

Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA
UNIVERSIDAD DE LA SABANA
Chía - Cundinamarca

IMPACTO DE LOS DESASTRES NATURALES SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN COLOMBIA DURANTE EL PERIODO 1986 – 2015.

**NICOLÁS RODRÍGUEZ LÓPEZ
201329043**

RESUMEN

En este trabajo se examinó la relación de cuatro eventos naturales sobre el crecimiento económico de Colombia y sobre tres diferentes sectores productivos. Se encontró que los efectos son estadísticamente significativos y que presentan las siguientes características: Existe mayor vulnerabilidad frente a eventos de carácter intensivo y de baja ocurrencia y el impacto puede durar hasta 2 años después del evento.

ABSTRACT

This paper examined the relationship of four natural events on economic growth in Colombia and three different productive sectors. It was found that the effects are statistically significant and have the following characteristics: increased vulnerability exists in front of large events and low occurrence and can last up to 2 years after the event.

PALABRAS CLAVE.

Desastres naturales, modelos multivariados, crecimiento económico.

LISTA DE GRÁFICAS

- **Gráfico 1.** Número de eventos ocurridos en periodos de cinco años y cantidad de afectados.
- **Gráfico 2.** Raíces del polinomio característico.
- **Gráfico 3.** Correlograma de los residuales hasta el orden 12.
- **Gráfico 4.** Impulso respuesta de la especificación (1).
- **Gráfico 5.** Impulso respuesta de la especificación (2).
- **Gráfico 6.** Impulso respuesta de la especificación (3).
- **Gráfico 7.** Impulso respuesta de la especificación (4).

LISTA DE TABLAS

- **Tabla 1.** Número de desastres naturales, cantidad de afectados y su relación.
- **Tabla 2.** Resultados de las pruebas de raíz unitaria a las variables endógenas.
- **Tabla 3.** Vectores de variables incluidas en los modelos de serie de tiempo VAR (p).
- **Tabla 4.** Regresiones del modelo con condiciones y supuestos del error.
- **Tabla 5.** Criterios de información para estimar la estructura óptima del rezago.
- **Tabla 6.** Asimetría, curtosis y pruebas Jarque – Bera para comprobar normalidad de los residuales.
- **Tabla 7.** Resultados y relación entre las variables endógenas y exógenas para cada tipo de especificación.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------|----|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LA LITERATURA..... | 2 |
| III. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| IV. METODOLOGÍA..... | 10 |
| V. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 13 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 23 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 25 |
| ANEXOS..... | 27 |

I. INTRODUCCIÓN.

Colombia es un país con alto grado de vulnerabilidad en materia de fenómenos naturales debido a su ubicación geográfica y a factores poblacionales y económicos. Un claro ejemplo es el factor poblacional, en los últimos años la tasa de crecimiento ha aumentado en zonas no aptas para el desarrollo integro de la vida humana, esto conlleva a que el riesgo debido a la deficiencia en el cubrimiento de las necesidades básicas no se cumpla.

Probablemente, la parte más trascendental de un evento de este tipo es la pérdida de vidas humanas. Claro que existen grandes pérdidas económicas y a nivel de infraestructura o industrial pero bien o mal estas condiciones pueden ser cambiadas si se capacita a una buena mano de obra, ¿Cómo podría un país desarrollarse si sus trabajadores están expuestos a la afectación de un desastre?. De aquí parte la teoría de este trabajo: Los desastres naturales impactan negativamente el comportamiento del crecimiento del PIB porque se cobran vidas humanas, se destruye el factor humano y se tarde un poco en volver a recuperarlo.

Es por esto que, más allá de encontrar qué efectos han tenido los desastres naturales, se quiere identificar el tiempo de recuperación de la economía. Algunos autores argumentan que ese tiempo corresponde a la vida media que tienen las nuevas instituciones creadas para atender el evento, algunos otros crean metodologías ajustan curvas de nivel para encontrar la mejor aproximación, mientras que este trabajo quiere abarcar la solución de este problema a través de una metodología estadística y probabilística.

A lo largo de la lectura de este trabajo encontrará las siguientes secciones: I. Introducción, II. Revisión de la literatura, III. Marco teórico, IV. Metodología, V. Resultados y análisis y VI. Conclusiones.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

La literatura sobre este tema es extensa y varía mucho en lo relacionado con metodología y resultados, sin embargo existe un común denominador en cuanto al uso de fuente de datos y de modelos econométricos para estimar la relación entre los efectos de los desastres naturales sobre las variables macroeconómicas.

Por lo general, la fuente de datos que más se utiliza para este tipo de temas es la Base de Datos de Eventos de Emergencia EM-DAT la cual es realizada por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres CRED. Esta base de datos tiene como característica cuantificar los resultados del desastre más que las características del mismo, es decir que la mayoría de investigaciones están realizadas sobre las consecuencias del desastre: cantidad de muertos, afectados, desplazados y viviendas destruidas por dar algunos ejemplos. Sin embargo, en los últimos 8 años algunos autores han intentado obtener datos de fuentes diferentes: (Klomp, 2016) y (Felbermayr & Groschl , 2014) son algunos ejemplos ya que utilizan bases de datos relacionadas con características geológicas y climatológicas de los eventos como la intensidad y el tiempo de duración. Otro ejemplo es el texto de Barone & Mocetti (2014) en el cual se utiliza una base de datos diferente llamada CRENOS, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística en Italia ISTAT. Finalmente, para obtener buenos datos de Colombia, existe un estudio en el 2012 (Gallego) que tiene en cuenta instituciones que brindan datos confiables en Colombia como el DANE, IDEAM y DesInventar para construir una base sobre eventos naturales.

Uno de los problemas más mencionados en la literatura es la disponibilidad de la información, por ejemplo un trabajo realizado en el 2014 (Felbermayr & Gröschl) enuncia que por lo general los datos pueden tener problema debido a la frecuencia de los datos que se quieren incluir en el modelo y que no se utilizan de manera homogénea, entonces al realizar los modelos no existen controles sobre otras variables como aspecto sociales de los países. Siguiendo con este argumento, es usual que se creen variables sobre los datos disponibles para evitar problemas de homogeneidad de la información como es el caso de Klomp (2016). Este crea una variable que le permite homogeneizar el efecto de la misma a través del tiempo y realiza una base de datos a través de recolección satelital, es decir que se puede obtener información de la intensidad, distancia y dispersión que tienen los desastres sobre una región en específico.

A grandes rasgos, existen dos tipos de metodologías: Modelos econométricos y modelos macroeconómicos siendo los primeros más usuales que los segundos debido a su nivel de complejidad. Por lo general, los modelos econométricos más usados corresponden a vectores autoregresivos con variables exógenas o VARX con datos panel pero se encuentran trabajos como el de Albala-Bertrand (1993) en el cual se propone un modelo macroeconómico de equilibrio general que relaciona los desastres naturales con la tasa de

crecimiento y el nivel de stock en la economía antes y después del desastre. Teniendo en cuenta que el modelo no fue aplicado al caso Colombiano, podría ser utilizado para próximas investigaciones como metodología de estimación de los efectos que han tenidos los desastres en Colombia y ser una referencia comparativa con otras metodologías.

Por otro lado se encuentran diversas opciones frente a los efectos que tienen los desastres naturales, en el 2008 (Kellenberg & Mushfiq) encontró que la relación no debía ser desde los desastres naturales hacia el ingreso sino de manera inversa. Cuando se clasifican los países en tres regiones por su nivel de ingreso, los efectos de algunos desastres no son significativos sino sólo para algunos países. Muchos autores realizan sus estudios tomando la producción agregada, sin embargo podrían existir algunos cambios si se segmenta por el tipo de sector como argumenta Loayza & Olaberri (2012), estos autores dicen que los efectos dependen del sector que se esté hablando y del tipo de desastre ya que algunos sectores son más sensibles a desastres en específico, sin lugar a dudas existe evidencia que los países subdesarrollados son los más influenciados por cualquier tipo de desastre en comparación a los desarrollados.

Algunos autores han intentado explicar la relación entre los desastres naturales y las variables macroeconómicas sobre escenarios sociales muy puntuales. Por ejemplo Bergholt (2016) ha explicado la relación entre los desastres naturales y las variables macroeconómicas teniendo en cuenta el conflicto armado encontrando que se relacionan negativamente pero que no presenta incidencia sobre el conflicto armado. Trabajos como "Institutions and the losses from natural disasters" de Raschky (2008) muestran cómo las instituciones juegan un papel importante al momento que ocurre un desastre: "Aquellos países con buenas instituciones experimentan menores daños y pérdidas económicas". Por otro lado, Barone & Mocetti (2014) concluye en su análisis que las instituciones hacen la diferencia al estimar el efecto a largo plazo, cuando estas son poco robustas afectan negativamente porque las técnicas de reconstrucción financieramente son poco eficientes.

Otros autores como Crespo Cuaresma & Houskova (2004) argumentan que los desastres no siempre impactan negativamente pues podría existir una transferencia de conocimientos tecnológicos que generan una convergencia regional, es decir que los países al vivir un evento de desastre tienen la oportunidad de aumentar el capital y así aumentar el crecimiento de la economía.

En los últimos estudios, se ha realizado una nueva metodología llamada meta-analysis regressions, el mejor caso para ilustrar esta metodología es el trabajo realizado por Klomp & Valckx (2014) quienes examinan la relación entre el crecimiento per cápita y los desastres naturales. Como conclusión encontraron que los efectos más severos han ocurrido en países subdesarrollados y que principalmente se ha visto afectado por eventos de gran escala. Adicionalmente, es importante mostrar cómo se ha abarcado el desarrollo de este tema en países particulares. El primero es el caso de Great Kanto

realizado por Imaizumi, Ito, & Okazaki (2016) el cual muestra cómo el crecimiento económico de un país puede ser aumentado en función de un aumento de la demanda laboral e intentos de reconstrucción. Sin embargo, este autor diferencia que este choque no fue permanente debido a que se encontraba en un país desarrollado y a que la ubicación de las compañías se vio modeladas por las zonas seguras. En el 2011 (Schumacher & Strobl) publica un estudio el cual refuerza esta idea en el sentido que los países expuestos a desastres naturales previos tienen una preparación frente al riesgo de desastres, es decir que al prepararse para una segunda ocasión genera oportunidades de crecimiento económico.

