



Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Trabajo de grado para optar por el título de Economista

Título:

**Desastres Naturales y Educación: Evidencia para Colombia**

Autor:

Sergio Andrés García Bernal

Directora:

Ángela María Fonseca Galvis

Bogotá D.C.

Diciembre, 2021



## **Desastres Naturales y Educación: Evidencia para Colombia**

Autor: Sergio Andrés García Bernal

### **Resumen**

Colombia es un país vulnerable y con alto riesgo de sufrir desastres naturales. Esto genera obstáculos en el desarrollo de la sociedad como limitaciones en acumulación de capital humano. Este trabajo evalúa el impacto de estos eventos sobre la educación en los municipios del país, medido a través de tasas de deserción, reprobación y repitencia. Se realiza el estudio a nivel general y, además, se evalúan efectos heterogéneos por desastres de tipo geológico y climático. Ya que son choques exógenos se emplea un método de diferencia en diferencias con distintas técnicas de asignación de tratamiento para medir el efecto. Solo se encuentra un efecto estadísticamente significativo, e inesperado por su signo, una disminución de 0.31 puntos porcentuales sobre la tasa de repitencia para municipios que han sufrido más desastres geológicos.

*Palabras clave:* educación, desastres naturales, Colombia, diferencia en diferencias

*Clasificación JEL:* I24, Q54

## **Natural Disasters and Education: Evidence for Colombia**

Author: Sergio Andrés García Bernal

### **Abstract**

Colombia is a country that suffers many natural disasters. This creates adversities in the social development such as limitations in the accumulation of human capital. This paper evaluates the impact of these events on the educational process of the municipalities, which is measured through dropout, failure, and repetition rates. The study is carried out at a general level and also, evaluates heterogeneous effects of geological and climatic disasters. Since these are exogenous shocks, a difference-in-differences method is used alongside several treatment assignment techniques to measure the possible effects. There is only one significant effect, and unexpected by its sign, a reduction of 0.31 percentage point in the repetition rate for municipalities that has suffered more geological disasters.

*Key words:* education, natural disasters, Colombia, difference-in-differences

*Clasificación JEL:* I24, Q54

## I. Introducción

Debido al progresivo cambio climático se evidencian más desastres naturales en el planeta. Durante el periodo 1980-1999 se reportaron 4,212, en comparación con los 7,348 de las siguientes dos décadas (2000-2019). Este tipo de eventos impactan de manera significativa a la sociedad, generaron 2.97 billones de dólares en pérdidas económicas, 4.03 mil millones de personas afectadas y, 1.23 millones de muertes en los últimos 20 años alrededor del mundo (CRED & UNISDR, 2020) <sup>1</sup>.

Este trabajo busca responder la pregunta ¿los desastres naturales tienen un efecto sobre el proceso educativo en Colombia? Esta nace de preguntarse cómo las entidades territoriales de Colombia enfrentan los retos creados por los desastres y si es necesaria una mejoría en las políticas públicas para evitar futuras pérdidas de acumulación de capital humano como consecuencia de estos eventos. El objetivo principal de este proyecto es comparar las tasas de deserción, reprobación y repitencia de los municipios que históricamente presentan un mayor riesgo, representado como mayor ocurrencia de distintos tipos de desastres, frente a aquellos en zonas con menos amenazas.

Lo anterior se estima mediante un modelo de diferencia en diferencias con tres técnicas distintas para la asignación del tratamiento, donde se escogen los municipios que han sufrido un número de desastres muy por encima del promedio. Tras hacer las estimaciones solo se encuentra un efecto significativo, una disminución de 0.31 puntos porcentuales sobre la tasa de repitencia para municipios que han sufrido más desastres geológicos en los últimos años. El informe de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) afirma que Colombia está ubicada en una zona con ciertas características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y climáticas que la hacen un territorio altamente susceptible a fenómenos naturales peligrosos (UNGRD, 2018). Entre 1970 y 2011 el país ha sufrido, en promedio, 177 millones de dólares de pérdidas anuales como consecuencia de los desastres. Gran parte del país está sobre la Cordillera de los Andes, conjunto complejo de montañas que dan lugar a una importante actividad sísmica y volcánica, lo que lo hace parte del cinturón de fuego del Pacífico. Además, debido a su ubicación en la zona intertropical, existen dos

---

<sup>1</sup> Este reporte utiliza los datos de EM-DAT (emergency events data base) que registra el desastre natural si el evento cumple con alguna de las siguientes condiciones: diez o más personas muertas, cien o más personas afectadas, declaración de un estado de emergencia, y/o llamado de asistencia internacional. Además, se excluyen desastres de tipo biológico y tecnológico.

fenómenos que afectan de manera considerable el nivel de precipitaciones: El Niño, época de pocas lluvias que se traduce en sequías e incendios forestales y, La Niña, periodo de abundantes lluvias que causa inundaciones y movimientos en masa. Debido a estas condiciones, el 86% de la población está expuesta a una actividad sísmica alta y media, el 31% a una amenaza alta y media por movimientos de masa, y el 28% a un alto potencial de inundación (Banco Mundial; Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, 2012).

Este riesgo ha aumentado como consecuencia del rápido incremento de la población urbana, que pasó de 39% en 1951 a 76% en 2010, lo cual se ha dado de una manera desorganizada y sin un plan de ordenamiento territorial adecuado. Existe una falta de capacidad para cubrir las necesidades básicas de vivienda por parte de los municipios. Lo anterior, acompañado de desplazamiento forzado por la violencia y migración en busca de oportunidades, hace que las familias se ubiquen en zonas precarias y se originen barrios informales con infraestructuras deficitarias (Banco Mundial, 2012).

Estos choques exógenos afectan a la población en varios aspectos. Por un lado, existen efectos directos que están relacionados con el poder disruptivo de los desastres naturales sobre los sistemas socio económico (Baez, de la Fuente, & Santos, 2010) . Algunos de estos pueden ser pérdida de vidas humanas, aumento de discapacidades, destrucción de la infraestructura (escuelas, hospitales, vías, puentes, entre otros), muerte de profesores y personal médico. Por otro lado, se tienen efectos indirectos, a nivel macro como restricciones fiscales y, a nivel micro están los efectos a nivel de hogares como pérdida de ingresos y cambios en el comportamiento representados por reducciones en la inversión hacia capital humano. Este tipo de situaciones puede incentivar a los estudiantes a abandonar sus estudios, o en caso de continuar, pueden presentarse bajas en su rendimiento por la inasistencia o la dificultad para estudiar. Las dificultades para estudiar también pueden generar incentivos para trabajar. En otras palabras, las tasas de deserción, reprobación y repitencia municipal podrían aumentar, y es por esta razón que estas tres serán las variables de interés para este análisis. La finalidad de este estudio es poder identificar si el comportamiento de estos indicadores es distinto para municipios que han sufrido una mayor cantidad de desastres naturales a lo largo de los últimos años.

