



Sistema de alerta temprana y franja de protección hídrica en el Río Cabeno-Ecuador

Early Warning System and water protection strip in the Cabeno
River-Ecuador in the Cabeno River-Ecuador

ARTÍCULO ORIGINAL



Juan Pablo Morales Corozo 
j.p.shevarajo@gmail.com

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Cojedes, Venezuela

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v7i17.104>

Artículo recibido 11 de octubre 2022 / Aceptado 26 de noviembre 2022 / Publicado 10 de enero 2023

RESUMEN

La investigación aborda la gestión de riesgos de inundaciones, destacando la importancia de fijar franjas de protección en ríos para prevenir daños y pérdidas. El objetivo es determinar la franja de protección hídrica en el río Cabeno para implementar planes de alerta temprana y prevenir desastres. El método involucra la combinación de ecuaciones para proponer una lógica y evaluar parámetros hidrológicos clave. Los resultados confirman el comportamiento del río, especialmente en invierno con caudales de hasta 1369,92 m³/s, proporcionando una base referencial para obras de mitigación mediante bioingeniería. En conclusión, este estudio respalda la necesidad de medidas preventivas y destaca la utilidad de la bioingeniería en la mitigación de riesgos de inundaciones.

Palabras clave: Sistema de Alerta; Alerta temprana; Franjas de protección; Protección hídrica; Río Cabeno

ABSTRACT

The research addresses flood risk management, highlighting the importance of setting protection strips in rivers to prevent damages and losses. The objective is to determine the water protection strip in the Cabeno River to implement early warning plans and prevent disasters. The method involves the combination of equations to propose a logic and evaluate key hydrological parameters. The results confirm the behavior of the river, especially in winter with flows of up to 1369.92 m³/s, providing a referential basis for mitigation works through bioengineering. In conclusion, this study supports the need for preventive measures and highlights the usefulness of bioengineering in flood risk mitigation.

Key words: Warning system; Early warning; Protection strips; Water protection; Cabeno River

RESUMO

A pesquisa aborda o gerenciamento de riscos de inundaç o, destacando a import ncia de estabelecer faixas de proteç o nos rios para evitar danos e perdas. O objetivo   determinar a faixa de proteç o da  gua no rio Cabeno para implementar planos de alerta antecipado e evitar desastres. O m todo envolve a combinaç o de equa es para propor uma l gica e avaliar os principais par metros hidrol gicos. Os resultados confirmam o comportamento do rio, especialmente no inverno, com fluxos de at  1369,92 m³/s, fornecendo uma linha de base para trabalhos de mitigaç o com bioengenharia. Em conclus o, este estudo apoia a necessidade de medidas preventivas e destaca a utilidade da bioengenharia na mitigaç o do risco de inundaç o.

Palavras-chave: Sistema de alerta; Alerta precoce; Proteç o contra inundaç es; Proteç o da  gua; Rio Cabeno

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, hay un interés creciente en el estudio de los daños ambientales y como los mismos influyen en el desarrollo de una región. Al respecto, González (2017) expone: “En el caso del cambio climático, los riesgos se encuentran asociados a amenazas globales potencialmente destructivas y al grado de vulnerabilidad y exposición de la población” (p. 275). Asimismo Díaz et al., (2013) expresa que el cambio climático se aprecia en las manifestaciones de los ecosistemas terrestres donde los sistemas hidrológicos experimentan variaciones de la escorrentía, alteración de temporadas de máximos caudales y variaciones en el perfil de temperaturas que influyen en la calidad de agua. Estos problemas se proyectan al desarrollo de las comunidades las cuales de acuerdo a sus dinámicas sociales aportan en el problema ambiental ocasionando deterioro de los ecosistemas por inundaciones.

