



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2757>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Retrospective of flood scenarios in the coastal region of Ecuador: A vision of its impacts at a local urban scale

Retrospectiva de cenários de inundações na região costeira do Equador: uma visão de seus impactos em escala urbana local

Andrea Stefania Vallecilla-Ponce ^I
asvallecilla@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0623-8266>

Daniel Alfredo Delgado-Gutiérrez ^{II}
daniel.delgado@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5251-8037>

Williams José Méndez-Mata ^{III}
williams.mendez@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7345-2281>

Correspondencia: asvallecilla@utm.edu.ec

***Recibido:** 29 de marzo del 2022 ***Aceptado:** 19 de abril de 2022 * **Publicado:** 17 de mayo de 2022

- I. Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Postgrado, Programa de Maestría en Prevención y Gestión de Riesgos, Portoviejo, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Departamento de Construcciones Civiles, Portoviejo, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Departamento de Construcciones Civiles, Portoviejo, Ecuador.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Resumen

El cantón Santa Ana a lo largo de los años ha sido afectado por eventos de inundaciones causando impactos económicos, humanos y ambientales. El propósito de la presente investigación es determinar los impactos provocados por las inundaciones mediante la validación y sustentación de la revisión bibliográfica que analiza las características de las microcuencas aportantes, la hidrogeomorfología espacio – temporal del río Portoviejo y la recurrencia de inundaciones en la zona urbana del cantón Santa Ana. La metodología de esta investigación se basó en la recopilación y el análisis de información bibliográfica sobre los registros de eventos de inundaciones para la determinación cuantitativa de los impactos y las situaciones de las afectaciones y los parámetros geomorfológicos de las microcuencas. Los esteros de Visquiye, Chamucame y Taina son los mayores afluentes en épocas lluviosas los cuales generan inundaciones en el centro de la ciudad cuando estos colapsan su capacidad aportante. Se registraron a lo largo de 20 años, 56 reportes de emergencias por eventos de inundación considerando que fueron 18.959 afectados, entre ellos 350 evacuados, 204 heridos y 5 fallecidos; los bienes inmuebles afectados se calculan en 4.134 viviendas, y cientos de hectáreas de cultivos y bienes públicos.

Palabras clave: Inundaciones; impactos; parámetros geomorfológicos; retrospectivos; Santa Ana

Abstract

The Santa Ana canton over the years has been affected by flood events causing economic, human and environmental impacts. The purpose of this research is to determine the impacts caused by floods through the validation and support of the bibliographic review that analyzes the characteristics of the contributing micro-basins, the spatial-temporal hydrogeomorphology of the Portoviejo River and the recurrence of floods in the urban area of Santa Ana canton. The methodology of this research was based on the compilation and analysis of bibliographic information on the records of flood events for the quantitative determination of the impacts and the situations of the affectations and the geomorphological parameters of the micro-basins. The Visquiye, Chamucame and Taina estuaries are the largest tributaries in rainy seasons which generate floods in the center of the city when they collapse their contributing capacity. Over 20 years, 56 reports of emergencies due to flood events were recorded, considering that 18,959 were affected, including 350 evacuated, 204 injured and 5 deceased; the real estate affected is estimated at 4,134 homes, and hundreds of hectares of crops and public property.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Keywords: Floods; impacts; geomorphological parameters; retrospective; Santa Ana.

Resumo

O cantão de Santa Ana ao longo dos anos foi afetado por eventos de inundação causando impactos econômicos, humanos e ambientais. O objetivo desta pesquisa é determinar os impactos causados por inundações através da validação e suporte da revisão bibliográfica que analisa as características das microbacias contribuintes, a hidrogeomorfologia espaço-temporal do rio Portoviejo e a recorrência de inundações na área urbana. área de Portoviejo. Cantão de Santa Ana. A metodologia desta investigação baseou-se na compilação e análise de informação bibliográfica sobre os registros de eventos de cheias para a determinação quantitativa dos impactos e das situações das afetações e dos parâmetros geomorfológicos das microbacias. Os estuários de Visquiye, Chamucame e Taina são os maiores afluentes nas estações chuvosas que geram inundações no centro da cidade quando colapsam a sua capacidade de contribuição. Ao longo de 20 anos, foram registradas 56 notificações de emergências por eventos de inundação, considerando que 18.959 foram afetados, incluindo 350 evacuados, 204 feridos e 5 mortos; os imóveis afetados são estimados em 4.134 residências e centenas de hectares de cultivos e propriedades públicas.

Palavras-chave: Inundações; impactos; parâmetros geomorfológicos; retrospectivo; Santa Ana.

Introducción

Las inundaciones son uno de los principales fenómenos naturales que conllevan a efectos devastadores y perjudiciales sobre las propiedades del hombre , así como pérdidas de bienes materiales y vidas humanas (Ceballos et al., 2016; Khosravi et al., 2019; Mind'je et al., 2019). Estos procesos hidrogeomorfológicos se definen como el desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río (rebose de la capacidad hidráulica del cauce natural o artificial) o de cualquier masa de agua (World Meteorological Organization & United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2012; Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2014; Secretaria de Gestión de Riesgos, 2018).