Como evidencia histórica se tiene el impacto del fenómeno de La Niña 2010-2011, una ola invernal que se caracterizó por intensas lluvias, muy por encima del promedio histórico,

causando un total de 2,219 emergencias entre septiembre de 2010 y mayo de 2011. Estas emergencias listadas en orden de frecuencia fueron: inundaciones, deslizamientos, vendavales, avalanchas, tormentas eléctricas, granizadas y tornados. El alcance de este último ha sido de los más fuertes en los últimos 50 años, afectando al 96% de los municipios de Colombia y donde el sector de educación concentró el 6.9% de los daños frente al total nacional. (BID & CEPAL, 2013). Esta emergencia dejó 3,083 sedes educativas<sup>2</sup> y 13,225 aulas con daños en su infraestructura; siendo Bolívar, Magdalena, Atlántico y Chocó los departamentos más impactados. Lo anterior produjo secuelas como retraso en las jornadas académicas, interrupción de comedores escolares y desarrollo de actividades en locaciones precarias, pues las sedes fueron utilizadas como albergues temporales, lo cual no va en línea con la protección al derecho a la educación (Banco Mundial, 2012). Estos daños en la infraestructura limitaron la prestación del servicio educativo de más de medio millón de niños y jóvenes durante este periodo (MEN, 2014).

Igualmente, es importante preguntarse si las entidades territoriales de Colombia están lo suficientemente preparadas en gestión de riesgos. Se debe asegurar que estos acontecimientos no les quiten oportunidades a los jóvenes para tener un mejor futuro y logren finalizar con éxito sus estudios, por lo menos, a nivel de colegio.

Las investigaciones sobre el tema tienen dos enfoques generales. El primero, toman como referencia un solo desastre natural que ocurrió en un momento del tiempo y analizan el impacto de este evento (Baez et al., 2016; Bustelo et al., 2012; Caruso & Miller, 2015; Di Pietro, 2018; Kim, 2010; Smilde-van Den Doel et al., 2006). El segundo, el cual se aplicará en este trabajo, es utilizar la acumulación de diferentes desastres a lo largo de los años (Alamir & Heidelk, 2020; Bui et al., 2014; Crespo Cuaresma, 2010; Mottaleb et al., 2013; Nguyen & Minh Pham, 2018; Pörtner, 2006; Raddatz, 2009; Rush, 2018; Skidmore & Toya, 2002) . La ventaja principal de este último enfoque es la posibilidad de categorizar los desastres en distintos grupos y de esta manera encontrar efectos heterogéneos de acuerdo con la naturaleza del evento.

---

<sup>2</sup> Por sede se entiende como toda instalación física de un establecimiento educativo identificada con dirección diferente. Una o varias sedes conforman una institución educativa o centro educativo (BID & CEPAL, 2013).

La literatura que abarca esta problemática normalmente clasifica los desastres en dos grupos: geológicos y climáticos (Alamir & Heidelk, 2020; Crespo Cuaresma, 2010; Raddatz, 2009; Skidmore & Toya, 2002). Los climáticos incluyen desastres como inundaciones, sequías, incendios forestales, tormentas y tornados; mientras que los geológicos, actividad volcánica, sismos, movimientos de masa, deslizamientos y avalanchas (Crespo Cuaresma, 2010). Se argumenta que los efectos de cada uno en las decisiones económicas pueden ser diferentes. Los relacionados con el clima tienden a ser más frecuentes y se dan durante una época particular del año, por ende, son más fáciles de predecir y de prevenir su riesgo. En cambio, los geológicos son menos frecuentes y se caracterizan por su imprevisibilidad (Skidmore & Toya, 2002).

Adicionalmente, para el caso colombiano solo se encontró evidencia de un estudio utilizando el primer enfoque (Bustelo et al., 2012), en donde se analiza el impacto del terremoto de Armenia de 1999 sobre la nutrición infantil y la escolaridad. A partir de lo anterior, para mi conocimiento, este trabajo contribuye a la literatura pues no se ha analizado en Colombia desde una perspectiva de distintos tipos de desastres en un periodo de varios años.

## **II. Revisión de la Literatura**

El impacto de los desastres naturales sobre la educación ha sido tema de diversos estudios. Alamir & Heidelk (2020) hacen un análisis para México implementando un modelo de diferencia en diferencias, el cual se tomará como guía para esta investigación. Ellos estudian cómo los diferentes tipos de desastres afectan la finalización de estudios de secundaria. Encuentran efectos negativos, siendo el desastre climático el más significativo, reduciendo en un 40% la tasa de crecimiento de asistencia escolar. De manera similar al estudio anterior, Crespo Cuaresma (2010) hace uso de la misma distinción entre desastre geológico y climático usando datos de más de 80 países. Halla que los desastres geológicos son un determinante para explicar las diferencias en la matrícula de secundaria entre los países, mientras que no se encuentran resultados robustos para desastres climáticos o cuando se analizan ambos en conjunto. Skidmore y Toya (2002) y Raddatz (2009) emplean esta misma clasificación de emergencias, sin embargo, su objetivo es medir el impacto sobre el crecimiento económico y su costo a largo plazo.

Otra manera de medir los desastres es tomando, en lugar de categorías amplias como geológicos y climáticos, tipos de eventos específicos que pertenecen a una de estas dos clases, como es el caso de sequías o huracanes, que son desastres causados por fenómenos del clima. Esto lo hace Nguyen y Minh Pham (2018), quienes evalúan el efecto de inundaciones, sequías y, heladas y granizadas sobre la educación y la habilidad cognitiva. Concluyen que las inundaciones tienen un impacto negativo más grande que los otros dos eventos. De igual forma, encuentran que la exposición a inundaciones disminuye el número promedio de grados completados por niños en Etiopía, India y Vietnam en 3.4, 3.8 y 1.8 por ciento, respectivamente. Pörtner (2006) hace algo similar para Guatemala, pero solo se enfoca en los huracanes, construye un indicador de riesgo de huracanes basado en datos históricos de 120 años y obtiene resultados fascinantes, como por ejemplo que un aumento de un punto porcentual en este riesgo aumenta los años de educación tanto para personas que poseen tierras como para aquellas que no. Sin embargo, afirma que es difícil brindar una explicación clara que sea consistente con todos los resultados.

Algunos estudios también tienen en cuenta desastres específicos pero miden el impacto sobre otro tipo de variables como el consumo e ingreso de los hogares (Bui et al., 2014; Masozera et al., 2007; Mottaleb et al., 2013). Bui et al. (2014) analizan cómo se afectan los hogares en Vietnam cuando han estado expuestos a inundaciones, tormentas, sequías, deslizamientos de tierra, escarcha y climas extremos. Estos últimos no discriminan por tipo de desastre, sino que construyen una dummy que toma el valor de 1 si el hogar ha estado expuesto y 0 de lo contrario. Mottaleb et al. (2013) implementan una metodología muy parecida para el caso de Bangladesh, también usando una variable dicotómica, sin embargo, solo estudian un tipo de desastres, los ciclones.

