

## **Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador**

### *Analysis of the Vulnerability to Flooding in the Santa Ana de Vuelta Larga Parish, Province of Manabi, Ecuador*

Bryan Danilo Burgos Choez,\* Scarlet Josefina Cartaya Ríos\*\* y David Jesod Mero del Valle

Recibido: 03/09/2018. Aprobado: 13/12/2018. Publicado en línea: 29/03/2019.

**Resumen.** La parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, localizada en la cuenca del río Portoviejo de la provincia de Manabí, Ecuador, es una de las más afectadas por inundaciones. Por ello, en el presente estudio se analizó su vulnerabilidad global mediante componentes físicos, sociales, económicos y ecológicos, para lo cual se emplearon: observación directa de aspectos como ubicación, conservación y material de construcción de las viviendas; encuestas personales y descriptivas con el fin de recabar información acerca de la gestión de riesgos y pérdidas económicas, y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis cartográfico de los aspectos ecológicos de la parroquia.

Las encuestas se realizaron aleatoriamente, por estratos, a 378 personas, resultado de la fórmula de poblaciones finitas, con un margen de error de 5% y un nivel de confianza de 95%. Los resultados arrojaron que la vulnerabilidad global es media (55%), en la que influye más el aspecto social por la falta de preparación ante el riesgo de parte de las instituciones gubernamentales locales y habitantes; le sigue el aspecto físico, por la cercanía de gran parte de viviendas al río; el ecológico, por la disminución de la cobertura vegetal y el sellado de suelo, y, en menor proporción, el económico, por la ubicación de la zona comercial sobre el área con pendientes inferiores a 2.5°.

Se concluye que la vulnerabilidad de la parroquia está ligada a su ubicación geográfica, a la falta de un ordenamien-

to territorial y de preparación ante el riesgo y al cambio del uso de suelos y cobertura vegetal.

**Palabras clave:** Inundaciones, vulnerabilidad global, río Portoviejo, Sistemas de Información Geográfica, Ecuador.

**Abstract.** The Santa Ana de Vuelta Larga's parish, located in the Portoviejo's basin river of the province of Manabi, Ecuador, is one of the most affected areas by inundations. For this reason, in this recent study it was analyzed its global vulnerability, through physical, social, economic and ecological elements. For this was used direct observation of aspect as the location, conservation and building materials for the construction of housing, also personal and descriptive polls to provide information about risk management and economic lost, and the Geographic Information Systems for the cartographic analysis of environmental aspects of the parish. Quizzes were realized randomly for social groups of 378 people, this is the result of finite population, with a margin error of 5% and a confidence level of 95%. The results show that global vulnerability is average (55%) where the social aspect is more influent, since there is a lack of preparation upon the risk of local governmental institutions and population. Followed by the physical aspect, because of the geographic proximity of households to the river, the

\* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ciudadela Universitaria, Manta, Ecuador. bryanburgoschoez@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-4142-3718>) (autor de correspondencia).

\*\* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ciudadela Universitaria, Manta, Ecuador. Correo electrónico: scarletcartaya@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-8291-783X>)

\*\*\* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ciudadela Universitaria, Manta, Ecuador. Correo electrónico: david-j@hotmail.es (<https://orcid.org/0000-0003-1102-1109>)

ecological factor, for the vegetative cover reduction and the sealed soil, and in a minor proportion of the economic factor because of the location of the commercial zone in places with inferior slopes of 2.5°. Finally, the parish vulnerability is linked to its geographical location, lack of land development planes, preparation for risk and change of soil use and vegetation cover.

**Key words:** Floods, global vulnerability, Portoviejo River, Geographic Information Systems, Equator.

## INTRODUCCIÓN

Las inundaciones fluviales son fenómenos hidrológicos que se producen periódicamente y que han sido la causa de la formación de valles fluviales, llanuras aluviales, planicies de inundación y vegas de los ríos, es decir, forman parte de la geodinámica natural del planeta. Sin embargo, pueden transformarse en amenaza<sup>1</sup> cuando el hombre ocupa zonas susceptibles<sup>2</sup> de ser inundadas, lo cual genera impactos socioeconómicos (Garnica y Alcántara, 2004; Morales *et al.*, 2005; Díez-Herrero *et al.*, 2008; Llorente-Isidro *et al.*, 2009; Monteiro *et al.*, 2017; Zúñiga Igarza, 2018). En este sentido, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred, 2009) y García (2010) coinciden en que, durante el periodo 1919-2005, las lluvias e inundaciones fueron los eventos naturales que se generaron e incrementaron mayor número de veces en comparación con incendios forestales, deslizamientos, ciclones y sequías, entre otros.

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es uno de los principales desencadenantes de precipitaciones intensas en algunos países del borde del Pacífico, tales como Ecuador y Perú (Trenberth, 2011; FAO, 2015; Mayorga, 2016; Serrano *et al.*, 2016). No obstante, el incremento e intensidad en la frecuencia de lluvias también es asociado al cambio climático (ISDR, 2008; FAO, 2008), el cual está fuertemente vinculado al aumento de actividades humanas que implican cambios

en el medio ambiente (IPCC, 2007; Rojas y López, 2017; Zúñiga y Magaña, 2017). De acuerdo con Garnica y Alcántara (2004), Guarín *et al.* (2005), Ferrari (2012), Mendoza y Orozco (2014), y Paoli (2015), estas modificaciones ambientales se deben, principalmente, a la invasión y ocupación del terreno en valles fluviales y llanuras aluviales, en zonas de regulación hidráulica natural, así como al cambio de uso de suelos, construcción de infraestructuras deficientes, aumento de la sedimentación en los canales fluviales, deforestación de la cuenca alta, además de la topografía y características físicas de los ríos, lo cual aumenta la vulnerabilidad<sup>3</sup> de la población a las inundaciones (Guamushig, 2018).

En Ecuador, el riesgo<sup>4</sup> a las inundaciones está ligado a varias causas favorecidas por las condiciones naturales y la forma de ocupación del territorio (Jiménez *et al.*, 2012; Toulkeridis, 2015; Aguilar y Echeverría, 2018). En este contexto, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi) dio a conocer que, entre 1960 y 2006, el país ha registrado un incremento tanto en la temperatura promedio anual como en la intensidad y frecuencia de eventos extremos (sequías e inundaciones) (MAE, 2011). Incluso la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR, 2016), en su base de datos, indica que desde 2010 hasta 2016 se han registrado 2 002 inundaciones en todo el territorio ecuatoriano, que dejaron como saldo 22 decesos, 7 239 damnificados, 756 viviendas destruidas y 11 333.77 hectáreas de cultivos perdidas; además, resultaron afectados 191 205 personas, 28 035 viviendas, 329 centros educativos y 14 678.79 hectáreas de cultivos.

Cabe destacar que, según Jiménez *et al.* (2012) y el MAE (2015), la región litoral de Ecuador registró un ascenso de 3.3 °C en la temperatura media e incremento de precipitaciones en 33% durante el periodo 1960-2006, esto aunado a sus extensas

<sup>1</sup> Fenómeno o actividad humana que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, medios de sustento, servicios o daños ambientales (UNISDR, 2009, p. 5).

<sup>2</sup> Zonas propensas a ser afectadas o hallarse bajo la influencia de un proceso determinado (Villacorta *et al.*, 2012, p. 396).

<sup>3</sup> Propensión o predisposición a ser afectados negativamente; comprende elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014, p. 5).

<sup>4</sup> Probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por los impactos en caso de que ocurran tales sucesos o tendencias (IPCC, 2014, p. 5).

zonas de pendiente baja (Solano y Vintimilla, 2013; Aguilar y Echeverría, 2018), convirtiéndola en una zona expuesta a inundaciones periódicas y a las generadas por el fenómeno El Niño.