EL CASO COLOMBIANO.

Aunque el tema de desastres naturales está ampliamente desarrollado, cuando se habla del caso Colombiano se encuentran pocos artículos relacionados. (Cardona & Moreno, 2011) miden el efecto de los desastres naturales sobre el crecimiento, el desempleo, la inflación y la distribución del ingreso. Ellos obtienen que los costos sociales, relacionados con las variables anteriormente nombradas, son un lineamiento para la política pública y por ende debería ser destinado mayor cantidad de dinero al conocimiento y gestión de los desastres naturales. Sus resultados van en contra de los resultados usuales en la literatura: aparentemente no tuvo ningún efecto significativo los desastres naturales más importantes en Colombia sobre las variables macroeconómicas excluyendo al terremoto del eje cafetero. Sin embargo, en la segunda parte del trabajo muestran que existe un efecto negativo de los desastres naturales sobre el ingreso per cápita.

Para culminar, existen varios autores que se aproximan mucho al tema desarrollado en el presente proyecto, lo cuales serán brevemente resumidos a continuación:

Noy (2009) intenta cuantificar el efecto de los desastres naturales sobre variables macroeconómicas usando un modelo de vectores autorregresivos entre el crecimiento del ingreso y una manera de medir los catástrofes naturales propuesta particularmente por el mismo. Principalmente, los efectos naturales presentan menores efectos negativos en países que presentan alfabetización, alto ingreso per cápita, condiciones financieras estables y algo grado de comercio exterior. Fomby (2009) describe las dinámicas macroeconómicas de un desastre natural interesado durante la etapa de ajuste y recuperación teniendo en cuenta el crecimiento económico desagregado por componentes agrícolas y no agrícolas. Inicialmente, realizan un impulso respuesta del crecimiento durante y después de manera anual, luego realizan un análisis categorizando países desarrollados y subdesarrollados y finalmente terminan segmentando por la magnitud que tienen los desastres. Concluyen que los resultados son mixtos dependiendo del tipo de segmentación que se realice, por lo general los países subdesarrollados presentan mayor sensibilidad a fuertes desastres naturales pero existe evidencia que dependiendo del desastre, el efecto podría ser negativo o positivo.

Probablemente, la metodología usada por Cunado y Ferreira (2014) es uno de los mejores referentes para esta investigación. Primero, ellos construyen una base de datos panel para caracterizar la dinámica del crecimiento teniendo en cuenta las inundaciones en países desarrollados y subdesarrollados usando las bases de datos tradicionales (EM-DAT) y la complementan usando los datos del observatorio de inundaciones de Dartmouth. Segundo, ellos definen que características de las inundaciones deben tener en cuenta para su modelo y concluyen que los eventos de gran magnitud normalizados por el área de la tierra y su intensidad son variables clave para poder justificar su modelo. Finalmente, exploran diferentes vías potenciales de inundaciones que pueden afectar el crecimiento económico y como conclusión encuentran que los choques por inundaciones presentan efectos positivos sobre el crecimiento del ingreso.

Finalmente, se concluye que a pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas, existen opiniones divididas sobre este tema. ¿Qué conclusión se le podría brindar al caso Colombiano en caso de un desastre natural bajo este escenario? Este proyecto quiere intentar medir y estimar el efecto que tienen los desastres naturales sobre la economía Colombiana y cuánto tiempo ha tomado para recuperarse analizando la información disponible durante el periodo de 1986 al 2015.

III. MARCO TEÓRICO.

Definición de un desastre.

Uno de los conceptos más importantes para esta investigación es el relacionado con desastres naturales, por lo cual se tomará la definición dada por La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres: (UNISDR, 2009)

“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 que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos”

Tipos de desastres.

Los desastres naturales son eventos de gran importancia para el bienestar de las personas. Para este caso puntual, Colombia es un país que presenta alto grado de vulnerabilidad frente a fenómenos naturales debido a su ubicación geográfica y a sus condiciones sociales, por este motivo es importante estudiar los fenómenos naturales y su efecto sobre el crecimiento económico del país.

Sin embargo, los desastres naturales no deberían estudiarse como un agregado ya que los efectos podrían ser diferentes dependiendo del tipo de desastre y de la magnitud del mismo. Tomando la clasificación de la UNISDR (2009):

- a. Geológicos. Terremotos, erupciones volcánicas y movimiento de masas.
- b. Hidrometeorológica. Huracanes, tornados, tormentas, inundaciones, avalanchas., etc.
- c. Climatológicas. Cambios extremos de temperatura.
- d. Biológicas. Plagas, enfermedades, brotes o epidemias.
- e. Extraterrestres. Impacto de asteroides.

Es coherente pensar que podría existir divergencias entre los efectos para desastres de tipo geológicos que para los de tipo biológicos, por esta razón Omar Cardona y Álvaro Moreno (2011) consideran que se debe considerar las consecuencias de los desastres naturales a corto y largo plazo:

- Corto plazo. En términos generales los autores demuestran que podría existir una disminución de crecimiento a través de un modelo macroeconómico clásico. En resumen se puede mostrar el análisis bajo el siguiente esquema:

Desastre natural → Destrucción de la capacidad productiva → Reducción de la productividad del trabajo y de la demanda del factor → Reducción de la oferta agregada → Aumento de precios.

- Largo plazo. Los autores demuestran el efecto de un desastre natural sobre el crecimiento económico a través de un modelo neoclásico el cual podría resumirse bajo el siguiente esquema:

Desastre natural → Destrucción de capital → Ingreso per cápita cae en el corto plazo → Inicia el proceso de reconstrucción y de acumulación → Tasa de crecimiento se recupera y puede crecer incluso más de lo que se veía antes del evento → Ingreso per cápita en el largo plazo no se ve afectado.

Estas conclusiones teóricas van en la misma línea de los resultados encontrados en modelos empíricos. En la literatura es usual hallar conclusiones mixtas en el estimativo de los efectos naturales sobre las economías, en algunos trabajos se encuentran efectos positivos o negativos dependiendo del desarrollo económico de los países y la metodología usada para esto son por lo general modelos econométricos de vectores autoregresivos.

Los datos relacionados con desastres naturales fueron extraídos de las bases de datos DesInventar y de EM-DAT. El primero corresponde a una organización que registra los desastres naturales más importantes en Latinoamérica mientras que el segundo corresponde a la base de datos más utilizada para este tipo de trabajos.

Existe gran cantidad de eventos reportados por estas entidades oficiales sin embargo es usual encontrar en la literatura dos metodologías: el uso de solamente un evento en específico como inundaciones o terremotos, como los trabajos de (Cardona & Moreno, 2011; Cunado & Ferreira, 2014; Shabnam, 2014), o el uso de varios eventos como los trabajos de (Acevedo, 2014; Cavallo, Bank, Galiani, & Pantano, 2009; Felbermayr & Gröschl, 2014; Fomby, 2009; Kellenberg & Mushfiq, 2008; Loayza & Olaberri, 2012). Teniendo en cuenta esto, se decidió escoger cuatro tipos de eventos para este trabajo: Erupciones volcánicas, inundaciones, sequías y terremotos debido a que corresponden a los eventos de mayor periodicidad de ocurrencia o los que mayor cantidad de afectados han dejado.

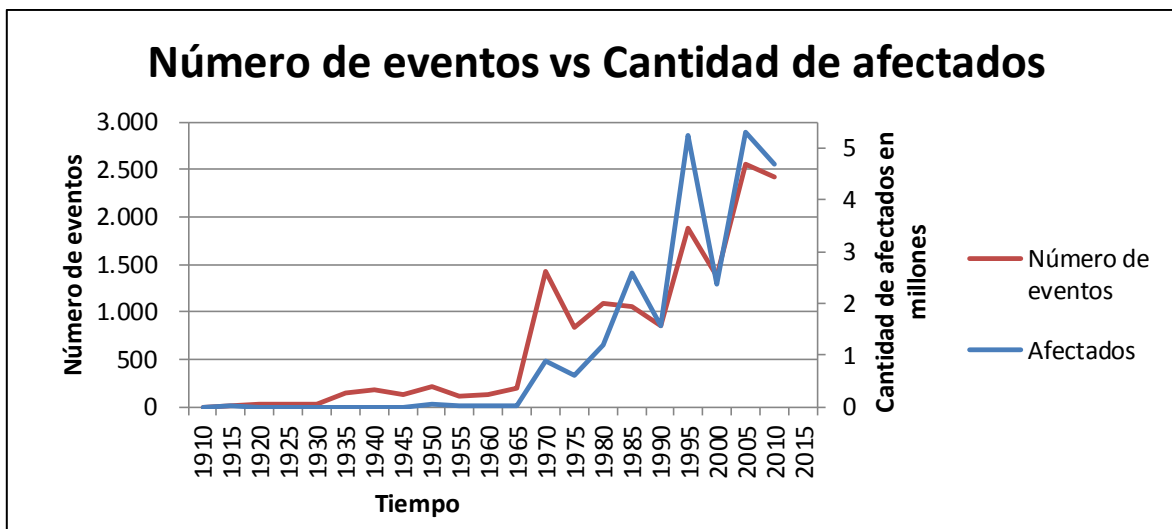


Gráfico 1. Número de eventos ocurridos en periodos de cinco años y cantidad de afectados. Elaboración propia considerando las base de datos de DesInventar y EM-DAT.

