

Riesgo de inundación en territorios ancestrales asentados en la cuenca del Río Dashino, Ecuador

Flood risk in ancestral territories settled in the Dashino River basin, Ecuador

Risco de inundação em territórios ancestrais assentados na bacia do rio Dashino, Equador

Juan Pablo Morales Corozo

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”

j.p.shevarajo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>

Janeth Mireya Jaramillo Lapo

Universidad Autónoma Simón Bolívar

jmireya8716@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2586-4302>

RESUMEN

El cambio climático se evidencia en este sector al actuar como un proyector de eventos peligrosos principalmente las inundaciones. La provincia de Sucumbíos se caracteriza por la actividad petrolera, donde existe limitaciones en cuanto a investigaciones desarrolladas y los efectos provocados por las fuentes fijas de emisión, sus efectos sobre las variaciones hidrometeorológicas causantes de inundaciones especialmente en las comunidades indígenas asentadas en sectores ancestrales donde no existe ninguna planificación debido a sus condiciones socioculturales. Los sectores donde se encuentran asentadas estas comunidades son en las riberas del río Dashino y sus afluentes donde suceden frecuentemente inundaciones. El objeto de la investigación es determinar la vulnerabilidad y estimación de riesgos a inundaciones por intensas lluvias en diferentes periodos de retorno. En la investigación dentro de la metodología se identificó cada uno de los elementos expuestos a inundaciones los cuales poseen cierta complejidad se realiza el análisis de vulnerabilidad donde se estima los potenciales daños por inundación, la forma de calcular se toma en consideración variables asociadas a daños directos donde se coloca la vulnerabilidad estructural y no estructural, mientras que los daños indirectos se asocian a las vulnerabilidades sociales, económicas, ecológicas y funcionales las misma que sumadas nos dan el valor de la vulnerabilidad total. Las condiciones socioeconómicas son limitadas y es la zona donde se ubica el 20% de la población pobre del cantón, viven de manera precaria en casas de madera con techo de paja, donde no existen planes de alerta temprana haciendo que la vulnerabilidad estructural sea muy alta.

Palabras clave: Riesgo de inundación, intensidad de lluvias, caudal máximo, vulnerabilidad de comunidades indígenas

ABSTRACT

Climate change is evident in this sector by acting as a projector of dangerous events, mainly floods. The province of Sucumbíos is characterized by oil activity, where there are limitations in terms of research carried out and the effects caused by fixed emission sources, their effects on hydrometeorological variations that cause flooding, especially in indigenous communities settled in ancestral sectors where there is no there is no planning due to their socio-cultural conditions. The sectors where these communities are settled are on the banks of the Dashino River and its tributaries where floods frequently occur. The object of the research is to determine the vulnerability and estimation of risks to floods due to intense rains in different return periods. In the investigation within the methodology, each of the elements exposed to floods were identified, which have a certain complexity, the vulnerability analysis is carried out where the potential damages by flooding are estimated, the way of calculating variables associated with direct damage is taken into account. where structural and non-structural vulnerability is placed, while indirect damages are associated with social, economic, ecological and functional vulnerabilities, which together give us the value of total vulnerability. Socioeconomic conditions are limited and it is the area where 20% of the poor population of the canton is located, they live precariously in wooden houses with thatched roofs, where there are no early warning plans, making structural vulnerability very high.

Keywords: Flood risk, rainfall intensity, maximum flow, vulnerability of indigenous communities.

RESUMO

A mudança climática é evidente neste setor por atuar como um projetor de eventos perigosos, principalmente inundações. A província de Sucumbíos é caracterizada pela atividade petrolífera, onde há limitações em termos de pesquisas realizadas e os efeitos causados por fontes fixas de emissão, seus efeitos sobre as variações hidrometeorológicas que causam inundações, especialmente em comunidades indígenas assentadas em setores ancestrais onde não há não há planejamento devido às suas condições socioculturais. Os setores onde essas comunidades estão instaladas estão às margens do rio Dashino e seus afluentes, onde as inundações ocorrem com

frequência. O objetivo da pesquisa é determinar a vulnerabilidade e estimar os riscos às inundações devido às chuvas intensas em diferentes períodos de retorno. Na investigação dentro da metodologia foram identificados cada um dos elementos expostos a inundações, que possuem uma certa complexidade, a análise de vulnerabilidade é realizada onde são estimados os danos potenciais por inundações, a forma de cálculo das variáveis associadas aos danos diretos é levada em consideração onde se situa a vulnerabilidade estrutural e não estrutural, enquanto os danos indiretos estão associados às vulnerabilidades sociais, econômicas, ecológicas e funcionais, que juntas nos dão o valor da vulnerabilidade total. As condições socioeconômicas são limitadas e é a área onde estão localizados 20% da população pobre do cantão, que vive precariamente em casas de madeira com telhados de palha, onde não há planos de alerta precoce, tornando a vulnerabilidade estrutural muito alta.