La provincia costera de Manabí también ha sido afectada por inundaciones. Destaca el evento de abril de 2002 que registró la muerte de 26 personas, 10 713 viviendas afectadas y 26 destruidas totalmente (Comunidad Andina, 2008). Santa Ana, cantón ubicado en la mencionada provincia, se localiza en la cuenca baja del río Portoviejo. Esta localidad ha experimentado eventos de inundación más recientes, como el asociado a las lluvias de marzo de 2012, que provocó una lámina de agua de al menos 1 m de altura en la zona central; el de abril de 2016, cuando la cota del embalse Poza Honda superó los 107.17 msnm y afectó al menos 40 comunidades por la inundación de casas y sembradíos de maíz, maní, naranja, entre otros, y el de abril de 2017, que afectó a más de 4 000 personas (SNGR, 2017).

La dinámica hidráulica en la cuenca del río Portoviejo ha sido marcada por la acción del fenómeno climático El Niño, así lo sugieren los estudios realizados por Thielen *et al.* (2015, 2016), quienes analizaron la dinámica de eventos climáticos extremos sobre la base de la serie de tiempo 1971-2011 de datos pluviométricos, pertenecientes a 30 estaciones meteorológicas, determinando que 21.8% de su superficie está ligada a inundaciones y registra una precipitación media anual de 1 043 mm, donde 77.3% de las precipitaciones se presentan en la época lluviosa, la cual comprende de enero a abril. También realizaron un análisis temporal de las anomalías mensuales de precipitación de 1990-2011 en las que, por causa de El Niño 97-98, se registraron 18 meses consecutivos de precipitaciones superiores a la media histórica.

Por lo anterior se determinó evaluar la vulnerabilidad global<sup>5</sup> a inundaciones de la población ubicada en la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, en sus componentes físico, social, ecológico y

económico, con el apoyo de SIG para el análisis espacial, así como la observación directa y las encuestas personales y descriptivas, con la finalidad de proporcionar información para que este tema sea considerado en los planes de ordenamiento territorial municipales y así contribuir a mitigar el riesgo y disminuir la vulnerabilidad.

## ÁREA DE ESTUDIO

La parroquia Santa Ana de Vuelta Larga (Figura 1) se localiza geoastronómicamente entre las coordenadas geográficas 1° 09' 03.55" a 1° 18' 55.84" de latitud sur y entre 80° 13' 15.83" a 80° 32' 30.53" de longitud oeste. Está situada en el centro este del cantón Santa Ana, provincia de Manabí. Posee una población de 22 298 habitantes (INEC, 2010), un área de aproximadamente 315.32 km<sup>2</sup> con altitudes que van desde los 49 hasta los 500 metros sobre el nivel del mar, precipitaciones anuales de 500 a 1 200 mm y una temperatura promedio de 26 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Ana, 2015).

La cuenca del río Portoviejo que nace en el sector montañoso de la parroquia Honorato Vásquez, también perteneciente al cantón Santa Ana, es un importante sistema hidrológico de la vertiente del Pacífico de Ecuador y una fuente de abastecimiento para gran parte de la población asentada en ella y aledañas (Thielen *et al.*, 2016).

## METODOLOGÍA

Existen distintas metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad (Noriega *et al.*, 2011; Zúñiga y Magaña 2017), por lo que el presente estudio se basó en los lineamientos metodológicos planteados por Cáceres (2001), Álvarez (2012) y Pedroso *et al.* (2014). La vulnerabilidad global fue calculada a partir de la fórmula modificada de Noriega *et al.* (2011) para cuatro aspectos que abarcan 14 variables:

$$\text{Vulnerabilidad global} = \sum (a*0.25) + (b*0.25) + (c*0.25) + (d*0.25)$$

<sup>5</sup> La vulnerabilidad global es la interacción de características y aspectos físicos, sociales, económicos y ecológicos, entre otros, que convergen en una comunidad particular (Wilches-Chaux, 1993).

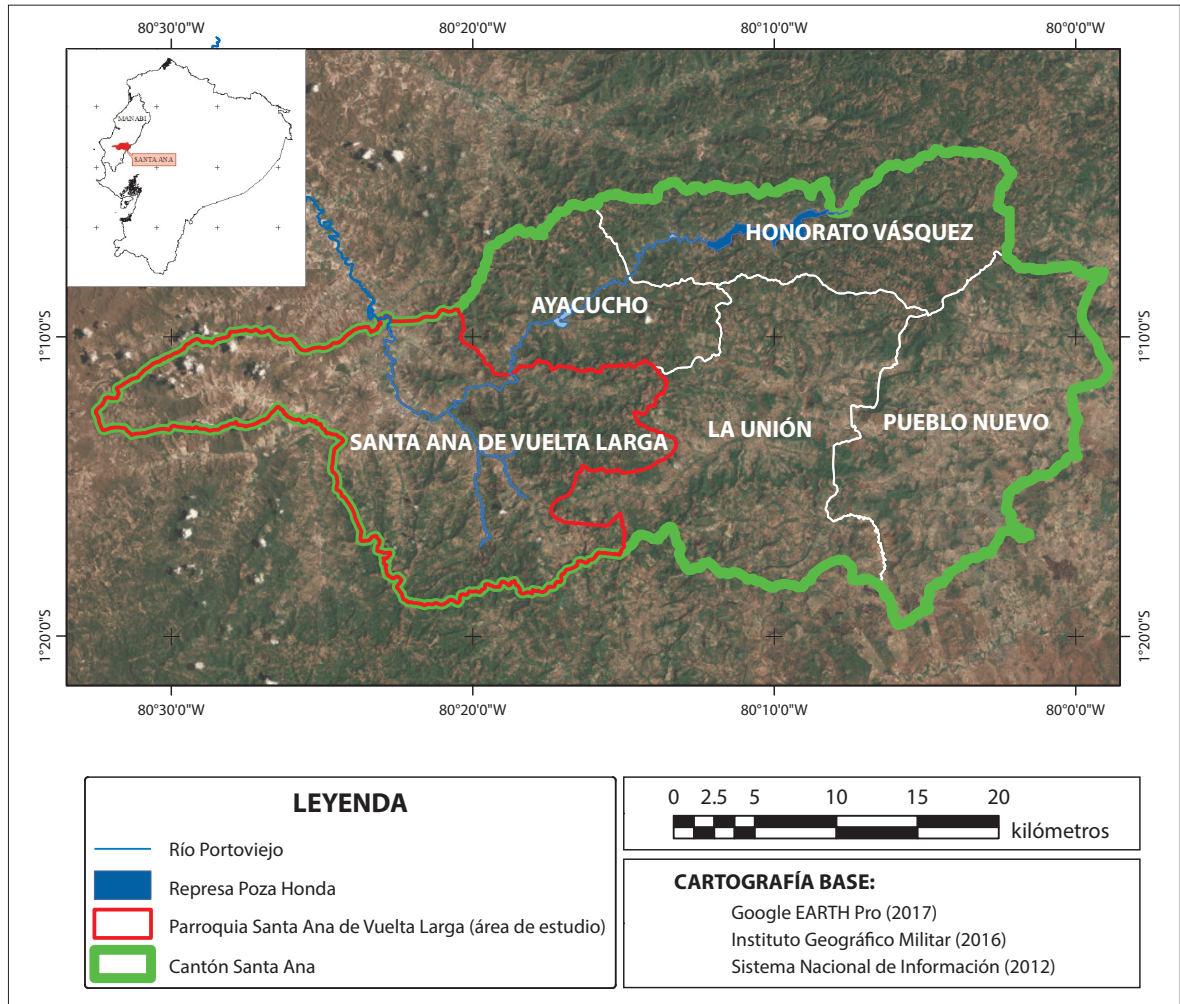


Figura 1. Parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, Manabí, Ecuador. Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Geográfico Militar (IGM, 2016)

Donde:

a = aspecto físico

b = aspecto social

c = aspecto ecológico

d = aspecto económico

La obtención de los datos se realizó mediante observación directa, análisis cartográfico con el uso de la herramienta SIG y encuestas realizadas a una muestra de 378 personas, de acuerdo con la fórmula de muestreo aleatorio estratificado de Martínez (2012). Obtenido el valor de la vulnerabilidad global se procedió a caracterizarla sobre la

base de la estandarización propuesta por Cáceres (2001) (Tabla 1).

