presentó la EGFRD de Perú, que abarca programas presupuestales en el ámbito de Presupuesto por Resultados, en particular el PP 0068 es específico para reducir la vulnerabilidad frente a la ocurrencia de desastres. Asimismo, el país dispone de instrumentos de protección financiera como el FEF y FONDES, el primero en general para afrontar contingencias como un desastre natural y el segundo es específico para intervenciones ante ocurrencia de dichos desastres. Es decir, Perú dispone de los recursos para enfrentar los efectos negativos inmediatos que provoca un desastre y también para llevar a cabo las actividades de rehabilitación y reconstrucción posdesastre. Sin embargo, el contraste con los resultados en los tres niveles de Gobierno que son los encargados de la ejecución de los presupuestos revela que los resultados de prevención de riesgos ha generado resultados por debajo de las expectativas de la población que observa que eventos naturales recurrentes –y por tanto predictibles– e incluso los huaycos, friajes y heladas (con menores efectos e impactos que los desastres catastróficos), tienen consecuencias negativas que podrían prevenirse y mitigarse.

Evidencia en el sector público de las limitaciones y retrasos en la etapa de prevención la revela el CENEPRED. Como se señaló en el capítulo 1, este organismo público cumple el rol de brindar asesoría técnica a los Gobiernos Regionales y Locales para que mejoren su gestión prospectiva y correctiva. Dicha asesoría, entre otras actividades, se enfoca en la preparación de los Planes de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres (PPRRD) que sirven como una de las líneas de base para la elaboración de los estudios técnicos, apropiadamente sustentados, con el propósito de captar fondos del Gobierno Central para emprender las obras de prevención de desastres a través de los Proyectos de Inversión Pública (PIP). El Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones exige que las PIP tengan, entre

otros elementos técnicos, el análisis de la gestión de riesgos en el contexto de cambio climático. Sin embargo, el CENEPRED (2018, p. 95) informó que al año 2017, de las casi 2 000 instituciones públicas que deben elaborar su PRDD, solo 79 lo han preparado y de esas, solo 62 están aprobados, a pesar que desde el año 2012 la PNGRD se incorporó como Política Nacional de cumplimiento obligatorio en las entidades del Gobierno Nacional.⁸¹

La evidencia refuerza la propuesta de mejorar la eficiencia de la gestión pública para la ejecución de los presupuestos públicos en las etapas previas al desastre. Es necesario que el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Defensa a cargo del CENEPRED brinde un soporte técnico ágil y de alto nivel para la elaboración de los expedientes técnicos que sustenten las obras que pretenden ejecutar los gobiernos con el objeto de reducir los riesgos, efectos e impactos de los desastres. En particular, la reducción de los efectos de los desastres relacionados con el clima que según los resultados de esta investigación tienen un efecto negativo en el crecimiento económico de corto plazo (e.g., las catástrofes del fenómeno El Niño de 1982-1983, 1997-1998 y 2016-2017). Asimismo, expedientes técnicos mejor elaborados permitirían acelerar el flujo de fondos del Gobierno Central a los Gobiernos Regionales y Locales con el fin de llevar a cabo los procesos de reconstrucción, y en el largo plazo generar un efecto significativo positivo en el crecimiento denominado en la literatura económica como “proceso de destrucción creativa” debido al reemplazo y actualización del capital físico afectado o a través del empoderamiento del capital humano, ambos perjudicados por los desastres naturales.

Sin embargo, las limitaciones de la gestión pública también se observan en la etapa posterior del desastre. El fenómeno El Niño, evento catastrófico que el avance de la ciencia actualmente ha mejorado su predictibilidad, en varias ocasiones ha causado efectos muy severos a nivel local.⁸² En particular, para liderar la implementación y

⁸¹ Decreto Supremo N° 111-2012-PCM.

⁸² Tang et al. (2018) señalan que se ha incrementado la comprensión de los procesos de El Niño Southern Oscillation (ENSO) y su predictibilidad lo cual brinda bases para mejorar la predicción, a tal punto que, actualmente es posible realizar predicciones exitosas de ocurrencias del fenómeno con una antelación de algunas estaciones. L'Heureux et al. (2020, p. 20) señalan que la comprensión del ENSO ha madurado y por consiguiente los sistemas de pronóstico han mejorado. Asimismo, afirman que actualmente se realizan predicciones rutinarias del ENSO. Sin embargo, advierten que las próximas décadas serán desafiantes para la comunidad científica a medida que el cambio climático antrópico sea más resaltante y por los cambios significativos en la naturaleza del ENSO, de los cuales no se tiene registros históricos. Este panorama aumentará en gran medida la incertidumbre de la predicción del ENSO.

ejecución de un plan integral para la rehabilitación, reposición y reconstrucción de infraestructura pública destruida por el fenómeno el Niño Costero se creó la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios; sin embargo, la entidad revela retrasos en la ejecución de presupuestos.⁸³

Finalmente, a pesar de los esfuerzos de asesoría que realizan los Ministerios de Perú a los Gobiernos Regionales y Locales para que eleven su conocimiento del aparato público, es necesario crear mecanismos más eficaces para que esa orientación se refleje en un significativo incremento de sus capacidades de gestión pública que contribuya a que cumplan con una de sus finalidades principales que es el fomento del desarrollo integral sostenible, el cual tiene una correlación negativa con la vulnerabilidad socioeconómica según los hechos estilizados discutidos en esta tesis.⁸⁴

Agenda de investigaciones futuras

El impacto limitado del agregado de los desastres naturales y de los relacionados con el clima, ambos en el largo plazo en Perú, sugieren la pregunta de cuál es el impacto de los desastres naturales a nivel departamental (regional), y con mayor énfasis de los desastres más severos que han afectado a Perú no solo en el crecimiento sino en otras variables macroeconómicas.

Uno de esos impactos es sobre el riesgo fiscal, al respecto, el Consejo Fiscal (Ganiko & Rojas, 2019) vincula dicho riesgo a tres factores, uno de ellos es la materialización de pasivos por contingencias implícitas consecuencia de choques internos, como los desastres naturales. Como se indicó en el capítulo 1, los recursos para enfrentar las contingencias por desastres naturales provienen del FEF y del FONDES. Los resultados no significativos de largo plazo, y el significativo de corto plazo de los desastres relacionados con el clima obtenidos en esta tesis refuerzan la necesidad de investigar los niveles de cobertura de esos fondos de contingencia; esa estimación es una recomendación del Consejo Fiscal.⁸⁵ Esa investigación podría tener al menos dos dimensiones tanto en el corto como en el largo plazo. Una enfocada en

⁸³ Sobre la Propuesta de Cartera Priorizada de Inversiones-Reconstrucción con Cambios, a la primera quincena de agosto de 2019 la ejecución anual fue alrededor del 8.7%. (MEF, s.f.c)

⁸⁴ En esta tesis no se exploró la causalidad del IDH con la vulnerabilidad socioeconómica.

⁸⁵ Vea Ganiko y Rojas (2019).

los impactos macroeconómicos de los desastres a nivel regional y por sectores económicos. Otra dimensión focalizada en desastres de elevado impacto como el fenómeno El Niño o un eventual terremoto en Lima. Dichas investigaciones aportarían lineamientos para estimar con mayor precisión los niveles de cobertura de esos instrumentos de protección financiera que como se señaló es una recomendación que señala el Consejo Fiscal.

En línea con la propuesta previa, la determinación de los impactos macroeconómicos de un terremoto en Lima podría requerir una investigación que estime la cantidad de damnificados y el importe de los daños directos y efectos indirectos. Esas estimaciones aún no se han realizado en Perú con técnicas econométricas apropiadas y serían valiosas como datos de entradas en modelos matemáticos de ingeniería para mejorar los criterios de localización de almacenes de bienes de ayuda humanitaria, la definición de la red de reparto de esos bienes que abarca el trazado de la red para el flujo de los vehículos de reparto de esos bienes y el *stock* de vehículos que se necesitaría para dicho reparto.

Actualmente, hay una cantidad importante de investigaciones efectuadas sobre vulnerabilidad del territorio e infraestructura llevadas a cabo, entre otros, por instituciones públicas como el Instituto Geofísico del Perú. Sin embargo, aún está pendiente integrar los factores exógenos inherentes a los desastres naturales como su magnitud y los factores endógenos, principalmente socioeconómicos –y no solo de infraestructura– para determinar la vulnerabilidad de la economía de Perú a los desastres naturales. Esta investigación también aportaría información para reestimar los niveles de reservas fiscales para afrontar los desastres naturales así como estimar el beneficio-costado de la prevención de los riesgos.

