

Comportamiento dinámico de los eventos peligrosos y desastres en el Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador

Dynamic Behavior of Dangerous Events and Disasters in the Gonzalo Pizarro Canton, Ecuador

Juan Pablo Morales Corozo ¹

RECIBIDO: 29-sep-2021 ACEPTADO: 02-Ene-2022

Para citar este trabajo:

Morales, J. P. (2023). Comportamiento dinámico de los eventos peligrosos y desastres en el Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador. *Reincisol*, 2(3), pp 33-47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7500341>

Resumen

La investigación sobre el comportamiento de los procesos dinámicos con los cuales se desarrollan los eventos peligrosos y desastres dentro de una localidad es una preocupación constante dentro de la gestión de riesgos de una municipalidad, por lo que contar con modelos matemáticos estocásticos para su comprensión es de vital importancia especialmente para la preparación de recursos para el momento de intervención. La presente investigación tiene como objetivo proporcionar una mejor base para la comprensión de modelos matemáticos que permitan entender la dinámica con la cual ocurren los eventos peligrosos y desastres en el cantón Gonzalo Pizarro. El pronóstico de eventos peligrosos a suceder en el año 2023, nos es útil para realizar los procesos de adquisición de insumos, herramientas, equipos y materiales a utilizar para la intervención en el caso de emergencias, y de esta manera incluir dentro del Plan Operativo Anual, de esta manera se disminuye el tiempo de intervención y se optimiza los recursos de los organismos de atención a emergencias los cuales actúan basados en el principio de subsidiaridad

Palabras claves: Comportamiento dinámico; Ecuaciones estocásticas; Variables aleatorias; Pronósticos de eventos; Desastres.

¹Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora; Correo: j.p.shevarajo@gmail.com_ 
Vol. 2 Núm.3 (2023) pp 33-47 Reincisol; Revista de Investigación Científica y Social

Abstract

Research on the behavior of the dynamic processes with which dangerous events and disasters develop within a locality is a constant concern within the risk management of a municipality, so having stochastic mathematical models for their understanding is important. vital importance especially for the preparation of resources for the moment of intervention. The objective of this research is to provide a better basis for understanding mathematical models that allow understanding the dynamics with which dangerous events and disasters occur in the Gonzalo Pizarro canton. The forecast of dangerous events to happen in the year 2023, is useful for us to carry out the processes of acquisition of inputs, tools, equipment and materials to be used for intervention in the case of emergencies, and in this way include within the Annual Operating Plan In this way, intervention time is reduced and the resources of emergency response agencies are optimized, which act based on the principle of subsidiarity

Keywords: Dynamic behavior; Stochastic equations; Random variables; Event forecasts; Disasters.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de una región o país el problema principal son los desastres, siempre han estado presentes debido a que estos se encuentran asociados a fenómenos y procesos naturales o antrópicos los cuales se desarrollan de forma compleja por dinámicas económicas, ambientales y sociales. América Latina, se caracteriza por ser el sector a nivel mundial donde se materializan con mayor frecuencia los desastres naturales. El impacto de estos eventos se ha incrementado de manera considerable exponiendo a varias poblaciones volviéndolas vulnerables, de acuerdo a Sánchez, et al., (2017) el problema en gran medida se debe a como se desarrollan las dinámicas sociales especialmente en la planificación urbana donde gobierna la falta de prevención y el desconocimiento de los riesgos. Sin embargo. A nivel mundial desde el año 1981, hasta el año 2019 se han registrado 12.561 desastres donde el 23,9% de los mismos sucedieron en América Latina y El Caribe. Para los gobiernos resulta un gran desafío la implementación de los planes de alerta temprana y los procesos de construcción de políticas basadas en estudios científicos.