Tabla 1. Estandarización de la vulnerabilidad.

| Porcentaje (%) | Caracterización |
|----------------|-----------------|
| 00 - 19.99     | Muy baja        |
| 20 - 39.99     | Baja            |
| 40 - 59.99     | Media           |
| 60 - 79.99     | Alta            |
| 80 - 100       | Muy alta        |

Fuente: Elaboración propia con base en Cáceres (2001).

El aspecto físico se midió en función de tres variables (Tabla 2): la primera y la segunda demandaron la creación de una cartografía en que los asentamientos humanos fueron sectorizados por poblados, barrios o ciudadelas; se utilizó la observación directa para identificar el material de construcción y el estado de conservación de la infraestructura en cada sector. La tercera variable requirió estratificar el área de estudio en cuatro rangos de cercanía al río: menos de 200 metros, entre 200 m y 400 m, de 400 m a 600 m y superiores a 600 m. Estos rangos fueron considerados teniendo en cuenta la máxima distancia perpendicular al río que ocupa el centro poblado más importante del sector y subdividiéndolos en rangos de 200 m paralelos al río, en función de la concentración de la infraestructura. Hay que resaltar que los centros poblados se localizan en la planicie aluvial del río Portoviejo y el terreno posee una pendiente media por debajo de 2.5°, aspecto que favorece la amenaza por inundación. En este sentido, se considera que en la primera franja (< 200 m) la infraestructura está eminentemente más expuesta por estar adosada al río. En la segunda franja (200 m a 400 m),

la exposición<sup>6</sup> es alta, más aún si los materiales de construcción son principalmente de caña y su conservación no está en óptimas condiciones. En la tercera franja (400 m a 600 m) la exposición es media si la conservación de la infraestructura de madera es regular; la última franja está a más de 600 metros, y la exposición es baja si la construcción es de hormigón y está en buen estado.

De las cuatro variables consideradas en el aspecto social (Tabla 3), para la primera fue necesaria la creación de un mapa de áreas susceptibles a inundaciones y la cuantificación del número de casas ubicadas dentro del área con mayor susceptibilidad, en donde el valor obtenido se multiplicó por el promedio de personas que habitan en una vivienda; en este caso fueron 4 personas/vivienda (INEC, 2010), posteriormente se dividió por el número de habitantes de la parroquia. Para la segunda y tercera variable se aplicó una encuesta enfocada especialmente en determinar el nivel de

<sup>6</sup> Presencia de personas, ecosistemas, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en entornos que podrían ser afectados negativamente (IPCC, 2014, p. 5).

Tabla 2. Variables e indicadores considerados en el aspecto físico.

| Variables                          | Valor por indicador |           |           |       |
|------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-------|
|                                    | 1                   | 2         | 3         | 4     |
| 1. Material de construcción        | Hormigón            | Madera    | Caña      | -     |
| 2. Conservación de infraestructura | Buena               | Regular   | Mala      | -     |
| 3. Cercanía al río (metros)        | > 600               | 400 > 600 | 200 > 400 | < 200 |

Fuente: Elaboración propia con base en Noriega, Gutiérrez y Rodríguez (2011) y Álvarez (2012).

Tabla 3. Variables e indicadores considerados en el aspecto social.

| Variables   | Indicadores |             |        |
|---|-------------|-------------|--------|
|   | 1           | 2           | 3      |
| 1. Afectación a la población                          | < 0.25      | 0.25 - 0.50 | > 0.50 |
| 2. Percepción del peligro en la población             | Alta        | Media       | Baja   |
| 3. Preparación de población y decisores               | Alta        | Media       | Baja   |
| 4. Presencia de barrios insalubres y desechos sólidos | Baja        | Media       | Alta   |

Fuente: Elaboración propia con base en Pedrosa Herrera, Fundora, Núñez, Guerra y Olivera (2014)

conocimiento de la población acerca del riesgo, las acciones y la ayuda brindada por el gobierno local (antes, durante y después de un evento de inundación), y la existencia de albergues, entre otros. En la cuarta variable se utilizó el mecanismo de observación directa.

La evaluación del aspecto ecológico (Tabla 4) se realizó mediante el análisis cartográfico de dos variables: en la primera se procedió a hacer una sobreposición de cartografías de reducción, fragmentación y sensibilidad de los ecosistemas presentes dentro de la parroquia. En la segunda el territorio se clasificó de acuerdo con los tipos de cobertura vegetal existente.

Para la definición del aspecto económico se analizaron tres variables (Tabla 5). La primera y la segunda fueron evaluadas mediante encuestas para cuantificar las pérdidas económicas de los habitantes y sus comercios ubicados en la parroquia, así como el tiempo de recuperación. No obstante, en la tercera variable se empleó cartografía referente al uso del suelo y cobertura vegetal, donde las zonas como pastizales, mosaicos agropecuarios y cultivos anuales (semipermanentes y permanentes con plantaciones) fueron clasificadas de acuerdo con los rangos de cercanía al río establecidos en el aspecto físico.

Todos los indicadores estuvieron ligados a un determinado valor, cuyo impacto (mayor o menor) dependió exclusivamente del nivel de vulnerabilidad que promoviera, mismo que fue registrado en la tabla de atributos de la cartografía manejada por su respectiva variable. A partir de esta información se obtuvo la cartografía de vulnerabilidad asociada a cada aspecto estudiado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La parroquia Santa Ana de Vuelta Larga presentó una vulnerabilidad global de 55%, la cual es categorizada como “media” de acuerdo con Cáceres (2001). Está representada por localidades donde hay mayor cantidad de adultos que niños, niveles intermedios de educación, viviendas construidas con materiales poco resistentes a fenómenos naturales y cobertura de servicios básicos en gran parte del territorio (Garnica y Alcántara, 2004).

### Aspecto físico

Con un resultado de 54%, en este aspecto destacan los poblados El Nispero, El Mate, Chamucame de Afuera y los barrios Divino Niño, El Paraíso y La Mocerita, por albergar infraestructuras que no

Tabla 4. Variables e indicadores considerados en el aspecto ecológico.

| Variables                    | Indicadores |              |               |
|------------------------------|-------------|--------------|---------------|
|                              | 1           | 2            | 3             |
| 1. Fragilidad de ecosistemas | Poca        | Media        | Alta          |
| 2. Cobertura vegetal         | Bosques     | Plantaciones | Sin cobertura |

Fuente: Elaboración propia con base en Cáceres (2001) y Pedroso Herrera *et al.* (2014)

Tabla 5. Variables e indicadores considerados en el aspecto económico.

| Variables                      | Indicadores |                 |           |       |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-----------|-------|
|                                | 1           | 2               | 3         | 4     |
| 1. Afectación de comercios     | Poca        | Media           | Alta      | -     |
| 2. Nivel de pérdida            | < \$500     | \$500 - \$1 500 | > \$1 500 | -     |
| 3. Cercanía de parcelas al río | > 600       | 400 > 600       | 200 > 400 | < 200 |

Fuente: Elaboración propia con base en Pedroso Herrera *et al.* (2014)

cumplen con los estándares de calidad. Dentro de la parroquia, 86.07% de casas están construidas de hormigón; 1.79%, de madera, y 12.14%, de caña guadua. De acuerdo con García Flor (2018), la madera y la caña guadua usadas en la construcción de casas incrementa la vulnerabilidad ante una inundación debido a su bajo nivel de resistencia en comparación con las viviendas construidas con hormigón. En cuanto a su conservación, a pesar del tipo de material de construcción, 52.86% se encuentran en buen estado; 42.85%, en estado medio, y 4.29%, en mal estado; este último indicador es uno de los elementos comunes en

Colombia, Perú, Cuba y El Salvador, entre otros países, que afecta el desarrollo urbano y promueve la vulnerabilidad ante inundaciones según Zúñiga Igarza (2018).