A nivel microeconómico, en la literatura hay investigaciones en otros países sobre el impacto de los desastres naturales en el bienestar de la población afectada y su relación con la generación de “trampas de pobreza”. Si bien la investigación de Glave, Fort y Rosemberg (2008) explora las relaciones entre los desastres naturales y la pobreza en las zonas rurales de Perú, aún está pendiente estudios similares en áreas urbanas que son afectadas recurrentemente por desastres para determinar si han causado una situación de pobreza permanente, y con base en las conclusiones, diseñar las políticas públicas.

Finalmente, una importante investigación que se recomienda es efectuar la valorización monetaria de las viviendas afectadas por desastres naturales que INDECI publica en sus informes. Con esa valorización las agencias encargadas de la gestión de las bases de datos públicas como el CRED y LA RED podrían completar los registros anuales de los daños económicos. Esto reduciría las limitaciones que necesariamente tienen los datos recopilados para así mejorar la información disponible para la comunidad científica y contribuiría a incrementar la confiabilidad de las investigaciones en el ámbito de la economía de los desastres naturales



ANEXO 1

Resumen de la revisión de la literatura empírica sobre impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Albala-Bertrand (1993b)	Seis de Latinoamérica (incluido Perú)	CEPAL 1970-1982	Tomando como referencia un desastre severo, analiza dos años antes y dos años después el crecimiento económico y otras variables macroeconómicas. Asimismo, con el modelo teórico que diseñó, exploró el efecto de la pérdida de capital ocasionado por el desastre natural sobre el crecimiento económico	La pérdida de capital es improbable que tenga un efecto importante sobre el crecimiento
Berlemann y Wenzel (2018)	171 países y 6 735 desastres Luego 121 países y 3 445 desastres	Indicador de huracanes del Best Track Dataset of tropical cyclones	Panel de datos. Variable dependiente: crecimiento del PBI real per cápita. Variables independientes: PBI per cápita real inicial, inversión como porcentaje del PBI, variación del capital humano, consumo del gobierno como porcentaje del PBI, apertura financiera, fertilidad, conflictos, democracia, anomalías sobre temperaturas y caída de lluvia promedio. Variable de desastres: indicador de ocurrencia y destructividad de los huracanes	Efectos negativos en el crecimiento de largo plazo, comparativamente mayor en los países de bajos y medianos ingresos con respecto a los de altos ingresos. Canal de transmisión: reducción de la inversión como porcentaje del PBI en la etapa posdesastre

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Bluedorn (2005)	26 países	Varios, entre otros el American Meteorological Society's Monthly Weather Review y EM-DAT 1960-2002	Panel de dato de efectos fijos. Variable dependiente: crecimiento económico. Variables independientes: un vector de variables con características <i>country-specific</i> . Variable de desastre: el daño económico debido al huracán	Caída del crecimiento del PBI en -5.4 puntos porcentuales en el año de ocurrencia del huracán
Caballeros y Zapata-Martí (1995)	108 países	42 informes de ECLAC para Latinoamérica y el Caribe	Metodología para la evaluación de ECLAC	Conclusiones en varias variables económicas, en particular, ECLAC encuentra una tendencia de reducción del ingreso por habitante en Latinoamérica y el Caribe
Cavallo et al. (2013)	4 desastres que son grandes según el percentil 99; 18 desastres basados en el percentil 90 y 22 según los límites del percentil 75	EM-DAT 1970-2008	Análisis contrafactual con métodos de control sintético. Los autores definen los desastres extremadamente severos tomando como referencia la cantidad de personas muertas como consecuencia del desastre entre la población. Los autores trabajan con el percentil 99; 90 y 75 (en todos los casos, el percentil en la distribución del ratio cantidad de personas muertas entre la población)	No encontraron efectos significativos en el corto ni largo plazo; sin embargo, señalan que en los casos de ocurrencia de revoluciones políticas que siguieron a los desastres, los efectos negativos sí fueron significativos

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Cuñado y Ferreira (2011)	118 países y 3 184 inundaciones	Global Archive of Large Flood Events 1985-2008	Panel de datos VARX. Variables: crecimiento, crecimiento del sector agrícola y no agrícola, cantidad de inundaciones, magnitud promedio de las inundaciones, total de muertos, crédito doméstico, formación bruta del capital, corrupción, tensiones étnicas	Las inundaciones tienen un efecto positivo en el crecimiento económico en los países en desarrollo.
Charveriat (2000)	35 desastres en 20 países de Latinoamérica	EM-DAT 1980-1996	Análisis comparativo antes y después del desastre. No utilizó modelo econométrico	Media del PBI real cae casi 2 puntos porcentuales en el año del desastre. Luego de 2 años aumenta en casi 3 puntos porcentuales
Felbermayr y Gröschl (2014)	108 países	GeoMet, EM-DAT, NatCatSERVICE 1979-2010	Panel de datos dinámicos. Variable dependiente: PBI per cápita. Variables de control: formación bruta de capital, índice de orientación a la democracia, apertura comercial y financiera, FDI, inflación, balance de cuenta corriente, tasa de interés real. Las variables de desastres en escalas de medición de la intensidad del fenómeno natural, como la escala Richter, índice de erupción volcánica, rapidez del viento y otros.	Los desastres naturales reducen el PBI per cápita en el año que ocurre: en el percentil superior 1, en al menos 6.83%; en el percentil 5 en al menos 0.46%; y los desastres pequeños en el percentil 25 en al menos 0.01% (en todos los casos, el percentil en la distribución del índice de desastre)

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Felbermayr y Gröschl (2014)			Para la determinar si la calidad de las instituciones y la apertura comercial y financiera, influyen en la habilidad de los países para mitigar los efectos de los desastres naturales en el crecimiento del PBI per cápita, incluyeron una interacción en el modelo de panel de datos. Asimismo, usaron variables instrumentales para controlar la endogeneidad de algunas variables	
Fomby et al. (2009)	87 países	EM-DAT 1960-2007	Panel de efectos fijos VARX (con <i>shocks</i> exógenos) Variable dependiente: crecimiento del PBI Variables de desastres: para sequías, inundaciones, terremotos y tormentas	Las sequías, efecto negativo en el agregado de países, en el sector agrícola y no agrícola. En el agregado y sector agrícola de los países en desarrollo es -1.7 y -1.6 puntos porcentuales, acumulado a 3 años respectivamente sobre el crecimiento del PBI. Las inundaciones, efecto negativo en el agregado de países, en el sector agrícola y no agrícola. En el agregado y sector agrícola de los países en desarrollo es 0.5 y 0.6 puntos porcentuales, acumulado a 3 años respectivamente sobre el crecimiento del PBI

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Hochrainer (2009)	225 desastres	Okuyama (2009) 1960-2005	Modelo ARIMA para pronóstico de PBI futuro luego del desastre natural	En el mediano plazo (hasta 5 años) los desastres naturales pueden provocar efectos negativos en el PBI
Jaramillo (2009)	113 países	EM-DAT 1950-1998	Panel de datos dinámico. Variable dependiente: crecimiento del PBI. Variables independientes: tasa de ahorro, Las variables de desastres son frecuencia de desastres	En los países con baja y mediana incidencia de desastres, el impacto de los desastres naturales en el crecimiento económico es positivo y negativo, respectivamente. Para los países con prevalencia de fenómenos climáticos el efecto es positivo, y para aquellos con prevalencia de fenómenos geológicos también es positivo
Kim (2010)	88 países	EM-DAT 1990-2004	Panel de datos. Variable dependiente: la tasa de crecimiento del PBI real. Variables de control: PBI al inicio del año 1960, educación, fertilidad, inversión pública, gasto del gobierno, y suma de exportaciones más importaciones. Las variables de desastres son frecuencia de desastres	Similares a Skidmore y Toya (2002), pero encontró evidencia débil que los canales de transmisión para el crecimiento sean el incremento de la inversión en capital humano y las mejoras en la tecnología

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Loayza et al. (2009)	94 países	EM-DAT 1961-2005	<p>Modelo de panel de datos y el método de los momentos generalizados (GMM) de Blundell y Bond, y Bond para controlar la presencia de la variable dependiente rezagada y los efectos inobservables <i>country-specific</i> y MCO robusto. Variable dependiente: PBI per cápita. Variables dependientes como variables de control: Pbi per cápita inicial, educación, profundidad financiera, inflación, gastos de consumo del gobierno, apertura comercial, tasa de crecimiento de los términos de intercambio.</p> <p>Variables de desastres: medidas como proporción de afectados respecto de la población o dicotómica</p>	<p>Las sequías reducen el crecimiento en el sector agrícola en los países desarrollados y en desarrollo. En particular en el sector industrial de los países en desarrollo su impacto es negativo. Algunas cifras:</p> <p>PBI real agrícola, industrial y del PBI real agregado, -1.07, -1.03 y -0.61 puntos porcentuales, respectivamente.</p> <p>Los terremotos y tormentas sin impacto significativo en los sectores agrícola, industrial y el agregado.</p> <p>Las tormentas ocasionan impacto negativo en el crecimiento pero del sector agrícola y en los países en desarrollo. Generan incrementos en el sector industria. Algunas cifras:</p> <p>PBI real agrícola, industrial y del PBI real agregado, en 0.80, 0.93 y 0.99 puntos porcentuales, respectivamente</p>