En tal sentido, los desastres debido a inundaciones han aumentado de manera acelerada a nivel mundial. Las intensas lluvias han inducido al incremento de caudales, de acuerdo al informe de la Guevara et al., (2022) dentro de su análisis realizado al informe de la Organización de las Naciones Unidas manifiesta que desde el año 2000 hasta el año 2019, este fenómeno ha constituido el 44% de los desastres que ocurren a nivel mundial, los cuales han dejado 1.600 millones de afectados y un promedio de 5.233 muertes al año. Según Domínguez et al., (2019) este fenómeno conlleva a la realización de actividades de adaptabilidad

promoviendo el buen uso y aprovechamiento del suelo tomando en cuenta las funciones de los ecosistemas. Específicamente, Guevara et al., (2022) indica que: “las inundaciones y tormentas infligieron las mayores pérdidas económicas de los últimos 50 años en Europa, con un coste de 377.500 millones de dólares” (p. 25).

En Europa desde el año 1970, hasta la actualidad, han sucedido 1672 catástrofes, las cuales han provocado 159.438 muertes y 476.500 millones de dólares en daños económicos. Por ejemplo, la ONU (2021) cita: “Las dos olas de calor extremas de 2003 y 2010 fueron las más mortales, con 127.946 víctimas” (p.26). Igualmente, América Latina es la zona más vulnerable a los desastres debido en gran parte a los cambios de uso de suelo; pues, la expansión urbana mal planificada intensifica el riesgo de inundaciones. Se suma a ello, los asentamientos informales de casas construidas de baja calidad habitacional donde los índices de pobreza son elevados y las necesidades básicas insatisfechas que incrementan el riesgo de inundación, asegurando impactos considerables. Asimismo, Buss y Fernández (2016) exponen que las variaciones de patrones meteorológicos, debidos en gran parte al cambio climático, han subido los niveles.

También, en América Latina es común el desbordamiento de los ríos inundando grandes extensiones de terreno; este fenómeno puede durar meses como el caso de la cuenca del río Paraná en Argentina, la cual se inundó por casi un año. En la misma línea, las variaciones de precipitación influyen considerablemente en el

fenómeno de inundación. Con relación a eso, (Camilloni et al., 2020) indican: “En ese caso, la onda de crecida tarda semanas o meses en llegar, y, por lo tanto, la inundación es predecible con suficiente tiempo para la adopción de decisiones adecuadas para minimizar los impactos desfavorables” (p. 394).

En particular, Ecuador es un país caracterizado por una alta vulnerabilidad a riesgos de desastres, esto en gran parte se debe a su ubicación geográfica lo que provoca fenómenos y amenazas de tipo hidrometeorológicas, especialmente inundaciones. De acuerdo al reporte de la (ONU, 2021) debido a las intensas precipitaciones se originaron inundaciones que dieron como resultado el colapso del sistema de salud y un aproximado de 31.500 damnificados en los últimos diez años, a lo que se suma millones de pérdidas económicas. Al respecto, Arteaga, (2021) Ecuador muestra un incremento de los fenómenos debido a las variaciones de precipitación donde en los últimos cinco años se han suscitado alrededor de 29 desastres de los cuales el 59% son por inundaciones.

En el caso del cantón Gonzalo Pizarro, puerta de entrada a la provincia de Sucumbíos como se lo conoce, se encuentra localizado al oeste de la provincia, tiene una extensión aproximada de 2.242,089 km² (224.208,94 ha) que representa el 12,38% de la superficie de la provincia de Sucumbíos. Gonzalo Pizarro por sus características naturales, como su baja densidad poblacional y a la vez porque gran parte de su territorio pertenece al SNAP,

se puede concluir que el 86,83% se encuentra cubierto por bosque nativo que representa aproximadamente 194.671,31 definido como Uso de Conservación y Protección. Se encuentra repartido por todo el cantón, estos terrenos que disponen de vegetación natural, cumplen con funciones fundamentalmente protectoras y conservacionistas asociadas al resto del territorio como son: la captación y almacenamiento de agua, agente anti erosivo, refugio de fauna o vida silvestre, regulador del clima local, atenuador y reductor de la contaminación ambiental, fuente de materia prima y salud para el hombre.