Se identificó la existencia de aproximadamente 17 poblados ubicados a menos de 200 m de distancia al río, lo cual materializa la vulnerabilidad, en su aspecto físico, por localizarse en la zona de desborde (Fernández *et al.*, 2011; Farías *et al.*, 2017) (Figura 2). De acuerdo con Alves (2006, 2007), la invasión de estas áreas puede ligarse a la desigualdad ambiental, que es el diferente grado de exposición de grupos sociales a situaciones de

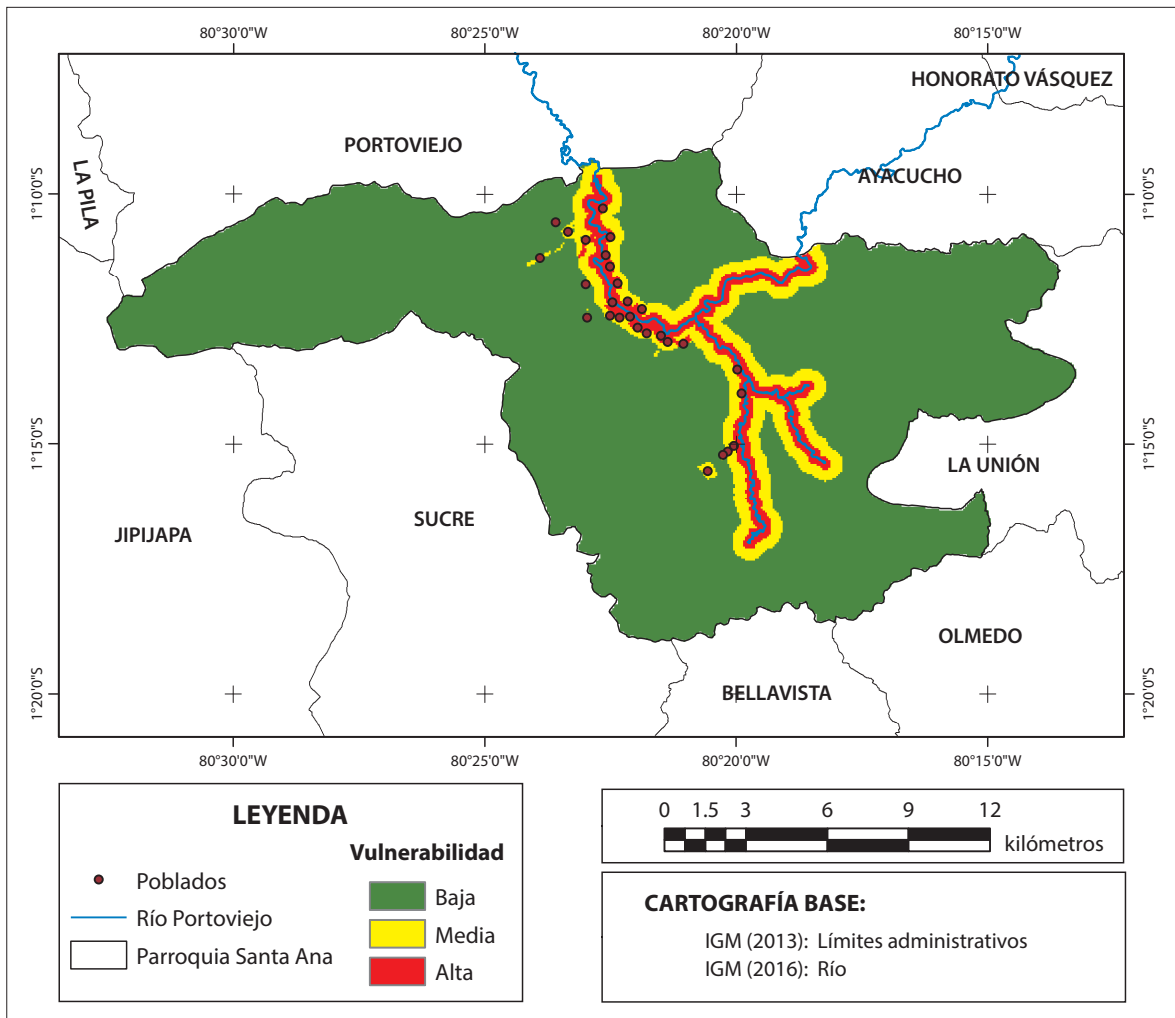


Figura 2. Vulnerabilidad, en su aspecto físico, de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, Manabí, Ecuador. Fuente: Elaboración propia con base en Noriega, Gutiérrez y Rodríguez (2011) y Álvarez (2012).

riesgo, ya que las zonas propensas a riesgos son las más accesibles para personas de bajos recursos económicos (Tockner *et al.*, 2008; Chaves *et al.*, 2017); sin embargo, Matías *et al.* (2007) y Farías *et al.* (2017) consideran que el asentamiento humano en planicies aluviales puede deberse a su potencial económico, es decir, a la alta fertilidad de suelos y la mayor disposición de agua superficial y subterránea (Gorayeb *et al.*, 2005).

**Aspecto social**

Las variables del aspecto social resultaron con el mayor porcentaje de incidencia en la vulnerabi-

lidad del área estudiada (74%) (Figura 3). Existe 30.83% de población asentada en áreas con mayor susceptibilidad a inundaciones, lo cual representa aproximadamente 1 673 viviendas pertenecientes a los poblados Lodana, Bonce, Caña Brava, El Níspero, Beldaco, Galilea, Peminche y La Primavera, que pueden ser afectadas por precipitaciones extremas o el desbordamiento del río (Montecelos *et al.*, 2011).

A pesar de que las inundaciones son un fenómeno constante en este sector, 94.19% de la muestra alegó nunca haber recibido capacitaciones por parte de instituciones acerca de la gestión de