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Noy (2009)	109 países	EM-DAT 1970-2003	<p>Modelo de panel de datos. Variable dependiente: crecimiento del PBI.</p> <p>Variables independientes: crecimiento del PBI rezagado un periodo, un grupo de variables de control exógenas (macroeconómicas, de desarrollo y de calidad de instituciones) y un grupo de variables de desastres. Con la metodología de Hausman-Taylor se supera la probable correlación entre los efectos específicos del país y la variable independiente en la configuración de panel debido a la endogeneidad de las variables de desastres elegidas</p>	<p>Impacto significativo y negativo en el corto plazo en el crecimiento, este declive es más intenso en países en desarrollo y en economías pequeñas. Asimismo, los países más capaces de resistir los choques iniciales producidos por los desastres naturales son aquellos con "...altas tasas de alfabetismo, mejores instituciones, altos niveles de renta per cápita, apertura al comercio exterior y elevados niveles de gobernabilidad"</p> <p>(p. 221)</p>
Noy y Nualsri (2007)	98 países	EM-DAT 1975-1999	<p>Panel de datos de efectos fijos y el método de los momentos generalizados (GMM). La muestra dividida en cinco intervalos de tiempo.</p> <p>Variable dependiente: el crecimiento del PBI real per cápita.</p> <p>Variables dependientes de control: ingreso inicial, escolaridad inicial, ratio de fertilidad, inversión, gastos de consumo del gobierno, apertura comercial.</p> <p>Variables de desastres: muertos y daños económicos</p>	<p>Para los países en desarrollo: la pérdida de capital humano tiene efectos negativos en el crecimiento; la reducción del <i>stock</i> de capital no parece tener un efecto apreciable</p>

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Noy y Vu (2010)	Vietnam	EM-DAT; Vietnam's Statistical Yearbooks 1995-2006	<p>Modelo de panel de datos y el método de los momentos generalizados (GMM) de Blundell y Bond, y Bond para controlar la presencia de la variable dependiente rezagada.</p> <p>Variable dependiente: crecimiento del PBI.</p> <p>Variabes independientes: crecimiento del PBI rezagado un periodo, un grupo de variables de control exógenas (infraestructura, educación, sanidad).</p> <p>Variabes de desastres: muertos, afectados y daños económicos</p>	En Vietnam, los desastres naturales que impactan sobre la propiedad y el capital, generan crecimiento en la economía en el corto plazo; sin embargo, los más letales en términos de vidas y afectados ocasionan reducciones en el crecimiento
Pelling et al. (2002)	-	-	Revisión de la literatura	En los periodos inmediatos posteriores a los desastres estos sucesos podrían ofrecer oportunidades para obtener capital extranjero a través de ayuda de emergencia internacional, pagos de reaseguros y remesas, para el desarrollo. Sin embargo, tal periodo es breve e insuficiente para compensar las pérdidas generadas.
Raddatz (2007)	40 de bajos ingresos	EM-DAT 1965-1997	Panel autorregresivo. Vector de variables exógenas: PBI per cápita, índice comodities, tasa internacional de interés, e indicadores de desastres geológicos, climatológicos y antrópicos. Vector de variables endógenas: PBI per cápita real (PPP), y ayuda per cápita	Los desastres climáticos reducen el PBI per cápita real en 2%; los desastres geológicos no tienen impacto significativo

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Raddatz (2009)	Primera especificación: conjunto de países que experimentaron al menos un gran desastre climático desde 1950. Segunda especificación: 112 países	Primera especificación: EM-DAT desde 1950 Segunda especificación: 1975-2006	<p>Dos especificaciones.</p> <p>Primera:</p> <p>Panel autorregresivo con rezagos distribuidos. Variable independiente: crecimiento del PBI real per cápita. Variables dependientes: vector de variables de ocurrencia de desastres geológicos, tormentas, inundaciones, sequías y temperaturas extremas, en términos de incidencias definidas según el criterio del FMI para la clasificación de un gran desastre y combina el criterio tomando en cuenta el mes de ocurrencia y la distribución del impacto del desastre en el resto del año siguiendo a Noy (2009).</p> <p>Segunda:</p> <p>Panel de vectores autorregresivos (PVAR). Vector de variables endógenas: crecimiento del PBI real per cápita, crecimiento del flujo de ayuda real per cápita. Variables explicativas: las variables endógenas señaladas rezagadas y el vector de ocurrencia de desastres similar a la primera especificación</p>	<p>En el largo plazo, los desastres climáticos reducen el PBI per cápita real en al menos 0.6%. En ese grupo de desastres, las sequías y temperaturas extremas ocasionan el mayor impacto con pérdidas de 1% y 5% del PBI, respectivamente. Los estados más pequeños son más vulnerables a las tormentas. El flujo de ayuda ha contribuido poco para atender el impacto sobre el PBI que ocasionan los desastres climáticos.</p>

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Sawada et al. (2011)	189 países	EM-DAT 1968-2001	<p>Panel de datos.</p> <p>Variable dependiente: crecimiento del PBI.</p> <p>Variáveis dependientes: guerras ocurridas, crisis bancarias, crisis de deuda domésticas y externas, crisis inflacionarias y monetarias.</p> <p>Variáveis de desastres: cantidad de desastres</p>	<p>En el largo plazo, el agregado de todos los desastres naturales tienen un impacto positivo en el crecimiento del PBI per cápita. Sin embargo, para los desastres climatológicos y geofísicos, el impacto sobre el PBI per cápita en el largo plazo es positivo y negativo, respectivamente</p>
Shimada (2012)	Japón	EM-DAT 1975-1995	<p>Panel de datos.</p> <p>Variable dependiente: el PBI de cada prefectura.</p> <p>Variáveis dependientes de control: <i>stock</i> de capital privado y el gasto público.</p> <p>Variáveis de desastres rezagadas medidas a través de daños económicos</p>	<p>Los resultados del autor son mixtos: en los primeros 4 años el impacto de los desastres naturales es negativo; pero es positivo en el horizonte de 5 a 9 años; entre 10 a 14 años (el autor lo denomina largo plazo) el impacto es nuevamente negativo</p>
Skidmore y Toya (2002)	89 países	EM-DAT 1960-1990	<p>Panel de datos.</p> <p>Variable dependiente: la tasa de crecimiento del PBI real.</p> <p>Variáveis de control: PBI al inicio del año 1960, educación, fertilidad, inversión pública, gasto del gobierno, y suma de exportaciones más importaciones.</p> <p>Las variables de desastres son frecuencia de desastres</p>	<p>La frecuencia de desastres climáticos tiene correlación positiva con el crecimiento económico a largo plazo.</p> <p>Los desastres geológicos tienen una correlación negativa con el crecimiento económico</p>

Autor	Alcance (cantidad de países o de desastres)	Base de datos y horizonte	Metodología	Resultados
Strobl (2012)	31 países	North Atlantic Hurricane database y Eastern North Pacific Tracks File 1950-2004	<p>Panel de datos.</p> <p>Variable dependiente: crecimiento del PBI real per cápita.</p> <p>Variables independientes: PBI per cápita real inicial.</p> <p>Variables de control como crecimiento de la población, ratio de inversión como porcentaje del PBI y apertura comercial</p> <p>Variable de desastres: proxy de destrucción del huracán que el autor construye con datos del North Atlantic Hurricane database y del Eastern North Pacific Tracks File</p>	Caída del crecimiento del PBI en -0.84 puntos porcentuales

ANEXO 2

Verificación de los supuestos del modelo base

Correlación serial

En el *modelo base*, hasta con cuatro rezagos con ambas pruebas no se rechaza la hipótesis nula de “no presencia de correlación serial” al .05 de nivel de significancia.

Tabla A2.1

Detección de correlación serial. Modelo base

Prueba	Lags	F	p
Breusch-Godfrey	4	2.185	.090
Durbin	4	1.690	.174

Nota. p = p value.

Homocedasticidad

En el *modelo base*, las tres pruebas no rechazan H_0 que indica que los errores son homocedásticos a un nivel de significancia de .05.

Tabla A2.2

Detección de heterocedasticidad. Modelo base

Prueba	p
Cameron y Trivedi	.263
White	.436

Nota. p = p value.

Normalidad

En el *modelo base*, se concluye que no se rechaza la hipótesis nula que indica los errores son normales a un nivel de .05 de significancia.