En América Latina y el Caribe, el 71% de los registros de manifestaciones intensivas como extensivas de los riesgos fueron desencadenados por fenómenos hidrometeorológicos, observándose, por cada 100 mil habitantes, un incremento del 300% de personas afectadas y 600% de viviendas dañadas,

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

considerando como punto focal están dos variables (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos (UNISDR) & Corporación OSSO, 2013; UNISDR et al., 2015)

Durante los últimos 35 años, el Ecuador ha tenido una frecuente incidencia de eventos naturales, categorizando un 44% a las inundaciones y fuertes lluvias como las más perjudiciales y destructivas. (EL UNIVERSO, 2020); a lo largo de su paso, han provocado daños agrícolas, aislamientos de asentamientos, origen de epidemias y consecuencias socioeconómicas (Cadier et al., 1994). Generalmente, estas inundaciones se producen por precipitaciones estacionales, ENOS, eventos meteorológicos extremos, represamiento de ríos, rupturas de presas, asentamientos poblaciones inadecuados, sistema de drenaje inadecuado, entre otras (Cadier et al., 1994; Secretaria de Gestión de Riesgos, 2018).

El fenómeno de El Niño es el flujo de aguas cálidas que durante un periodo de alrededor de 4 meses, presenta una anomalía positiva de temperatura igual o superior al valor de una desviación estándar y se desplaza a lo largo de las costas del Ecuador, causando grandes consecuencias catastróficas en la economía de los países de la zona (Thielen et al., 2016)

La región costera es más propensa a sufrir inundaciones, debido a la existencia de grandes planicies adyacentes a los ríos que se inundan recurrentemente. La acumulación de sedimentos y los asentamientos poblacionales asentados en los valles de inundación intensifica la vulnerabilidad ante eventos por inundaciones. (Solano & Vintimilla, 2013)

Las inundaciones son la amenaza que predomina en Manabí, por las características de la geomorfología de las cuencas hídricas, la intensidad de las precipitaciones, la concentración de las precipitaciones en periodos cortos y la presencia del fenómeno del Niño (Lucas Sánchez, 2017); la recurrencia del evento da como resultado graves daños y elevadas las pérdidas económicas aseverando el nivel de exposición de los medios (Comisión Europea et al., 2009). Otra problemática es el manejo integral de los ríos y riberas que no se planifica por los asentamientos poblacionales y el presupuesto no asignado por las administraciones públicas. (Giler-Ormaza et al., 2020)

Según los datos (CRM et al., 1991) las áreas sujetas a inundaciones (Tabla 1) son las que bordea las cuencas del río Portoviejo, Chone y Paján; considerando el corredor hídrico principal el río Portoviejo, el cual conecta varios cantones condicionando su morfología territorial en sus valles y sus potencialidades productivas y turísticas; en época lluviosa genera impactos adversos por las inundaciones que traen como consecuencia pérdidas económicas, ambientales y sociales a la población. (Gobierno de Manabí, 2017)

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Tabla 1. Áreas inundables en hectáreas

CATEGORÍAS	8. CHONE	9. PORTOVIEJO	21. PAJÁN
Inundación Permanente	1.380	20	-
Inundación Estacional	5.320	4.680	-
Inundación Ocasional	13.330	5.270	1.800

El objetivo de la presente investigación es determinar los impactos provocados por las inundaciones mediante la validación y sustentación de la revisión bibliográfica que analiza las características de las microcuencas aportantes, la hidrogeomorfología espacio – temporal del río Portoviejo y la recurrencia de inundaciones en la zona urbana del cantón Santa Ana

Este análisis es fundamental, para tomar en cuenta como la población ha sido afectada por los eventos de inundaciones, para llegar a conclusiones más sólidas a cerca de las causas de los impactos y de esta manera, fortalecer la prevención y mitigación de los riesgos hidrológicos afectado en el territorio.

Marco Legal sobre el manejo y ocupación de planicies inundables.

Según el reglamento a la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua decreto N° 650, en su capítulo de las zonas de protección hídrica, sacado en el 2014, detalla:

Art. 63.- Zonas de Protección Hídrica: Definición y Funcionalidad. - De conformidad con lo regulado en el artículo 13 de la Ley, para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, así como de la que se recoja en los embalses superficiales, se establece una zona de protección hídrica. En dicha zona se condicionará el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen. Las finalidades a cumplir por las zonas de protección hídrica son:

- a) La preservación del estado del dominio hídrico público y la prevención del deterioro de los ecosistemas asociados contribuyendo a su mejora; y,

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

b) La protección del régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y la carga sólida transportada.

Art. 64.- Zonas de Protección Hídrica: Extensión y Modificación. - (Reformado por el Art. 11 del D.E. 740, R.O. 570, 21-VIII-2015).- La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional. La extensión indicada podrá modificarse en las siguientes circunstancias:

- a) En las zonas próximas a la desembocadura de los cursos de agua en el mar;
- b) En el entorno inmediato de los embalses; y,
- c) Cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes.

La modificación exigirá la práctica de un procedimiento administrativo que iniciará la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, de oficio o a petición de parte legitimada.