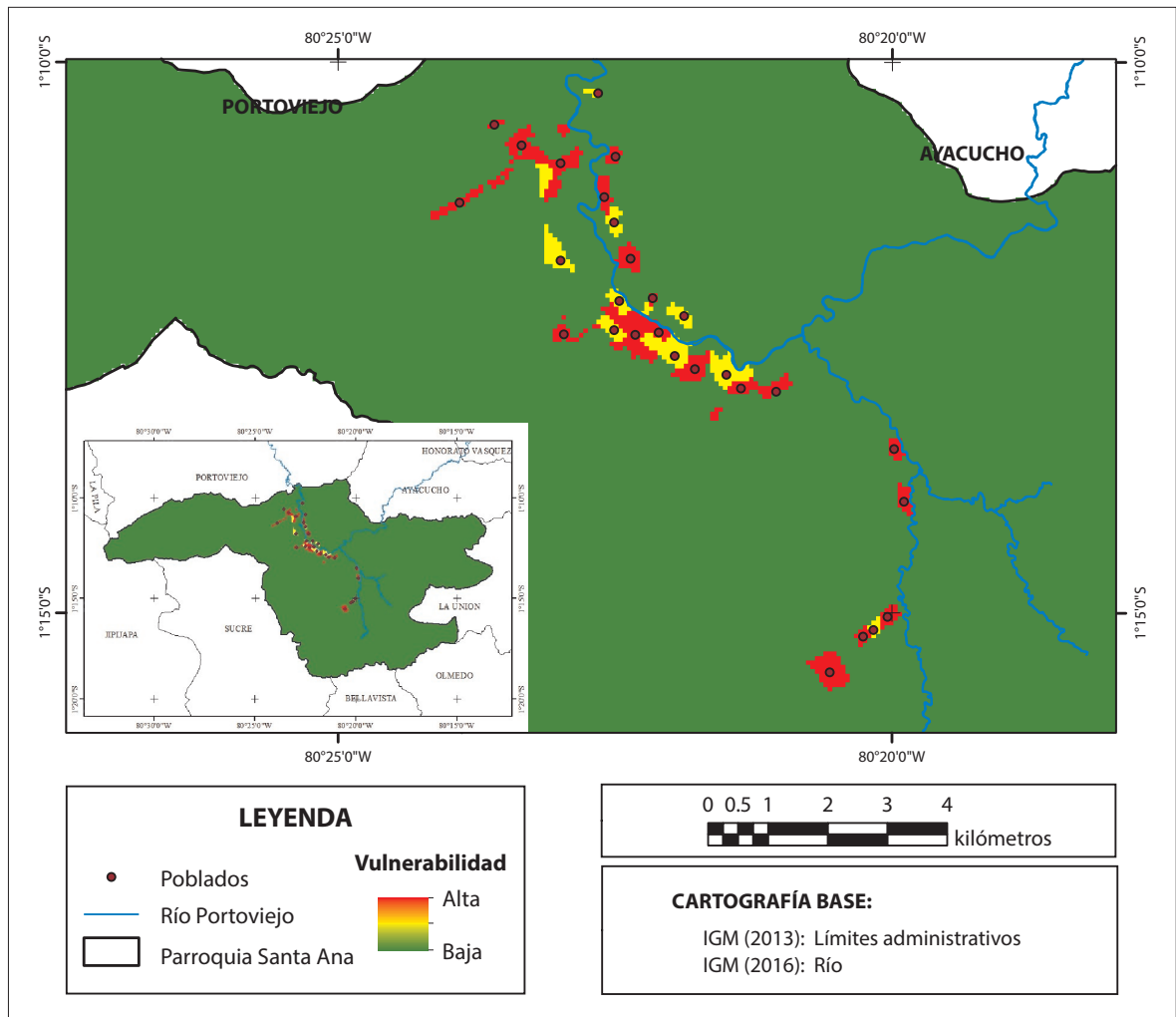


Figura 3. Vulnerabilidad, en su aspecto social, de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, Manabí, Ecuador. Fuente: Elaboración propia con base en Pedroso Herrera, Fundora, Núñez, Guerra y Olivera (2014).



riesgo que, en conjunto con los estudios de García Flor (2018) y Guamushig (2018), evidencian la falta de preparación de gran parte de habitantes de diversas ciudades ecuatorianas, pues 25% indicaron haber sufrido daños materiales en anteriores eventos de inundación. Además, 91.07% manifestó la aparición de plagas como moscas, mosquitos, cucarachas y culebras después de ocurridas las inundaciones. Por otra parte, 68.21% declaró tener fallas en los servicios públicos durante épocas lluviosas y 21.72% no cuenta con estos servicios. De acuerdo con Alves (2007) y Cavalcante e Ibrahim (2014), la restricción de los servicios públicos está relacionada a la desigualdad ambiental y social; incluso según la densidad del poblado y la lejanía a la cabecera municipal, será la atención que puedan recibir (Garnica y Alcántara, 2004). Por otro lado, 50% de los habitantes posee un botiquín de primeros auxilios y conoce un lugar donde refugiarse en caso de la ocurrencia de un evento extremo.

De la muestra, 64% afirmó estar de acuerdo con el sistema de recolección de basura y limpieza de calles, 21.78% emplea vertederos clandestinos cercanos a sus hogares (que, por lo general, suele ser el río). Gran parte de la población es consciente de la influencia de la inadecuada disposición final de residuos sólidos en las inundaciones (Cavalcante e Ibrahim, 2014); sin embargo, el encargar a las autoridades las acciones correspondientes para dar solución a la problemática, evidencia el bajo nivel de conciencia ambiental que posee (Souza y Zanella, 2009). Cabe destacar que el aspecto social es fundamental en la evaluación de escenarios de riesgo (Rubio, 2012), en el que la organización de los moradores y autoridades puede influir positivamente en la vulnerabilidad (Wilches-Chaux, 1993; Perles, 2010; Sánchez y Gándara, 2011).

### Aspecto ecológico

Con un resultado de 52%, los ecosistemas de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga poseen una vulnerabilidad alta, en términos ecológicos, en 6.12 km<sup>2</sup>, mediana en 90.32 km<sup>2</sup> y baja en 218.88 km<sup>2</sup> (Figura 4). De acuerdo con la base cartográfica del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA, 2016), la sobreposición de capas determinó que la fragilidad está ligada a la muy alta fragmentación

del bosque estacional piemontano por causa de la deforestación (de 1.39 km<sup>2</sup> en 1900 a 4.80 km<sup>2</sup> en 2014). Asimismo, se identificaron tres tipos de cobertura vegetal: bosques, plantaciones o tierras agropecuarias y áreas sin cobertura vegetal.

La primera categoría abarca 61.44 km<sup>2</sup> de bosques nativos, plantaciones forestales (masa arbórea) y vegetación arbustiva de especies leñosas que, de acuerdo con Wilm (1957), Wahlström (2015) y Schmidt (2015), pueden tener un efecto positivo en la reducción de inundaciones, principalmente las desencadenadas por precipitaciones moderadas (Bathurst *et al.*, 2010), ya que en eventos extremos de precipitaciones el efecto sería menos significativo (Preti *et al.*, 2011); sin embargo, debido a la fragilidad de las masas arbóreas de la parroquia, este beneficio es muy limitado.

La segunda categoría está conformada por pastizales, mosaico agropecuario (mezcla de especies cultivadas) y cultivos permanentes, semipermanentes y anuales (252.20 km<sup>2</sup>), los cuales abastecen con mayor cantidad de escorrentías y generan una mayor probabilidad de inundar la cuenca baja debido a la alteración de la cobertura vegetal natural y de las propiedades hidrofísicas del suelo (Ponvert-Delisle *et al.*, 2007; González *et al.*, 2016).

La tercera categoría se conforma por áreas sin cobertura vegetal (1.68 km<sup>2</sup>). Estos sectores desprovistos de vegetación influyen en las inundaciones debido a que el sellado de suelos favorece su impermeabilidad (Romero *et al.*, 2017) y la escorrentía (Radulovich, 1997; Sedano-Cruz *et al.*, 2013; Cárdenas, 2015).