Palavras-chave: Risco de inundação, intensidade das chuvas, vazão máxima, vulnerabilidade das comunidades indígenas

INTRODUCCIÓN

El cambio climático comprende uno de los fenómenos que afecta a nivel global y se le puede atribuir los desastres naturales. Las fuertes lluvias en varios sectores originan inundaciones. Los desastres naturales se han desarrollado por varios siglos donde se han dado pérdidas humanas, materiales y económicas, especialmente en zonas periféricas, *“debido a las condiciones humanas y los procesos acelerados de consolidación de suelo que están llevando a cabo”* (Hernández y Vieyra, 2010, 45). Las abundantes precipitaciones generan eventos catastróficos, siendo un interés global ante el cambio climático, orientarse a fomentar estrategias de mitigación y adaptación. Las acciones sociales se encuentran en focalizadas en las instituciones; Los grupos sociales que se encuentran en áreas vulnerables eligen *“desarrollar mecanismos propios de resistencia y adaptación que incluyen la aceptación misma del riesgo”* (Álvarez, 2016, 126).

De acuerdo a las condiciones socioculturales, las estrategias adaptativas varían de ahí que los moradores de las zonas periféricas ubicadas en sectores de riesgos *“visualiza el impacto y evalúa las pérdidas provocadas por los desastres que pueden implicar la separación de los grupos sociales de sus centros de producción económica o referencia cultural, la fragmentación de lazos familiares, la pérdida progresiva de rasgos de identidad”* (Álvarez, 2016, 126).

El conocimiento de la cuenca hidrográfica ha permitido tener un conocimiento y organización entre la naturaleza y la sociedad en un área geográfica concreta, Burgos, et. al. (2015) manifiesta que el manejo debe ser de forma integral y se debe referir a los recursos naturales o *“relacionales causales implicadas en los impactos y externalidades entre sectores aguas arriba – aguas abajo”* (p. 13). Burgos, et. al. (2015) plantea que *“dentro de la cuenca se encuentra una interrelación entre el componente hidrológico, clima y terreno, lo que genera una alta diversidad de ecosistemas acuáticos, desde pequeños arroyos hasta grandes lagos y lagunas estuarinas, los cuales convergen en toda la extensión de la cuenca”* (p. 153).

En varios países se ha tomado interés respondiendo problemáticas ambientales, sociales y económicas suscitadas entorno al espacio geográfico de la cuenca hidrográfica. *“La adopción del enfoque de cuencas para atender grandes problemas nacionales desde las políticas públicas, movilizó a la comunidad científica a interesarse en la cuenca como un objeto de estudio para entender sus condiciones, procesos y dinámicas”* (Burgos, et. al., 2015, p. 15). Es indispensable la aplicación de la gestión integral de riesgos de desastres como una estrategia de prevención para establecer acciones de atenuación de impactos y enfrentar las amenazas dentro de la cuenca hidrográfica, refiriéndose a la *“‘gestión de riesgo integrado’ como al enfoque estratégico y proactivo para anticipar, evaluar, prevenir y gestionar el riesgo”* (Osorio & Teun, 2019).

La gestión de riesgos de desastres comprende un proceso social cuyo propósito es resguardar la integridad de los habitantes a través de actividades de reducción, control y prevención continua de cada uno de los factores de riesgos de desastres, llevando armonía con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial. *“La gestión integral del riesgo aplicada al manejo sostenible de agua se ha convertido en una importante estrategia de gestión preventiva, que empieza a mostrar*

resultados significativos en la anticipación oportuna de desastres potenciales” (Vallejo, et. al., 2019, p. 268).