Al expediente se incorporará la documentación técnica que haya servido de base para la apertura de oficio del procedimiento o la que aporte el solicitante y se dará audiencia de los titulares de los terrenos afectados y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la correspondiente área por plazo de quince días. La resolución será emitida la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente.

El procedimiento administrativo tendrá una duración máxima de tres meses. En los casos en que el trámite se inicie a petición de parte, el plazo antes mencionado se contará a partir de la fecha de ingreso de la solicitud al órgano competente para su tramitación, cumpliendo todos los requisitos previstos para el efecto. La falta de resolución en ese tiempo a los procedimientos iniciados a petición de parte, se entenderá como favorable a la solicitud presentada. Si el procedimiento se iniciare de oficio, caducará por el transcurso de dicho plazo.

Art. 65.- Zonas de Protección Hídrica: Régimen Jurídico. - (Reformado por el Art. 12 del D.E. 740, R.O. 570, 21-VIII-2015). - En las zonas de protección hídrica quedarán sometidas a lo dispuesto en este artículo:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno;
- b) Las extracciones de áridos;
- c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional; y,
- d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado del dominio hídrico público o de los ecosistemas asociados.

La ejecución de cualquier obra o trabajo de los indicados exigirá autorización previa de la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, a solicitud del interesado, sin perjuicio de cuantas otras autorizaciones sean precisas obtener según el ordenamiento jurídico en cada caso aplicable.

El otorgamiento de la autorización será objeto de procedimiento administrativo iniciado por la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, a solicitud de parte legitimada que la formulará acompañada de la documentación técnica relativa a la actividad que se trata de desarrollar. En el curso del procedimiento se dará audiencia por quince días a los titulares de los terrenos afectados para que puedan formular alegaciones y a los Gobiernos Autónomos Descentralizados para que emitan informe sobre la solicitud de autorización. La ausencia de respuesta de los Gobiernos Autónomos Descentralizados en ese plazo se entenderá como favorable a la solicitud.

Tras la práctica del procedimiento, la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o el Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano correspondiente, emitirá la respectiva resolución.

Los informes emitidos por los titulares de los terrenos o los Gobiernos Autónomos Descentralizados no tendrán carácter vinculante para la decisión de la Autoridad.

El procedimiento administrativo tendrá una duración máxima de tres meses. En los casos en que el trámite se inicie a petición de parte, el plazo antes mencionado se contará a partir de la fecha de ingreso de la solicitud al órgano competente para su tramitación,

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

cumpliendo todos los requisitos previstos para el efecto. La falta de resolución en ese tiempo a los procedimientos iniciados a petición de parte, se entenderá como favorable a la solicitud presentada. Si el procedimiento se iniciare de oficio, caducará por el transcurso de dicho plazo.

Metodología

Área de estudio

El cantón Santa Ana está situada en la cuenca baja del Río Portoviejo, la cual tiene una extensión de más de 2.100 km² (Thielen et al., 2015). De 1982 al 2018 se registraron 185 inundaciones en la cuenca del río Portoviejo, de las que 150 se dieron desde el 2010. (EL UNIVERSO, 2020) La cuenca presenta gran deterioro ambiental por la deforestación y la contaminación de aguas por el inadecuado manejo territorial de las localidades que han permitido los asentamientos poblacionales en las riberas del río y en zonas inundables. (Aguilar Ponce & Echeverría Chiriboga, 2018).

El cantón Santa Ana está ubicado geográficamente en el centro este de la provincia de Manabí, a 1° 12' de latitud Sur y 80° 22' de longitud Oeste. Su altitud es de 50 m.s.n.m y su zona alta más elevada alcanza una altura de 400 m.s.n.m (GAD SANTA ANA, 2015). Sus grandes montañas y ríos, cubiertos de caña guadua y otras plantas convierten a la zona en lugares armoniosos (Gobierno de Manabí Ecuador, 2019). El clima del cantón es tropical seco con las épocas secas y lluviosas; la temperatura promedio anual es de 26 °C. (GAD SANTA ANA, 2014).

El cantón ha experimentado eventos de inundación en los últimos años, como por ejemplo las intensas precipitaciones suscitadas en febrero del 2019 en la cuenca alta del Río Portoviejo, la descarga de agua del embalse Poza Honda por el vertedero supero de 11.3 m³/s, la coalición de ambos sucesos produjeron inundaciones en las parroquias de La Unión y Pueblo Nuevo afectando alrededor de 500 familias y zonas agrícolas (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)

Las culturas ancestrales tenían como costumbre asentarse en las riberas de los ríos, en la actualidad, las poblaciones siguen invadiendo estas áreas susceptibles a inundación, por lo general, su situación es de bajo recurso económico. El uso y el manejo inadecuado de los recursos naturales exceden la capacidad de carga de los ecosistemas y producen deterioro del medio biofísico intensificando la vulnerabilidad del territorio. (Burgos & Marcillo, 2017)

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Métodos

El desarrollo y ejecución de esta investigación se utilizó el tipo de información de carácter secundaria, se analizaron documentos y artículos de revistas científicas de carácter nacional e internacional relacionados con temas de impactos, susceptibilidad ante inundaciones, como también situaciones de riesgos, eventos peligrosos y desastres en el país para fortalecer la validación de la investigación en el territorio de estudio.