### Aspecto económico

Este aspecto, con un resultado de 38%, es el menos vulnerable en comparación con los otros, no obstante, tiene importancia debido a las pérdidas económicas y afectación de actividades que pueden generar las inundaciones (Cárdenas, 2015). De la muestra encuestada, 31.43%, manifestó sufrir estragos en su economía y quedarse sin trabajo durante y después de una inundación. Otros poblados como La Mocerita y Sasay, al igual que la cabecera cantonal (Figura 5), por ser zonas cercanas al río son más vulnerables económicamente (Vergara *et al.*, 2011; Reyes y Fernández, 2015). Mientras

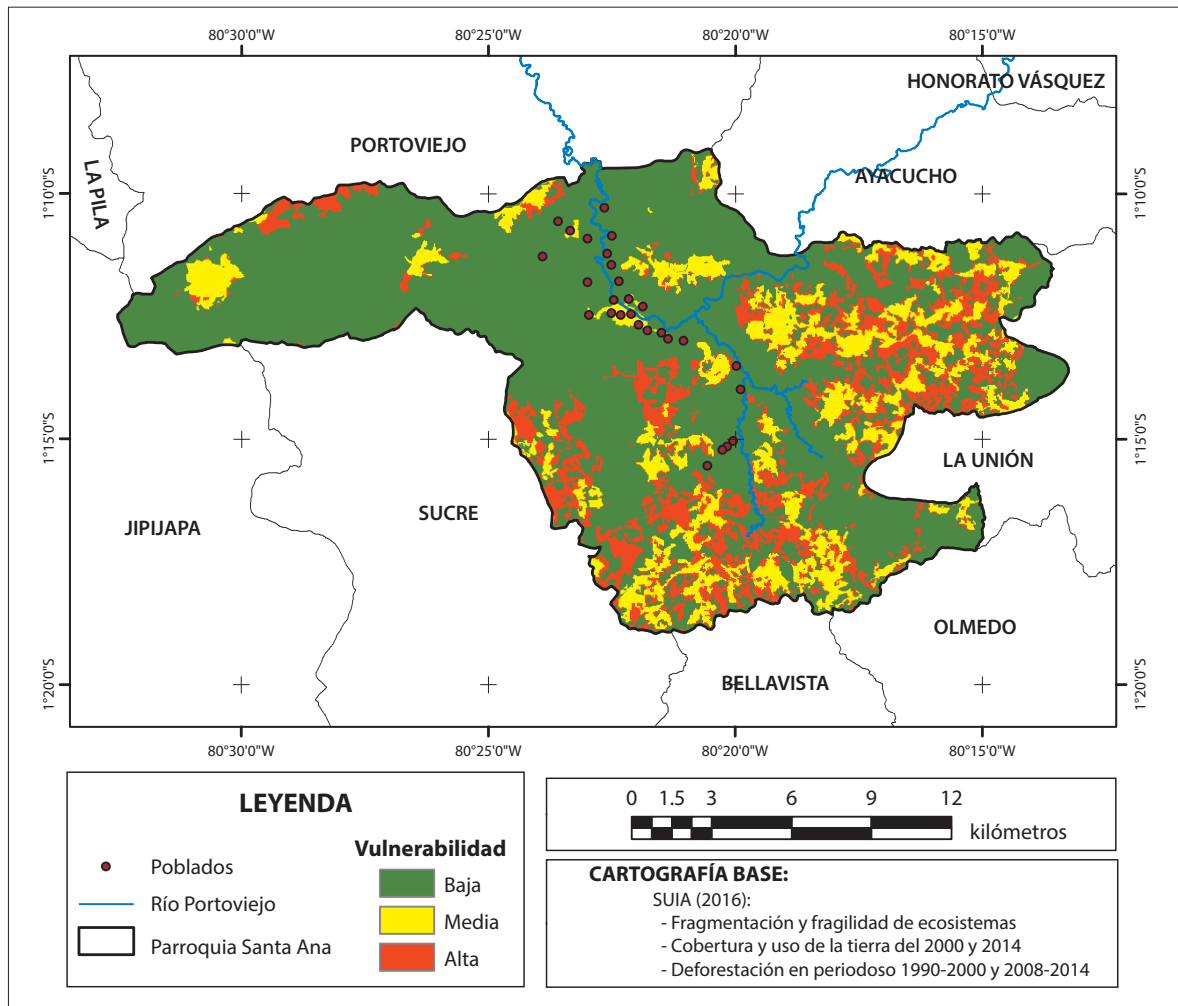


Figura 4. Vulnerabilidad, en su aspecto ecológico, de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, Manabí, Ecuador. Fuente: Elaboración propia con base en Cáceres (2001) y Pedroso Herrera et al. (2014).

que algunos moradores estiman tener pérdidas económicas que no sobrepasan los US\$ 500, adicionalmente hay 10%, representado por pequeños comercios, que calcula tener pérdidas superiores a los US\$ 1 500, con un tiempo de recuperación de meses a años.

## CONCLUSIONES

Las inundaciones son la principal amenaza que afecta la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga. Las diversas condiciones biofísicas y socioeconómicas

hacen que tenga una vulnerabilidad global de 54% a las inundaciones a causa de:

1. Su ubicación geográfica en el litoral ecuatoriano donde, generalmente, está expuesta a eventos extremos de precipitaciones derivadas del fenómeno El Niño o ENOS.
2. La existencia de casas en mal estado y su asentamiento en zonas de baja pendiente, planicies aluviales o con una cercanía próxima al río.
3. La variación en el uso de suelos y la disminución de la cobertura vegetal por el incremento de zonas agrícolas y deforestadas.

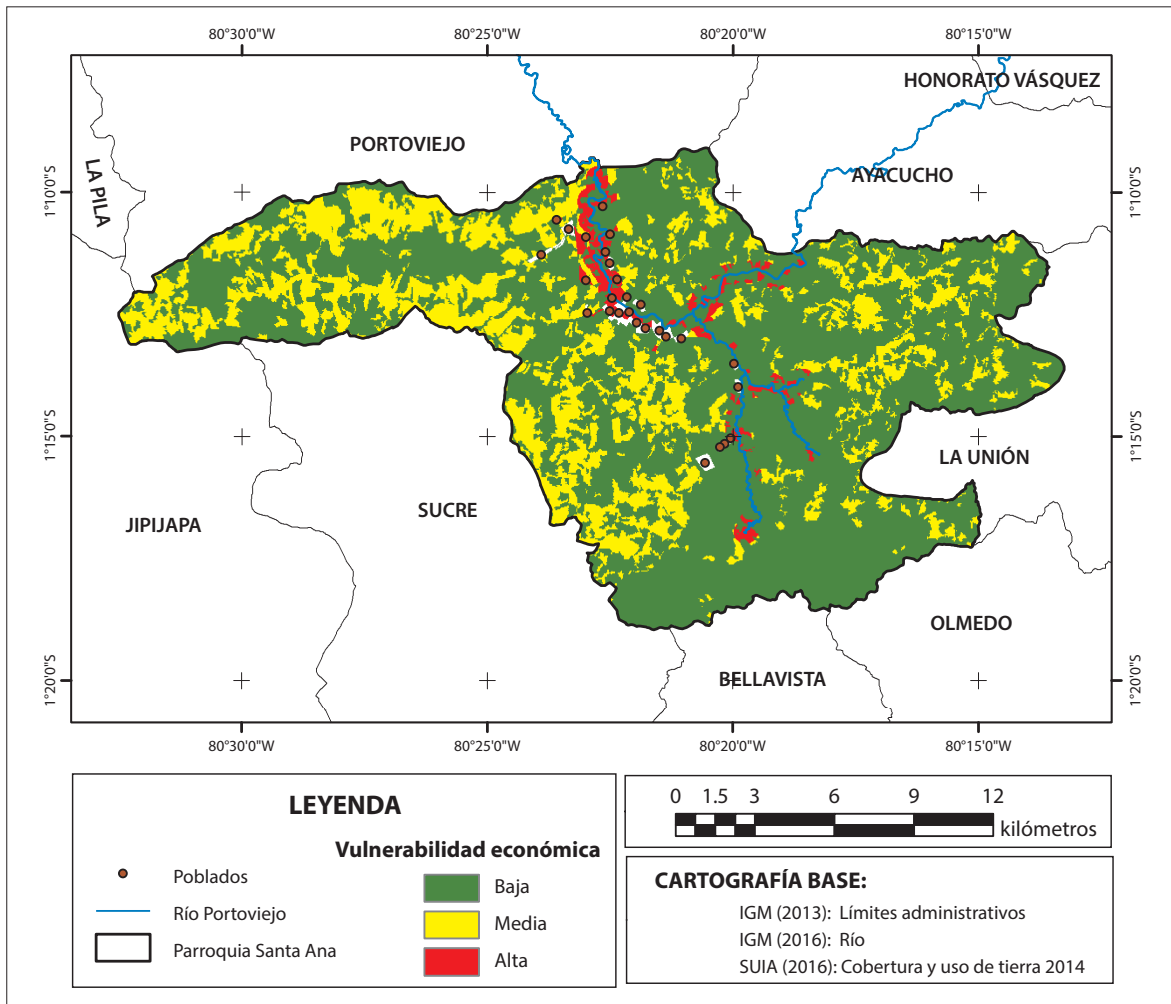


Figura 5. Figura 5. Vulnerabilidad, en su aspecto económico, de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, Manabí, Ecuador. Fuente: Elaboración propia con base en Pedroso Herrera et al. (2014).