El cantón Gonzalo Pizarro, por su situación geográfica, está influenciado por el llamado "régimen oriental", haciendo que las masas de aire caliente y húmedo procedentes de la llanura amazónica sean empujadas por los vientos alisios, los cuales son los causantes de las lluvias; mediante el gráfico de pluviosidad se presenta el promedio anual de precipitaciones (Figura 1). Cabe recalcar que el análisis de precipitación se realizó en función de años con información disponible del INAMHI y la depuración de valores atípicos. Se tienen dos períodos de concentración de lluvias, el primero entre los meses de marzo a abril y el segundo entre los meses de noviembre a diciembre, con un periodo seco entre los meses de enero a febrero y mayo a octubre; sin embargo, durante todos los meses del año se mantienen valores altos de lluvia. La suma total anual de precipitación es de alrededor de 4.747,83 mm; 4.828,09 mm; 5.859,06 mm respectivamente (Figura 1).

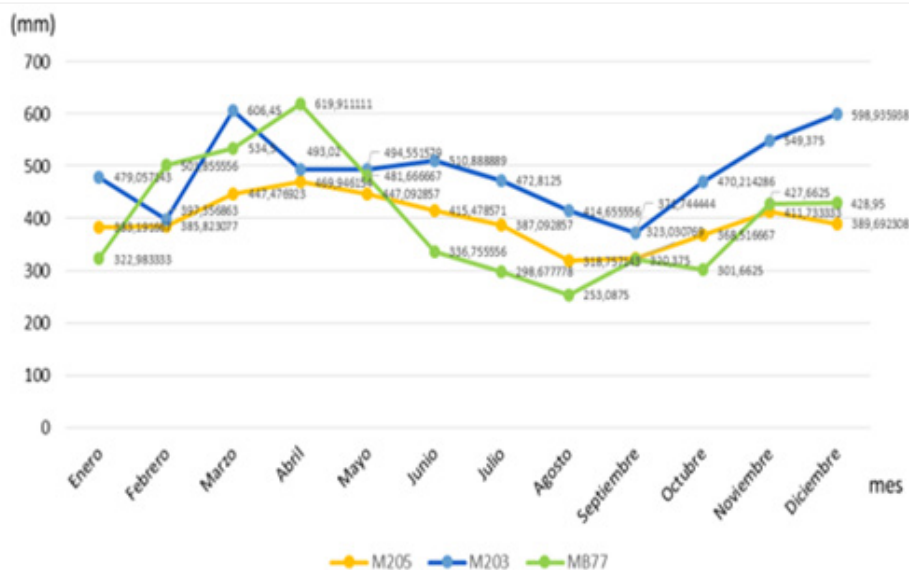


Figura 1. Precipitación mensual de las estaciones Lumbaqui y San Rafael. (Fuente: Alvear, 2021).

Gonzalo Pizarro se encuentra dentro las cuencas hidrográficas del río Napo y río Putumayo las cuales tienen una extensión total de 59.315,38 km² y 5.671,97 km² respectivamente; por lo tanto, este cantón ocupa un 3,66% que representa 2.172,29 km² de la cuenca del río Napo y un 1,23 % que representa 69,79 km² de la cuenca del río Putumayo. También, se encuentra rodeado por las subcuencas río Coca, río Aguarico y río San Miguel; las mismas que cuentan con una superficie igual a 5.309,87 km², 12.402,75 km² y 3.256,86 km², respectivamente. De esta forma, Gonzalo Pizarro ocupa un área equivalente del río Coca a 511,72 km² que representa el 9,63% del 100%; respecto al río Aguarico ocupa un área de 1.660,31 km² que representa el 13,38% del total y por último la del río San Miguel con un área de 69,79 km² que representa 2,14% del total.