Los parámetros geomorfológicos se delimitaron mediante software GIS, y la metodología de cálculo mediante fórmulas hidrológicas tabuladas en hoja de cálculo por los autores, como la escala, área, gradiente y forma de la cuenca hasta llegar a conocer la extensión de la red de drenaje de la cuenca. Se recolectaron datos de los impactos de las emergencias producidos por eventos de inundaciones y lluvias, provenientes por dos bases de datos: DesInventar (<https://www.desinventar.net/DesInventar/>) y de sala situacional de monitoreo de eventos adversos del Servicio Nacional de Emergencias y Desastres.

DesInventar está constituido por un conjunto de base de datos, de carácter nacional, es una herramienta versátil que provee información para la toma de decisiones en materia de gestión de riesgo y manejo de desastres a diversas escalas del territorio; fue desarrollada por la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), desplegando información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos. (LA RED & OSSO, 2002; DesInventar, 2020) La base de datos de la Sala Situacional de Monitoreo de Eventos Adversos del SNGRE, tiene como misión, coordinar acciones para presentar información consolidada y ordenada de los eventos adversos que ocurren a nivel nacional (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2016) La información fue recopilada a nivel cantón para la evaluación de la retrospectiva de los impactos provocados por las inundaciones. Se identificaron 7 tipos de factores: a) afectaciones a las viviendas, b) afectaciones a hectáreas de cultivos, c) afectaciones en las rutas, d) heridos o víctimas, e) personas evacuadas o reubicadas, f) población afectada y g) muertes. La poca digitalización de datos hace que la veracidad de los mismos, reduzca el nivel de confiabilidad al 90%.

La serie temporal de los eventos de inundación y lluvias es de 1990 hasta julio del 2020. Se recolectaron 56 registros. De la base de datos de DesInventar se obtuvo la información del periodo de tiempo de 1990 – 2015, mientras que de UMEVA_SNGRE se solicitaron los datos del periodo de 2016 – 2021.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Resultados y Discusión

Escenario Geomorfológico

El área urbana de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga se encuentra situado en el valle de inundación de la cuenca del Rio Portoviejo, rodeándose por varias microcuencas como se muestra en la fig. 2, que van aportando caudales al rio principal, lo cual conlleva que este colapse generando desbordamientos hacia las zonas agrícolas y pobladas.

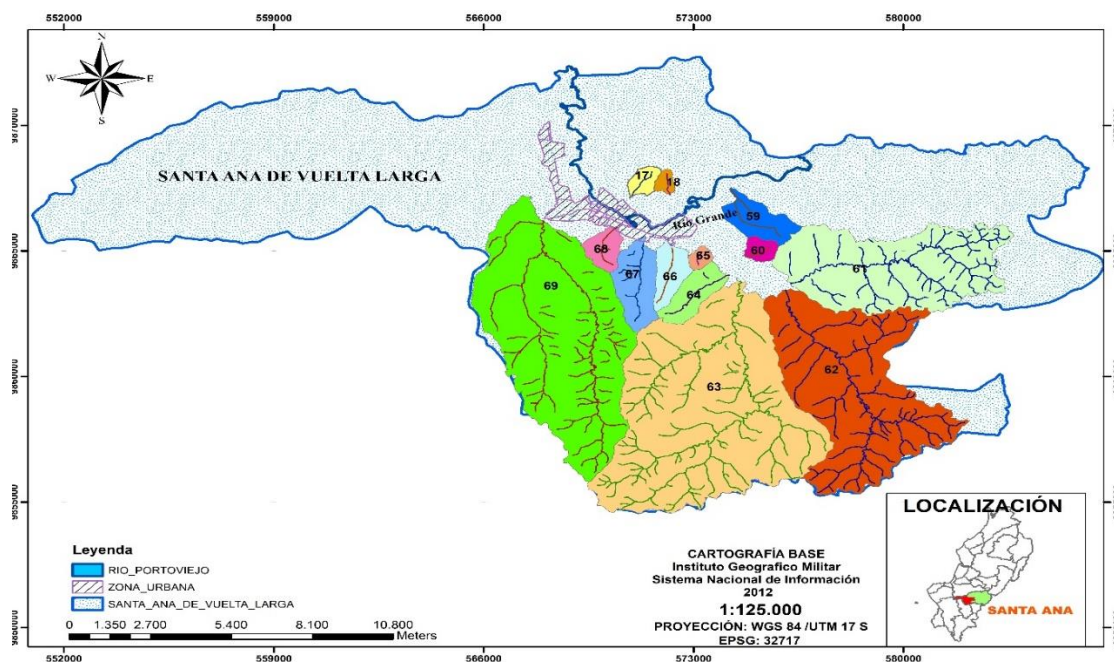


Figura 1. Microcuencas de la zona de estudio

Las microcuencas que poseen un área considerable de aportación son las del estero Visquije, estero Taina, estero Chamucame y el estero Bonce, las cuales aportan sus caudales a la zona urbana de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Tabla 2. Datos geomorfológicos de escala de la cuenca