Se observa que el comportamiento de los eventos naturales escogidos en Colombia presentan básicamente dos etapas: Desde 1910 hasta 1965 los eventos naturales se mantenían básicamente constantes y la cantidad de afectados no era superior a las 300 personas, sin embargo después de este periodo los eventos comenzaron a ocurrir con mayor periodicidad y han sido más intensos dejando gran cantidad de afectados.

| | No. Eventos | Cantidad afectados | Afectados por evento |
|---------------|-------------|--------------------|----------------------|
| DESLIZAMIENTO | 2.983 | 1.339.125 | 448,9 |
| ERUPCIÓN | 16 | 5.977 | 373,6 |
| INUNDACION | 5.298 | 15.039.674 | 2.838,7 |
| SEQUIA | 140 | 1.525.146 | 10.893,9 |
| TERREMOTOS | 70 | 296.266 | 4.232,4 |

Tabla 1. Número de desastres naturales, cantidad de afectados y su relación. Elaboración propia considerando las base de datos de DesInventar y EM-DAT.

Con la información de la tabla 1 se puede concluir que no se espera que una gran ocurrencia de eventos deje una gran cantidad de afectados por lo cual es difícil estimar el efecto que puede tener cada uno de estos eventos, es decir que no es posible medir la bajo una misma escala la intensidad de estos eventos.

Modelos multivariados.

Para estimar el efecto que tienen los desastres naturales sobre las variables macroeconómicas y el tiempo de recuperación que tendría la economía después de un desastres, se propone estimar un modelo de vectores autoregresivos VAR usando una

base de datos de series de tiempo construida por el autor. En la literatura es común encontrar modelos que cumplen la siguiente especificación:

$$Y_{it} = \alpha_i + A_1[B] Y_{it} + A_2[B] X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dónde:

| | | |
|--------------------|--|--|
| Y_{it} | | Vector de variables endógenas. |
| X_{it} | | Vector de variables exógenas. |
| α_i | | Efectos fijos. |
| $A_1[B], A_2[B]$ | | Matrices polinómicas con el operador rezago. |
| ε_{it} | | Vector de términos de errores independientes. |
| i, t | | Representan países, zonas o regiones y periodos de tiempo respectivamente. |

Este trabajo tiene como fin encontrar los efectos de los desastres naturales sobre el crecimiento económico de Colombia y el tiempo de recuperación post desastre. Se quiere realizar una propuesta bajo análisis de escenarios en el cual se pueda cambiar el vector de variables exógenas, para esto se propone especificar el modelo de la siguiente forma:

$$\Delta Y_t = A_1[B] C_1[\beta] Y_t + A_2[B] C_2[\beta] X_t + \varepsilon_t$$

ΔY_t Corresponde al crecimiento de la economía, $A_i[B]$ son matrices polinomiales con el operador rezago, $C_i[\beta]$ son matrices que asignan el regresor correspondiente a las variables exógenas, Y_t y X_t son vectores de variables endógenas y exógenas y ε_t es un vector de términos del error.

Para la estimación de las matrices polinomiales con el operador rezago se usaran los criterios de información del Akaike, para las matrices de regresores y para justificar la clasificación de las variables exógenas se usará el test de causalidad de Granger. La justificación de qué variables endógenas y exógenas serán incluidas en los vectores se detallará en la próxima sección. Finalmente, la estimación del modelo se realizará con el software estadístico EViews. Cabe resaltar que probablemente lo más importante de esta metodología son las matrices con los regresores y el impulso respuesta de las variables ante choques.

IV. METODOLOGÍA.

Esta sección de mostrará el cómo se llevó a cabo la construcción, estimación y especificación del modelo VAR para Colombia.

Frecuencia y periodo de tiempo.

Todos los datos encontrados fueron llevados a la misma frecuencia de tiempo (Trimestres) usando la metodología de (Lisman & Sandee, 1964), (Feijoo & Caro, 2000) y (Uriel, 2000). Además, todos los datos tienen un rango desde 1986 hasta el 2015.

Naturaleza de los datos.

Según la revisión de la literatura, hay tres tipos de datos que se deben buscar: Variables endógenas, exógenas y control.

Variables endógenas.

La variable endógena en la mayoría de trabajos es el crecimiento de PIB. En algunos casos autores como (Loayza & Olaberri, 2012) y (Baak, 2016) han usado el crecimiento del PIB por sectores económicos y otros autores como (Kellenberg & Mushfiq, 2008) han usado el crecimiento per cápita. Esto muestra que hay un problema en cómo medir el crecimiento dentro del modelo. Para este trabajo se intentó seguir con lo encontrado en la literatura consiguiendo así cuatro posibilidades: crecimiento del PIB agregado, crecimiento del sector agricultura, crecimiento del sector industrial y crecimiento del sector servicios. Para lograr una serie desde 1986, se empalmaron las series con precios constantes de 1975, 1994, 2000 y 2005 dejando las series finales en precios constantes del 2000 y posteriormente se realizó la variación trimestral logarítmica de las series.

Variables exógenas.

Las variables explicativas del modelo no resultan ser variables económicas, estas se centran en la intensidad de los eventos naturales y de la ocurrencia de los mismos. Para esto, se definieron los dos eventos más frecuentes y los dos eventos más penetrantes: Inundaciones, sequías, erupciones volcánicas y sismos respectivamente. Esta información se encontró en las bases de datos de DesInventar y EM-DAT. Para el caso de intensidad se siguió con la metodología de (Loayza & Olaberri, 2012) para cada trimestre t :

$$Intensidad_{it} = Ln \left(\frac{\sum (Afectados, muertos, heridos, desplazados, etc.)_t}{Total\ de\ la\ población_t} \right)$$

$$\forall i = \{Inundaciones, sequías, erupciones, sismos\}$$

Variables control.

Las variables control son incluidas en el modelo para aislar los efectos que puedan tener otras variables relacionadas con las variables endógenas. Se encontraron las siguientes variables:

- Índice de producción industrial, términos de intercambio y formación bruta de capital fijo. Según (Baak, 2016) estos son indicadores a nivel industrial de cómo se está desarrollando la producción del país. A pesar de no usar exactamente las mismas variables, este trabajo intenta acercarse lo que más se le permite con la información estadística encontrada, por ende estas variables representan lo que algunos autores han definido como variables relacionadas con el sector productivo.
- Tasa de desempleo. Según (Cardona & Moreno, 2011) la tasa de desempleo puede verse como un costo social, por un lado se encuentra el costo de no tener una persona activa produciendo en su país y por otro lado el costo social de buscar empleo. Esta variable se espera que capte algunos efectos negativos que pueda tener el crecimiento del PIB a lo largo del tiempo.
- IPC y Deuda de mediano y largo plazo del gobierno. Según (Loayza & Olaberri, 2012) la inflación y la deuda del gobierno son variables macroeconómicas que generan presiones nocivas vía carga fiscal e inestabilidad en los precios. Se espera que la medida que la inflación y la deuda del gobierno aumente, la producción se vea afectada negativamente.
- Recesiones. Las recesiones han jugado un papel importante en la historia ya que son señales de los ciclos económicos, no incluirla podría influenciar negativamente en el análisis ya que se omitirían los ciclos naturales de la economía.

Limitaciones de los datos.

La principal dificultad encontrada durante la elaboración de la base de datos fue la disponibilidad de la información. Los departamentos estadísticos o instituciones encargadas de publicar cifras económicas cuentan con metodologías arraigadas y tradicionales que dificultan en algunos casos el acceso a la información. Por dar un ejemplo puntual se puede encontrar con series económicas publicadas hace muy poco tiempo, alrededor de 10 años o con la menor frecuencia posible: anual. Esto impide que el investigador cuente con cantidad a la hora de realizar sus estimaciones, sin embargo existen metodologías de trimestralización o de cambio de frecuencia que le brinda flexibilidad a los investigadores.

Básicamente, se usaron dos metodologías ya que se definieron dos tipos de variables:

1. Metodología de trimestralización de Santiago Rodríguez y Alejandro Rodríguez.

Es una metodología muy sencilla aplicable para variables que al sumarla en una frecuencia mayor, deben corresponder a su valor en una frecuencia menor. Además, es un método que no necesita de otras variables o de indicadores para su construcción. A cambio de ganar cuatro observaciones por año, se debe renunciar a la primera y última observación de la serie con menor frecuencia ya que la metodología consta de usar el año anterior, el año actual y posterior para calcular los respectivos trimestres, en otras palabras se tiene:

$$\begin{bmatrix} Y_t^I \\ Y_t^{II} \\ Y_t^{III} \\ Y_t^{IV} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.073 & 0.198 & -0.021 \\ -0.010 & 0.302 & -0.042 \\ -0.042 & 0.302 & -0.010 \\ -0.021 & 0.198 & 0.073 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Y_t \\ Y_{t+1} \end{bmatrix}$$

De esta manera, se pudo transformar la frecuencia de muchas series trabajadas en Colombia a nivel anual como el PIB antes de 1994 en precios corriente de 1975. Cabe aclarar que esto es una aproximación más que un estudio sobre descomposición temporal de series de tiempo por lo que se tomará como válido la aplicación de esta metodología por ahora.

2. Metodología de Uriel Ezequiel.

Es una metodología aplicada a series en las cuales se ve una tasa de crecimiento constante a través de los periodos de más alta frecuencia, como es el caso de la población. La metodología es muy sencilla y consiste básicamente en asumir que existe una constante de crecimiento entre dos periodos, con esto se asegura que el crecimiento entre trimestres o meses sea aproximadamente dividido entre cada uno de estos periodos de manera homogénea para que al finalizar el último semestre, el dato estimado concuerde con el último dato final.