Tabla A2.3

Detección de normalidad de los residuos. Modelo base

Prueba	p
D'Agostino, Belanger y D'Agostino	.600
Shapiro-Wilk	.725

Nota. $p = p$ value.Estabilidad de los parámetros

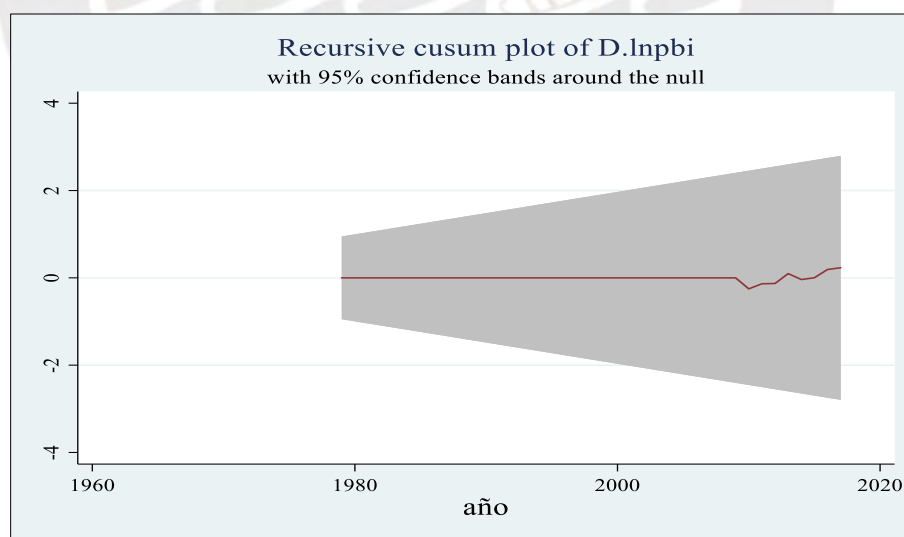
En el *modelo base*, con ambos tests se rechaza la hipótesis nula que señala que hay quiebres estructurales al .05 de nivel de significancia.

Tabla A2.4

Pruebas para la estabilidad de los parámetros ($\alpha = .05$). Modelo 1

Prueba	Estadístico de prueba	Estadístico crítico
CUSUM de residuales recursivos	0.095	0.947
CUSUM de residuales MCO	0.432	1.358

Las gráficas de los procesos se ilustran en las figuras A2.1 y A2.2.

Figura A2.1. Prueba CUSUM de residuales recursivos, $\alpha = .05$.*Modelo base.*

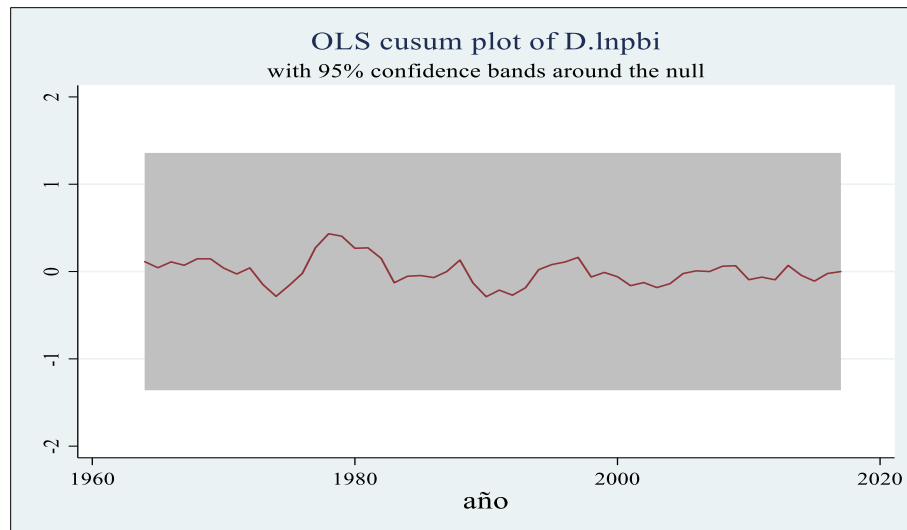


Figura A2.2. Prueba CUSUM de residuales MCO, $\alpha = .05$.

Modelo base.

Especificación del modelo

En el *modelo 3*, los resultados de la prueba de Ramsey son los siguientes: estadístico de prueba $F(3, 36) = 1.05$, $p = .382$. A un nivel de significancia de .05 no se rechaza la hipótesis nula que indica que el modelo está correctamente especificado.

ANEXO 3

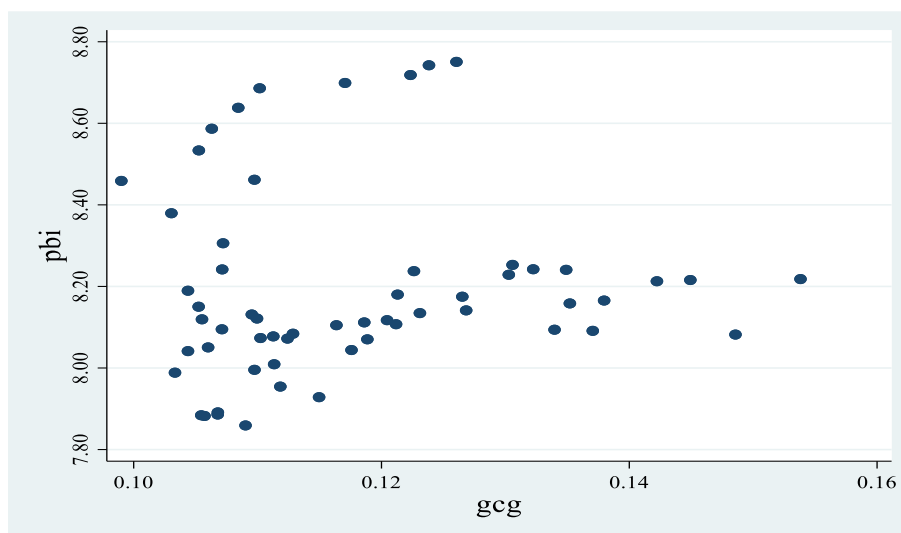
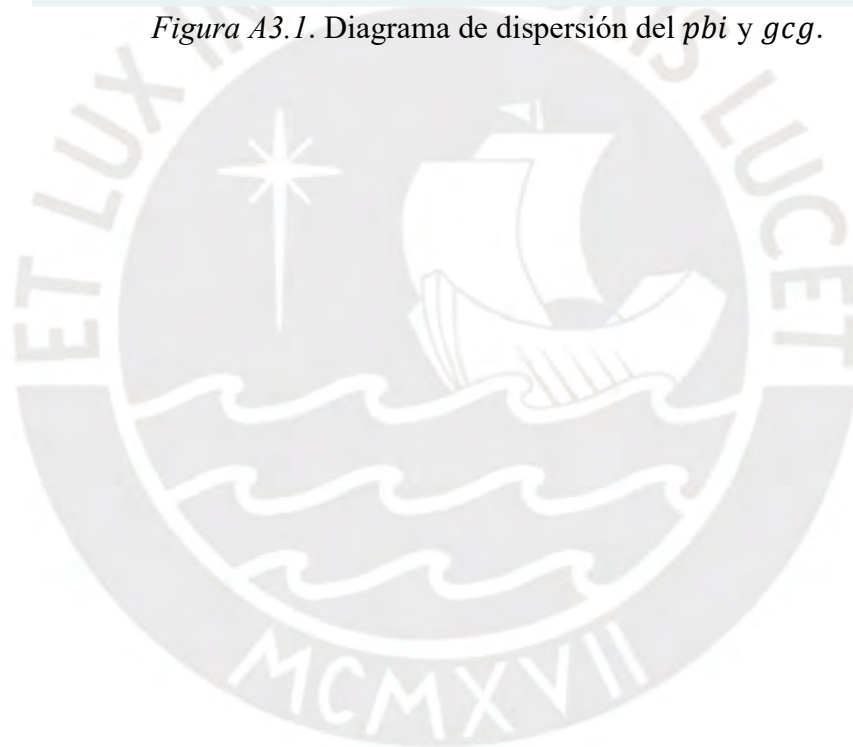


Figura A3.1. Diagrama de dispersión del *pbi* y *gcg*.