#	Nombre	ESCALA DE LA CUENCA			
		Area (Km ²)	Perímetro (km)	Longitud (km)	Ancho máximo (km)
1	Microcuenca S/N (17)	0.88	5.18	1.52	0.93
2	Microcuenca S/N (18)	0.47	3.48	1.00	0.61
3	Estero Ojo de Agua (59)	2.82	11.00	2.86	1.33
4	Microcuenca S/N (60)	0.85	4.50	1.21	1.11
5	Estero Taina (61)	20.99	32.43	8.12	3.63
6	Estero Visquiye (62)	28.79	42.73	8.02	5.98
7	Estero Chamucame (63)	44.65	41.85	9.26	8.40
8	Estero El mate (64)	2.64	10.05	2.89	1.17
9	Microcuenca S/N (65)	0.52	3.70	1.04	0.86
10	Estero Caña Mansa (66)	2.18	8.88	2.88	1.16
11	Estero Caña Brava (67)	3.99	11.93	3.84	1.54
12	Estero Mocerita (68)	1.57	6.80	1.83	1.29
13	Estero Bonce (69)	35.63	38.30	11.42	4.78

La geomorfología de la parroquia depende de microcuencas con altitudes que no superan los 800 m, de las aportantes la mayoría son de forma casi redondeada, esto significa que las crecientes tendrán mayor coincidencia debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la cuenca serán iguales.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Tabla 3. Datos geomorfológicos de escala de la cuenca

#	Nombre	Altitud mínima (m.s.n.m)	Altitud máxima (m.s.n.m)	Altitud Media (m.s.n.m)	Relieve máximo (m)	Pendiente Media de la cuenca %	Pendiente media del perfil longitudinal de la corriente principal (%)	Coefficiente de compactidad
1	Microcuenca S/N (17)	88	454	244.71	366	28.56	15.73	1.54
2	Microcuenca S/N (18)	122	457	269.63	335	36.27	15.40	1.42
3	Estero Ojo de Agua (59)	84	429	241.11	345	15.38	15.43	1.83
4	Microcuenca S/N (60)	97	419	234.27	322	38.53	18.47	1.37
5	Estero Taina (61)	83	421	272.34	338	14.75	12.30	1.98
6	Estero Visquije (62)	86	786	238.39	700	5.25	10.90	2.23
7	Estero Chamucame (63)	79	744	249.31	665	6.67	10.61	1.75
8	Estero El mate (64)	88	441	225.56	353	16.68	11.46	1.73
9	Microcuenca S/N (65)	88	404	198.11	316	19.87	10.42	1.44
0	1 Estero Caña Mansa (66)	79	440	218.65	361	13.64	14.64	1.68
1	1 Estero Caña Brava (67)	84	458	238.42	374	15.70	15.33	1.67
2	1 Estero Mocerita (68)	76	462	191.78	386	16.03	9.37	1.52
3	1 Estero Bonce (69)	79	502	242.22	423	10.16	9.96	1.80

En la tabla 4 y tabla 5, detalla datos geomorfológicos de las microcuencas estudiadas y que a su vez afectan a la zona urbana de la parroquia; los valores de relación de bifurcación y la densidad de drenaje son bajos, es decir, poseen vegetación, pendientes planas y un suelo poco erosionable. Según

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research, (2016) en el Plan Hidráulico Regional de Demarcación Hidrográfica Manabí, detalla que el cantón Santa Ana tiene 96.53 hectáreas erosionadas que involucra varios factores como la deforestación, el uso de suelo de una manera no convencional, el cambio climático y la expansión demográfica.

Tabla 4. Datos geomorfológicos de escala de la cuenca

#	EXTENSIÓN DE LA RED DE DRENAJE							
	Longitud de la corriente principal	Longitud total de las corrientes de la red de drenaje	Altitud de la naciente (m.s.n.m)	Altitud de desagüe	Densidad del desagüe	Pendiente media del total de corrientes de la red de drenajes %	Textura del drenaje	Intensidad de drenaje
1	1.19	1.19	224	88	1.35	15.73	1.52	0.84
2	0.42	0.66	180	122	1.39	15.59	8.84	4.57
3	3.21	4.34	257	84	1.54	18.50	2.72	1.15
4	0.81	1.13	189	97	1.33	16.57	3.14	1.77
5	8.52	31.98	354	83	1.52	18.82	3.63	1.56
6	10.46	45.98	339	86	1.60	16.70	3.55	1.39
7	12.50	72.71	320	79	1.63	15.35	3.76	1.42
8	2.78	2.93	228	88	1.11	9.86	1.68	1.36
9	0.60	0.60	135	88	1.16	10.42	2.23	1.66
10	2.43	2.67	268	79	1.23	11.22	2.26	1.50
11	3.69	5.32	274	84	1.33	18.36	3.01	1.69
12	1.74	1.74	184	76	1.11	10.79	0.71	0.58
13	11.74	59.27	424	79	1.66	12.69	4.67	1.69