La región amazónica en Ecuador se caracteriza por precipitaciones intensas que ocasionan inundaciones. Varios científicos expertos en cambio climático provoca la intensidad de eventos peligrosos como son deslizamiento de suelo, e inundaciones. Serrano, et. al., (2017) considera que los cambios debido a estas condiciones hidrometeorológicas generan impacto a los ecosistemas, las actividades comerciales y turísticas. En el país existe un incremento de la temperatura provocan inundaciones de manera recurrente debido a la acumulación de gases de efecto invernadero originan vapor de agua y con ello las precipitaciones y tormentas. El cambio climático se evidencia en este sector al actuar como un proyector de eventos peligrosos principalmente las inundaciones. La provincia de Sucumbíos se caracteriza por la actividad petrolera, donde existe limitaciones en cuanto a investigaciones desarrolladas y los efectos provocados por las fuentes fijas de emisión, sus efectos sobre las variaciones hidrometeorológicas causantes de inundaciones especialmente en las comunidades indígenas asentadas en sectores ancestrales donde no existe ninguna planificación debido a sus condiciones socioculturales. El objeto de la investigación es determinar la vulnerabilidad y estimación de riesgos a inundaciones por intensas lluvias en diferentes periodos de retorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una interacción compleja de varios factores biológicos, físicos y socioculturales forman parte de las condiciones ambientales de una fuente hídrica, permitiendo tener un interés de conservación y un manejo adecuado del suelo. *“La regulación del ciclo hidrológico es uno de los servicios tangibles de mayor impacto en el mundo y su perturbación ha modificado las disponibilidad y vulnerabilidad sobre la población rural”* (Gaspari, et. al., 2015). El área de estudio es la cuenca del río Dashino, ubicado en la parroquia Gonzalo Pizarro, de la provincia de Sucumbíos, limitada al Norte por la vía Quito – Lago Agrio, al sur el río Coca, al este el cerro Lumbaqui y al oeste el río Coca, de acuerdo al estudio realizado por Calles, et. al. (2012) *“representa el 10,5% de la superficie del cantón (222,583 Ha), pero sí se considera que el cantón concentra gran parte de su jurisdicción bajo categorías de conservación”* (p. 8), se encuentra dentro del 72% del territorio cantonal de conservación, y dentro de su área de influencia directa se encuentra el Parque Nacional Cayambe Coca y la Reserva Cofán Bermejo que son parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por lo que su ubicación es muy estratégica, tiene una extensión de 23.568,90 Ha. En la cuenca del río Dashino se encuentran asentadas las comunidades indígenas: Unión Independiente; Sardinas; Panduyaku; Dashino; Playas del río Coca; La Laguna, las cuales tiene una riqueza ancestral responsable con el cuidado de la naturaleza, aprovechándose de manera razonable cada uno de los servicios ecosistémicos, uno de ellos es la provisión de agua potable para las comunidades, comprende un punto muy esencial ya que permite la conexión entre áreas de conservación que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, haciéndolo aún más importante por ser un canal de libre tránsito de fauna silvestre. De acuerdo a Calles, et. al., (2012) existen varias zonas de gran importancia debido a su gran cobertura vegetal y su nivel de intervención es bajo donde *“se registran especies sensibles tanto de flora y fauna”* (p. 21). En la cuenca del río Dashino se han registrado 160 especies de aves, 89 especies de mamíferos, 33 especies de anfibios, 8 especies de reptiles y 12 especies de peces propias del sector, *“esta alta diversidad de especies estuvo relacionada a las remanentes boscosos que aún presentan buenas condiciones en la cuenca”* (Calles, et. al., 2012, 25). En la parte baja de la cuenca del río Dashino se encuentran los asentamientos de las comunidades indígenas de Dashino, Panduyaku, Playas del río Coca, Playas del río Tigre, Shiwcucha, y Sardinas. Por tratarse de comunidades que se encuentran viviendo en extrema pobreza varias organizaciones se han dedicado a fomentar actividades productivas, pero éstas no han dado buenos resultados, provocando grandes problemas de desigualdad social. Los sectores donde se encuentran asentadas estas comunidades son en las riberas del río Dashino y sus afluentes donde suceden frecuentemente inundaciones. *“La cuenca es de gran importancia para la*

provisión de agua potable para las poblaciones locales, así como sitio de caza y pesca para las comunidades indígenas y mestizas que se asientan en la cuenca” (Calles, et. al. 2012, 11).

La cuenca del río Dashino tiene variaciones altitudinales comprendidas en el rango de 1200 a 450 msnm, tiene un relieve irregular donde se tiene fuertes quebradas y pendientes en la parte alta donde también existen pendientes superiores a 50%, mientras que en la zona baja las pendientes se encuentran en el rango de 0 a 5%, según Calles, et. al. (2012) en esta zona las comunidades indígenas interviene la zona con más frecuencia actividades agrícolas. La cuenca se caracteriza por su humedad relativa superior a 80% debido a sus altas precipitaciones con un promedio anual de 5.300 mm, en las zonas bajas se reportan valores de precipitación más altos.