REFERENCIAS

- Abdelhak, S., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2011). A bounds testing to cointegration: An examination of natural disasters and GDP relationship in southern Africa region. *The International Journal of Applied Economics and Finance*, 5(3), 213-225. doi: 10.3923/ijaef.2011.213.225
- Akao, K. (2018). *A theory of disasters and long-run growth*. (Discussion papers No. 13-E-061). Recuperado del sitio Internet de Research Institute of Economy, Trade and Industry: <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/13e061.pdf>
- Albala-Bertrand, J. M. (1993a). *The political economy of large natural disasters: With special reference to developing countries*. New York, USA: Oxford University Press.
- Albala-Bertrand, J. M. (1993b). Natural disaster situations and growth: A macroeconomic model for sudden disasters impacts. *World Development*, 21(9), 1417-1434. doi:10.1016/0305-750X(93)90122-P
- Aro, R. (2018). *Incidencia del gasto público en el crecimiento económico e indicadores sociales de las regiones del Perú en el marco del presupuesto por resultados, 2012-2016*. (Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional del Altiplano Puno). Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8589/Aro_Huallpa_Rosmery.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Baig, N., Khan, S., Gilal, N., & Qayyum, A. (2018). Do natural disasters cause economic growth? An ARDL bounds testing approach. *Studies in Business and Economics*, 13(1), 5-20.
- Baldwin, E., & Seghezza, E. (1996). *Trade-induced investment-led growth* (Working paper No. 5582). Recuperado del sitio Internet del National Bureau of Economic Research: <https://www.nber.org/papers/w5582.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). BCRPData. Gerencia General de Estudios Económicos. [Archivo de datos]. Recuperado de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/tipo-de-cambio-real>
- Banco Mundial. Data. (s.f.). World Bank Open Data [Archivo de datos]. Recuperado de <https://data.worldbank.org/>
- Barro, R. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, 98(5-2), S103-S125.

- Barro, R., y Sala-i-Martin, X. (2009). *Crecimiento económico*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- Benson, C., & Clay, E. (2004). *Understanding the economic and financial impacts of natural disasters*. Recuperado del sitio Internet del World Bank: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15025/284060PAPER0Disaster0Risk0no.04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benson, C. (1997a). *The economic impact of natural disasters in Fiji* (Working paper No. 97). London, United Kingdom: Overseas Development Institute.
- Benson, C. (1997b). *The economic impact of natural disasters in the Philippines* (Working paper No. 99). London, United Kingdom: Overseas Development Institute.
- Bergholt, D. (2010). *Natural disasters, economic growth and armed civil conflict* (Master thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway). Recuperado de https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/267245/349993_FULLTEXT01.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Berlemann, M., & Wensel, D. (2018). Hurricanes, economic growth and transmission channels. Empirical evidence for countries on differing levels of development. *World Development*, 103, 231-247. doi: 10.1016/j.worlddev.2017.12.020
- Bluedorn, M. (2005). *Hurricanes: Intertemporal trade and capital shocks* (Discussion paper No. 2005-241). Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=786804
- Bose, N., Haque, M.E., & Osborn, D. (2007). Public expenditure and economic growth: a disaggregated analysis for developing countries. *The Manchester School*, 75(5), 533-556. doi:10.1111/j.1467-9957.2007.01028.x
- Brooks, N., & Adger, W. N. (2003). Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change (Working paper No. 26). United Kingdom: Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Buckle, P. (2005). Mandated definitions, local knowledge and complexity. En R. Perry & E.L. Quarantelli (Eds.), *What is a disaster. New answers to old questions* (pp. 60-78). Philadelphia, USA: Xlibris.
- Bündnis Entwicklung Hilft, & United Nations University (2016). *WorldRiskReport 2016*. Recuperado del sitio Internet de la Bündnis Entwicklung Hilft: <http://weltrisikobericht.de/wpcontent/uploads/2016/08/WorldRiskReport2016.pdf>

- Bündnis Entwicklung Hilft. (2017). *WorldRiskReport. Analysis and prospects 2017*. Recuperado del sitio Internet de la Bündnis Entwicklung Hilft: http://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2017/11/WRR_2017_E2.pdf
- Bündnis Entwicklung Hilft, & Ruhr Universität Bochum. (2018). *WorldRiskReport 2018. Focus: Child protection and children's rights*. Recuperado del sitio Internet de la Bündnis Entwicklung Hilft: https://weltrisikobericht.de/wpcontent/uploads/2019/03/190318_WRR_2018_EN_RZonline_1.pdf
- Caballeros, R., & Zapata-Martí, R. (1995). The impacts of natural disasters on developing economies: implications for the international development and disaster community. En M. Munasinghe y C. Clarke (Eds.), *Disaster prevention for sustainable development. Economic and policy issues* (pp. 11-40). USA: The International Decade for Natural Disaster Reduction and The World Bank.
- Cashin, P., Mohaddes, K., & Raissi, M. (2015). *Fair weather or foul? The macroeconomic effects of El Niño*. (Working paper No. WP/15/89). Recuperado del sitio Internet del International Monetary Fund: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp1589.pdf>
- Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I., & Pantano, J. (2013). Catastrophic natural disasters and economic growth. *The Review of Economics and Statistics*, 95(5), 1549-1561. doi:10.1162/REST_a_00413
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2018). *Implementación del plan nacional de gestión del riesgo de desastres. Resultados de la encuesta nacional de gestión del riesgo de desastres-ENAGERD 2017*. Perú: Autor, Dirección de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación-DIMSE.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2019a). *Análisis de los principales riesgos y oportunidades globales para el Perú al 2030*. Recuperado del sitio Internet del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico: <https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Riesgos-y-oportunidades-CEPLAN.pdf>
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2019b). *Vulnerabilidad de las personas en el territorio. Desde una perspectiva socioeconómica*. Recuperado del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico: https://www.ceplan.gob.pe/documentos_/vulnerabilidad-de-las-personas-en-el-territorio/
- Céspedes, N., Aquije, M., Sánchez, A., & Vera-Tudela, R. (2014). Productividad sectorial en el Perú: un análisis a nivel de firmas. *Revista Estudios Económicos*, 28, 9-26.

- Cevik, S., & Huang, G. (2018). *How to manage the fiscal costs of natural disasters*. Recuperado del sitio Internet del International Monetary Fund: <https://www.imf.org/en/Publications/Fiscal-Affairs-Department-How-To-Notes/Issues/2018/06/11/How-to-Manage-the-Fiscal-Costs-of-Natural-Disasters-45941>
- Charvériat, C. (2000). *Natural disasters in Latin America and the Caribbean: An overview of risk* (Working paper No. 434). Recuperado del sitio Internet del Inter-American Development Bank: <https://publications.iadb.org/en/publication/natural-disasters-latin-america-and-caribbean-overview-risk>
- Cheung, Y.-W., & Lai, K.S. (1993). Finite-sample sizes of Johansen's likelihood ratio test for cointegration. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 55(3), 313-328.
- Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño"-ENFEN. (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú*. Recuperado del sitio Internet de Estudio Nacional del fenómeno "El Niño": <http://enfen.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-abril-2012-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-y-la-nina-y-sus-magnitudes-en-la-costa-del-peru/?wpdmdl=770&refresh=5d2abe930f8511563082387>
- Contreras, A., Martínez, F.M., Regalado, F., & Vásquez, K. (2017). *Impacto del fenómeno de El Niño en la economía peruana* (Documento de trabajo No. 97). Recuperado del sitio Internet de Asociación Peruana de Economía: <http://perueconomics.org/wp-content/uploads/2014/01/WP-97.pdf>
- Corbo, V., & Rojas, P. (1993). Investment, macroeconomic stability and growth: The Latin American experience. *Economic Analysis Review*, 8(1), 19-35.
- Crespo Cuaresma, J., Hlouskova, J., & Obersteiner, M. (2008). Natural disasters as creative destruction? Evidence from developing countries. *Economic Inquiry*, 46(2), 214-226. doi:10.1111/j.1465-7295.2007.00063.x
- Cuñado, J., & Ferreira, S. (2011). *The macroeconomic impacts of natural disasters: New evidence from floods*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228434352_The_Macroeconomic_Impacts_of_Natural_Disasters_New_Evidence_from_Floods
- Dacy, D., & Kunreuther, H. (1969). *The economics of natural disasters: Implications for federal policy*. New York, USA: The Free Press.
- Decreto Legislativo N° 1435. (2018). Decreto Legislativo que establece la implementación y funcionamiento del Fondo Invierte para el Desarrollo Territorial-FIDT.