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Tabla 5. Datos geomorfológicos de escala de la cuenca

#	EXTENSIÓN DE LA RED DE DRENAJE					
	Orden de la cuenca	Relación De bifurcación media	Número total de corriente	Frecuencia Media de las corrientes total de la red de drenaje	Coefficiente de torrencialidad	Magnitud de la cuenca
1	1	-	1	1.13	1.13	1
2	2	2	3	6.36	4.24	2
3	2	4.00	5	1.77	1.42	4
4	1	-	2	2.36	2.36	2
5	3	6.56	50	2.38	1.95	41
6	4	3.67	64	2.22	1.67	48
7	4	4.30	103	2.31	1.77	79
8	2	3.00	4	1.51	1.14	3
9	1	-	1	1.93	1.93	1
10	2	3.00	4	1.84	1.38	3
11	2	8.00	9	2.26	2.01	8
12	1	-	1	0.64	0.64	1
13	4	5.07	100	2.81	2.25	80

Dinámica hidrogeomorfológica espacio - temporal del rio Portoviejo

La distribución temporal de las lluvias en la provincia es heterogénea, la precipitación de diciembre a mayo representa entre el 80 – 93% de la precipitación total anual. La mayor precipitación mensual ocurre en los meses de febrero o marzo, que equivale alrededor del 20% de la precipitación anual. En la cuenca del rio Portoviejo, el periodo de precipitación se presenta entre enero y junio, drena entre el 77% - 81.5% de la esorrentía anual. El fenómeno climático ENOS ha determinado acciones que han afectado a la dinámica hidráulica de las cuencas de zona costera del Ecuador, tal como la cuenca del rio Portoviejo, que genera condiciones anormalmente perhúmeda correlacionada a las temperaturas superficiales del mar cálido en la región Niño 1+2 del Pacifico. En las anomalías mensuales de precipitación de 1990 – 2011, se registraron 18 meses consecutivos de precipitaciones superiores a la media histórica por causa de El niño 97-98, con alrededor de 1043 mm de precipitación media anual. (Thielen et al., 2015; Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research, 2016; Thielen et al., 2016; Burgos et al., 2019)

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Según el estudio espacio temporal en Google Earth, (2020), se puede visualizar que el río Portoviejo (Figura 2), cruza por la zona urbana de la parroquia y a lo largo de los años no se ha visto alterado por la expansión demográfica en su trayectoria espacio-temporal, sus meandros no se han intensificado. El Gobierno de Manabí en el año 2017, realizó una limpieza, desazolve y reconformación de muros sobre las riveras del río, esto ha ayudado que no se inunde el casco comercial de la parroquia.