Rush (2018) estudia el efecto de los desastres naturales en la matrícula escolar de Indonesia. Si bien utiliza varios tipos de desastres, no discrimina por cada uno sino por el tipo de daño que causa como: muertes, desaparecidos, cultivos dañados, viviendas destruidas, centros educativos afectados, entre otros. Lo interesante es que para algunos daños como muertes y destrucción de viviendas se encuentra un impacto negativo sobre la matrícula, mientras que, para otros como daños a cultivos, uno positivo. Explican que este resultado se debe a la manera en la cual los diferentes daños, causados por desastres, atraen ayuda. Si una gran



proporción de la población se ve afectada, esto atraerá un apoyo económico lo suficientemente importante para destinar a los diferentes sectores, incluido el educativo.

Como se mencionaba anteriormente, otro enfoque que se ha usado es solo observar el impacto de un solo desastre, normalmente un evento mucho más catastrófico. Bustelo et al. (2012) estudian el caso colombiano con el terremoto de 1999 en el Eje Cafetero. Encuentran un impacto negativo tanto en nutrición como en escolaridad en los departamentos más afectados, sobre todo en Quindío. Kim (2010) analiza tres eventos distintos: sequía en Camerún de 1990, sequía en Burkina Faso de 1998 e incendio forestal de 1996 en Mongolia. Concluye que en los 3 escenarios se reduce la probabilidad de terminar la primaria y/o secundaria al ser afectado por el desastre. A diferencia de la mayoría de la literatura, Di Pietro (2018) mide el efecto sobre la educación superior. Él toma el terremoto que ocurrió en la ciudad italiana de L'Aquila en 2009, y, encuentra que este evento aumentó la probabilidad de deserción universitaria durante el año del desastre, además de reducir la probabilidad de graduarse a tiempo entre 4.7 y 6.6 puntos porcentuales.

### **III. Datos y estadísticas descriptivas**

#### **Datos Desastres Naturales**

Se utilizará como fuente de datos para los desastres naturales el consolidado de reportes anuales de emergencias realizado por la UNGRD (UNGRD, 2016), de los cuales se tiene disponibilidad desde el año 1998 hasta el 2020, sin embargo, se tomará el periodo 2008-2018 dada la limitación de información de las otras fuentes de datos descritas a continuación. Estos reportes incluyen información detallada de cada evento, indican la fecha, el departamento, el municipio; datos sobre la afectación y el apoyo recibido; además de comentarios<sup>3</sup> que describen cada emergencia.

Es importante resaltar que la base de datos recientemente descrita presenta ciertos inconvenientes pues es posible que para los primeros años no se hayan registrado la totalidad de los eventos, y adicionalmente, la descripción y categorización de cada uno en muchas ocasiones no es clara ni comparable.

---

<sup>3</sup> Inicialmente hay más de 40 diferentes tipos de eventos entre desastres geológicos, climáticos, biológicos y tecnológicos. Con los años se les ha cambiado de nombre, se agregan nuevos y fue necesario homogeneizar las categorías con la ayuda de los comentarios y observaciones.

Siguiendo la línea de investigaciones descritas anteriormente, solo se tendrán en cuenta los desastres geológicos y climáticos. Se omiten los de tipo tecnológico como accidentes de transporte, derrame de químicos o explosiones, y tampoco se incluyen los biológicos como plagas o epidemia pues ocurren con muy poca frecuencia, obsérvese en la Tabla 1 que en 10 años solo se vio 1 evento.

Se toma esta elección, ya que el interés central son las variables de educación y, es probable que este tipo de eventos no tengan una influencia directa en el proceso educativo de los habitantes del municipio donde ocurre la emergencia, por ejemplo, un accidente aéreo. Asimismo, se prescinde de estos sucesos pues, en su mayoría, son provocados por errores humanos y se deben gestionar con políticas públicas distintas a la prevención de otros riesgos asociados con fenómenos naturales. Obsérvese en la Tabla 1 que las categorías de interés representan aproximadamente el 87% del total de observaciones, siendo el climático el más frecuente, tendencia esperada pues ocurren en épocas determinadas y predecibles, en comparación a los geológicos que son más difíciles de prevenir (Skidmore & Toya, 2002).

**Tabla 1. Distribución tipos de desastres naturales (2008-2018)**

Tipo de desastre	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
<b>Geológico</b>	5,276	15.89	15.89
<b>Climático</b>	23,645	71.21	87.10
<b>Biológico</b>	1	0.00	87.11
<b>Tecnológico</b>	4,281	12.89	100
<b>Total</b>	33,203		

### Datos Educación

Existen diversas fuentes de datos para temas relacionados con la educación. Para esta investigación se hará un énfasis especial en variables que den indicios del proceso educativo más que de resultados<sup>4</sup>. Se utilizarán los datos abiertos proporcionados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). En este caso particular, las estadísticas sectoriales en educación

---

<sup>4</sup> No sería muy adecuado usar datos de pruebas estandarizadas que se aplican en el último año escolar, ICFES Saber 11 en el caso de Colombia, pues se está dejando de lado a todos aquellos que ni siquiera llegaron a presentar el examen.

preescolar, básica y media por municipio (MEN, 2015) que contienen variables como tamaño del grupo, sedes conectadas a internet y tasas de cobertura, matriculación, deserción, aprobación, reprobación y repitencia. Lo interesante es que la mayoría de estas cifras están tanto a nivel municipal como discriminadas por nivel educativo (transición, primaria, secundaria y media). Como se explicó en la sección de Introducción, me centraré en tres aspectos: la deserción, la reprobación y la repitencia. De esta manera se podrá determinar si existe un efecto significativo de los desastres sobre el proceso educativo. La tasa de deserción se define como la proporción de alumnos matriculados que por factores culturales, coyunturales o de prestación del servicio educativo, abandonan sus estudios durante el año lectivo; la tasa de reprobación es el porcentaje de alumnos del sector oficial que reprueban de acuerdo con los planes y programas de estudio vigentes; y la tasa de repitencia corresponde al porcentaje de alumnos matriculados en un año escolar del sector oficial que se encuentran repitiendo el mismo grado cursado el año anterior.