- Decreto Supremo N° 111-2012-PCM. (2012). Decreto Supremo que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio Cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional.
- Decreto de Urgencia N° 024-2010-PCM. (2010). Dictan medidas económicas y financieras para la creación del Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres en el Marco del Presupuesto por Resultados
- Devarajan, S., Swaroop, V., & Zou, H. (1996). The composition of public expenditure and economic growth. *Journal of Monetary Economics*, 37(2), 313-344. doi:10.1016/S0304-3932(96)90039-2
- De Gregorio, J., & Lee, J. (2003). *Growth and adjustment in East Asia and Latin America* (Working paper No. 245). Recuperado del sitio Internet del Banco de Chile <https://www.bcentral.cl/web/guest/-/growth-and-adjustment-in-east-asia-and-latin-america>
- DeLong, J.B., & Summers, L. (1990). Equipment investment and economic growth. (Working paper No. 3515). USA: National Bureau of Economic Research
- DeLong, J.B., & Summers, L. (1993). How strongly do developing economies benefit from equipment investment? *Journal of Monetary Economics*, 32 (3), 395-415. doi:10.1016/0304-3932(93)90024-A
- De Oliveira, V. H. (2017). *Natural disasters and economic growth in the northeastern Brazil: Evidence from municipal economies of the state of Ceará*. Recuperado de <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2017/11/Natural-Disasters-and-Economic-Growth-in-the-Northeastern-Brazil-Evidence-from-Municipal-Economies-of-the-State-of-Cear%C3%A1.pdf>
- Easterly, W., Loayza, N., & Montiel, P. (1997). *Has Latin America's post-reform growth been disappointing?* (Working paper No. 1708). Recuperado del sitio Internet del World Bank <http://documents.worldbank.org/curated/en/539181468739268477/pdf/multi0page.pdf>
- Eckstein, D., Hutfils, M., & Wings, M. (2018). *Global climate risk index 2019. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2017 and 1998 to 2017*. Recuperado del sitio Internet del Germanwatch: https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/Global%20Climate%20Risk%20Index%202019_2.pdf

- Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2003). *Handbook for estimating the socio-economic and environmental effects of disasters*. Recuperado del sitio Internet de la Economic Commission for Latin America and the Caribbean: <https://www.cepal.org/en/publications/2782-handbook-estimating-socio-economic-and-environmental-effects-disasters>
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2014). *Handbook for disaster assessment*. Recuperado del sitio Internet de la Economic Commission for Latin America and the Caribbean: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36823/S2013817_en.pdf?sequence=1
- Elliott, G., Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre of the Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (s.f.a). *Consult The Database* [Archivo de datos]. Recuperado de <https://www.emdat.be/database>
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre of the Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (s.f.b). Recuperado de <https://www.emdat.be>
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre of the Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (s.f.c). EM-DAT Frequently asked questions. Recuperado de <https://www.emdat.be/frequently-asked-questions>
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre of the Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (s.f.d). EM-DAT General Classification. Recuperado de <https://www.emdat.be/classification>
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre of the Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (s.f.e). EM-DAT Glossary. Recuperado de <https://www.emdat.be/Glossary>
- Engle, R.F., & Granger, C.W.J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Felbermayr, G., & Gröschl, J. (2014). Naturally negative The growth effects of natural disasters. *Journal of Development Economics*, 111, 92-106. doi:10.1016/j.jdeveco.2014.07.004
- Fölster, S., & Henrekson, M. (1999). Growth and the public sector: a critique of the critics. *European Journal of Political Economy*, 15(2), 337-358. doi:10.1016/S0176-2680(99)00010-5

- Fomby, T., Ikeda, Y., & Loayza, N. (2009). *The growth aftermath of natural disasters* (Working paper No. 5002). Recuperado del sitio Internet del World Bank:
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/4193/WPS5002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fondo Monetario Internacional. (2003). *Fund assistance for countries facing exogenous shocks*. Recuperado de
<https://www.imf.org/external/np/pdr/sustain/2003/080803.pdf>
- Ganiko, G., & Rojas, C. (2019). *Riesgos fiscales: análisis de las proyecciones macrofiscales del Marco Macroeconómico Multianual*. (Nota de discusión No. 001-2019-CF/ST). Perú: Consejo Fiscal.
- García, V. (1993). Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales. En A. Maskrey (Ed.), *Los desastres naturales no son naturales*. Recuperado de <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/>
- Glave, M., Fort, R., & Rosemberg, C. (2008). *Disaster risk and poverty in Latin America: The Peruvian case study*. Lima, Perú: Grupo de Análisis para el Desarrollo.
- Gómez, J.J. (2001). *Vulnerabilidad y Medio Ambiente*. Recuperado de sitio Internet de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL):
<https://www.cepal.org/publicaciones/xml/3/8283/jjgomez.pdf>
- Government of Japan. (2011). *Report of Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety-The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations -*. Recuperado de
https://japan.kantei.go.jp/kan/topics/201106/iaea_houkokusho_e.html#top
- Grossman, G., & Helpman, E. (1990). *Trade, knowledge spillovers, and growth* (Working paper No. 3485). Recuperado del sitio Internet del National Bureau of Economic Research <https://www.nber.org/papers/w3485.pdf>
- Grossman, G.M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. Massachusetts, USA: MIT Press.
- Gunadi, A. (2017). *The socio-economic impacts of natural disasters: empirical studies on Indonesia*. (Disertación para obtener el grado de Doctor, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam Netherlands). Recuperado de
<https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/42786330/complete+dissertation.pdf>

- Guo, J., Liu, H., Wu, X., Gu, J., Song, S., & Tang, Y. (2015). Natural disasters, economic growth and sustainable development in China-An empirical study using provincial panel data. *Sustainability*, 7(12), 16783-16800. doi:10.3390/su71215847
- Gujarati, D.N., & Porter, D.C. (2010). *Econometría* (5a. ed.). México D.F., México: McGraw Hill.
- Güenalp, B., & Han, T. (2002). Government expenditures and economic growth in developing countries: Evidence from a panel data analysis. *METU Studies in Development*, 29(2), 311-332.
- Gupta, K. L. (1988), Macroeconomic determinants of growth: Some implications of disaggregation. *Applied Economics*, 20(6), 843-852. doi:10.1080/00036848800000075
- Hallegatte, S. (2014). *Natural Disasters and Climate Change. An Economic Perspective*. Switzerland: Springer.
- Hallegatte, S., & Hourcade, J.C., y Dumas, P. (2007). Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: Illustration on extreme events. *Ecological Economics*, 62(2), 330-340. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.06.006
- Hallegatte, S., & Dumas, P. (2009). Can natural disasters have positive consequences? Investigating the role of embodied technical change. *Ecological Economics*, 68(3), 777-786. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.011
- Hallegatte, S., & Przyluski, V. (2010). *The economics of natural disasters: Concepts and methods* (Working paper No. 5507). Recuperado del sitio Internet del World Bank: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/3991/WPS5507.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hochrainer, S. (2009). *Assessing the macroeconomic impacts of natural disasters. Are there any?* (Working paper No. 4968). Recuperado del sitio Internet del World Bank: <http://documents.worldbank.org/curated/en/684891468176993293/pdf/WPS4968.pdf>
- Hsiang, S. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(35), 15367–15372. doi:10.1073/pnas.1009510107
- Ikefuji, M. (2006). The impact of natural disasters on economic growth. *Osaka Economic Papers*, 55(4), 51-59. doi:10.18910/20721

- Institut Haitien de Statistique et D'Informatique. (2009). *Population totale, population de 18 ans et plus menages et densites estimes en 2009*. Recuperado de http://www.ihsi.ht/pdf/projection/POPTOTAL&MENAGDENS_ESTIM2009.pdf
- IAEA International Atomic Energy Agency. (s.f.). Overview. Recuperado de <https://www.iaea.org/about/overview>
- Instituto de Defensa Civil. (1998). Estadística de emergencias producidas en el Perú: 1998. Recuperado de https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/3.4_cons.pdf
- Instituto de Defensa Civil. (2011). Impacto socioeconómico y ambiental del sismo del 15 de agosto de 2007. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1742/doc1742-contenido.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (1990). *Perú: Producto bruto interno regional 1970-1989*. Lima, Perú: Autor.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *Producto bruto interno por departamentos 2001-2011. Año base 1994*. Lima, Perú: Autor.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017a). *Perú: Producto bruto interno por departamentos 2007-2016*. Lima, Perú: Autor.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017b). *Indicador de la actividad productiva departamental* [Informe técnico No. 1]. Recuperado del sitio Internet del Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/indicador_de_la_produccion_departamental.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.b). Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones. Recuperado de <http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD1/inicio.html#app=db26&d4a2-selectedIndex=1&d9ef-selectedIndex=1>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). En C.B. Field, 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, & P.M. Midgley (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado de http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014a). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Recuperado del sitio Internet del IPCC:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014b). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Recuperado del sitio Internet del IPCC:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. (s.f.). Sobre nosotros. Recuperado de http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- Jaramillo, C.R. (2009). Do natural disasters have long-term effects on growth? (Serie Documentos Cedes No. 24). 1-39. Recuperado de
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1543453
- Jayaraman, T.K., Choong, C.K., Ng, C.F., & Bhatt, M. (2016). Natural disasters and tourism-led growth economic. A case study of Fiji:1980-2014. *Occasional Papers on Islands and Small States*, 01/2016, 1-24.
- Jha, S., Martinez, A., Quising, P., Ardaniel, Z., & Wang, L. (2018). *Natural disasters, public spending, and creative destruction: A case study of the Philippines* (Working paper No. 817). Recuperado del sitio Internet del Asian Development Bank:
<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/408351/adbi-wp817.pdf>
- Jiménez, F. (1997). *Crecimiento económico. Enfoques y modelos* (1a. ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Jiménez, F. (2011). Ciclos y determinantes del crecimiento económico: Perú 1950-1996. *Economía*, 20(39-40), 103-164.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551-1580.
- Johansen, S., & Juselius (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration-With applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 115-225.
- Kahn, M.E. (2005). The death toll from natural disasters: The role of income, geography, and institutions. *The Review of Economics and Statistics*, 87(2), 271-284. doi:10.1162/0034653053970339