4. La falta de conciencia ciudadana y la poca preparación en gestión de riesgos en la población.
5. La incorrecta disposición final de residuos sólidos que puede obstruir el alcantarillado pluvial y/o el cauce de los ríos.
6. La localización de la infraestructura comercial en sectores de pendiente de terreno baja y susceptible a ser inundada.

El uso de los SIG y las respectivas cartografías temáticas permitieron determinar que los poblados Lodana, El Níspero y los barrios Malecón, La Morcorita, Casa Lagarto y La Primavera se encuentran

en las zonas más vulnerables física, social, económica y ecológicamente; esto evidencia la idoneidad de los SIG como una herramienta de trabajo para un rápido y eficiente análisis de riesgo de determinados fenómenos naturales en diversas áreas geográficas.

Asimismo, tanto los SIG como la cartografía de vulnerabilidad pueden ser considerados en futuros proyectos con fines agropecuarios, de construcción de infraestructuras urbanas, hidráulicas o sanitarias; incluso constituyen una base primordial para la creación de planes de ordenamiento territorial. De este modo, la gestión de riesgo constituye un pilar esencial en los planes, ya que permite delimitar

las zonas de mayor riesgo e identificar si se trata de uno mitigable o no para implementar medidas estructurales o no estructurales como reubicación de viviendas e implementación de ordenanzas, entre otros.

## REFERENCIAS

- Aguilar, R. A. y Echeverría, S. X. (2018). *Análisis de vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Colón, cantón Portoviejo-Manabí*. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Quito, Ecuador.
- Álvarez, L. (2012). *Evaluación de la vulnerabilidad físico-estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepéquez*. Tesis de Arquitecto. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Alves, H. P. F. (2006). Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 23(1), 43-59.
- Alves, H. P. F. (2007). Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 24(2), 301-316.
- Bathurst, J. C., Iroumé, A., Cisneros, F., Fallas, J., Iturraspe, R., Gaviño, M., Urciuolo, A., Bièvre, B., Guerrero, V., Coello, C., Cisneros, P., Gayoso, J., Miranda, M. y Ramírez, M. (2010). Forest Impact on Floods Due to Extreme Rainfall and Snowmelt in Four Latin American Environments I: Field Data Analysis. *Journal of Hydrology*, 400, 1-11. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2010.11.044
- Cáceres, K. (2001). *Metodologías para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: aplicación a la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras*. Tesis de Magister Scientiae. CATIE, Costa Rica.
- Cárdenas, L. E. (2015). *Análisis de la vulnerabilidad ante inundaciones de la comunidad Canayo, Chazuta-San Martín*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Cavalcante, J. S. I. e Ibrahim, M. A. (2014). Percepção de riscos ambientais: uma análise sobre riscos de inundações em Natal-RN, Brasil. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 84, 54-68. DOI: 10.14350/riig.33709
- Cenapred (Centro Nacional de Prevención de Desastres) (2009). *Inundaciones*. México: Cenapred.
- Chaves, A. V. V., Taveres, A. C. y Andrade, C. S. P. (2017). Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí e ações mitigadoras do poder público. *Sociedade e Território*, 29(2), 175-197.
- Comunidad Andina. (2008). *Pérdidas por desastres de impacto extremo, grande y menor en Ecuador, 1970-2007*. Recuperado de <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r2/osso/Cons025-2006-CorporacionOSSO-Articulo-Ecuador.pdf> el 13 de abril de 2006.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L. y Llorente-Isidro, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2008). *Climate Change and Food Security: a Framework Document*. Roma: FAO.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2015). *Entendiendo el impacto de sequía provocada por El Niño en el área agrícola mundial: una evaluación utilizando el Índice de Estrés Agrícola de la FAO*. Roma: FAO.
- Fariás, B., Márquez, A., Guevara, E. y Romero, A. (2017). Una metodología para prevenir y afrontar el riesgo hidrológico en la zona norte del municipio Naguanagua estado Carabobo-Venezuela. *Revista encuentros*, 1(1), 86-102.
- Fernández, M., Borges, J., Meléndez, G., Mora, F., Mora, J. y Muñoz, C. (2011). Análisis de gestión de riesgo de inundación en la ciudad de Santo Domingo de Heredia. En M. Adamson y F. Castillo, *Desastres: Costa Rica en el tercer milenio desafíos y propuestas para la reducción de vulnerabilidad* (1ª ed.) (pp. 266-286). San José: Contrastes Vivos de Costa Rica.
- Ferrari, M. P. (2012). Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. *Cuadernos de geografía*, 21(2), 99-116.
- García, J. (2010). Marco internacional y discusión de los conceptos de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático. En Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, Gobierno Regional Piura y EIRD-UNISDR, *Lecciones aprendidas de la gestión del riesgo en procesos de planificación e inversión para el desarrollo* (p. 141). Lima: Forma e Imagen.
- García Flor, D. R. (2018). *Factores de riesgo de la quebrada Cunduana sobre las zonas de expansión urbanas de Riobamba*. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Garnica, R. J. y Alcántara, I. (2004). Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 84, 23-45.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Ana (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Ana 2015-2019*. Santa Ana: Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Ana.