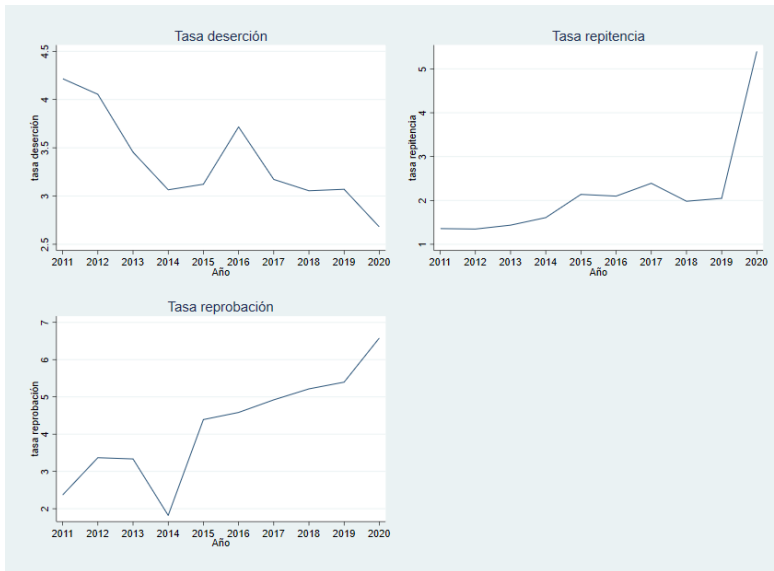
En la Figura 1 se evidencia la tendencia de estos indicadores a lo largo de los años, es llamativo ver que ninguna de las tres variables presenta comportamiento similar. La gráfica se realiza a nivel nacional y puede que esto no permita ver movimientos internos, por esta razón, y como insumo adicional para explicar esta serie, se incluyen gráficos a nivel regional en la Figura 2. En esta última se puede observar que para las tasas de repitencia y reprobación el comportamiento en cada una de las cinco regiones es altamente similar, sin embargo, para el caso de la deserción sí se presentan algunas diferencias notorias. La región del Amazonas y del Orinoco presentan tasas de deserción relativamente mayores a las demás regiones. Se tiene un panel balanceado de los 1,122 municipios del país con datos disponibles de los años 2011 a 2020, en una primera instancia se omite este último año pues debido a la llegada de la pandemia por Covid 19 lo cual dificulta la estimación. Siendo así, se obtienen finalmente un total de 10,098 observaciones.

### **Datos Municipios**

Debido a la metodología empleada, detallada a continuación, es necesario implementar una serie de controles en la regresión para evitar problemas de endogeneidad como variables relevantes omitidas que produzcan algún tipo de sesgo. Estas variables se obtienen del Panel Municipal del Centro de Estudios sobre el Desarrollo Económico (CEDE) construido por la

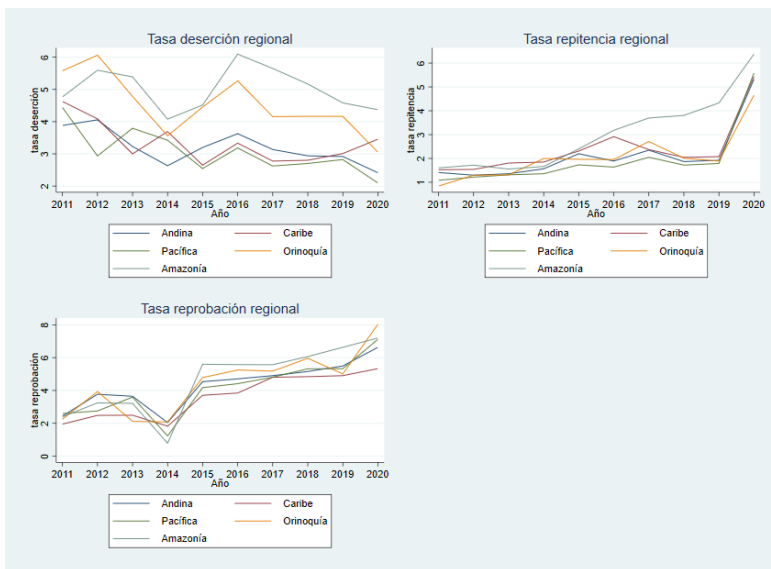
Universidad de los Andes, este cuenta con información municipal de temas de agricultura, buen gobierno, características generales, conflicto y violencia, educación, y salud. Contiene datos desde 1993 hasta 2019, sin embargo, no hay disponibilidad completa de todas las variables para todos los años y, por esta razón, se tomará 2018 como año más reciente de referencia.

**Figura 1. Tendencias variables de educación**



Fuente: Cálculos del autor basados en Estadísticas del MEN.

**Figura 2. Tendencias variables de educación por región**



Fuente: Cálculos del autor basados en Estadísticas del MEN.

**Tabla 2. Diferencia de medias**

	Controles	Tratados			
No. Municipios	1,724	450			
	Media	Media	Diferencia	t	Valor-p
Índice Ruralidad	0.48	0.58	-0.11	8.5	0.00
Dummy 1: Región Caribe	0.08	0.2	-0.12	6.18	0.00
Dummy 1: Región Pacífica	0.11	0.18	-0.07	3.53	0.00
Dummy 1: Región Orinoquía	0.08	0.05	0.04	-3.18	0.00
Dummy 1: Región Amazonía	0.02	0.04	-0.02	2.12	0.03
Distancia a la capital del departamento	64.68	84.76	-20.09	6.43	0.00
Total establecimientos educativos	104.6	39.49	65.11	-11.4	0.00
Total acciones subversivas	0.06	0.08	-0.03	1.00	0.32
Población en edad teórica de estudiar	25370.94	4777.27	20593.67	-8.50	0
Total docentes	1193.73	211.49	982.24	-8.44	0
Fuente: Cálculos del autor. Se tienen en cuenta solo los años 2013 y 2018. Asignación de grupos tratados y control basada en la segunda técnica de superación del percentil 80 descrita en la sección de Metodología. Población en edad teórica de estudiar corresponde al rango de 5 a 16 años. Índice de ruralidad = Población rural/Población total. Distancia a la capital del departamento medida en kilómetros.					

#### IV. Metodología

Este trabajo utilizará un modelo de diferencia en diferencias para estimar el efecto causal de los desastres naturales sobre la educación en los diferentes municipios de Colombia. Aprovechando las variaciones en espacio, tiempo e intensidad de los choques exógenos, provocados por los desastres en cada municipio, se construye un indicador de medición de desastres, similar al estudio realizado sobre México de Alamir & Heidelk (2020) mencionado anteriormente. Para lo anterior se usará la siguiente ecuación:

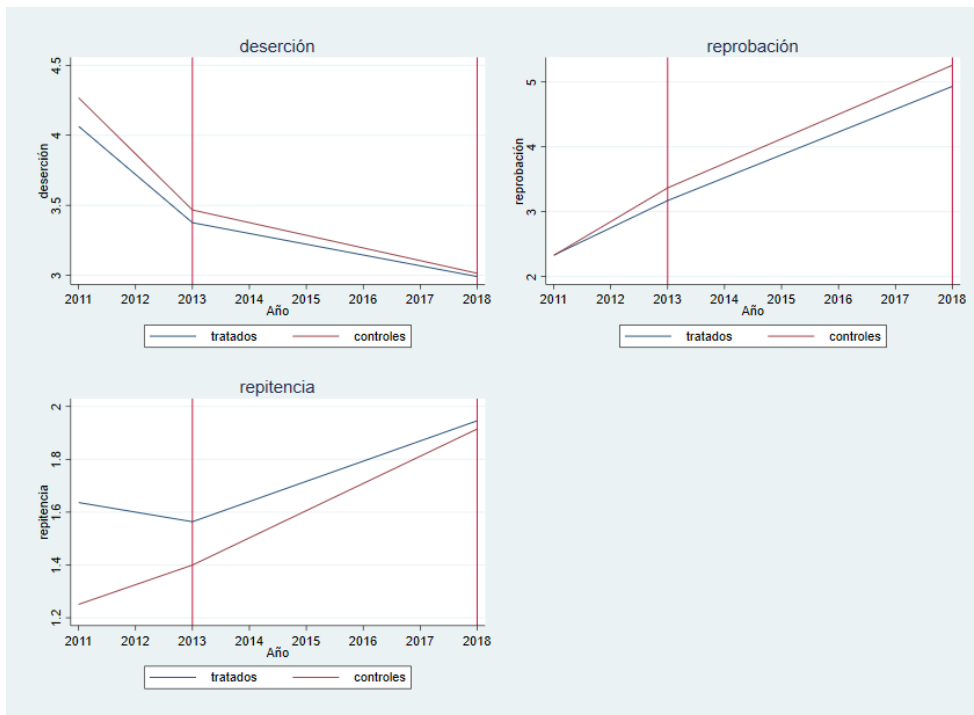
$$Y_{mdt} = \beta_0 + \beta_1 2018_t + \beta_2 Desastre_m + \delta(Desastre_m \times 2018_t) + \theta X_{mdt} + \alpha_d + \gamma_m + \varepsilon_{mdt}$$

En donde  $Y_{mdt}$  es la tasa de deserción, reprobación o repitencia para el municipio  $m$ , en el departamento  $d$  durante el año  $t$ .  $2018_t$  es una variable dummy que toma el valor de 1 si la observación corresponde al año 2018 y, 0 de lo contrario.  $X_{mdt}$  son una serie de controles que varían en el tiempo como porcentaje de población rural, número de acciones violentas

cometidas por grupos subversivos, población en edad teórica de estudiar, total de establecimientos educativos total de docentes;  $\alpha_d$  denota efectos fijos de departamento como dummies de región;  $\gamma_m$  indica efectos fijos de municipio como distancia a la capital del departamento; y  $\varepsilon_{m dt}$  es el error idiosincrático. Por último,  $\delta$  es el coeficiente de interés, el cual mide el efecto promedio del tratamiento (ATE por sus siglas en inglés), es decir, el impacto sobre la educación para aquellos municipios que sufrieron más desastres naturales en los últimos cinco años comparado con aquellos que sufrieron menos.

Esta estrategia de identificación funciona bajo el supuesto de tendencias paralelas, donde se asume que el grupo de tratamiento y de control habrían tenido tasas de deserción, reprobación y repitencia similares ante la ausencia del tratamiento. A partir de la Figura 3 se puede concluir que, para deserción y reprobación, ambos grupos tenían un comportamiento similar antes del tratamiento, se evidencia que tienen pendientes muy similares. Sin embargo, para el caso de la repitencia, cabe resaltar que, mientras el grupo de tratados sufrió una baja entre el 2011 y el 2013, el grupo de control presentó un aumento.

**Figura 3. Tendencias Paralelas**



Fuente: Cálculos del autor.

$Desastre_m$  es la variable tratamiento, una dummy indicador de desastres naturales igual a 1 si el municipio  $m$  ha sufrido más desastres de lo habitual en los últimos años, esto se medirá de distintas maneras a modo de prueba de robustez para corroborar los resultados y demostrar que no dependen de la perspectiva de medición. En primer lugar, se asignan como tratados a aquellos municipios cuya realización anual promedio de desastres durante el periodo 2013-2017 excede la media anual departamental del periodo 2008-2012<sup>5</sup>.

Para la segunda y tercera técnica de asignación de tratamiento se tendrán en cuenta las observaciones de valores extremos. Como se evidencia en la Figura 4 hay bastantes datos atípicos en todas las regiones, esto se debe a que en ciertos municipios ocurre una gran cantidad de desastres que supera de manera importante el promedio regional, por ejemplo, el municipio de Yopal tuvo un promedio anual de 50 desastres naturales en el periodo 2013-2017, mientras que su departamento, Casanare, tuvo solamente una media de 11 en los 5 años anteriores. Lo anterior puede generar un problema en la estimación de diferencia en diferencias pues todos los municipios no serían igual de comparables y ciertas observaciones pueden estar sesgando los resultados. Para solucionar este inconveniente se hace uso de la técnica de *Trimming* en donde se eliminaron las observaciones cuyo promedio municipal superara el percentil 99 de dicha distribución<sup>6</sup>. En la figura 5 es posible observar el cambio en la distribución de este promedio tras implementar dicha transformación. Este método permite obtener una distribución con menor varianza, asimetría y curtosis (véase Tabla 3).

**Tabla 3. Distribución media anual municipal de desastres 2013-2017**

	Sin trimming	Con trimming
<b>Varianza</b>	20.52	12.13
<b>Asimetría</b>	4.09	2.28
<b>Curtosis</b>	29.62	9.55

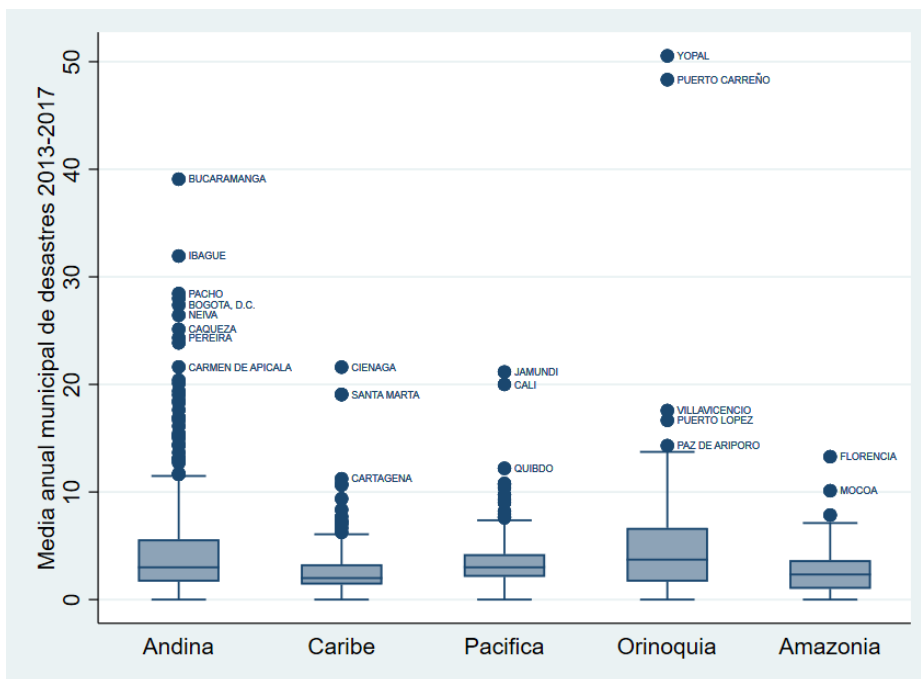
Dando continuidad a la asignación del tratamiento, se tomará como municipio tratado aquel cuya media de desastres se encuentre por encima del percentil 80, para la segunda técnica, y

<sup>5</sup> Alamir & Heidelk (2020) proponen como umbral superar la media departamental más dos desviaciones estándar, sin embargo, en este trabajo este método implica tener 99.11% de municipios en el grupo control. Si se usa una sola desviación estándar la distribución se reduce a 97.35%, lo cual sigue siendo muy alto para los objetivos de investigación y por esta razón se establece solo como una comparación de medias.