El análisis realizado de los procesos de urbanización por Watanabe,(2015) muestra como estos comportamientos sociales han provocado degradaciones ambientales y han incrementado la desigualdad social acrecentando los sectores marginales los cuales son vulnerables a los desastres. El propósito de los planes de desarrollo es cultivar la voluntad política mejorando la calidad de vida. “Para lograr estos objetivos, las políticas territoriales deben promover estrategias que rectifiquen los patrones de crecimiento urbano existentes, eviten la expansión dispersa y reduzcan la densidad poblacional, utilizando mejor el espacio disponible para evitar generar

mayor segmentación física y social” (Watanabe, 2015, p. 2). Los últimos diez años han visto avances cada vez más rápidos en el campo de los desastres y las consecuencias económicas, pero la literatura científica presente hasta el momento no da clara evidencia todavía de como interaccionan con el desarrollo de una región, de ahí que “hay menos investigaciones sobre el impacto de los desastres naturales en los pobres y en la distribución del ingreso” (Pierre, 2019, p. 4).

Ecuador debido a su posición geográfica posee un alto grado de vulnerabilidad a desastres, ubicándolo en el sector de las zonas más críticas a nivel mundial debido en gran parte a las amenazas geológicas. Las pérdidas económicas debido a los desastres son alrededor de 3 mil millones de dólares. Desde el año 2000, hasta el año 2016 se han reportado 17 desastres los cuales han ocasionado 927 muertes y 11'914.636 personas afectadas. Con base a estos antecedentes el Gobierno debe implementar planes de emergencia y contingencia para realizar actividades preventivas minorando los impactos debido a los desastres. Los Gobiernos Autónomos Municipales y provinciales de acuerdo a sus competencias y tomando en cuenta la descentralización de la gestión de riesgos deben incluir dentro de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial las zonas vulnerables, para lo cual debe realizar una evaluación de riesgos basada en estudios técnicos y científicos.

El Ecuador es caracterizado por tener varias zonas caracterizadas por su alta complejidad tectónica por lo que posee actividades sísmicas y tectónicas con mayor intensidad. Cabe indicar que la condición climática debido a encontrarse en la Zona de Convergencia Intertropical permite la variación de presiones que permite el surgimiento de amenazas hidrometeorológicas. Cumbajín, (2018) afirma que los

datos históricos permiten la obtención de valores para el cálculo de recursos para intervención y la elaboración de los respectivos planes de mitigación, e identificando sectores críticos.

Las investigaciones han demostrado varios estudios a nivel mundial han puesto en evidencia la necesidad de profundizar el tema de riesgos de desastres y como estos se asocian a ciertos fenómenos. Como manifiesta Capacci y Mangano, (2015) los eventos que ocurren en una región en particular suceden en una periodicidad, y permite la obtención de métodos matemáticos y estadísticos para determinar la recurrencia con la cual se producen, a esto se incluyen los eventos que pueden ocurrir de manera imprevista. Las observaciones periódicas permiten apreciar los sectores donde ocurren varios fenómenos y su nivel de repetibilidad periódica y en nivel de intensidad con el que ocurren en una zona específica. “Sin embargo, las sociedades tienden a olvidar rápidamente los eventos catastróficos y a invertir poco en prevención, actitud que deja a los seres humanos en situación de riesgo que, a menudo, contribuye a producir efectos desastrosos” (Capacci y Mangano, 2015, p. 39).

Los fenómenos naturales con definidos como las variaciones que ocurren sin intervención antrópica como respuesta a comportamientos externos e internos de la Tierra, los cuales se pueden dar de manera imprevista o regular. La ocurrencia con la cual se dan fenómenos no necesariamente origina desastres sino la magnitud. Los fenómenos hidrometeorológicos relacionados con las variaciones climáticas, atmosféricas y ciclos hidrológicos y los debido a dinámicas geológicas, son los que ocurren de forma regular y afectan ciertas zonas con mayor intensidad.