Como se dijo anteriormente, estas metodologías fueron implementadas debido a la dificultad de encontrar información homogénea en la presente investigación. Algunas series se encontraban en mayor o menor frecuencia, otras no se encontraban con la periodicidad que contaba la base de datos y un par de otras no son de fácil acceso. Por otro lado, si se hubiera quedado con la cantidad de información inicial (Aproximadamente 64 datos trimestrales) el modelo hubiera quedado corto, sin grados de libertad y las estimaciones realizadas con el mismo hubieran podido ser difusas. Estas metodologías son una solución parcial a esta problemática sin embargo en el contexto académico y como herramienta para solucionar una dificultad se asumirá que es una de las mejores aproximaciones hasta el momento.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Pruebas de diagnóstico.

Antes de ver el efecto de los desastres naturales en Colombia, se necesita determinar las formas estacionarias de las variables endógenas. Inicialmente, se tiene la serie como la variación trimestral logarítmica porque de esta manera se logra estabilizar la varianza y que, en caso de que la serie presente una raíz unitaria, es posible generar una transformación de la serie y generar la primera diferencia para interpretarla como cambio porcentual del crecimiento trimestral.

Básicamente, se realizaron tres pruebas de raíz unitaria: Prueba Dickey-Fuller aumentada DFA, Phillips-Perron PP y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin KPSS. El algoritmo con el cual se realizó esta prueba puede encontrar en el anexo 9. Como resultado, se encontró la siguiente información:

| Variable | Tipo de proceso | Pruebas | | | Conclusión |
|---|-----------------|---------|----|------|--|
| | | DFA | PP | KPSS | |
| Ln crecimiento trimestral del PIB | Raíz Unitaria | X | X | | La forma estacionaria de la serie es sobre la primera diferencia |
| | Estacionaria | | | X | |
| Primera diferencia del Ln crecimiento trimestral del PIB | Raíz Unitaria | | | | |
| | Estacionaria | X | X | X | |
| Ln crecimiento trimestral del sector agricultura | Raíz Unitaria | X | X | | La forma estacionaria de la serie es sobre la primera diferencia |
| | Estacionaria | | | X | |
| Primera diferencia del Ln crecimiento trimestral del sector agricultura | Raíz Unitaria | | | | |
| | Estacionaria | X | X | X | |
| Ln crecimiento trimestral del sector industrial | Raíz Unitaria | X | X | X | La forma estacionaria de la serie es sobre la primera diferencia |
| | Estacionaria | | | | |
| Primera diferencia del Ln crecimiento trimestral del sector agricultura | Raíz Unitaria | | | | |
| | Estacionaria | X | X | X | |
| Ln crecimiento trimestral del sector servicios | Raíz Unitaria | X | | | La forma estacionaria de la serie es sobre la primera diferencia |
| | Estacionaria | | X | X | |
| Primera diferencia del Ln crecimiento trimestral del sector agricultura | Raíz Unitaria | | | | |
| | Estacionaria | X | X | X | |

Tabla 2. Resultados de las pruebas de raíz unitaria a las variables endógenas. Elaboración propia. Elaboración propia considerando las base de datos de DesInventar y EM-DAT.

Con esto, se asegura que las series (individualmente) presentan procesos estacionarios por lo que se espera que al momento de construir el modelo presenten raíces estables en su polinomio característico.

Estadística Descriptiva.

La estadística descriptiva de los datos muestra que las series cumplen el supuesto de estacionariedad en el sentido que estas se encuentran en equilibrio o en su media. Algunas variables son muy volátiles debido a la ocurrencia de eventos o debido a la naturaleza de la misma. Para ver la tabla de estadísticas descriptivas vaya al anexo 10.

Especificación del modelo.

Básicamente, el modelo que se quiere estimar corresponde a un modelo VAR (p) de la siguiente forma:

$$Y_t = \alpha + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \Theta_0 X_t^i + \Theta_1 X_{t-1}^i + \dots + \Theta_p X_{t-p}^i + \varphi_i Z_t^i + \varepsilon_t$$

Dónde:

| | |
|--------------------|---|
| Variables endógena | $Y_t = \begin{bmatrix} \Delta \text{Ln}(\text{Crecimiento PIB})_t \\ \Delta \text{Ln}(\text{Crecimiento agricultura})_t \\ \Delta \text{Ln}(\text{Crecimiento industria})_t \\ \Delta \text{Ln}(\text{Crecimiento servicios})_t \end{bmatrix}$ |
| Variables exógenas | $\text{Intensidad}_t = \begin{bmatrix} \text{Ln} \left(\frac{\sum \text{Muertos, afectados, heridos}_{t,erupciones}}{\text{Total de la población}_t} \right) \\ \text{Ln} \left(\frac{\sum \text{Muertos, afectados, heridos}_{t,inundaciones}}{\text{Total de la población}_t} \right) \\ \text{Ln} \left(\frac{\sum \text{Muertos, afectados, heridos}_{t,sequias}}{\text{Total de la población}_t} \right) \\ \text{Ln} \left(\frac{\sum \text{Muertos, afectados, heridos}_{t,sismos}}{\text{Total de la población}_t} \right) \end{bmatrix}$ |

Controles

$$Z_t = \begin{bmatrix} \text{Desempleo}_t \\ \text{Deuda del Gobierno}_t \\ \text{IPC}_t \\ \text{Formación de Capital Fijo}_t \\ \text{Indice de Producción Real}_t \\ \text{Recesiones}_t \\ \text{Terminos de Intercambio}_t \end{bmatrix}$$

Tabla 3. Vectores de variables incluidas en los modelos de serie de tiempo VAR (p).
Elaboración propia considerando las variables de referencia de la revisión de la literatura.

Se quiere hacer varias estimaciones del modelo para saber cómo responde cada sector de la economía frente a choques sobre las variables de desastres naturales, por tal motivo se realizarán 8 estimaciones de los modelos. Se asume además que los errores ε_t son ruido blanco a lo largo del modelo, no presentan autocorrelación en el tiempo y que se distribuyen de manera normal.

Para asegurar que los supuestos de normalidad y de autocorrelación se cumplan, se utilizan los criterios de información, estos aseguran que con un número de rezagos sobre todas las variables endógenas, los errores no van a estar correlacionados en el tiempo.

| | $\Delta \text{Ln} (\text{Crec. PIB})_t$ | $\Delta \text{Ln} (\text{Crec. PIB})_t$ | $\Delta \text{Ln} (\text{Crec. PIB})_t$ | $\Delta \text{Ln} (\text{Crec. PIB})_t$ | $\Delta \text{Ln} (\text{Crec. PIB})_t$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-1}$ | -0.170952 -0.09185 [-1.86120] * | -0.183826 -0.09023 [-2.03720] ** | -0.174657 -0.09093 [-1.92073] * | -0.091649 -0.09395 [-0.97553] | -0.191747 -0.0911 [-2.10469] ** |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-2}$ | 0.091933 -0.09319 [0.98649] | 0.083255 -0.09068 [0.91808] | 0.117738 -0.08938 [1.31723] | 0.184571 -0.09177 [2.01128] ** | 0.102275 -0.09283 [1.10177] |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-3}$ | 0.096026 -0.08682 [1.10607] | 0.100533 -0.08704 [1.15504] | 0.119928 -0.08746 [1.37118] | 0.14825 -0.09057 [1.63693] | 0.096759 -0.08759 [1.10467] |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-4}$ | -0.76623 -0.08657 [-8.85113]*** | -0.742829 -0.08552 [-8.68593] *** | -0.751601 -0.0865 [-8.68886] *** | -0.751795 -0.09183 [-8.18680]*** | -0.723004 -0.08656 [-8.35293]*** |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-5}$ | -0.199536 -0.08364 [-2.38574] ** | -0.210649 -0.08282 [-2.54336] ** | -0.214607 -0.08376 [-2.56217] ** | -0.167769 -0.08887 [-1.88773] | -0.209561 -0.08329 [-2.51601] ** |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-6}$ | 0.021692 -0.09149 [0.23709] | 0.010513 -0.08803 [0.11943] | 0.024703 -0.08836 [0.27958] | 0.142566 -0.08973 [1.58887] | 0.039828 -0.08773 [0.45399] |
| $\Delta \text{Ln} (\text{Crecimiento PIB})_{t-7}$ | 0.111079 -0.08568 [1.29640] | 0.117866 -0.08517 [1.38390] | 0.132714 -0.08541 [1.55393] | 0.21037 -0.08488 [2.47855] ** | 0.142606 -0.0848 [1.68159] * |

| | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|
| $\Delta \ln (\text{Crecimiento PIB})_{t-8}$ | -0.435863 -0.08586 [-5.07669] *** | -0.404781 -0.08373 [-4.83455] *** | -0.42165 -0.08508 [-4.95601] *** | -0.392454 -0.0887 [-4.42445] *** | -0.398801 -0.08619 [-4.62712] *** |
| α | 0.213643 -0.07674 [2.78391] *** | 0.206396 -0.07411 [2.78517] *** | 0.182014 -0.07296 [2.49484] ** | 0.152922 -0.07518 [2.03421] ** | 0.173098 -0.07398 [2.33986] ** |
| <i>Intensidad inundaciones</i> | 0.001196 -0.00059 [2.03985] ** | 0.001216 -0.00059 [2.06609] ** | | | |
| <i>Intensidad sequias</i> | 0.000457 -0.00029 [1.57094] | | 0.000435 -0.00029 [1.49809] | | |
| <i>Intensidad sismos</i> | -0.000261 -0.00022 [-1.17655] | | | -0.000228 -0.00023 [-0.97669] | |
| <i>Intensidad erupciones</i> | -0.000111 -0.00029 [-0.37919] | | | | -0.00445 0.00219 [-2.03295] ** |
| <i>Desempleo</i> | 0.024529 -0.00867 [2.83065] *** | 2.42E-02 -8.58E-03 [2.81618] *** | 0.024671 -0.00868 [2.84271] *** | 1.01E-05 -0.00127 [0.00794] | 0.024624 -0.0087 [2.82967] *** |
| <i>IPC</i> | -0.029314 -0.06444 [-0.45487] | -0.032608 -0.06336 [-0.51464] | -0.015227 -0.06294 [-0.24194] | 0.004681 -0.00407 [1.15021] | -0.021729 -0.06328 [-0.34335] |
| <i>Formación de K fijo</i> | 0.231599 -0.06438 [3.59748] *** | 0.238695 -0.06126 [3.89619] *** | 0.219747 -0.0607 [3.62047] *** | 0.003548 -0.06658 [0.05329] | 0.223296 -0.06379 [3.50070] *** |
| <i>Indice de producción</i> | -0.051994 -0.01773 [-2.93307] *** | -0.050891 -0.01709 [-2.97789] *** | -0.046246 -0.01696 [-2.72693] *** | 0.214403 -0.06445 [3.32687] *** | -0.045076 -0.01734 [-2.60014] *** |
| <i>Terminos de intercambio</i> | -0.025777 -0.01194 [-2.15841] ** | -0.024634 -0.0116 [-2.12365] ** | -0.023572 -0.01177 [-2.00281] ** | -0.04076 -0.01754 [-2.32362] ** | -0.029236 -0.01193 [-2.45008] ** |
| <i>Deuda del gobierno</i> | -0.026465 -0.00852 [-3.10514] *** | -0.023306 -0.00825 [-2.82544] *** | -0.024399 -0.00852 [-2.86401] *** | -0.025192 -0.01233 [-2.04391] ** | -0.018859 -0.00833 [-2.26372] ** |
| <i>Recesiones</i> | 0.011796 -0.00293 [4.02472] *** | 0.012154 -0.00292 [4.16175] *** | 0.010336 -0.0028 [3.69511] *** | -0.016825 -0.00873 [-1.92772] | 0.009931 -0.00279 [3.56468] *** |

| | | | | | |
|-----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| R^2 | 0.647947 | 0.635291 | 0.626023 | 0.59855 | 0.634563 |
| R^2 Ajustado | 0.57524 | 0.569332 | 0.563037 | 0.525947 | 0.568474 |
| Condiciones: | | | | | |
| ¿Raíces estables? | SI | SI | SI | SI | SI |
| Estructura del rezago | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Correlogramas | No rechazar Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho |
| Test de Normalidad | No rechazar Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho | No rechazo Ho |

Tabla 4. Regresiones del modelo con condiciones y supuestos del error. Elaboración propia utilizando Eviews 8. Léase como magnitud, desviación estándar, estadístico-t en corchetes cuadrados y nivel de significancia al *** - 1%, ** - 5%, * - 10%.

En la tabla anterior se pueden observar los diferentes valores estimados de la regresión, sin embargo estos solamente son de ayuda en el sentido de ver la significancia que tienen las variables exógenas sobre las endógenas y su signo. Para ver paso a paso cómo se estimó y se verificó que cada uno de estos modelos y su validez estadística, se tomará como referencia la primera especificación de la tabla:

ESPECIFICACIÓN (1) :

Estabilidad del polinomio y test de exogeneidad.

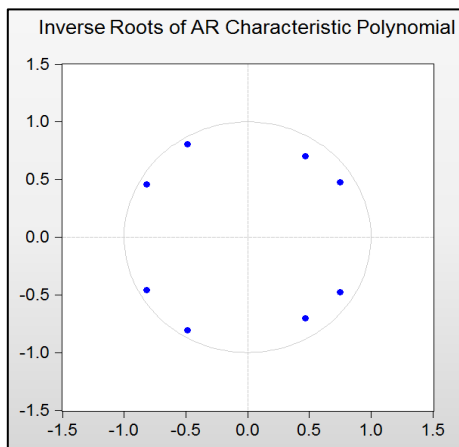


Gráfico 2. Raíces del polinomio característico.
Elaboración propia con Eviews 8

El modelo muestra que todas las raíces del polinomio característico se encuentran dentro del círculo inverso unitario por lo que el modelo sigue un proceso estacionario. Adicionalmente, no se realizará la prueba de exogeneidad porque solo se cuenta con una variable endógena. Si se tuviera el caso contrario, al aplicar la prueba mostraría qué variable causa a cual por lo cual una variable endógena podría ser tratada como si fuera exógena.

Estructura del rezago.

Según los criterios de información, la estructura óptima del rezago debe ser un retardo de orden 8 para que los residuales no estén correlacionados en el tiempo. A continuación se muestran 5 criterios de información, todos estos concluyen llegan al mismo resultado.

| Rezago | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|--------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 326.5642 | NA | 0.000213 | -5.617217 | -5.325949 | -5.49904 |
| 1 | 329.0292 | 4.357767 | 0.000208 | -5.643378 | -5.327838 | -5.515353 |
| 2 | 329.0427 | 0.023712 | 0.000211 | -5.625763 | -5.28595 | -5.48789 |
| 3 | 329.8871 | 1.46256 | 0.000212 | -5.622983 | -5.258899 | -5.475263 |
| 4 | 349.93 | 34.35923 | 0.000151 | -5.963035 | -5.574678 | -5.805466 |
| 5 | 355.8417 | 10.02884 | 0.000138 | -6.050744 | -5.638115 | -5.883328 |
| 6 | 356.9042 | 1.783441 | 0.000138 | -6.05186 | -5.614958 | -5.874595 |
| 7 | 358.4917 | 2.636453 | 0.000137 | -6.062352 | -5.601178 | -5.875239 |
| 8 | 372.3219 | 22.72109* | 0.000109* | -6.291463* | -5.806017* | -6.094502* |

Tabla 5. Criterios de información. Elaboración propia usando Eviews 8.

* Indica el orden de rezago seleccionado por cada criterio.

LR: Estadístico LR a un nivel del 5% de significancia.

FPE: Predicción final del error.

AIC: Criterios de información de Akaike.

SC: Criterio de información de Schwarz.

HQ: Criterio de información Hannan-Quinn.

Autocorrelación y normalidad..

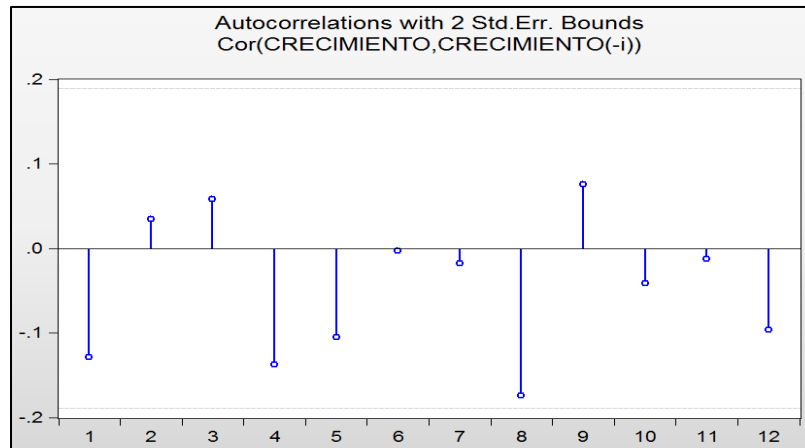


Gráfico 3. Correlograma de los residuales hasta el orden 12. Elaboración propia usando Eviews 8.

| | | Chi-cuadrado | Grados de libertad | Valor P |
|-------------|-----------|--------------|--------------------|---------|
| Asimetría | -0.463478 | 4.009823 | 1 | 0.0452 |
| Curtosis | 3.90094 | 3.787897 | 1 | 0.0516 |
| Jarque-Bera | - | 7.79772 | 2 | 0.0203 |

Tabla 6. Asimetría, curtosis y prueba Jarque Bera para comprobar normalidad de los residuales. Realizado por el autor utilizando Eviews 8.

La prueba de autocorrelación muestra que no existen problemas en los residuales concluyendo hasta el momento que los residuales son ruido blanco. Por otro lado, la prueba Jarque Bera muestra que los residuales son normales al 1% de significancia, luego es pertinente concluir que los residuales se comportan como ruido blanco gaussiano.

Con esto, se comprueban los supuestos del modelo y por ende es posible trabajar cómodamente con la especificación propuesta.

Impulso respuesta.