<sup>6</sup> Con este procedimiento se descartaron 10 municipios de 9 departamentos distintos: Pereira, Cáqueza, Neiva, Bogotá, Armenia, Pacho, Ibagué, Bucaramanga, Puerto Carreño y Yopal.

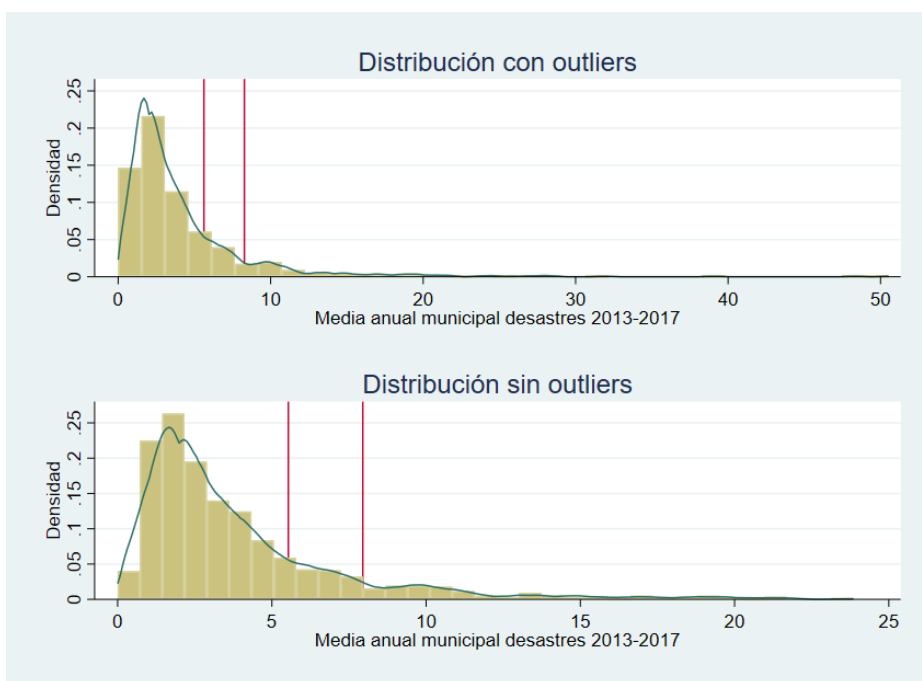
percentil 90, para la tercera. Obsérvese en la figura 5, las líneas rojas indican estos percentiles de referencia. Además, si un municipio no aparece en la base de datos de emergencias, se hace el supuesto de que no sufrió desastres en ese periodo y, por ende, se asigna como control. Se comparan los datos de educación del año 2013 con los del 2018, periodos pre y post tratamiento, respectivamente. Se toman estos años en particular pues, como se explicó en la sección III, 2018 es el año más reciente con la información de interés; y 2013 porque de esta manera se puede construir una comparación de periodos de 5 años, siguiendo lo planteado por Alamir & Heidelk (2020). En este caso, se asume un municipio como tratado si su promedio anual de desastres supera el umbral descrito anteriormente. Se analiza de esta manera para medir el efecto acumulativo de estos eventos sobre la comunidad, pues no es lo mismo vivir en zonas donde continuamente ocurren emergencias que en zonas relativamente más seguras.

**Figura 4. Diagrama de Caja para la media anual municipal de desastres 2013-2017**



Fuente: Cálculos del autor.



**Figura 5. Histograma media anual municipal de desastres 2013-2017**

Fuente: Cálculos del autor basados.

Adicionalmente, se hace el mismo análisis anterior, pero discriminando por tipo de desastre, climático y geológico, pues como se explicó anteriormente, cada uno de ellos puede tener un efecto distinto, por lo tanto, es relevante evaluar el impacto de cada uno de estos por separado.

## V. Resultados

En esta sección se presentan los resultados generales utilizando la metodología descrita anteriormente. La Tabla 4 reporta las estimaciones del efecto de los desastres sobre las tasas de deserción, reprobación y repitencia de los distintos municipios de Colombia. Es importante resaltar que ninguno de los nueve coeficientes es estadísticamente significativo ni tampoco se mantiene una tendencia en cuanto al signo. Las columnas 1, 4 y 7 presentan los resultados tras aplicar la primera técnica de asignación de tratamiento (superación de la media departamental), y allí se ve un impacto esperado positivo para deserción, pero negativo para reprobación y repitencia. Se encuentra que vivir en un municipio propenso a sufrir desastres naturales aumenta la proporción de alumnos que abandonan sus estudios en 0.075 puntos porcentuales, un resultado que es poco significativo en términos económicos dada la

distribución de la variable de deserción cuya media y desviación estándar son 3.43 y 2.10, respectivamente. El coeficiente de mayor magnitud es un efecto negativo de 0.148 puntos porcentuales sobre la reprobación, incluso este sigue siendo poco relevante para el análisis. Las columnas 2, 5 y 8 utilizan el método del percentil 80 y cabe resaltar que entrega resultados bastante diferentes a los de la primera técnica, tanto en magnitud como en signo. Esto último llama la atención pues unas tres cuartas partes de los municipios utilizados coinciden para ambas técnicas<sup>7</sup>. Finalmente, para el método del percentil 90 (columnas 3, 6 y 9) se encuentra un efecto positivo para deserción y repitencia, pero negativo para reprobación, siendo los tres poco relevantes.

**Tabla 4. Estimaciones efecto de los desastres sobre las variables de educación.**

	Deserción			Reprobación			Repitencia		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>Desastre<sub>d</sub></i> × Año 2018	0.075 (0.127)			-0.135 (0.260)			-0.129 (0.132)		
<i>Desastre<sub>80</sub></i> × Año 2018		-0.012 (0.119)			0.069 (0.262)			-0.148 (0.133)	
<i>Desastre<sub>90</sub></i> × Año 2018			0.100 (0.141)			-0.051 (0.329)			0.001 (0.179)
Constante	3.779* ** (0.167)	3.754* ** (0.165)	3.697* ** (0.165)	5.012* ** (0.307)	5.060* ** (0.304)	4.899* ** (0.302)	1.352* ** (0.140)	1.359* ** (0.141)	1.364* ** (0.143)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,112	2,173	2,173	2,112	2,173	2,173	2,112	2,173	2,173
R-cuadrado	0.125	0.114	0.112	0.090	0.088	0.085	0.036	0.041	0.041

Notas: Regresiones por MCO con errores estándar robustos y agrupados a nivel de municipio. Errores estándar en paréntesis. \* p<0.1 \*\* p<0.05 \*\*\* p<0.01. Los controles corresponden a efectos fijos de región, distancia a la capital del departamento, índice de ruralidad, total acciones subversivas, total de establecimientos educativos, población en edad teórica de estudiar (5 a 16 años), total docentes. *Desastre<sub>d</sub>*, *Desastre<sub>80</sub>* y *Desastre<sub>90</sub>* se refieren a la dummy de tratamiento utilizando cada una de las técnicas explicadas en la sección de metodología (superación media departamental, percentil 80 y percentil 90 respectivamente).