Hace varios años atrás, se no se abordaba el tema de manera integral, se pensaba que las ciencias como las asociadas a las ramas de la morfología, climatología y las actividades ingenieriles, eran suficientes para comprender las situaciones, siendo el entendimiento de los fenómenos limitado. Con el pasar del tiempo los avances científicos y tecnológicos han permitido ampliar el conocimiento con aportes fundamentales en aspectos sociales y económicos, Dehays, (2002) en su análisis el cual es vigente hasta el día de hoy y concuerda con varios trabajos de investigación, manifiesta que los desastres no son consecuencia de amenazas naturales sino de una construcción social el cual es un factor clave. Para Andrade, et al., (2017) basado en la construcción social de la realidad y como estas forman parte esencial en la subjetividad del individuo proyectándolas en la cotidianidad, considera las estructuras “cognitivo – afectiva parte del concepto de la realidad tomando en cuenta el conocimiento previo, permitiéndonos comprender las dinámicas sociales. “La carencia de una cultura preventiva ante desastres socio naturales es una realidad innegable que genera e incluso aumenta la vulnerabilidad en las comunidades, con consecuentes riesgos de dimensiones extraordinarias que pueden producir pérdidas humanas y materiales incalculables” (Reyes, et al., 2017).

Actualmente los municipios en el Ecuador no tienen establecido estrategias para la respuesta a emergencias. Los últimos años se ha incrementado el interés por establecer modelos de gestión para la intervención en el caso de eventos peligrosos y desastres. Aguilar y Martínez, (2019) con respecto a la gestión de operaciones para el caso de desastres diseña un modelo matemático para la coordinación de actividades logísticas que se desarrollan en el caso de emergencia para la demanda de recursos. Los modelos matemáticos para la interpretación de desastres, pero los

mismos son aleatorios, los métodos empleados hasta la actualidad sufren limitaciones debido a que los mismos no son estandarizados y varían de acuerdo a la ubicación, las condiciones y otras variables a considerarse, es decir no siguen un patrón fijo.

Algunas metodologías utilizan una aproximación analítica a partir del desarrollo de índices. No obstante, la dificultad de recolección y aprovechamiento de los datos necesarios para la correcta calibración de dichos modelos analíticos hacen que su utilización sea generalmente escasa y compleja (Melgarejo, et al., 2022, p. 500).

La investigación sobre desastres es una preocupación constante dentro del desarrollo territorial, para poder realizar actividades de prevención y recuperación oportuna a través de la utilización adecuada de los recursos, de acuerdo a Romero y Maskrey (1993) para actuar acertadamente se debe disminuir la incertidumbre y para ello es necesario contar con la mayor cantidad de información de un fenómeno y de esta manera descartar las malinterpretaciones. Los fenómenos pueden ser predecibles y esto en parte se debe al grado de conocimiento que se tenga con respecto a la naturaleza con la cual ocurren a partir del análisis de varios parámetros. Los desastres “son hechos recurrentes y de incidencia apreciable en la sociedad actual, fruto de un episodio natural de carácter extraordinario. Como resultado de un riesgo sobre la población, comportan deterioro ambiental, económico y humano” (Lupe, 2017, p. 70).

Este documento tiene como objetivo proporcionar una mejor base para la comprensión de modelos matemáticos que permitan entender la dinámica con la cual ocurren los eventos peligrosos y desastres en el cantón Gonzalo Pizarro, y permitan optimizar la intervención de los organismos de atención a emergencias

de acuerdo a sus competencias dentro de la circunscripción territorial, utilizando cálculos probabilísticos con variables aleatorias con distribución conjunta.

MATERIALES Y METODOS

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios métodos para evaluar los desastres de una región en particular siendo los mismos estocásticos dependiendo en varios de los casos en la cantidad de variables que se cuente al momento del diseño, o la cantidad de datos que se recolecte para la obtención de un comportamiento más real de una región en particular. Varias de las metodologías comprenden procesos complejos y auto regresivos. Según Melgarejo, et al., (2022) se debe considerar desde el aspecto crítico los modelos de estimación de riesgos, evaluando la interacción entre diferentes componentes considerando las dinámicas sociales de una localidad en particular.