La metodología utilizada para este trabajo de investigación inicia desde la *“caracterizar el lugar que es susceptible de inundarse o sea obtener un mapa de escenario de peligro”* (Serrano, et. al., 2017, 12). Se realizó un levantamiento de información de la verificación de las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las comunidades, mediante reuniones y entrevistas, la revisión bibliográfica y los históricos de los eventos peligrosos ocurridos durante los últimos diez años. Posteriormente se realizó un diagnóstico del manejo del área y su problemática para lo cual se aplica el modelo multicriterio que toma a consideración los criterios topográficos donde se toma en cuenta el relieve; los criterios de permeabilidad del suelo a través de mapas degradativos; criterios geomorfológicos a través de mapas donde se interpreta la permeabilidad del suelo, *“en este caso las formas del lecho de los ríos, se reconocen el cauce permanente o de estiaje, el lecho aparente y los planos o llanuras de inundación, en la desembocadura de los ríos, los deltas, estuarios y marismas”* (Serrano, et. al., 2017, p. 13). Los criterios de la influencia de carso; el criterio correspondiente a la influencia de la vegetación; y el criterio del índice de humedecimiento del suelo. Para la reducción de riesgos por inundación en las cuencas hidrológicas van dirigidas a varios elementos permitiendo adoptar varias medidas de mitigación *“orientadas a reducir o controlar la peligrosidad de algunas inundaciones u otras como la instauración de sistemas de alerta temprana o la ordenación del territorio, que están orientadas a reducir la exposición y la vulnerabilidad”* (Seguinot, Batista y Sánchez 2008, 125). Es de vital importancia realizar los cálculos de la intensidad y el periodo de retorno del peligro, el peligro de inundación que es función del factor de susceptibilidad y el factor de disparo, *“dado por el nivel de lluvias máximas diarias en 24 horas”* (Serrano, et. al., 2017, p. 17). El gasto máximo que circula en el cauce del río Dashino, se obtiene a partir de la ecuación planteada por Gonzalez, (1996):

$$Q = \frac{C * I_p * A}{3.6} * K$$

Donde:

C Coeficiente de escurrimiento máximo

I_p Intensidad máxima media (mm/h)

A Área de la cuenca del río Dashino

K Coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad K, se lo obtiene a partir del tiempo de concentración de la cuenca definida como el agua que se desplaza por todo el cauce, y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$t_c = 58 * \left[\frac{(L_r)^3}{\Delta H} \right]^{0,385}$$

Donde:

L_r Longitud del río Dashino

ΔH Desnivel

El coeficiente de uniformidad K, se lo obtiene con la siguiente ecuación:

$$K = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde;

t_c Tiempo de concentración de la cuenca

Cuando se ha calculado los parámetros para la obtención de la intensidad de lluvia para cada uno de los tiempos de retorno, la intensidad máxima media se obtiene con la siguiente ecuación:

$$I_p = \frac{A}{(t_c + B)^n}$$

El volumen estimado de agua de la cuenca hidrográfica se lo puede conocer de acuerdo a las precipitaciones del área calculadas de la sección transversal del río de acuerdo a los datos obtenidos en campo y a los datos históricos proporcionados por la información disponible de los monitoreos periódicos realizados por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. El volumen estimado de agua se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q = V * W * H$$

Donde:

V Velocidad de flujo

W Ancho del canal

H Profundidad

“Las cuencas, si bien en su mayoría se desarrollan en un contexto hídrico, no se pueden aislar de los demás componentes, como los suelos, la vegetación y las actividades antropogénicas” (Burgos,

et. al. 2015, 155). Cuando se identifica cada uno de los elementos expuestos a inundaciones los cuales poseen cierta complejidad se realiza el análisis de vulnerabilidad donde se estima los potenciales daños por inundación, la forma de calcular se toma en consideración variables asociadas a daños directos donde se coloca la vulnerabilidad estructural y no estructural, mientras que los daños indirectos se asocian a las vulnerabilidades sociales, económicas, ecológicas y funcionales las misma que sumadas nos dan el valor de la vulnerabilidad total.

$$V_t = V_e + V_{ne} + V_f + V_s + V_{ec} + V_{es}$$

Donde:

V_e Vulnerabilidad estructural

V_{ne} Vulnerabilidad no estructural

V_f Vulnerabilidad funcional

V_s Vulnerabilidad social

V_{ec} Vulnerabilidad ecológica

V_{es} Vulnerabilidad económica

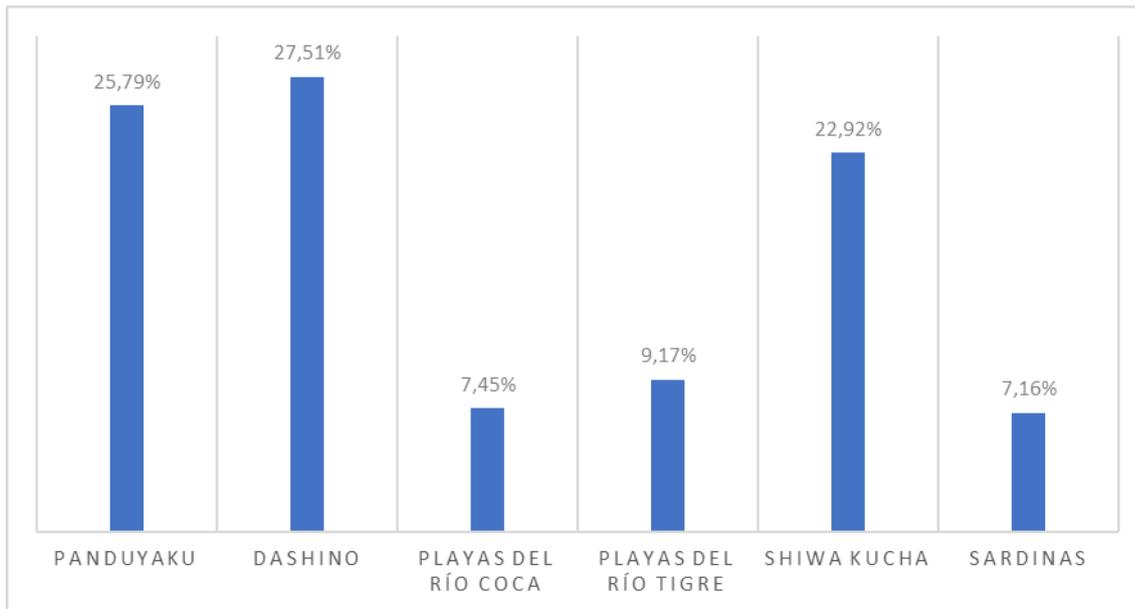
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1 Población afectada asentada en la cuenca del río Dashino

Comunidad	Hombres	Mujeres	Total
Panduyaku	182	178	360
Dashino	195	189	384
Playas del río Coca	53	51	104
Playas del río Tigre	65	63	128
Shiwa Kucha	163	157	320
Sardinas	51	49	100
Total de población afectada	709	687	1396
Total de habitantes del cantón	5263	4744	10007
Porcentaje de población en zona de riesgo	13,47%	14,48%	13,95%

Fuente: Morales, (2021)

Gráfico 1 Población afectada asentada en la cuenca del río Dashino



Fuente: Morales, (2021)

El realizar la recolección de datos y delimitar el área afectada por riesgos de inundación en la cuenca del río Dashino, se observa en la tabla 1 que el total de población afectada es de 1396, de los cuales 709 habitantes son hombres y 687 habitantes son mujeres, conformando el 13,95% de la población del cantón Gonzalo Pizarro, de acuerdo al gráfico 1 podemos decir que dentro de los 1396 habitantes del área de afectación el 25,79% de los habitantes son de la comunidad indígena Panduyaku; 27,51% de los habitantes de la comunidad indígena de Dashino; 7,45% de los habitantes es de la comunidad indígena Playas del río Coca; el 9,17% de los habitantes son de la comunidad indígena Playas del río Tigre; el 22,92% de los habitantes es de la comunidad indígena Shiwa Kucha; y el 7,16% de los habitantes son de la comunidad indígena Sardinias.

Tabla 2 Proyección de población afectada tomando en cuenta los periodos de retorno

Año de retorno	Hombres	Mujeres	Total
2	737	714	1451
5	782	757	1539
10	862	835	1697
25	1154	1119	2273
50	1880	1821	3701
100	4983	4829	9812

Fuente: Morales, (2021)

Las lluvias torrenciales se encuentran dentro de los eventos extremos motivo por el cual se debe calcular los tiempos de retorno, según Gutiérrez, et. al. (2011) se los define como el promedio de tiempo en el cual el evento se iguala o se excede la frecuencia con a cual se da el evento de inundación, en la tabla 2, tomando en cuenta una tasa de crecimiento poblacional de 1,95% se calcula la proyección de la población afectada para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Tabla 3 Influencia de la vegetación en la susceptibilidad a inundaciones

Parámetro	Tipo de cobertura vegetal	Susceptibilidad a la inundación
Criterios de vegetación	Cobertura herbácea y arbustiva (matorrales y comunidades herbáceas secundarias) y cultivos y plantaciones frutales	Mayor susceptibilidad

Fuente: Morales, (2021)

En la cuenca del río Dashino el 17% de la superficie equivalente a 4.006,71 Hectáreas donde se encuentran asentadas las comunidades indígenas localizadas en la zona baja, realizan actividades agrícolas y existe una degradación del suelo y con ello la susceptibilidad a inundaciones es mayor. Esta zona de la cuenca de acuerdo al histórico de eventos se dan lluvias intensas y la cobertura vegetal es un factor que influye en el escurrimiento y la infiltración, esto se lo representa en la tabla 3.