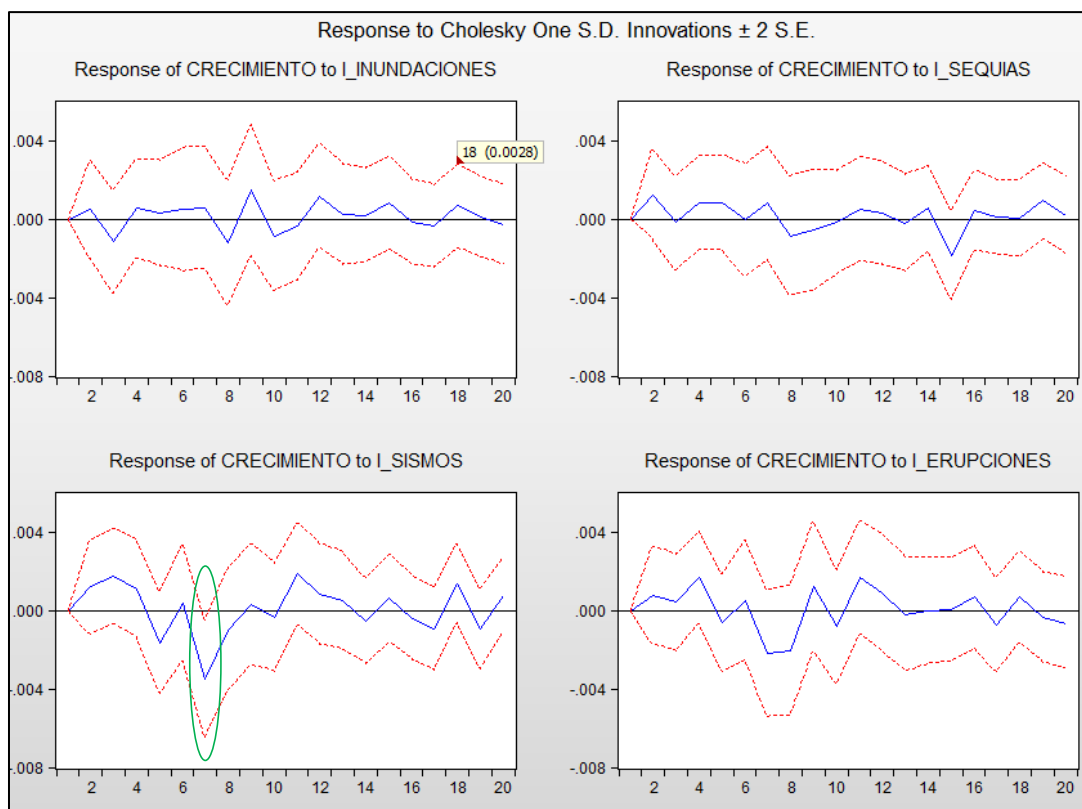


Gráfico 4. Impulso de las variable exógenas y respuesta de la endógena. Elaboración propia utilizando Eviews 8.

El impulso respuesta del modelo muestra cómo reacciona la variable endógena frente a choques sobre la variable exógena a lo largo del tiempo. Aparentemente, el crecimiento no se ve afectado fuertemente por las inundaciones, las sequias y las erupciones, sin embargo existe evidencia estadística que un sismo podría hacer que en ocho trimestres el PIB presentara un cambio porcentual de -0,0974%.

De esta manera, se realizaron las pruebas a cada uno de los ocho modelos propuesto. En los anexos 1 en adelante se puede encontrar información de las regresiones faltantes y de los impulsos respuesta de los mismos.

ESPECIFICACIÓN (2), (3), (4) Y (5):

Debido a que se ha mostrado cómo se realizó la especificación (1) y que las demás especificaciones se realizaron de la misma manera, solamente se mostrarán los resultados de cada una de las especificaciones:

| Especificación | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Diagnostico | | | | |
| Estabilidad del polinomio | SI | SI | SI | SI |
| Estructura del rezago | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Errores | | | | |
| Autocorrelación | Errores no correlacionado | Errores no correlacionado | Errores no correlacionado | Errores no correlacionado |
| Normalidad | Errores normales | Errores normales | Errores normales | Errores normales |

Impulso respuesta.

Especificación (2):

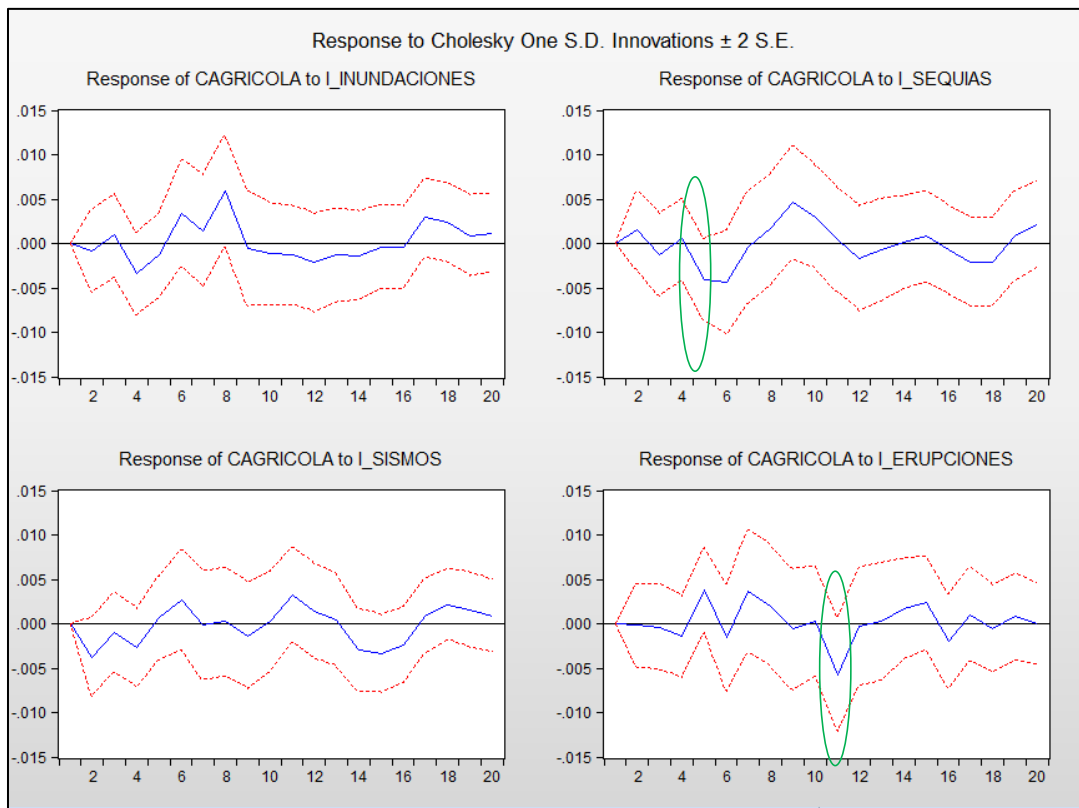


Gráfico 5. Impulso de las variable exógenas y respuesta de la endógena. Elaboración propia utilizando Eviews 8.

Cuando se realiza el impulso respuesta sobre la variable del sector agrícola se encuentra que solamente existe evidencia estadística para concluir que las erupciones afectan negativamente el crecimiento de este sector. Adicionalmente, podría haber un efecto desde las sequias si se llegase a controlar por otras variables para aislar el efecto, esto se concluye debido a que en el trimestre 5 el intervalo de confianza se aproxima mucho a la significancia dejando la teoría que es posible una relación económicas entre estas variables.

Especificación (3):

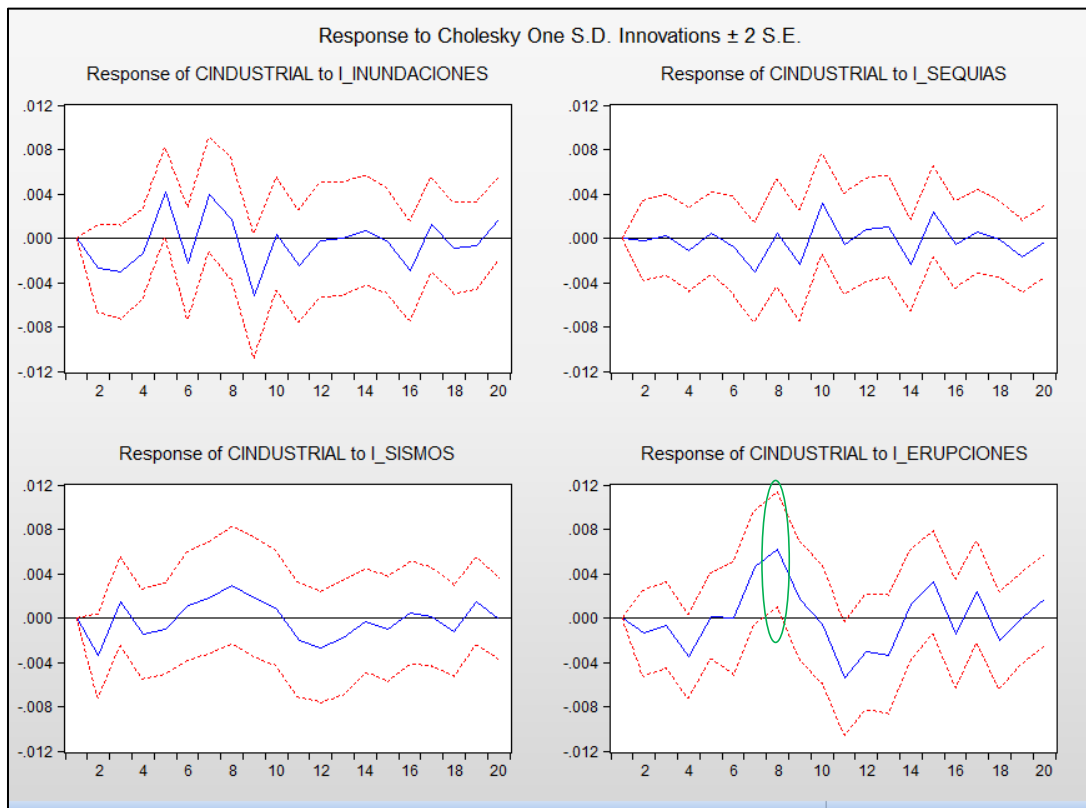


Gráfico 6. Impulso de las variable exógenas y respuesta de la endógena. Elaboración propia utilizando Eviews 8.

Cuando se realiza el impulso respuesta sobre la variable del sector industrial se encuentra que solamente existe evidencia estadística para concluir que las erupciones afectan positivamente el crecimiento de este sector. Podría explicarse esta situación debido a que este tipo de desastres intensivos puede hacer que las empresas gasten más en la fase post-desastre que afectaría positivamente al crecimiento en 8 trimestres adelante.