<sup>7</sup> El 72.44% de los municipios asignados como tratados con la técnica del percentil 80, también son asignados como tratados en la técnica de superación de media departamental.

Las tablas 5 y 6 presentan las estimaciones del efecto de los desastres climáticos y geológicos, respectivamente, sobre las tres variables de educación. Similar a la Tabla 3, la mayoría de los coeficientes no son estadísticamente significativos a excepción de uno. Sin embargo, en la Tabla 5 se observa por única vez una coherencia en signos para las estimaciones de la variable deserción utilizando las tres técnicas de asignación de tratamiento. Lo cual es lo que se esperaba pues teóricamente se esperaba un efecto positivo, entre mayor cantidad de desastres sufre el municipio más dificultades tendrá para estudiar, se reducirá el desempeño, habrá incentivos para dedicarse a laborar y esto generaría mayores tasas de deserción.

**Tabla 5. Estimaciones efecto de los desastres climáticos sobre las variables de educación.**

	Deserción			Reprobación			Repitencia		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>Climático<sub>a</sub></i> × Año 2018	0.084 (0.128)			-0.323 (0.264)			0.044 (0.135)		
<i>Climático<sub>80</sub></i> × Año 2018		0.066 (0.116)			0.020 (0.263)			-0.115 (0.133)	
<i>Climático<sub>90</sub></i> × Año 2018			0.065 (0.141)			-0.079 (0.332)			0.001 (0.182)
Constante	3.697*** (0.170)	3.723*** (0.169)	3.639*** (0.168)	4.860*** (0.317)	4.957*** (0.314)	4.832*** (0.311)	1.326*** (0.142)	1.332*** (0.143)	1.311*** (0.143)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,082	2,173	2,173	2,082	2,173	2,173	2,082	2,173	2,173
R-cuadrado	0.122	0.115	0.112	0.089	0.088	0.085	0.035	0.040	0.041

Notas: Regresiones por MCO con errores estándar robustos y agrupados a nivel de municipio. Errores estándar en paréntesis.

\* p<0.1 \*\* p<0.05 \*\*\* p<0.01. Los controles corresponden a efectos fijos de región, distancia a la capital del departamento, índice de ruralidad, total acciones subversivas, total de establecimientos educativos, población en edad teórica de estudiar (5 a 16 años), total docentes. *Climático<sub>a</sub>*, *Climático<sub>80</sub>* y *Climático<sub>90</sub>* se refieren a la dummy de tratamiento utilizando cada una de las técnicas explicadas en la sección de metodología (superación media departamental, percentil 80 y percentil 90 respectivamente).

Cabe resaltar que en las Tablas 4 y 5 el efecto más grande es de -0.323 puntos porcentuales en reprobación, para desastres climáticos utilizando la técnica de la superación de la media departamental. Por el contrario, en la Tabla 6 se observan coeficientes de mayor magnitud.

Por ejemplo, un aumento de 0.348 puntos porcentuales en tasa de reprobación como consecuencia de la presencia de desastres geológicos (bajo la técnica de percentil 80). Esto es lógico pues los coeficientes más grandes de cada modelo corresponden a la primera fila, técnica que como se explicó en la sección de Metodología, posee los valores atípicos, mientras que en las dos técnicas de percentiles estos se estimaron y por ende se espera un sesgo menor.

En la columna 9 de la Tabla 6 se encuentra el único coeficiente estadísticamente significativo entre todas las especificaciones. Como resultado de la técnica de asignación de tratamiento a partir del percentil 90, se encuentra que aquellos municipios que han sufrido más desastres de tipo geológico en los últimos años presentan una reducción de 0.306 puntos porcentuales en su tasa de repitencia. Este resultado es opuesto a lo que se espera desde la teoría y es importante preguntarse su mecanismo transmisión y la posible explicación.

**Tabla 6. Estimaciones efecto de los desastres geológicos sobre las variables de educación.**

	Deserción			Reprobación			Repitencia		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>Geológico<sub>d</sub></i> × Año 2018	-0.130 (0.135)			-0.270 (0.270)			-0.173 (0.163)		
<i>Geológico<sub>80</sub></i> × Año 2018		-0.147 (0.133)			0.348 (0.264)			-0.051 (0.143)	
<i>Geológico<sub>90</sub></i> × Año 2018			-0.060 (0.153)			0.160 (0.326)			-0.306* (0.159)
Constante	3.712*** (0.166)	3.606*** (0.169)	3.645*** (0.167)	4.968*** (0.311)	4.886*** (0.320)	4.876*** (0.312)	1.294*** (0.148)	1.331*** (0.152)	1.331*** (0.149)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	1,226	2,173	2,173	1,226	2,173	2,173	1,226	2,173	2,173
R-cuadrado	0.113	0.113	0.113	0.120	0.084	0.084	0.044	0.044	0.044

Notas: Regresiones por MCO con errores estándar robustos y agrupados a nivel de municipio. Errores estándar en paréntesis.

\*  $p < 0.1$  \*\*  $p < 0.05$  \*\*\*  $p < 0.01$ . Los controles corresponden a efectos fijos de región, distancia a la capital del departamento, índice de ruralidad, total acciones subversivas, total de establecimientos educativos, población en edad teórica de estudiar (5 a 16 años), total docentes. *Geológico<sub>d</sub>*, *Geológico<sub>80</sub>* y *Geológico<sub>90</sub>* se refieren a la dummy de tratamiento utilizando cada una de las técnicas explicadas en la sección de metodología (superación media departamental, percentil 80 y percentil 90 respectivamente).

Según los resultados anteriores, no se encontró evidencia de un efecto de los desastres naturales sobre el proceso educativo en los municipios de Colombia, ni de manera general ni por efectos heterogéneos entre climáticos y geológicos. Lo anterior sujeto al modelo en estudio y a la fuente de datos. A propósito de lo anterior, es importante resaltar que el reporte de emergencias de UNGRD no contiene de manera explícita la cantidad de eventos por municipios, este trabajo fue fruto de una importante limpieza y procesamiento de datos, es posible que con datos oficiales más específicos sobre desastres naturales se encuentre un efecto mucho más directo y comparable.

### **VI. Conclusiones**

Este proyecto mide el impacto de la acumulación de desastres naturales a través de los años sobre las tasas de deserción, reprobación y repitencia escolar en los municipios de Colombia. Con este fin se plantea un modelo de diferencia en diferencias utilizando distintas metodologías para asignar el grupo tratamiento.