Tabla 4 Cálculo de la susceptibilidad a inundaciones tomando en cuenta el criterio para selección de límite máximo de inundación

Clasificación de los puntajes	Parámetros	Valor Máximo	Calificación	Valor
Capas temáticas	Ríos de 3, 4, 5, y 6 orden	2	7	1,4
	Geomorfología	1,7	8	1,36
	Inclinación de la pendiente	1,2	9	1,08
	Permeabilidad del suelo	1,7	10	1,7
	Procesos degradativos en los suelos	1,2	10	1,2
	Mapa de cobertura vegetal	0,6	6	0,36
	Humedecimiento del suelo	0,6	8	0,48
	Depósito no consolidados del cuaternario	1	7	0,7
Orden de los ríos	De orden 1 y 2	0,1	5	0,05
	De orden 3	1	5	0,5
	De orden 4	1,5	7	1,05
	De orden 5	1,9	8	1,52
	De orden 6	2	0	0
Formas de relieve	Primer plano de inundación	1,7	10	1,7
	Zonas bajas del relieve no clasificado	1,5	8	1,2
	Segundo plano de inundación	1,2	9	1,08
	Tercer plano de inundación	0,5	7	0,35
	Relieve carsificado	0,1	6	0,06
Inclinación de la pendiente	Pendientes bajas de 0 a 5%	1,2	10	1,2
	Pendientes medias de 5 a 10%	0,9	7	0,63
	Pendientes altas mayores del 10%	0,5	8	0,4
Permeabilidad del suelo	Tipo de suelo vertisol	1,7	9	1,53
	Tipo de suelo Hidromórfico	1,5	7	1,05
	Tipo de suelo Fluvisol	1	3	0,3
	Tipo de suelo Histosol	0,8	4	0,32
	Otros tipos de suelo con gleysación	0,5	0	0
	Otros tipos de suelos	0,2	0	0
Procesos degradativos	Problemas de drenaje	1,2	10	1,2
	Hidromorfia	1,5	7	1,05
	Compactación	0,5	4	0,2
Tipo de vegetación	Cobertura herbácea y arbustiva (matorrales y comunidades herbáceas secundarias) y cultivos y plantaciones frutales	0,6	9	0,54
	Cobertura arbórea (bosques)	0	10	0
Índice de	Con humedecimiento	0,6	8	0,48

humedecimiento del suelo	Sin humedecimiento	0,1	7	0,07
Origen de los depósitos cuaternarios	Aluviales	1	10	1
	Palustres y lacustres	0,8	7	0,56
Factor de lluvia	Poner el intervalo con el valor máximo de lluvia caída en el territorio como tope	4	10	4
Susceptibilidad a inundaciones				30,32

Fuente: Morales, (2021)

En la tabla 4 tomando en cuenta los diferentes criterios de capas temáticas de los los diferentes mapas; de acuerdo al orden de los ríos presentes en la cuenca; la geomorfología; la inclinación de las pendientes; la permeabilidad del suelo; la degradación del suelo; la vegetación ; el índice de humedecimiento; los depósitos cuaternarios y el factor de lluvia se tiene un valor de susceptibilidad a inundación de 30,32 el cual se encuentra dentro del rango de 26,6 a 40,1 por lo tanto es alto.

Tabla 5 Intensidad de peligro de inundación a diferentes periodos de retorno

Años	K	Desviación Estándar	Intensidad del peligro de inundación
2	0,36	161	5828
5	0,89	187	6769
10	1,58	241	8724
25	2,88	510	18462
50	3,09	1779	64400
100	3,73	21668	784382

Fuente: Morales, (2021)

En la tabla 5 se determina la intensidad del peligro de inundación en los diferentes periodos de retorno donde observamos que a los dos años se tiene un valor de 5.828 mm/año, a los cinco años es de 6.769 mm/año, a los diez años 8.724 mm/año, a los veinte y cinco años de 18.462 mm/año, a los cincuenta años es de 64.400 mm/año, y por último a los cien años es de 784.382 mm/año.

Tabla 6 Intensidad máxima media de lluvia para cada tiempo de retorno

Periodos de retorno	A	B	n	Intensidad máxima media (mm/h)	Caudal (m³/s)
2	5682,1	48,5	0,9	166,61	981,69
5	6813,63	45	0,99	150,72	888,07
10	7486,78	43	1	166,45	980,75
25	8873,41	43	1,01	189,91	1118,98
50	9455,71	41,5	1,01	209,42	1233,94
100	10118,95	40,5	1,01	229,44	1351,90

Fuente: Morales, (2021)

En la tabla 6 hemos determinado la intensidad máxima media de lluvia y caudal del río Dashino para los diferentes tiempos de retorno a los dos años se tiene una intensidad de 166,61 mm/h y un caudal de 981,69 m³/s; a los cinco años se tiene una intensidad de 150,72 mm/h y un caudal de 888,07 m³/s; a los diez años la intensidad es de 166,45 mm/h y el caudal en 980,75 m³/s; a los veinte y cinco años la intensidad es 189,91 mm/h y el caudal es de 1.118,98 m³/s; a los cincuenta

años se tiene una intensidad de 209,42 mm/h y el caudal es de 1.233,94 m³/s; y por último tenemos a los cien años donde la intensidad es de 1.351,90 m³/s.