Especificación (4):

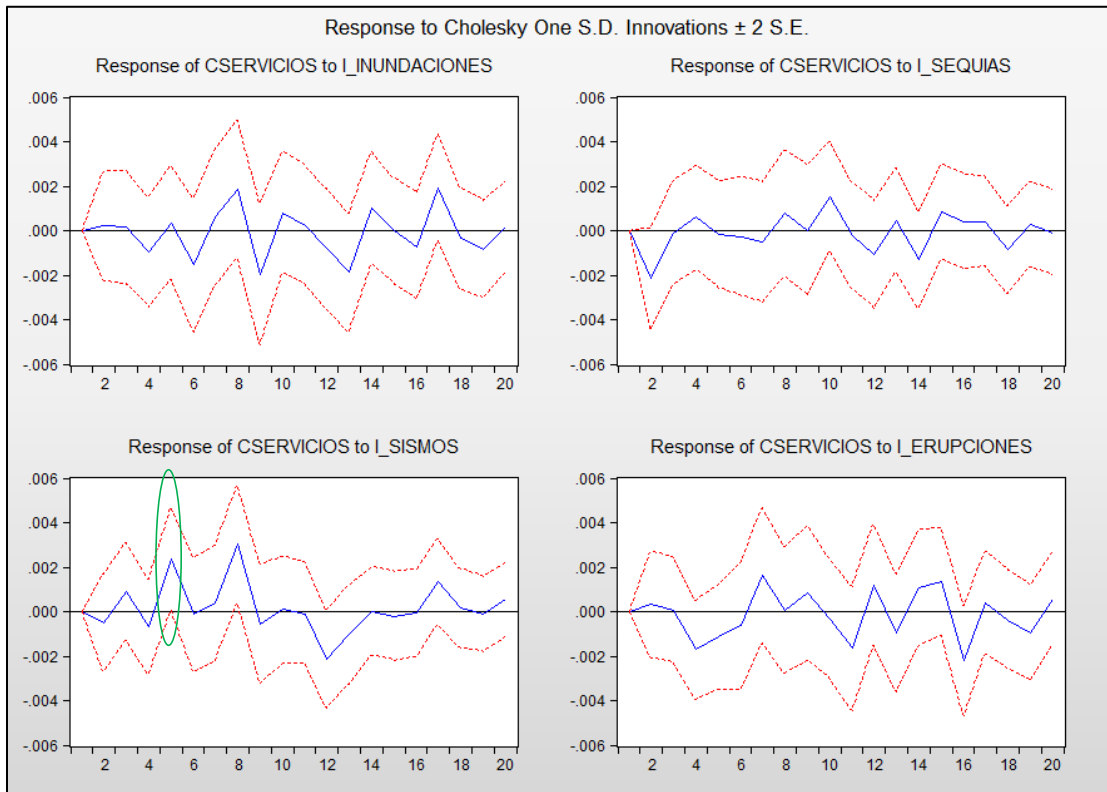


Gráfico 7. Impulso de las variable exógenas y respuesta de la endógena. Elaboración propia utilizando Eviews 8.

Cuando se realiza el impulso respuesta sobre la variable del sector servicios se encuentra que solamente existe evidencia estadística para concluir que los sismos afectan positivamente el crecimiento de este sector. Podría explicarse esta situación con el mismo análisis del sector industrial.

VI. CONCLUSIONES.

Las conclusiones serán abarcadas para cada tipo de desastre:

| | PIB | Agricultura | Industria | Servicio |
|--------------|-----|-------------|-----------|----------|
| Inundaciones | - | - | - | - |
| Sequias | - | - | - | - |
| Sismos | X | - | - | X |
| Erupciones | - | x | X | - |

Tabla 7. Resultado y relación entre las variables endógenas y exógenas para cada tipo de especificación. Elaboración propia.

- Inundaciones: Como se esperaba, el signo que tiene esta variable frente al crecimiento económico sea a nivel agregado como a nivel sectorial es negativo. Aumento en la cantidad de personas afectadas por inundaciones generara una disminución del PIB. Sin embargo bajo ningún modelo la variable resulta ser significativa, esto quiere decir que podría haber problemas de medición de la variable o que el crecimiento no es muy sensible a este tipo de eventos poco intensivos. De una u otra forma hay que tener especial cuidado ya que este fenómeno podría estar relacionado con otras variables climatológicas como estaciones que puedan potenciar su efecto, además es un desastre poco intensivo que frecuentemente pasa en el país.
- Sequías: Siguiendo con la línea de su semejante evento poco intensivo, las sequías no resultan ser significativas en ninguno de los escenarios planteados. Sin embargo, debido a como están construidos los intervalos de confianza, es probable que un aumento de la intensidad de esta variable entendiéndolo como la cantidad de afectados, podría hacer que en muy pocos años sea una variable que impacte negativamente el crecimiento del país y sobre todo a nivel del sector agrícola.
- Erupciones: Con esta variable pasa algo muy curioso. A pesar de que las erupciones volcánicas no son frecuentes en Colombia (o al menos no por su intensidad) resulta ser significativa en el sector agrícola e industrial generando un cambio porcentual máximo de -0,005% y -0,004%. Esto resulta interesante en el sentido que ocurriría en 11 periodos adelante. ¿Cómo se explica que casi tres años después afecte negativamente? Probablemente podría tratarse de un efecto sobre las tierras y las materias primas como cultivos de algodón que se encuentran cerca a este tipo de zonas geográficas. Si esto es verdad, una reducción vía erupciones podría ser un problema de estabilidad macroeconómica de largo plazo porque el efecto del evento hoy no tomará fuerza sino mucho después.

- Sismos: Un evento intensivo como un sismo podría intuir que debería bajar el ritmo del crecimiento y efectivamente es lo que se encontró. En el PIB agregado, un choque de una desviación estándar de esta variable puede disminuir porcentualmente el crecimiento en 0,003%. Probablemente no es una cifra “alta” para el lector pero si lo pensamos en contexto: personas heridas, muertos, muchas vivienda colapsadas, probablemente la actividad económica paralizada por algunos días hacen que un retroceso porcentual de 0,003% sea trascendental a la hora de gestionar políticas relacionadas con riesgos. Por otro, bajo esta circunstancia muchos de los servicios que usualmente se utilizan como las comunicaciones, el transporte o los sistemas financieros podría quedar interrumpidos por un tiempo, probablemente no por meses pero por algunas horas. A largo plazo este sector podría presentar un retroceso porcentual del 0,002% en menos de dos años.

De manera general, todos los desastres muestran que ha habido un comportamiento negativo en el mediano plazo corroborando la hipótesis de muchos autores: Las economías en vía de desarrollo les afecta más fuertemente este tipo de eventos. Adicionalmente hay que tener en cuenta que esta aproximación muestra que solamente los eventos de gran magnitud como erupciones y sismos afectan negativamente y de manera significativa al crecimiento económico, ¿Podría ser que las políticas y lineamientos tomados sobre gestión del riesgo de desastres han surgido efecto en el territorio Colombiano?

A pesar de tener inconvenientes con la recolección de datos, se logró dar una solución temporal para futuras investigaciones. Esto demuestra que a nivel educativo aún se siguen desarrollando metodologías completas para construir datos y estimar efectos de una manera más flexible.

Como reflexión final, es importante tener en cuenta que Colombia ha avanzado significativamente en materia de gestión de riesgos naturales gracias a entidades como la UNGRD. Sin embargo hay que tener muchas precauciones y planes estratégicos y operativos muy bien estructurados para ser más resilientes y menos vulnerables a desastres naturales de carácter intensivo que pueden cobrar muchas vidas humanas, que ocurren de manera inesperada y que pueden contraer el crecimiento de la economía en el mediano plazo.

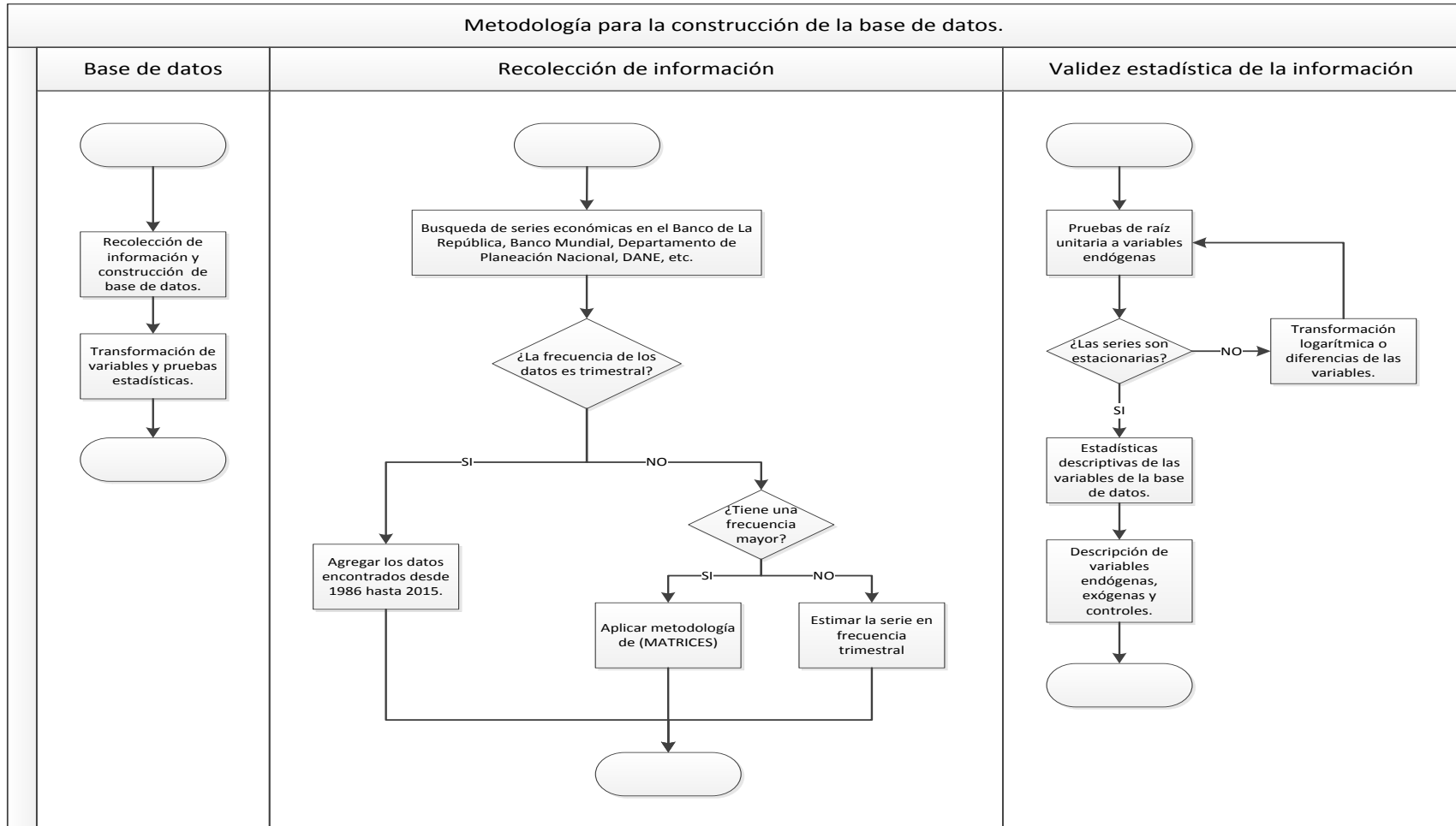
BIBLIOGRAFÍA.