Existen varias metodologías multirriesgo aplicados a una región en particular basados en modelos probabilísticos los cuales aplican curvas de fragilidad tomado en cuenta parámetros críticos de acuerdo al tipo de riesgo. Existen otras metodologías como la del project RISK-EU desarrollada en el 2004 fue orientada para evaluar los daños debido a desastres en el área urbana pero solo se limitó a los sísmicos e incorporó SIG, dando lugar a la metodología CORDIS –SYNER-G, utilizado en Italia, Austria y Grecia identificando varios casos de estudio, generando mapas de riesgos. Tomando en cuenta las amenazas antrópicas se introducen algoritmos en sistemas sólidos que permiten tener datos más precisos y dinámicos.

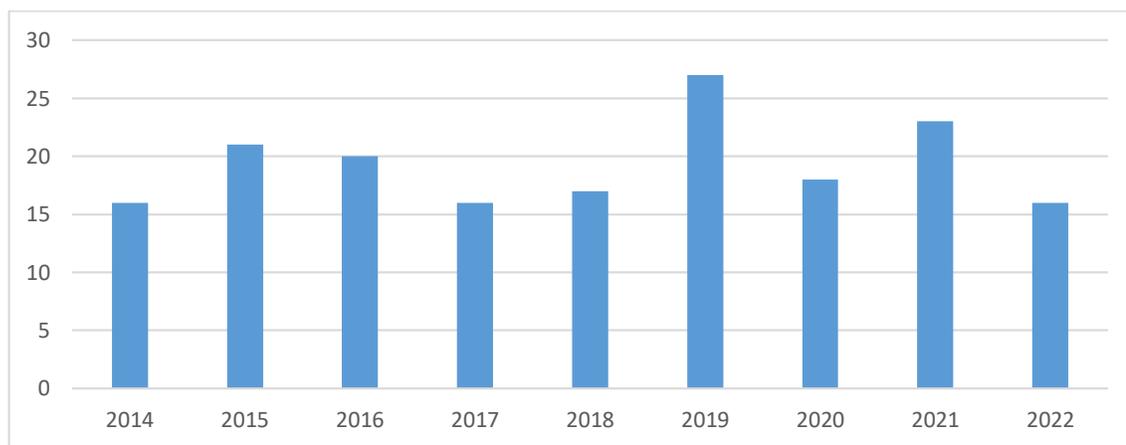
Para la realización de este estudio se adoptó un diseño de un modelo matemático del comportamiento de los eventos peligrosos y desastres ocurridos en el cantón

Gonzalo Pizarro de la provincia de Sucumbíos en Ecuador, para lo cual se revisó los registros históricos desde al año 2014, hasta el año 2022, donde se cuantificó la ocurrencia con la cual suceden los eventos y como estos impactan de manera diferente en cada uno de las parroquias variando de acuerdo a sus características locales.

RESULTADOS

El cantón Gonzalo Pizarro se caracteriza por sus condiciones geográficas las cuales dan origen a un sinnúmero de eventos peligrosos de manera continua durante todo el año. Los recientes desarrollos en el campo de la gestión de riesgos a partir de la descentralización de la competencia han estimulado a la Unidad de Gestión de Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gonzalo Pizarro permitiendo llevar un histórico de cada uno de los eventos sucedidos desde el año 2014, hasta el año 2022.