Adicionalmente, el cantón Gonzalo Pizarro se encuentra rodeado por 72 microcuencas las cuales alimentan a las subcuencas y esta a su vez a la cuenca de nivel mayor. Las áreas para conservación y riesgos por sus limitaciones biofísicas, son áreas catalogadas como eriales, barrancos, valles V; que en las partes altas presentan pendientes fuertes con un rango mayor al 40%. También, áreas con algún tipo de susceptibilidad por deslizamiento o caídas de suelo erosionado y en las riberas de los ríos las áreas con pendientes menores al 2% que representan una susceptibilidad por inundación. Se registra aproximadamente 5.412,19 hectáreas que representan el 2,41% del territorio cantonal. Con respecto al río Cabeno, se encuentra ubicado en la parroquia Puerto Libre, tiene una extensión de 41 kilómetros y se caracteriza por relieves fuertemente onduladas y disectadas

en áreas de pendientes fuertes, otros suelos se localizan en las terrazas fluviales. Anualmente en el sector suceden inundaciones que dejan aislados a los moradores de varias comunidades y suceden varias pérdidas materiales y de cultivos.

Las comunidades indígenas asentadas en las riberas del río Cabeno realizan varias actividades donde su desarrollo y dinámica social gira a partir del río. El problema radica en que se realizan construcciones a las riberas y se realizan actividades agrícolas, provocando que cada año al suceder crecidas debido a las altas lluvias en temporada invernal provoca daños a cultivos y viviendas. Si bien es cierto existe un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonal, este no estudia a profundidad la problemática del sector a la vez no existe distribución del uso del suelo basado en las franjas de protección en ríos. Por ello, el objetivo de este estudio es determinar la franja de protección hídrica en el río Cabeno para la implementación de planes de alerta temprana como medida de prevención de eventos peligrosos y desastres.

MÉTODO

El río Cabeno tiene ciertas condiciones particulares y no ha sido estudiado a profundidad, debido a la falta de información para este estudio se consideraron los modelos matemáticos propuestos por Vosresiensky, (1956) con respecto a los cálculos hidrológicos fundamentado en un equilibrio de masas o

volúmenes, se propuso una ecuación lógica para evaluar los principales parámetros hidrológicos para el diseño de obras de aprovechamiento hídrico. El volumen promedio de precipitaciones anuales en cualquier cuenca, expresado en m³/s, es igual a:

$$V = 1000 * P * A$$

Donde:

P Promedio de las precipitaciones anuales de la microcuenca (mm)

A Área de la cuenca en Km²

El volumen escurrido para el mismo período es igual a:

$$V_e = 31,536 * Q_o * 10^6$$

Donde:

Q_o Caudal medio de la microcuenca

Estas dos ecuaciones se igualan a través del coeficiente de escorrentía C,

$$P * A * C * 10^3 = 31,536 * Q_o * 10^6$$

Resultando:

$$Q_o = \frac{31,71 * CPA}{10^6}$$

A partir de esta ecuación, el Módulo Específico de Escorrentía M_o es:

$$M_o = \frac{Q_o}{A} = \frac{31,71 CP}{10^6}$$

El coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{Q_o * 10^6}{31,71 PA} = \frac{M_o * 10^6}{31,71 * P}$$

$$a = \frac{31,71 * CP}{10^6}$$

$$b = 1$$

En Ecuador es más probable encontrar información sobre precipitaciones, por lo que no es difícil determinar P a través de cualquiera de los métodos existentes, el método más utilizado es el propuesto por Pérez et al., (1985) el cual consiste en un diseño de cálculo basado en probabilidades. También existe un Mapa de los Módulos Específicos de Escorrentía, elaborado por Pourrut et al., (1995). En el caso de cuencas con presencia de glaciares o humedales, la fórmula antes propuesta para el coeficiente de escorrentía debe incorporar la columna de agua, resultante del deshielo o del aporte de los humedales. Si es que no se toma en cuenta esta columna, el valor del coeficiente de escorrentía puede resultar mayor a la unidad. Para calcular los caudales por el Método Racional se recomienda utilizar el coeficiente de escorrentía C, calculado con la expresión propuesta, porque incorpora de manera global, todas las características físicas de la cuenca.