- Kamiche, J. (2010a). *Determinantes de la vulnerabilidad de los hogares rurales peruanos frente a los eventos de origen natural: un análisis empírico*. Recuperado del sitio Internet del Seminario Permanente de Investigación Agraria: <http://sepia.org.pe/wp-content/uploads/2018/10/10-K%C3%A1miche.pdf>
- Kamiche, J. (2010b). *¿Cuánto es afectado el consumo de los hogares cuando ocurre un desastre de origen natural? Un análisis empírico para el Perú, 2004-2006* (Apuntes No. 67). Lima, Perú: Universidad del Pacífico.
- Kim, C.-K. (2010). The effects of natural disasters on long-run economic growth. *Michigan Journal of Business*, 4(1), 11-49.
- Kousky, C. (2014). Informing climate adaption: A review of the economic costs of natural disasters. *Energy Economics*, 46, 576-592. doi:10.1016/j.eneco.2013.09.029
- Kripfganz, S. & Schneider, D. (2018a). ardl: Estimating autoregressive distributed lag and equilibrium correction models. *Proceedings of the London Stata Conference 2018*.
- Kripfganz, S. y Schneider, D. (2018b). *Response surface regressions for critical value bonds and approximate p-values in equilibrium correction models* (Manuscrito no publicado). Universidad of Exeter and Max Planck Institute for Demographic Research. Recuperado de http://www.kripfganz.de/research/Kripfganz_Schneider_ec.pdf
- LA RED, & Grupo de Investigación OSSO. (2009). *DesInventar Sistema de Inventario de Desastres. Guía Metodológica. Versión 8.1.9*. Recuperado del sitio Internet de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina: <https://www.desinventar.org/es/metodologia>
- Landau, D. (1983). Government expenditure and economic growth: A cross-country study. *Southern Economic Journal*, 49(3), 783-792. doi: 10.2307/1058716
- Landau, D. (1986). Government and economic growth in the less developed countries: An empirical study for 1960-1980. *Economic Development and Cultural Change*, 35(1), 35-75.
- Lazzaroni, S., & van Bergeijk, P.A.G. (2014) Natural disasters' impact, factors and resilience and development: A meta-analysis of the macroeconomic of literature. *Ecological Economics*, 107, 333-346. doi:10.1016/j.ecolecon.2014.08.015
- Levine, R., & Renelt, D. (1992). A sensitive analysis of cross-country growth regressions. *The American Economic Review*, 82(4), 942-963.

Ley N° 29332. (2011). Ley que Crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal. Congreso de la República.

Ley N° 29664. (2011). Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Congreso de la República.

Ley N° 30458. (2016). Ley que regula diversas medidas para financiar la ejecución de proyectos de inversión pública en apoyo de Gobiernos Regionales y Locales, los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos y la ocurrencia de desastres naturales. Congreso de la República.

Ley N° 30518. (2017). Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2017. Congreso de la República.

Ley N° 30693. (2018). Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2018. Congreso de la República.

Ley N° 30879. (2019). Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019. Congreso de la República.

Lloyd's. (s.f.). Recuperado de: <https://cityriskindex.lloyds.com/about/>

Lloyd's. (2018). *Lloyd's City Risk Index*. Recuperado del sitio Internet de Lloyd's https://cityriskindex.lloyds.com/wp-content/uploads/2018/06/Lloyds_CRI2018_LATAM.pdf

Loayza, N., Olaberría, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2009). *Natural disasters and growth going beyond the averages* (Working paper No. 4980). USA: World Bank.

L'Heureux, M., Levine, A., Newman, M., Ganter, C., Jing-Jia, L., Tippett, M., & Stockdale, T. (2020). ENSO Prediction. En M. McPhaden, A. Santoso & W. Cai (Eds.), *El Niño-Southern Oscillation in a Changing Climate*. (pp. 1-44). Recuperado del sitio Internet de la National Oceanographic and Atmospheric Administration: https://psl.noaa.gov/people/matt.newman/LHeureuxetal_ENSO_prediction.pdf

Madsen, J. (2002). The causality between investment and economic growth. *Economics Letters*, 74(2), 157-163. doi:10.1016/S0165-1765(01)00549-3

Mankiw, N.G., Romer, D., & Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437. doi:10.2307/2118477

- McDermott, T. (2011). On natural disasters and economic development. *Trinity College Dublin. Journal of Postgraduate Research*, 10.
- McDermott, T., Barry, F., & Tol, R. (2014). Disasters and development: natural disasters, credit constraints, and economic growth. *Oxford Economic Papers*, 66(3), 750-773. doi:10.1093/oep/gpt034
- Melo, P., Nieto, J., & Hernández, J. (2016). *Informe de evaluación de impactos del Fenómeno El Niño 2015 2016*. Recuperado del sitio Internet del Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo:
http://www.prades-ciifen.org/index.php/publicaciones/cat_view/12-documentos
- Mendoza, W., & Florián, D. (2002). *Perú 1950-2001: Crecimiento en una economía abierta*. Recuperado del sitio Internet del Consorcio de Investigación Económica y Social
<http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/peru-1950-1999-crecimiento-en-una-economia-abierta.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Fondo de estabilización fiscal. Informe del IV trimestre 2019*. Perú: Fondo de Estabilización Fiscal.
- Ministerio de Economía y Finanzas. Presupuesto por Resultados. (s.f.a). Recuperado del sitio Internet del MEF
<https://www.mef.gob.pe/es/presupuesto-por-resultados/ique-es-ppr>
- Ministerio de Economía y Finanzas. Presupuesto por Resultados. “Usaremos los fondos de atención de desastres que tenemos”. (s.f.b). Recuperado del sitio Internet del MEF
<https://www.mef.gob.pe/es/noticias/notas-de-prensa-y-comunicados/5203-usaremos-los-fondos-de-atencion-de-desastres-que-tenemos>
- Ministerio de Economía y Finanzas. Invierte.pe. (s.f.c). Recuperado del sitio Internet del MEF
<https://ofi5.mef.gob.pe/webSeguimiento/Documentos/Cartera/RECONSTRUCCION.pdf>
- Muhajid, N., Balik, N., & Tahir, S. (2016). The macroeconomics of flood: A case study of Pakistan. *Journal of Environment and Earth Science*, 6(5), 67-80.
- Munich Re. (s.f.). NatCatSERVICE. Recuperado del sitio Internet de Munich Re:
https://natcatservice.munichre.com/assets/pdf/180220_NCS_Methodology_en.pdf
- Narayan, P. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.

- National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.). National Weather Service. Climate Prediction Center. Recuperado de https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- Noy, I. (2009). The macroeconomics consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, 88(2), 221-231. doi:10.1016/j.jdeveco.2008.02.005
- Noy, I., & Nualsri, A. (2007). *What do exogenous shocks tell us about growth theories?* (Working paper No. 07-16). Recuperado de <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/64100/1/60462350X.pdf>
- Noy, I., & Vu, T.B. (2010). The economics of natural disasters in a developing country: The case of Vietnam. *Journal of Asian Economics*, 21, 345-354.
- Noy, I., & duPont IV. (2016). *The long term consequences of natural disasters-A summary of the literature* (Working paper No. 02). Recuperado del sitio Internet de la Victoria University of Wellington: <https://researcharchive.vuw.ac.nz/bitstream/handle/10063/4981/Working%20Paper.pdf?sequence=1>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (1994). *Guidelines on disaster mitigation*. Recuperado de <http://www.oecd.org/dac/environment-development/1887740.pdf>
- Okuyama, Y. (2003). Economics of natural disasters: A critical review. *Regional Research Institute, West Virginia University* (Research paper No. 2003-12). Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/21ae/dda5e588de570b0f01911adef7830dfccf10.pdf>
- Pelling, M., Özerdem, A., & Barakat, S. (2002). The macro-economic impact of disasters. *Progress in Development Studies*, 2(4), 283-305. doi:10.1191/1464993402ps042ra
- Perry, R. (2017). What is a disaster? En H. Rodríguez, E.L. Quarantelli & R. Dynes (Eds.), *Handbook of disaster research* (pp. 1-15). New York, USA: Springer.
- Perry, R. (2018). Defining Disaster: An evolving concept. En H. Rodríguez, W. Donner & J. Trainor (Eds.), *Handbook of disaster research* (2nd ed., pp. 3-22). Cham, Switzerland: Springer.
- Pesaran, P., Shin, Y., & Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.