Figura. 1 Histórico de eventos ocurridos en el cantón Gonzalo Pizarro 2014-2022



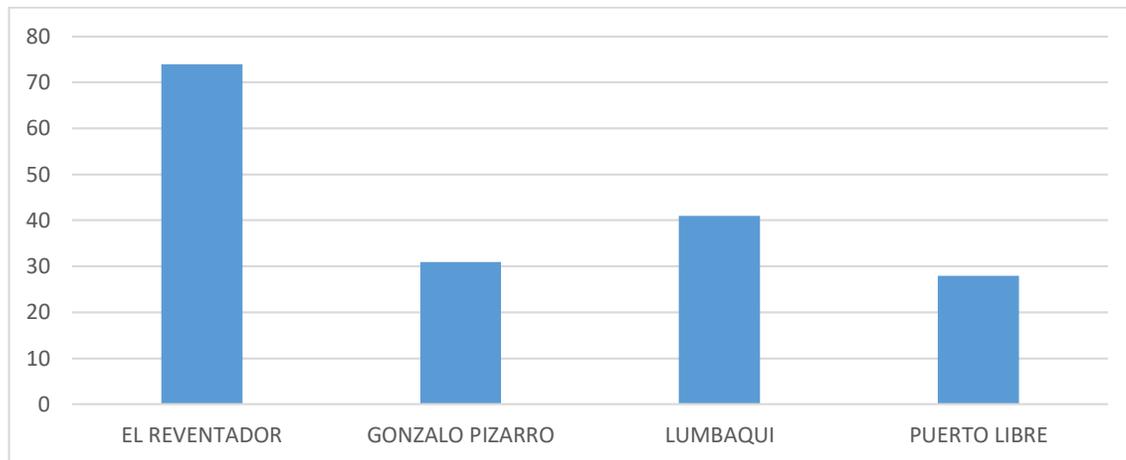
Fuente: Morales, (2022)

En la figura 1 proporciona una visión general de la cantidad de eventos ocurridos desde el año 2014, hasta el año 2022, los cuales suman 174, teniendo la mayor cantidad de eventos en el año 2019 obteniéndose 27, el año en el cual ocurrieron

Comportamiento dinámico de los eventos peligrosos y desastres en el Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador

la menor cantidad fueron los años 2014, 2017 y 2022, podemos atribuir a diferentes variables que influyeron en el proceso.

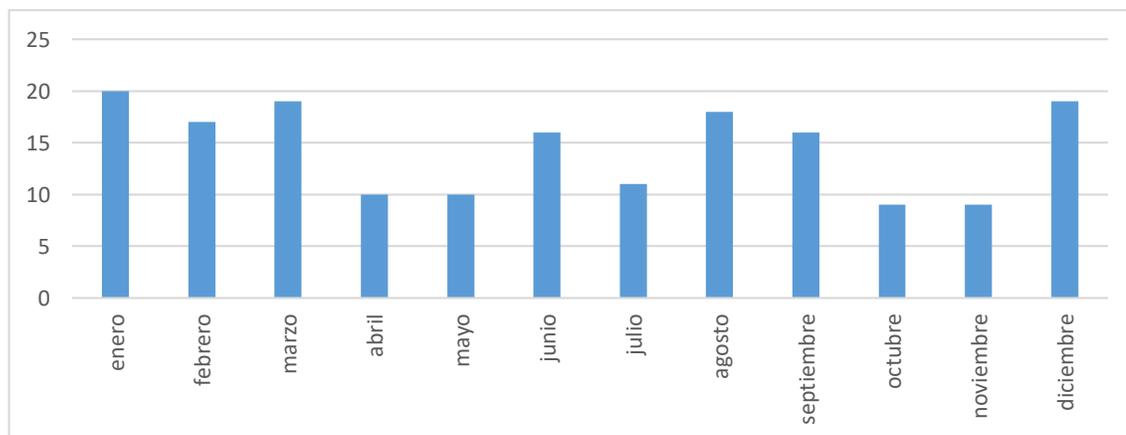
Figura. 2 Cantidad de eventos peligrosos y desastres en cada parroquia



Fuente: Morales, (2022)

La figura 2 compara los resultados obtenidos de los eventos ocurridos en las parroquias del cantón Gonzalo Pizarro, siendo la parroquia El Reventador donde ocurren con mayor frecuencia dando un total de 74, seguido por la parroquia Lumbaqui con 41, la parroquia Gonzalo Pizarro con 31 y la parroquia Puerto Libre con 28 eventos.