En la realización de estudios hidrológicos es común que el caudal medio de una cuenca se lo exprese únicamente en función del área, a través de la expresión:

$$Q_o = aA^b$$

a y b son variables que, para la ecuación propuesta, serían:

Al trabajar en la evaluación de caudales medios de algunos ríos de la vertiente oriental de la Cordillera Real, involucrados en un proyecto de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Quito, Sedano et al., (2013) determinó que $a=0,044$ y $b=1,4508$. El caudal mínimo de una cuenca se lo utiliza generalmente como referencia para determinar el caudal ecológico, por lo que se recomienda considerarlo igual a:

$$Q_{min} = \frac{PA}{10^6} = Q_{seco}$$

Si se asume que, en cada cuenca, la vida animal y vegetal tiene que estar adaptada a las condiciones naturales del sitio, y que esa adaptación se relaciona directamente con el volumen de agua disponible, incluyendo las variaciones extremas, se observa que la anterior ecuación propuesta corresponde a las condiciones mínimas de equilibrio. De acuerdo a lo enunciado, resultaría factible tomar este valor como el caudal ecológico, sin dejar de lado las variaciones resultantes de condiciones específicas, que se las determine mediante estudios especializados, o características particulares del uso del agua, determinadas a partir de factores paisajísticos, de recreación u otros. El caudal mínimo propuesto corresponde aproximadamente al 97% de probabilidad de ocurrencia de los caudales en la cuenca; en cualquier caso, el caudal ecológico no supera un valor igual a 2,5 veces este caudal mínimo.

Caudal Máximo. Se asume como premisa que los caudales máximos están siempre relacionados con un determinado período de retorno en años (T), en vista de lo cual cualquier fórmula empírica debe involucrar este factor. En segundo lugar, se tiene que el exponente f del área es variable, de acuerdo con su tamaño.

$$Q_{max} = a * \frac{P * \sqrt{A}}{(1 + \lg A)} * (0,5 \ln T - 0,7)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este estudio fueron extraídos de datos históricos de los monitoreos

realizados de los eventos de inundaciones sucedidos desde el año 2016 hasta el año 2022 (Figura 2), ubicando los meses en los cuales ocurren con mayor frecuencia lluvias intensas en el río Cabeno. Es importante examinar a detalle la frecuencia con la cual suceden los eventos para realizar la intervención con base a sus competencias en materia de gestión de riesgos e intervenir con los diferentes organismos de atención a emergencias.

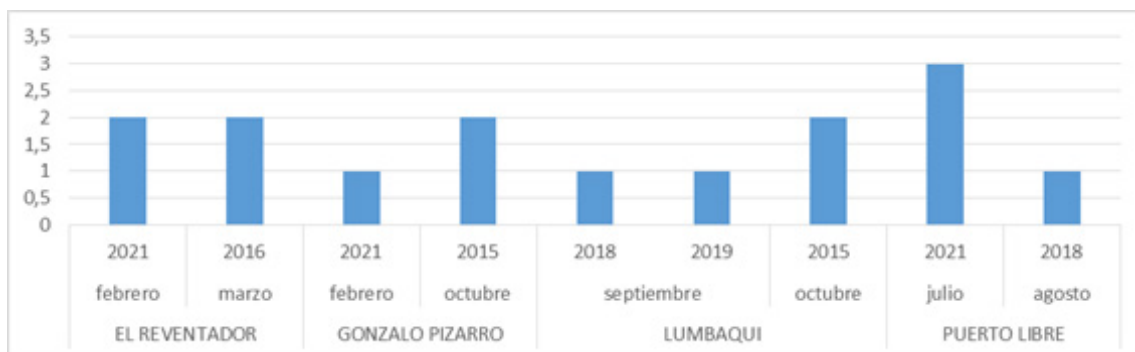


Figura 2. Histórico de inundaciones ocurridas desde el año 2015 hasta el año 2022.