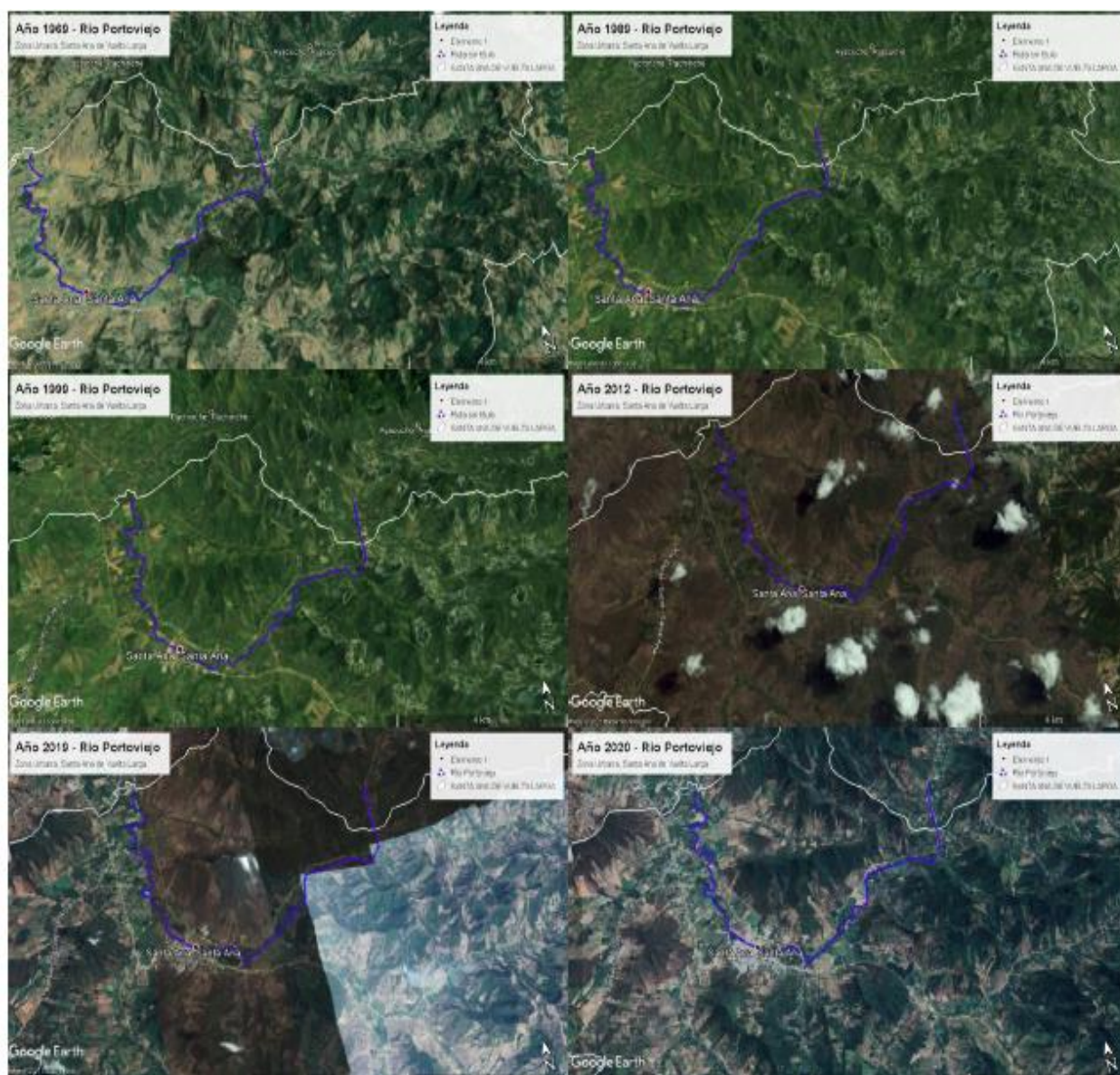


Figura 2. Imágenes de la trayectoria del río portoviejo por la zona urbana

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Impactos acumulados de las inundaciones

La investigación determinó que en la serie temporal estudiada se han reportado 56 eventos por inundaciones (Figura 3), en el año 2017 se reportaron 16 emergencias por esta amenaza entre los meses de febrero hasta abril provocado por la intensa etapa invernal. Este evento generó solo en ese año 12.588 personas afectadas, 3.142 viviendas y 791 ha. De cultivos afectados

Número de inundaciones por año

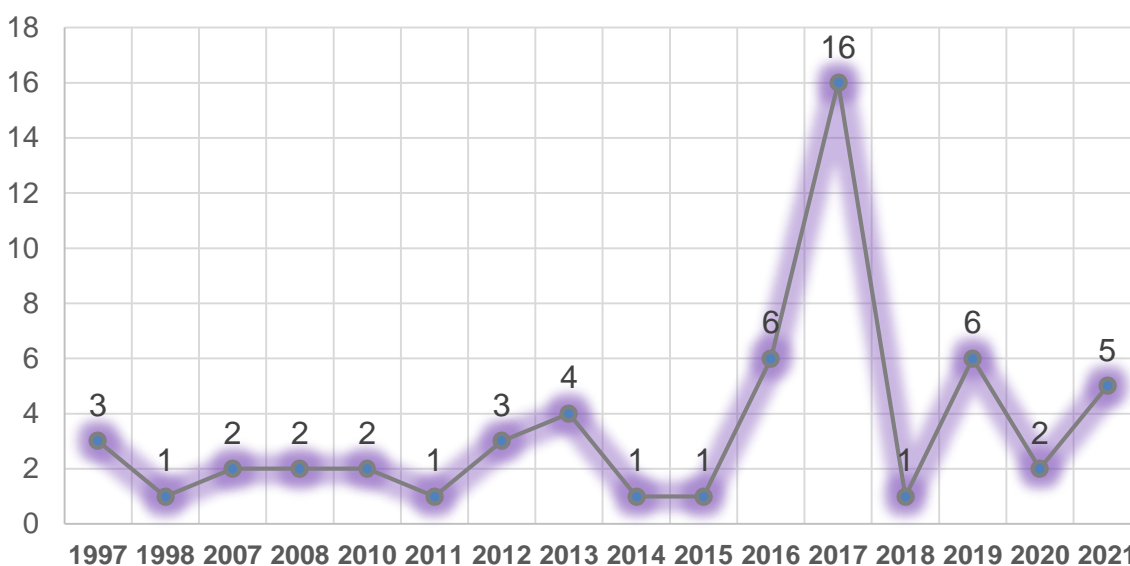


Figura 3. Datos de registro de inundaciones por año

Como se detalla en la Figura 4, el mayor impacto de las inundaciones en el cantón Santa Ana ha sido causado directamente a la población y sus líneas de vida, considerando que fueron 18.959 afectados, entre ellos 350 evacuados, 204 heridos y 5 fallecidos; los bienes inmuebles afectados se calculan en 4.134 viviendas, de las cuales 42 quedaron totalmente destruidas; las afectaciones agrícolas se calculan en 1.656 hectáreas de cultivos; los bienes públicos afectados se estiman en 810 metros lineales de vías.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