Figura. 3 Eventos ocurridos por meses



Fuente: Morales, (2022)

Los resultados obtenidos de la cantidad de eventos ocurridos desde el 2014, hasta el año 2022, nos han permitido analizar en que meses ocurren con mayor frecuencia los cuales se representan en la figura 3, siendo el mes de enero un total de 20 eventos, seguido por los meses marzo y agosto con un total de 19 y 18 eventos respectivamente. Los meses donde ocurren eventos con menor frecuencia son de octubre y noviembre con un total de 9 durante el periodo evaluado. La ecuación que muestra el comportamiento dinámico con el cual se desarrollan los eventos peligrosos y desastres en el cantón Gonzalo Pizarro, es la siguiente:

$$P=1/9 (0.01X^5-0.3093X^4+3.4364X^3-16.306X^2+29.69X+2.7727)$$

Tabla 1 Proyección de eventos

MES	Cantidad de eventos
enero	2
febrero	2
marzo	2
abril	1
mayo	1
junio	1
julio	2
agosto	2
septiembre	2
octubre	1
noviembre	1
diciembre	3
TOTAL	20

Fuente: Morales, (2022)

En la tabla 1 se represente la proyección de eventos peligrosos a suceder por mes. Valores que se obtiene al desarrollar la ecuación de la dinámica de los eventos peligrosos y desastres en el cantón Gonzalo Pizarro, el mismo que se obtiene luego de realizar el análisis de los eventos ocurridos desde el año 2014, hasta el año 2022.

DISCUSION

Los resultados de este estudio muestran que el comportamiento de los eventos peligrosos y desastres ocurridos desde el año 2014, hasta el año 2022, nos permiten interpretar el comportamiento dinámico del cantón Gonzalo Pizarro a la vez proyectar los posibles eventos a suceder en el año 2023. Este modelo cinemático si bien nos muestra la tendencia sobre la cual se dan los eventos peligrosos de manera general prediciendo la cantidad de eventos a suceder en un periodo de tiempo, es una metodología limitada ya que no busca relaciones entre variables que permitan identificar la frecuencia con la cual suceden los eventos de manera particular.

Este estudio arroja resultados que subrayan las conclusiones obtenidas en gran parte de los trabajos de modelación matemática del comportamiento de los eventos peligrosos y desastres. Este modelo estocástico analiza estadísticamente la información para predicción de la cantidad de eventos por mes a ocurrir en los siguientes años, pero el mismo tiene un uso limitado aplicable de manera generalizada. Siendo el resultado no determinista por lo que no sería utilizado como un patrón exacto, debido a que conforme se alimenta los datos las condiciones de la ecuación varían, es decir alimentando los valores del año 2023, se proyectaría los futuros eventos del año 2024 y así sucesivamente.

Este modelo autorregresivo relaciona los valores de los históricos de años anteriores, este es limitado por la cantidad de variables aleatorias a considerar dentro de la ecuación por lo que sería conveniente a futuro considerar modelos estadísticos con funciones de probabilidad.

CONCLUSIÓN

Uno de los hallazgos más importantes encontrados en este estudio es que el modelo matemático obtenido del análisis del comportamiento dinámico de los eventos ocurridos en el cantón Gonzalo Pizarro, a través de una metodología de autorregresión, donde se toma en cuenta los datos históricos desde el año 2014, hasta el año 2022, permitiendo proyectar los eventos peligrosos y desastres a suceder de manera mensual para el año 2023.

Es necesario considerar una serie de limitaciones importantes de este estudio: en primer lugar, la definición de variables aleatorias a considerar en el comportamiento dinámico es muy limitado, haciéndolo poco intuitivo a ciertos eventos que suceden con mayor frecuencia. En segundo lugar, las series de tiempo son estacionarias dándonos un valor general de eventos por mes y no de manera instantánea.