- González, A., Álvarez-Figueroa, P., Gonzáles, M. y Aguirre-Mendoza, Z. (2016). Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río Catamayo, Ecuador. *CEDAMAZ*, 6, 50-59.
- Gorayeb, A., Souza, M. J. N., Figueirêdo, M. C. B., Araújo, L. F. P., Rosa, M. F. y Silva, E. V. (2005). Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Curu, Ceará - Brasil. *Geografia*, 14(2), 85-106.
- Guamushig, D. G. (2018). *Percepción social del riesgo frente a inundaciones en el cantón Santa Cruz, provincia de Galápagos, Ecuador*. Tesis de Ingeniería Geográfica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Guarin, G. P., van Westen, C. J. y Montoya, L. (2005). Community-Based Flood Risk Assessment Using GIS for the Town of San Sebastián, Guatemala. *Human, Security & Development*, 1(1), 31-51.
- Instituto Geográfico Militar. (2016). *Visor geográfico del Instituto Geográfico Militar de Ecuador*. Recuperado 15 el mayo de 2017 de <http://www.geoportalmg.gob.ec/portal/>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2010). *Censo de población y vivienda*. Recuperado de <http://www.ecuadrencifras.gob.ec/> el 4 de mayo de 2017.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: IPCC.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático) (2014). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Ginebra: IPCC.
- ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) (2008). *Climatic Change and Disaster Risk Reduction*. Ginebra: ISDR.
- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J. y Wittmer, C. (2012). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*. Madrid.
- Llorente-Isidro, M., Díez-Herrero, A. y Laín-Huerta, L. (2009). Aplicaciones de los SIG al análisis y gestión del riesgo de inundaciones: avances recientes. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 29, 29-37.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador) (2011). *Segunda Convocatoria Nacional sobre el Cambio Climático*. Quito: MAE.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador) (2015). *Plan Nacional de Cambio Climático 2015-2018*. Quito: MAE.
- Martínez, C. (2012). *Estadística y muestreo* (13ª ed.). Bogotá: ECOE Ediciones.
- Matías, L. G., Oropeza, O., Lugo, J., Cortez, M. y Jáuregui, E. (2007). Análisis de las principales causas de las inundaciones de septiembre de 2003 en el sur del estado de Guanajuato, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 64, 7-25.
- Mayorga, J. R. (2016). Efecto de los fenómenos hidrometeorológicos extremos sobre la producción agrícola y sus impactos en las poblaciones rurales de las provincias: Guayas, Manabí y Los Ríos. En *La Quinta Ola del Progreso de la Humanidad* (pp. 101-124).
- Mendoza, J. B. y Orozco, M. E. (2014). Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona metropolitana de Toluca, México. *Luna Azul* (38), 86-104.
- Montecelos, Y., Batista, D., Puebla, A. R., Zaldivar, N. y Batista, Y. (2011). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de peligrosidad por inundaciones. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 3(3), 32-45.
- Monteiro, S., Freire, G. S. S. y Cunha, L. (2017). Percepção dos riscos de cheias e inundações na cidade da Praia (Cabo Verde). *Revista Eletrônica do PRODEMA*, 11(1), 117-129. DOI: 10.22411/rede2017.1101.10
- Morales, J. A., Pons, J. M. y Cantano, M. (2005). Introducción al análisis de los riesgos de inundación en las riberas de las áreas estuarinas: El caso de las poblaciones adyacentes a la Ría de Huelva (SO España). *Geogaceta*, 37, 243-246.
- Noriega, O. J., Gutiérrez, Y. y Rodríguez, J. (2011). Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira en el Distrito de Santa Marta. *Prospect*, 9(2), 93-102.
- Paoli, C. U. (2015). *Gestión integrada de crecidas: Guía y caso de estudio*. DOI: 10.2788/080476
- Pedroso, I., Fundora, M., Núñez, J. C., Guerra, M. y Olivera, J. (2014). Metodología para la realización de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres de inundación por lluvias intensas. En Agencia de Medio Ambiente de Cuba, *Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial* (pp. 11-32). La Habana: PNUD.
- Perles, M. J. (2010). Apuntes para la evaluación de la vulnerabilidad social frente al riesgo de inundación. Baetica. *Estudios de arte, geografía e historia*, 33, 67-87.
- Ponvert-Delisle, D. R., Lau, A. y Balamaseda, C. (2007). La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres. Reflexiones generales. *Zonas áridas*, 11(1), 174-194.
- Preti, F., Forzieri, G. y Chirico, G. B. (2011). Forest Cover Influence on Regional Flood Frequency Assessment in Mediterranean Catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, (15), 3077-3090. DOI: 10.5194/hess-15-3077-2011

- Radulovich, R. (1997). Deforestación, inundaciones y externalidades. *Agronomía costarricense*, 21(1), 7-8.
- Reyes, J. y Fernández, M. (2015). Máxima vulnerabilidad humana en Santo Domingo de Heredia. *Reflexiones*, 94(1), 37-47.
- Rojas, L. J. y López, V. L. (2017). Vulnerabilidad hídrica de la cuenca del río Blanco, en el municipio de La Calera, considerando los escenarios de cambio climático propuestos por la corporación autónoma regional de Cundinamarca-Car. *Revista publicaciones e investigación*, 11(1), 77-88.
- Romero, A., Caballero, A. y Pérez, A. (2017). Expansión urbana y turismo en la comarca del campo de Cartagena-Mar Menor (Murcia). Impacto en el sellado del suelo. *Cuadernos de turismo*, 39, 521-546. DOI: 10.6018/turismo.39.290691
- Rubio, I. (2012). La estructura de vulnerabilidad y el escenario de un gran desastre. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 77, 75-88.
- Sánchez y Gándara, A. (2011). *Conceptos básicos sobre gestión ambiental y desarrollo sustentable* (1ª ed.). México: S y G editores.
- Schmidt, R. (2015). Los bosques, centinelas verdes de los Alpes. *Unasylya*, 66, 27-31.
- SNGR (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos) (2016). *Consolidado de eventos adversos y afectaciones*. Secretaría de Gestión de Riesgos. Recuperado de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/> el 14 de abril de 2018.
- SNGR (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos) (2017). *Informe de Situación 11/04/2017. Época lluviosa en Ecuador*. Secretaría de Gestión de Riesgos. Recuperado de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/> el 10 de abril de 2018.
- Sedano-Cruz, K., Carvajal, Y. y Ávila, A. J. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, 37, 219-238.
- Serrano, S., Reisancho, A., Lizano, R., Borbor-Córdova, M. y Stewart-Ibarra, A. (2016). 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*, 24(2), 53-68. DOI: 10.17163/lgr.n24.2016.05
- Solano, T. D. y Vintimilla, N. C. (2013). *Estudio fluvio-morfológico del río Vinces y determinación de las áreas de inundación de la influencia del proyecto Pacalori aplicando HEC-GeoRAS*. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Souza, L. B. y Zanella, M. E. (2009). *Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações*. Fortaleza: Edições UFC.
- SUIA (Sistema Único de Información Ambiental) (2016). *Mapa interactivo ambiental*. Sistema Único de Información Ambiental-Ministerio del Ambiente del Ecuador. Recuperado de <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/> el 23 de marzo de 2018.
- Thielen, D., Cevallos, J., Erazo, T., Zurita, S., Figueroa, J., Quintero, J., Matute, N., Velásquez, G. y Puche, M. (2015). Dinámica de los eventos climáticos extremos en la cuenca del río Portoviejo, Manabí, Ecuador. *La técnica* (14), 80-91.
- Thielen, D., Cevallos, J., Erazo, T., Zurita, I., Figueroa, J., Velásquez, G., Matute, N., Quintero, J. y Puche, M. L. (2016). Dinámica espacio-temporal de las precipitaciones durante el evento de El Niño 97/98 en la cuenca de río Portoviejo, Manabí, costa ecuatoriana del Pacífico. *Revista de climatología*, 16, 35-50.
- Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., Quinn, G. P. y Stanford, J. A. (2008). Flood Plains: Critically Threatened Ecosystems. En A. Large, *Aquatic Ecosystems: Trends and Global Prospects* (pp. 45-61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Toulkeridis, T. 2015. *Prevención de riesgos en el Ecuador* (1ª ed.). Quito: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Trenberth, K. E. (2011). Changes in Precipitation with Climate Change. *Climate Research*, 47, 123-138. DOI: 10.3354/cr00953
- UNISDR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres) (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: UNISDR.
- Vergara, M. C., Ellis, E. A., Cruz, J. A., Alarcón, L. C. y Galván, U. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Política y cultura*, 36, 45-69.
- Villacorta, S., Fidel, L. y Zavala, B. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimiento en masa del Perú. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 69(3), 393-399.
- Wahlström, M. (2015). La función decisiva de los árboles y bosques en la reducción del riesgo de desastres. *Unasylya*, 66, 3-5.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey, *Los desastres no son naturales* (1ª ed.) (pp. 11-44). Colombia: Tercer Mundo Editores.
- Wilm, H. G. (1957). Influencia de la vegetación forestal sobre el suelo aguas. *Unasylya*, 11(4), 8. Zúñiga, E. y Magaña, V. (2017). Vulnerability and Risk to Intense Rainfall in Mexico: The Effect of Land Use Cover Change. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 95, 1-17. DOI: 10.14350/rig.59465
- Zúñiga Igarza, L. M. (2018). Resiliencia urbana ante inundaciones por intensas lluvias en contribución al desarrollo urbano equilibrado. *Arquitectura y urbanismo*, 39(1), 39-50.