- Pesaresi, M., Ehrlich, D., Kemper, T., Siragura, A., Florczyk, A.J., Freire, S., & Corbane, C. (2017). *Atlas of the human planet 2017. Global exposure to natural hazards*. Recuperado de la European Commission, del sitio Internet del EU Science Hub:
<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/atlas-human-planet-2017-global-exposure-natural-hazards>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2013). *Informe sobre desarrollo humano Perú 2013. Cambio climático y territorio: Desafíos y respuestas para un futuro sostenible*. Recuperado del sitio Internet del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Perú:
<http://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/library/poverty/Informesobredesarrollohumano2013/IDHPeru2013.html>
- Quarantelli, E.L. (2000). Disaster research. sociohistory of the field. En E. Borgatta & R. Montgomery (Eds.), *Encyclopedia of Sociology* (2nd ed., pp. 681-688). New York, USA: Macmillan.
- Quarantelli, E.L. (2001). Statistical and conceptual problems in the study of disasters. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 10(5), 325-338. doi:org/10.1108/09653560110416175
- Quarantelli, E.L. (2005). A social sciences research agenda for the disasters of the 21st century: Theoretical, methodological and empirical issues and their professional implementation. En R. Perry y E.L. Quarantelli (Eds.), *What is a disaster? New answers to old questions* (pp. 325-396). USA: Xlibris.
- Quarantelli, E.L., Lagadec, P., & Boin, A. (2007). A heuristic approach to future disasters and crises: New, old, and in-between types. En H. Rodríguez, E.L. Quarantelli & R. Dynes (Eds.), *Handbook of disaster research* (pp. 16-41). New York, USA: Springer.
- Raddatz, C. (2007). Are external shocks responsible for the instability of output in low-income countries? *Journal of Development Economics*, 84(1), 155-187. doi:10.1016/j.jdeveco.2006.11.001
- Raddatz, C. (2009). *The wrath of god. Macroeconomic costs of natural disasters*. (Working paper No. 5039). Recuperado del sitio Internet del World Bank:
<http://documents.worldbank.org/curated/en/955981468150888752/pdf/WPS5039.pdf>
- Ram, R. (1986). Government size and economic growth: A new framework and some evidence from cross-section and time-series data. *American Economic Review*, 76(1), 191-203.
- Rasmussen, T. (2004). *Macroeconomic implications of natural disasters in the Caribbean* (Working paper No. WP/04/224). Recuperado del sitio Internet del International Monetary Fund:

<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04224.pdf>

- Rodríguez, F., & Rodrik, D. (1999). *Trade policy and economic growth: A skeptic's guide to the cross-sectional evidence* (Working paper No. 7081). Recuperado del sitio Internet del National Bureau of Economic Research <https://www.nber.org/papers/w7081.pdf>
- Romer, P. (1989). *What determines the rate of growth and technological change?* (Working paper No. 279). Recuperado del sitio Internet del World Bank <http://documents.worldbank.org/curated/en/539181468739268477/pdf/multi0page.pdf>
- Romero, G., & Maskrey, A. (1993). Cómo entender los desastres naturales. En A. Maskrey (Ed.), *Los Desastres Naturales No Son Naturales*. Recuperado de <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/>
- Salas, R., Camacho, D., & Alzamora, M. (2018). El Fondo de Estabilización Fiscal en el Perú. *Moneda*, 174, 31-35.
- Sala-i-Martin, X. (1997). I just ran two million regressions. *The American Economic Review*, 87(2), 178-183.
- Sawada, Y., Bhattacharyay, R., & Kotera, T. (2011). *Aggregate impacts of natural and man-made disasters: A quantitative comparison* (Discussion paper No. 11-E-023). Recuperado del sitio Internet del Research Institute of Economy, Trade and Industry: <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/11e023.pdf>
- Schwert, G. W. (1989). Tests for unit roots: A Monte Carlo investigation. *Journal of Business & Economic Statistics*, 7(2), 147-159.
- Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas. (2004). *Vivir con el riesgo – Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. Ginebra, Suiza. Recuperado de <http://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/index2.htm>
- Seminario, B., & Astorne, C. (2005). *Escenarios socioeconómicos para el departamento de Piura: 2005-2025* [Documento de discusión No. DD/05/02]. Lima: Universidad del Pacífico.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). *Caracterización espacio temporal de la sequía en los departamentos altoandinos del Perú (1981-2018)*. Lima, Perú: Autor. Recuperado del sitio Internet del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-78.pdf>

- Shaari, M., Karim, M., & Hassan-Basri, B. (2016). Flood disaster and GDP growth in Malaysia. *European Journal of Business and Social Sciences*, 4(10), 27-40.
- Shaluf, I., Ahmadun, F. & Mustapha, S. (2003). Technological disaster's criteria and models. *Disaster Prevention and Management*, 12(4), 305-311.
doi:10.1108/09653560710758332
- Shimada, G. (2012). The macroeconomic impacts of natural disasters: A case study of Japan. *Journal of the Graduate School of Asia-Pacific Studies*, 24. 121-137.
- Sistema de inventario de desastres DesInventar (s.f.). [Archivo de datos].
Recuperado de https://online.desinventar.org/desinventar/#PER-1250695241-peru_inventario_historico_de_desastres
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth? *Economic Inquiry*, 40(4), 664-687. doi:10.1093/ei/40.4.664
- Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2). 334-361. doi:10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. doi:10.2307/1884513
- Stock, J.H., & Watson M.M. (2012). *Introducción a la econometría* (3a. ed.). Madrid, España: Pearson Educación.
- Stott, P., Christidis, N., Otto, F., Sun, Y., Vanderlinden, J., van Oldenborgh, J., ... Zwiers, F. (2016). Attribution of extreme weather and climate-related events. *WIREs climate change*, 7(1), 23-41. doi:10.1002/wcc.380
- Strobl, E. (2011). The economic growth impact of hurricanes: evidence from U.S. coastal countries. *The Review of Economics and Statistics*, 93(2), 575-589.
doi:10.1162/REST_a_00082
- Strobl, E. (2012). The economic growth impact of natural disasters in developing countries: Evidence from hurricane strikes in the Central American and Caribbean regions. *Journal of Development Economics*, 97(1), 130-141.
doi:10.1016/j.jdeveco.2010.12.002
- SwissRe Institute. (s.f.). Sigma. Recuperado del sitio Internet del Swiss Re Institute: <https://www.sigma-explorer.com/index.html>
- Tang, Y., Zhang, R-H., Liu, T., Duan, W., Yang, D., Zheng, F., Ren, H., Lian, T., Gao, C., Chen, D., & Mu, M. (2018). Progress in ENSO prediction and predictability study. *National Science Review*, 5, 826-839.
doi: 10.1093/nsr/nwy105

- Toya, H., & Skidmore, M. (2007). Economic development and the impacts of natural disasters. *Economic Letters*, 94(1), 20-25. doi:10.1016/j.econlet.2006.06.020
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. UNISDR. (2009). *Terminology on disaster risk reduction*. Recuperado de https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. UNISDR. (2011). *GAR 2011. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Revelar el riesgo, replantear el desarrollo*. Recuperado de <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/home/download.html>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. UNISDR. (2013). *GAR. Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2013. Del riesgo compartido a un valor compartido: Un argumento empresarial a favor de la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado de <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2013/en/home/download.html>
- United States Geological Survey. Science for a changing world. (s.f.a). Earthquake Glossary. Recuperado de <https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=magnitude>
- United States Geological Survey. Science for a changing world. (s.f.b). Search Earthquake Catalog [Archivo de datos]. Recuperado de <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- Vega-Centeno, M., & Remenyi, M. A. (1984). Análisis económico de los terremotos: enfoque metodológico e implicaciones de política. *Economía*, 7(14), 117-171.
- Vega-Centeno, M. (1985). Un modelo para la estimación económica de daños ocasionados por un sismo. *Economía*, 8(16), 9-31.
- Vega-Centeno, M. (1997). Inestabilidad e insuficiencia del crecimiento: el desempeño de la economía peruana 1950-1996. *Economía*, 20(39-40), 11-61.
- Vega-Centeno, M. (2011). Los terremotos, el crecimiento económico y el desarrollo. *Economía*, 34(67), 57-80.
- Wooldridge, J.M. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno* (4a. ed.). México D.F., México: Cengage Learning.

Yiew, T-H., Kalimuthu, K.V., Lee, C.Y., Cheah, S.P., & Foo, C-C. (2018). Do natural disasters affect economic growth in Bangladesh? *International Journal of Business and Society*, 19(3), 781-792.