El pronóstico de eventos peligrosos a suceder en el año 2023, nos es útil para realizar los procesos de adquisición de insumos, herramientas, equipos y materiales a utilizar para la intervención en el caso de emergencias, y de esta manera incluir dentro del Plan Operativo Anual, de esta manera se disminuye el tiempo de intervención y se optimiza los recursos de los organismos de atención a emergencias los cuales actúan basados en el principio de subsidiaridad.

Este estudio no se diseñó específicamente para evaluar los factores relacionados con un evento específico con lo cual puede contribuir al desarrollo de procesos y procedimientos basados en la norma ISO 22320: 2016 para gestionar los riesgos de desastres a nivel cantonal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. y Martínez, D., 2019. Modelo matemático para la atención de desastres, inundación y remoción de masas en Bucaramanga. Modelos y aplicaciones en ingeniería para el desarrollo social, pp. 125 - 151.
- Andrade, P., Flores, R. & Mendoza, F., 2017. Fenómenos naturales y desastres humanos en la prensa impresa de México. De la información a la representación social. Global Media Journal México, 14(27), pp. 123 - 149.
- Capacci, A. y Mangano, S., 2015. Las catástrofes naturales. Cuadernos de Geografía: Revista colombiana de Geografía, 24(2), pp. 35 - 51.
- Corozo, J. P. M., 2022. ANALISIS DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 2230: 2016, EN LA IMPLEMEN.. s.l.:s.n.
- Cumbajín, Y., 2018. Modelación matemática del comportamiento en el tiempo de variables físicas con fenómenos naturales sucedidos en Ecuador. s.l.:Universidad Técnica Particular de Loja.
- Dehays, J., 2002. Fenómenos naturales, concentración urbana y desastres en América Latina.. Perfiles Latinoamericanos 20, pp. 177 - 200.
- Frenkel, A., 2019. "Disparen contra las olas"; securitización y militarización de desastres y ayuda humanitaria en América Latina. ÍCONOS 64, pp. 183 - 202.
- Lupe, A. Y., 2017. Desastres naturales en Canarias. La costa como espacio de riesgos en Tenerife. SÉMATA, Ciencias sociales e humanidades, Volumen 29, pp. 67 - 89.
- Melgarejo, J., López, M. & Fernández, P., 2022. Agua, energía y medio ambiente. s.l.:Universitat d'Alicant.
- Montiel, D., 2017. MODELO MATEMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES MEDIANTE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, 16(1), pp. 60 - 80.
- Morales, J., 2022. ISO 22320: 2016 ANÁLISIS DE APLICABILIDAD EN GOBIERNOS MUNICIPALES, ECUADOR. Revista científica VPICREA , 2(200), pp. 21 - 29.
- Pierre, D., 2019. Desastres naturales y desigualdad: evidencia en América Latina y El Caribe. Boletín de Coyuntura, Issue 2, pp. 4 - 8.

Comportamiento dinámico de los eventos peligrosos y desastres en el Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador

- Reyes, A., Montilla, A., Castillo, P. & Zambrano, M., 2017. Amenaza, vulnerabilidad y riesgos ante eventos naturales. Factores socialmente construidos. *Journal of Science and Research*:, 2(6), pp. 22 - 28.
- Sánchez, R. M. S., Grijalva, M. V. G., López, A. H. V. & Muñoz, J. c. V., 2017. Desastres naturales - terremotos y seguros Ecuador. *Ojeando la agenda*, 48(2), pp. 34 - 39.
- Watanabe, M., 2015. Gestión del riesgo de desastre en ciudades de América Latina. *Apuntes de Investigación*, Issue 14, pp. 1 - 17.

Conflicto de intereses

El autor indica que esta investigación no tiene conflicto de intereses

con certificación de