- Acevedo, S. (2014). Debt , Growth and Natural Disasters : A Caribbean Trilogy.
- Albala-bertrand, J. M. (1993). " Natural Disaster Situations and Growth : A Macroeconomic Model for Sudden Disaster Impacts ." Natural Disaster Situations and Growth : A Macroeconomic Model for Sudden Disaster Impacts. *World Development*, (February). [http://doi.org/10.1016/0305-750X\(93\)90122-P](http://doi.org/10.1016/0305-750X(93)90122-P)
- Baak, G. (2016). The economic consequences of natural disasters. *Erasmus University Rotterdam*, (Department of Economics), 53.
- Barone, G., & Mocetti, S. (2014). Natural disasters , growth and institutions : A tale of two earthquakes. *JOURNAL OF URBAN ECONOMICS*, 84, 52–66. <http://doi.org/10.1016/j.jue.2014.09.002>
- Bergholt, D. (2016). Climate-related natural disasters, economic growth, and armed civil conflict. *Journal of Peace Research*. <http://doi.org/10.1177/0022343311426167>
- Cardona, O. D., & Moreno, Á. M. (2011). Efectos de los desastres naturales sobre el crecimiento, el desempleo, la inflación y la distribución del ingreso. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*.
- Cavallo, E., Bank, I. D., Galiani, S., & Pantano, J. (2009). Natural Disasters and Economic Growth.
- Crespo Cuaresma, J., & Houskova, J. (2004). Natural disasters as creative destruction: Evidence from developing countries.
- Cunado, J., & Ferreira, S. (2014). The Macroeconomic Impacts of Natural Disasters : The Case of Floods.
- Feijoo, S. R., & Caro, A. R. (2000). Los métodos de trimestralización sin indicador. un estudio comparativo mediante simulación. *Departamento de Métodos Cuantitativos En Economía Y Gestión*.
- Felbermayr, G., & Gröschl, J. (2014). Naturally negative : The growth effects of natural disasters ☆. *Journal of Development Economics*, 111, 92–106. <http://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2014.07.004>
- Fomby, T. (2009). The Growth Aftermath of Natural Disasters, (July).
- Gallego, J. (2012). Natural Disasters and Clientelism : the Case of Floods and Landslides in Colombia * (Preliminary version).
- Imaizumi, A., Ito, K., & Okazaki, T. (2016). Impact of natural disasters on industrial agglomeration : The case of the Great Kant ō Earthquake in 1923. *YEXEH*. <http://doi.org/10.1016/j.eeh.2015.11.005>

- Kellenberg, D. K., & Mushfiq, A. (2008). Does rising income increase or decrease damage risk from natural disasters ? *Journal of Urban Economics*, *63*, 788–802.
<http://doi.org/10.1016/j.jue.2007.05.003>
- Klomp, J. (2016). Economic development and natural disasters : A satellite data analysis. *Global Environmental Change*, *36*, 67–88.
<http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.11.001>
- Klomp, J., & Valckx, K. (2014). Natural disasters and economic growth : A meta-analysis. *Global Environmental Change*, *26*, 183–195.
<http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.006>
- Lisman, J. H. ., & Sandee, J. (1964). Derivation of Quarterly Figures from Annual Data. *Journal of the Royal Statistical Society*, *13*, 87–90.
- Loayza, N. V, & Olaberri, E. (2012). Natural Disasters and Growth : Going Beyond the Averages. *World Development*, *40*(7), 1317–1336.
<http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.002>
- Noy, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, *88*(2), 221–231. <http://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2008.02.005>
- Raschky, P. A. (2008). Institutions and the losses from natural disasters. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 627–634.
- Schumacher, I., & Strobl, E. (2011). Economic development and losses due to natural disasters : The role of hazard exposure. *Ecological Economics*, *72*, 97–105.
<http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.002>
- Shabnam, N. (2014). Natural Disasters and Economic Growth : A Review, 157–163.
<http://doi.org/10.1007/s13753-014-0022-5>
- UNISDR, E. I. para la R. de D. (EIDR). (2009). 2009 UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Retrieved April 30, 2015, from
http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Uriel, E. (2000). Metodología de cálculo del PIB per cápita trimestral y aplicación a la serie 1989.I - 2000.II, 1–12.

ANEXOS.

ANEXO 1. Metodología para la construcción de la base de datos.



ANEXO 2. Estadísticas descriptivas.

| | CRECIMIENTO | CAGRICOLA | CINDUSTRIAL | CSERVICIOS |
|---------------------|-------------|-----------|-------------|------------|
| Media | 0.0000492 | 0.000217 | -0.000651 | 0.0000685 |
| Mediana | -0.00015 | 0.00295 | -0.002156 | 0.002366 |
| Máximo | 0.0395 | 0.074617 | 0.061262 | 0.037244 |
| Mínimo | -0.0382 | -0.078275 | -0.058661 | -0.032574 |
| Desviación Estándar | 0.014317 | 0.024628 | 0.023009 | 0.013145 |
| Simetría | 0.0679 | 0.02951 | -0.004957 | -0.240463 |
| Curtosis | 3.873629 | 3.976133 | 3.051319 | 3.348137 |
| Jarque-Bera | 3.908346 | 4.781597 | 0.01366 | 1.762447 |
| Valor P | 0.1416820 | 0.0915570 | 0.9931930 | 0.4142760 |
| Observaciones | 120 | 120 | 120 | 120 |

| | INTENSIDAD | | | | OCURRENCIAS | | | |
|---------------------|------------|--------------|----------|-----------|-------------|--------------|----------|----------|
| | ERUPCIONES | INUNDACIONES | SEQUIAS | SISMOS | ERUPCIONES | INUNDACIONES | SEQUIAS | SISMOS |
| Media | -1.079551 | -5.545612 | 2.077312 | -2.480126 | 0.225 | 32.69167 | 1.466667 | 0.525 |
| Mediana | 0 | -5.384977 | 0 | 0 | 0 | 29 | 1 | 0 |
| Máximo | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 82 | 16 | 4 |
| Mínimo | -14.97599 | -12.12656 | -10.1567 | -15.17577 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desviación Estándar | 3.512272 | 1.719562 | 3.416433 | 4.50468 | 0.457661 | 20.75216 | 2.428588 | 0.859573 |
| Simetría | -3.056383 | -0.710537 | 1.126857 | -1.415338 | 1.831825 | 0.376054 | 2.946335 | 1.795768 |
| Curtosis | 10.66398 | 4.847672 | 2.444992 | 3.324321 | 5.48443 | 2.263522 | 14.46324 | 5.8776 |
| Jarque-Bera | 480.5123 | 27.16672 | 26.93632 | 40.58958 | 97.97359 | 5.540327 | 830.6477 | 105.8985 |
| Valor P | 0 | 0.000001 | 0.000001 | 0 | 0 | 0.062652 | 0 | 0 |
| Observaciones | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

| | DESEMPLEO | DEUDA GOBIERNO | INFLACION | FORMACION K.FIJO | PRODUCCION | RECESIONES | TERM. INTERCAMBIO |
|---------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------|------------|------------|----------------------|
| Media | -0.01475 | 0.17125 | 0.03012 | 0.195501 | 4.76475 | 0.225 | 0.006917 |
| Mediana | -0.025 | 0.16 | 0.023531 | 0.193499 | 4.74 | 0 | 0.01 |
| Máximo | 0.35 | 0.51 | 0.089635 | 0.255393 | 5.06 | 1 | 0.3 |
| Mínimo | -0.35 | -0.14 | -0.002025 | 0.132479 | 4.35 | 0 | -0.4 |
| Desviación Estándar | 0.132601 | 0.165461 | 0.025022 | 0.033274 | 0.177475 | 0.419333 | 0.109074 |
| Simetría | 0.207236 | -0.023547 | 0.727791 | -0.035911 | -0.027912 | 1.317106 | -0.510813 |
| Curtosis | 3.293447 | 2.155362 | 2.321272 | 1.729564 | 2.081223 | 2.734767 | 4.687297 |
| Jarque-Bera | 1.289494 | 3.578159 | 12.89695 | 8.095831 | 4.236339 | 35.04708 | 19.45347 |
| Valor P | 0.524795 | 0.167114 | 0.001583 | 0.017459 | 0.120252 | 0 | 0.00006 |
| Observaciones | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