Como se puede observar en la Figura 2, correspondiente al histórico de inundaciones ocurridas en el cantón Gonzalo Pizarro, se puede observar que ha sido muy variable. En la parroquia El Reventador han ocurrido con mayor frecuencia las inundaciones los meses de febrero y marzo siendo los eventos que han causado mayor daño en los años 2016 y 2021. En la parroquia Lumbaqui las inundaciones ocurren con mayor frecuencia los meses de septiembre y octubre, siendo los años donde ocasionaron más

daño 2015, 2018 y 2019. En la parroquia Puerto Libre los meses julio y agosto son donde ocurren con mayor frecuencia las inundaciones debido al desbordamiento del río Cabeno, siendo los años 2018 y 2021 donde se reportan mayores daños debido a este fenómeno. Este resultado coincide con la evaluación realizada en las comunidades asentadas en el río Dashino donde se tiene intensidad de lluvia superior a los 158,7 mm/h, según Corozo y Lapo (2022) estas precipitaciones altas ponen en riesgo la riberas de los ríos

Tabla 1. Franja de protección.

Parámetro	Unidad	Valor
Largo del río	Km	41,00
Extensión del área de estudio	km	1200,00
Área de la microcuenca	Km ²	49,20
Precipitación promedio	mm	180,00
Volumen promedio	m ³	8856000,00
Caudal mínimo	m ³ /s	653,92
Volumen de escurrido	m ³	279282,82
Temperatura	°C	28,00
Coefficiente de escorrentía		0,03
Precipitación	mm	4000,00
Constante a		0,08
Caudal máximo	m ³ /s	1369,47
Nivel del río	m	544,5
Franja de protección calculada	m	817,00
Franja de protección	m	800,00

Al aplicar los modelos matemáticos se tabulan los resultados en la Tabla 1 donde se muestra los datos experimentales sobre la extensión de la franja de protección hídrica del río Cabeno. La precipitación promedio de un día de lluvia en el río Cabeno fue de 180 mm y una precipitación anual de 4000 mm donde se obtuvo un caudal mínimo promedio de 653,92 m³/s y un caudal máximo de 1369,47 m³/s. La franja de protección es de 800m.

Discusión

Esta investigación no se diseñó específicamente para evaluar los factores relacionados con el arrastre de sedimentos lo cual puede contribuir a determinar las variaciones del ecosistema y como estos afectan a las riberas de los ríos. Si bien se obtiene la franja de protección de las riberas de los

ríos, se toma muy en cuenta lo estipulado en la Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, (2014) que de alguna manera es un insumo referencial a considerar por la Unidad de Gestión de Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Gonzalo Pizarro para realizar planes de alerta temprana, a la vez realizar una microzonificación a los sectores donde se encuentran asentadas las comunidades en el río Cabeno a fin de resguardar la integridad de los habitantes del sector.

Según la Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, (2014) el límite de la franja de protección es de 100 metros, mientras que debido a las condiciones del río Cabeno se tiene una franja de protección de 800 metros, esto nos da a entender que el valor expuesto en la normativa es un referente

que no necesariamente se ajusta a la realidad de algunos cuerpos hídricos.

El método de Voscrensky, (1956) si bien se ajusta a la investigación, tiene ciertas limitantes como es de no considerar las variables debido a la intensidad de lluvia, si bien considera las precipitaciones anuales no se analiza de manera infinitesimal el comportamiento hidrológico. La particularidad de este método de evaluación nos permite obtener datos para establecer criterios técnicos para posteriormente regularizar las actividades compatibles dentro de la franja de protección.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación destacan la capacidad predictiva de los periodos de inundaciones en el río Cabeno, utilizando datos históricos para mejorar la eficacia de los planes de alerta temprana. Esta información se revela fundamental para optimizar las estrategias de intervención en el marco del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Asimismo, la ausencia de datos que relacionen la dinámica social de las comunidades ribereñas con las consecuencias económicas y ecológicas de las inundaciones señala la necesidad de investigaciones adicionales en este ámbito.