Los resultados hallados nos indican que no hay un efecto significativo en el modelo general, y para efectos heterogéneos solo se encuentra un resultado no esperado, una reducción de 0.306 puntos porcentuales en la tasa de repitencia ante la presencia de desastres geológicos. En principio se esperaba un coeficiente positivo, sin embargo, como se vio en la sección de Metodología, la variable de repitencia era la única que no cumplía con el supuesto de tendencias paralelas, y adicionalmente, la única de las 3 cuya tendencia en el grupo de tratados estaba por encima de la de los controles.

Se abre el debate a esta pregunta de investigación, la cual (a mi conocimiento) es inédita para el caso colombiano. Podría ser interesante medir el efecto de manera regional o tomando datos específicos de algún tipo de desastre, por ejemplo, inundación que representa el 61.63% de los eventos evaluados en este trabajo.

También se debe tener en cuenta que la fuente de datos de desastres naturales no es un reporte oficial de este tema, allí se informa cada emergencia del país y luego de un proceso de limpieza se llegó a la base con la cual se hicieron las estimaciones. Sería interesante que alguna entidad gubernamental se encargue de consolidar esta información y de esta manera

poder hacer un gran aporte al ámbito académico y permitir la evaluación de impacto no solo en educación sino en muchos otros temas. Finalmente, otro aspecto importante a evaluar es el efecto de la ayuda nacional e internacional, pues en la mayoría de las emergencias esta es la solución principal para recuperarse rápidamente del evento. Algunos municipios no han recibido la ayuda adecuada y esto genera limitaciones en las familias, imposibilidad de generar recursos y obstrucciones en el proceso educativo de los niños y jóvenes.

## VII. Referencias

- Alamir, A., & Heidelk, T. (2020). Natural Disasters and Education. *Working Papers ECARES*, 5.
- Baez, J. E., Lucchetti, L., Genoni, M. E., & Salazar, M. (2016). Gone with the Storm: Rainfall Shocks and Household Wellbeing in Guatemala. *Journal of Development Studies*, 53(8), 1253–1271. <https://doi.org/10.1080/00220388.2016.1224853>
- Baez, J., de la Fuente, A., & Santos, I. (Septiembre de 2010). Do natural disasters affect human capital? An assessment based on existing empirical evidence. *IZA DP*(5164).
- Banco Mundial; Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Un aporte para la construcción de políticas públicas*. <http://hdl.handle.net/20.500.11762/18426>
- BID, & CEPAL. (2013). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011*.
- Bui, A. T., Dungey, M., Nguyen, C. V., & Pham, T. P. (2014). The impact of natural disasters on household income, expenditure, poverty and inequality: evidence from Vietnam. *Applied Economics*, 46(15), 1751–1766. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.884706>

- Bustelo, M., Arends-Kuenning, M., & Lucchetti, L. (2012). Persistent impact of natural disasters on child nutrition and schooling: Evidence from the 1999 Colombian earthquake. *IZA Discussion Paper, 6354*.  
<https://www.iza.org/publications/dp/6354/persistent-impact-of-natural-disasters-on-child-nutrition-and-schooling-evidence-from-the-1999-colombian-earthquake>
- Caruso, G., & Miller, S. (2015). Long run effects and intergenerational transmission of natural disasters: A case study on the 1970 Ancash Earthquake. *Journal of Development Economics, 117*, 134–150.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2015.07.012>
- CRED, & UNISDR. (2020). *An overview of the last 20 years*. 1–28.  
[https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Human Cost of Disasters 2000-2019 Report - UN Office for Disaster Risk Reduction.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Human%20Cost%20of%20Disasters%202000-2019%20Report%20-%20UN%20Office%20for%20Disaster%20Risk%20Reduction.pdf)
- Crespo Cuaresma, J. (2010). Natural disasters and human capital accumulation. *World Bank Economic Review, 24*(2), 280–302. <https://doi.org/10.1093/wber/lhq008>
- Di Pietro, G. (2018). The academic impact of natural disasters: evidence from L'Aquila earthquake. *Education Economics, 26*(1), 62–77.  
<https://doi.org/10.1080/09645292.2017.1394984>
- Kim, N. (2010). Impact of Extreme Climate Events on Educational Attainment : Evidence from Cross Section Data and Welfare Projection. *Risk, Shocks, and Human Development, 185–206*. [https://doi.org/10.1057/9780230274129\\_8](https://doi.org/10.1057/9780230274129_8)
- Masozera, M., Bailey, M., & Kerchner, C. (2007). Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans. *Ecological Economics, 63*(2–3), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.013>
- MEN. (2014). *Guía N° 57: “550 mil niños estudiantes vuelven al aula”*. *Experiencias significativas del MEN durante el fenómeno de la niña 2010-2011*.  
[https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-347132.html?\\_noredirect=1](https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-347132.html?_noredirect=1)
- MEN. (2015). *Estadísticas en educación preescolar, básica y media por municipio*. Ministerio de Educación Nacional. [https://www.datos.gov.co/Educacion/MEN\\_ESTADISTICAS\\_EN\\_EDUCACION\\_EN\\_PREESCOLAR-B-SICA/nudc-7mev](https://www.datos.gov.co/Educacion/MEN_ESTADISTICAS_EN_EDUCACION_EN_PREESCOLAR-B-SICA/nudc-7mev)

- Mottaleb, K. A., Mohanty, S., Hoang, H. T. K., & Rejesus, R. M. (2013). The effects of natural disasters on farm household income and expenditures: A study on rice farmers in Bangladesh. *Agricultural Systems*, *121*, 43–52.  
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.06.003>
- Nguyen, C. V., & Minh Pham, N. (2018). The impact of natural disasters on children's education: Comparative evidence from Ethiopia, India, Peru, and Vietnam. *Review of Development Economics*, *22*(4), 1561–1589. <https://doi.org/10.1111/rode.12406>
- Pörtner, C. C. (2006). Gone with the Wind? Hurricane Risk, Fertility and Education. *Working Papers, University of Washington, Department of Economics*.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.936034>
- Raddatz, C. (2009). The Wrath Of God: Macroeconomic Costs Of Natural Disasters. *Policy Research Working Paper ; No. WPS 5039 Washington, D.C. : World Bank Group*.  
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/955981468150888752/the-wrath-of-god-macroeconomic-costs-of-natural-disasters>
- Rush, J. V. (2018). The Impact of Natural Disasters on Education in Indonesia. *Economics of Disasters and Climate Change*, *2*, 137–158. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.178616>
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth? *Economic Inquiry*, *40*(4), 664–687. <https://doi.org/10.1093/ei/40.4.664>
- Smilde-van Den Doel, D. A., Smit, C., & Wolleswinkel-van Den Bosch, J. H. (2006). School performance and social-emotional behavior of primary school children before and after a disaster. *Pediatrics*, *118*(5). <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2781>
- UNGRD. (2016). *Consolidado reporte de emergencias 1998 - 2020*.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11762/20782>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2018). *Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes*.  
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/27179>