Tabla 7 Vulnerabilidad a inundaciones

Daño potencial	Valor máximo	calificación
Afectación debido al estado técnico de la construcción(AET)	5	3
Vulnerabilidad estructural (Ve)		3
Indicadores de exposición	Valor máximo	calificación
Estado del drenaje y de la red de alcantarillado	5	5
Carreteras dañadas u obstruidas	3	3
Otras líneas vitales dañadas	2	0
Vulnerabilidad no estructural (Vne)		8
Elementos preparativos de respuesta	Valor máximo	calificación
Disponibilidad de grupos atención a emergencias	4	4
Preparación de sistemas de alerta temprana	4	4
Albergues temporales para personas evacuadas	4	3
Acceso a zonas aisladas	4	4
Reserva de suministros básicos de agua, alimentos, etc.	4	4
Vulnerabilidad funcional (Vf)		19
Factores sociales	Valor máximo	calificación
Población afectada	10	5
Percepción del peligro	2	2
Condiciones insalubres	2	2
Organización para atención de emergencia	3	3
Manejo de los desechos sólidos no peligrosos	3	3
Vulnerabilidad social (Vs)		15
Áreas afectadas	Valor máximo	calificación
Ecosistemas frágiles afectadas	5	5
Áreas protegidas afectadas	5	3
Vulnerabilidad ecológica (Vec)		8
Presupuesto asignado para actividades de mitigación	4	4
Zonas productivas en el área de riesgo	4	4
Evaluación de costos de respuesta	4	4
Cantidad de áreas cultivadas en zonas de riesgo	4	3
Cantidad de ganado presente en la zona de riesgo	4	3
Vulnerabilidad económica (Ven)		26
Vulnerabilidad Total		87
Riesgo estimado		0,696

Fuente: Morales, (2021)

En la tabla 7 se tiene la vulnerabilidad a inundaciones, donde se determina la vulnerabilidad estructural de un valor de 3; la vulnerabilidad no estructural se evalúa la infraestructura esencial, teniendo un valor de 8; la vulnerabilidad funcional donde se toma en cuenta los factores de elementos de respuesta, sistemas de alerta temprana, albergues temporales dandonos un valor de 19; la vulnerabilidad social donde se toma en cuenta los factores de percepción del peligro, los factores sociales, la población afectada, y las condiciones insalubres obteniéndose un valor de 15; La vulnerabilidad ecológica se toma en cuenta que la cuenca del río Dashino se encuentra en una zona de importancia y cercana a las reservas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas por lo que su valor es de 8; La vulnerabilidad económica se toma en cuenta la cantidad de cultivos, y ganados en la zona de riesgos, y la evaluación del costo de respuesta donde se obtiene un valor de

26, la vulnerabilidad total es de 87, encontrándose en el rango de (67 a 100) siendo la vulnerabilidad a inundaciones alta.

CONCLUSIONES

El uso principal del área donde se encuentran las comunidades indígenas es para uso general donde existe 279 viviendas con 1396 habitantes, el mismo que se encuentra cercano a las orillas del río Dashino, donde acceden a realiza actividades ancestrales de caza y pesca para la subsistencia. Esta zona tiene pendientes menores al 5% y se encuentran degradadas lo que aporta de manera considerable a las inundaciones debido a las fuertes precipitaciones teniendo un promedio mensual de 386,67 mm.

La intensidad de lluvia promedio es de 158,7 mm/h, y el caudal del río Dashino es de 878,97 m³/s, con un tiempo de concentración de la cuenca de 199,74 minutos, el mismo que se incrementa de manera gradual en los periodos de retorno analizados, lo cual puede ocasionar variaciones en la forma, poniendo en riesgo las orillas donde se encuentran asentadas las comunidades indígenas y podría ocasionar daños más representativos a la infraestructura esencial y a las viviendas.

De acuerdo al análisis de vulnerabilidad realizado las zonas donde están asentadas las comunidades indígenas se encuentran degradadas y en las zonas compatibles se realiza actividades agrícolas dándose una conversión de uso de suelo tornando la superficie más sensible dinamizando el problema de degradación evidenciando el valor obtenido de 87, encontrándose en el rango de 67 a 100 alto.

Las condiciones socioeconómicas son limitadas y es la zona donde se ubica el 20% de la población pobre del cantón, viven de manera precaria en casas de madera con techo de paja, donde no existen planes de alerta temprana haciendo que la vulnerabilidad estructural sea muy alta.

El Plan de Manejo de la Cuenca del río Dashino, obliga a realizar programas de ganadería sustentable a través del proyecto de protección y mejoramiento de recursos naturales de la explotación tradicional de ganadería bovina, la cual permite la recuperación de áreas degradadas cambiando las prácticas tradicionales por novedosas con mayores resultados de conservación atenuando los impactos en el ecosistema.