Los resultados proporcionan una visión concluyente del comportamiento del río, especialmente durante la época invernal con caudales significativos. Estos datos sirven como referencia clave para la implementación de obras de mitigación, enfocándose en soluciones

basadas en bioingeniería. Este enfoque destaca la importancia de la vegetación en la estabilidad de las riberas, reduciendo tensiones capilares e influenciando positivamente en el comportamiento hidrológico del río. En conjunto, estos hallazgos contribuyen al entendimiento integral de los factores que influyen en la gestión de inundaciones, facilitando la toma de decisiones informadas y sostenibles en el ámbito territorial y ambiental.

CONFLICTO DE INTERESES. El autor declara que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Alvear, C., 2021. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Gonzalo Pizarro. s.l.: Editoriales Quevedo.
- Arteaga, S. (2021). Modelamiento y elaboración de un plan de riesgos ante inundaciones por efecto de la precipitación en la parroquia Catarama 2020 [PhD Thesis, Universidad Agraria del Ecuador]. <http://181.198.35.98/Archivos/GUAMAN%20YCAZA%20MARCO%20LEONIDAS.pdf>
- Buss, S., y Fernández, C. (2016). Ocurrencia y gestión de inundaciones en América Latina y el Caribe: Factores claves y experiencia adquirida. Banco Interamericano de Desarrollo. <http://repo.floodalliance.net/jspui/handle/44111/3229>
- Camilloni, I., Barros, V., Moreiras, S., Poveda, G., y Tomasella, J. (2020). Inundaciones y sequías. Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos—Informe RIOCCADAPT [Moreno, JM, C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, JA Marengo y U. Oswald Spring (eds.)]. McGraw-Hill, Madrid, España, 391-417.
- Corozo, J. P. M., y Lapo, J. M. J. (2022). Riesgo de inundación en territorios ancestrales asentados en la cuenca del Río Dashino,

- Ecuador. Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies, 3(2), 194-205.
- Díaz, N., Leyva, M., y García, B. (2013). Modelos causales para la Gestión de Riesgos. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992013000400005. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992013000400005
- Domínguez, Y., Sanjuán Murillo, S. M., Pérez Peluffo, D. R., y Esquea Valencia, L. A. (2019). Cambios en las coberturas de la tierra en el periodo 1984—2017 y análisis de la amenaza ante inundaciones en el municipio de Campo de la Cruz, Atlántico- Colombia. *Revista de Ciencias*, 23(2), 13-37. <https://doi.org/10.25100/rc.v23i2.9348>
- González, E. J. (2017). Amenazas y riesgos climáticos en poblaciones vulnerables: El papel de la educación en la resiliencia comunitaria. *Amenazas y Riesgos Climáticos En Poblaciones Vulnerables : El Papel de La Educación En La Resiliencia Comunitaria*, 273-294. <https://doi.org/10.14201/teoredu2017291273294>
- Guevara, J., Douglas, A., García, K., y Barria, Y. (2022). Determinación de riesgos de desastres e incidencia del cambio climático en la comunidad de Punta Chame, Panamá | *Revista de Iniciación Científica*. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/3668>
- Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua (2014). Registro Oficial. Quito-Ecuador: Registro Oficial. del Cantón Loja, GAD (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial local. Loja. del Milenio, E. de los E.(2005). Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de Síntesis World Resources Institute, Washington, DC.
- ONU (2021, julio 22). Sequías, tormentas e inundaciones: El agua y el cambio climático dominan la lista de desastres | *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494632>
- Pérez, C., Garmendia, M. I., Rodríguez Puebla, C., y Garmendia, J. (1985). Cálculo de las probabilidades de que en un intervalo de n días, haya al menos un día de precipitación o un día seco. <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/1249>
- Pourrut, P., Gdmez, G., Bermeo, A., y Segovia, A. (1995). Factores condicionantes de los regimenes clihiáticos e hidrológicos. *El Agua en el Ecuador*, II, 9.
- Sedano, K., Carvajal, Y., y Ávila, Á. J. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, 37, 219-238.
- Voscresiensky, K. (1956). Cálculos hidrológicos para el diseño de obras hidráulicas en pequeños ríos y riachuelos.