Si bien dentro de la cuenca existen áreas de conservación donde no existe la intervención con actividades antrópicas, no existen investigaciones científicas que permitan fortalecer el manejo adecuado a la vez las competencias municipales establecidas en los diferentes marcos normativos se ven limitados por la falta de recursos, haciendo deficiente la gobernabilidad en cuanto a la protección de las áreas.

La falta de recursos de las familias pobres obliga a realizar actividades que alteran el uso de suelo de las zonas intervenidas, degradando el suelo y haciéndolo más vulnerable a inundaciones en la parte baja donde se encuentran asentadas las comunidades.

REFERENCIAS

- Álvarez, G., 2016. Vulnerabilidad social de la población desplazada ambiental por las inundaciones de 2007 en Tabasco (México). *CUADERNOS DE GEOGRAFÍA / REVISTA COLOMBIANA DE GEOGRAFÍA* / Vol. 25, n.º 1., pp. 123 - 138.
- Alvear, et. al., 2021. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Gonzalo Pizarro*. s.l.:Ediciones Quevedo.
- Burgos, et. al., 2015. *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*. s.l.:CIGA, RÍO ARRONTE FUNDACIÓN.
- Burgos, B., Cartaya, S. & Mero, D., 2019. Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones Geográficas • Instituto de Geografía • UNAM*, pp. 1 - 14.
- Cajigal, E. & Maldonado, A., 2019. Metodología para el análisis ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. xix, núm. 61., pp. 543 - 574.

- Calles, et. al., 2012. *Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Dashino*. s.l.:Gráficas Ortega.
- Contreras, F. & Fantín, M., 2015. El riesgo de la población a inundaciones por lluvias como consecuencia de la dinámica de expansión urbana sobre paisajes anegadizos. El caso de la ciudad de Corrientes (Argentina). *Folia Histórica del Nordeste No. 23*, pp. 97 - 112.
- Contreras, F. & Odriozola, M., 2016. Aplicación de modelos de elevación digital para la delimitación de áreas de riesgos por inundaciones San Luis del Palmar, corriente, RCA. Argentina. *Contribuciones Científicas GEA vol. 28*, pp. 83 - 94.
- Cuervo, Martínez & Ortiz, 2019. La geodinámica en el análisis del estado de conservación de cuencas hidrográficas. *Universidad Nacional Autónoma de México*, pp. 150 - 168.
- García, L. & Batista, C., 2019. Nueva metodología con enfoque de MIZC para la gestión integrada de riesgos de desastre por inundaciones. 2, pp. 193 - 229.
- Gaspari, et. al., 2015. Evaluación del servicio ambiental de provisión hídrica en cuencas hidrográficas del sudoeste bonaerense, Argentina. *SEDECI, vol. 114, núm. 03*, pp. 214 - 221.
- Gomez, J., 2021. Modelación de un sistema para el control de inundaciones, en la planicie aluvial del río Lodana, Manabí - Ecuador. *Ciencias técnicas y aplicadas vol 7, núm. 4*, pp. 220 - 237.
- Gutiérrez, et. al., 2011. Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, núm. 76*, pp. 20 - 33.
- Hernández, J. & Vieyra, A., 2010. Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano Morelia, una ciudad media mexicana ¿El desastre nace o se hace?. *Revista de Geografía Norte Grande, 47:*, pp. 45 - 62.
- Molina, L., 2016. Resiliencia a inundaciones: nuevo paradigma para el diseño urbano. *Revista de Arquitectura vol. 18, núm. 2*, pp. 82 - 101.
- Mosquera, et. al., 2015. Valoración estacional de las amenazas contra la conservación de *Inia geoffrensis humboldtiana* (Cetartiodactyla Iniidae) en la cuenca del río Meta, Colombia. *THERYA vol. 6 (2), 6(2)*, pp. 378 - 388.
- Ollero, A. & Sánchez, M., 2015. Las inundaciones del Ebro. *Enseñanza de las ciencias de la tierra 23(3)*, pp. 350 - 351.
- Osorio & Teun, 2019. <http://www.bvsde.paho.org>. [En línea]
Available at: <http://www.bvsde.paho.org/texcom/>
[Último acceso: 25 Diciembre 2021].
- Seguinot, J., Batista, J. & Sánchez, M., 2008. Evaluación de riesgos de inundaciones en municipios de Carolina y Loíza, Puerto Rico. *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, vol 8*, pp. 115 - 138.
- Serrano, et. al., 2017. Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. Caso de estudio: Machala. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, vol. 24, núm. 2*, pp. 52 - 77.
- Vallejo, et. al., 2019. Gestión integral de riesgos de desastres y manejo sostenible del agua. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos vol. 11, núm. 4*, pp. 267 - 276.