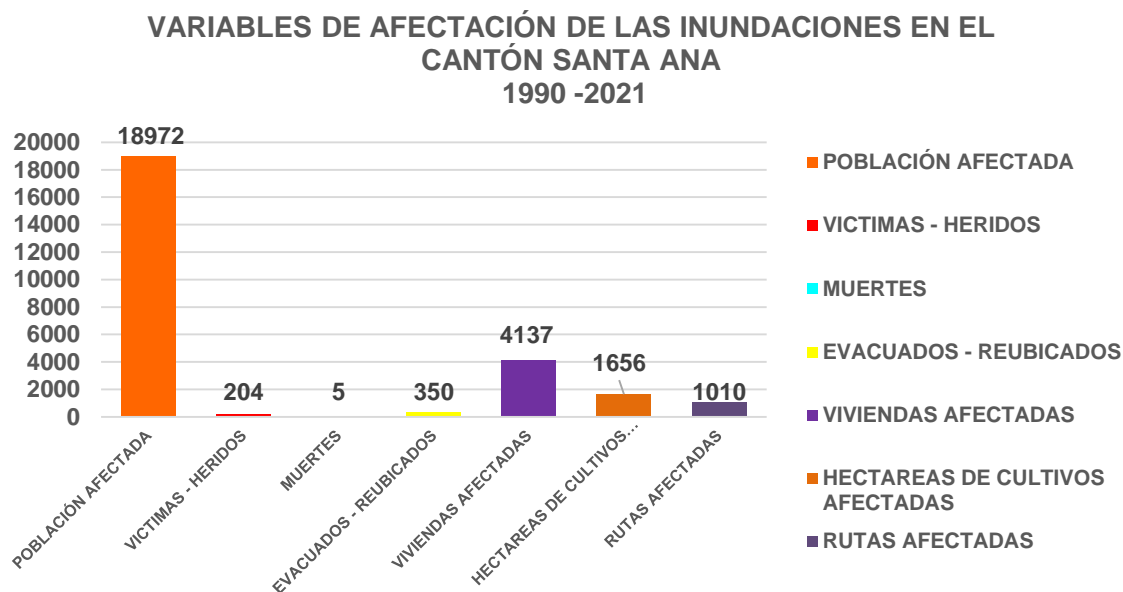


Figura 4. Impactos de Inundaciones

Los establecimientos públicos como los municipios, establecimientos educativos, centros de salud, entre otros; sufrieron una afectación baja; considerando que, solo 12 establecimientos educativos fueron afectados en el 2019 - 2021, mientras que los otros bienes públicos la mayoría no se encuentran situados en áreas inundables.

El cantón Santa Ana de Vuelta Larga en los últimos 20 años ha reportado 28 emergencias por inundaciones en el área urbana (Tabla 6), viéndose afectadas 12.774 personas con daños en sus viviendas y áreas de cultivos; así mismo, se afectaron bienes públicos como establecimientos educativos y vías.

Tabla 6. Impactos de las inundaciones en la parroquia

AFECTACIONES	CANTIDAD
POBLACIÓN	12.774
VIVIENDA	3.166
ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	6
CULTIVOS (Ha)	834,24
VIAS (metros lineales)	800
MUERTES	1
EVACUADOS	72

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Una mirada prospectiva

Las culturas ancestrales buscaban asentarse en las riberas de los ríos para facilitar la captación de la fuente de agua para realizar sus actividades agrícolas y personales de una manera factibles, estos asentamientos poblacionales se han fortalecido poco a poco ante la percepción del riesgo conociendo que son afectados por las inundaciones cada año, considerando medidas preventivas como subida de muros de las viviendas, obras preventivas para las riberas en las zonas más afectadas (zonas céntricas) Si la recurrencia de los eventos hidrometeorológicos se intensifica en magnitud por el cambio climático que en la actualidad no da tregua; las viviendas, los locales comerciales y las unidades educativas se verán afectadas por las constantes lluvias que se van a presentar cada año en las etapas lluviosas considerando la prolongación temporal de las precipitaciones.

Se recomienda plantear proyectos para obras de mitigación para las zonas urbanas como:

1. Protección de las riberas de los ríos con muros de protección (muros de gaviones) o terrazas con injertos de plantas de raíces profundas en las zonas más críticas del cauce
2. Desazolve integral del cauce del río desde la represa Poza Honda hasta la zona urbana
3. Un canal derivador del cauce del río para el desvío controlado del caudal en época lluviosa.

El cantón requiere fortalecerse mediante ordenanzas y planes de gestión de riesgos para que el crecimiento de los asentamientos humanos de las próximas generaciones no se asiente en zonas delimitadas de riesgos de inundación u otras amenazas; esto va a fortalecer la percepción del riesgo y se lograra fomentar su sostenibilidad.

Una recomendación para los habitantes es el fortalecimiento de capacidades mediante capacitaciones con temas preventivos y de respuesta como la identificación de amenazas, el manejo del suelo, educación ambiental, la gestión forestal y la gestión de riesgos fortaleciéndose como primeros respondientes ante las emergencias que se generen el territorio, creando planes de acción o planes de emergencia familiares, que incluyen desde niños hasta personas adultas mayores.

Conclusiones y recomendaciones

La parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, donde sitúa la cabecera cantonal, ha sido la más afectada a lo largo de la historia, por inundaciones; las obras complementarias y de mitigación han permitido que la intensidad de las inundaciones sea menor, en los últimos 3 años; mientras que, la población se ha fortalecido convirtiéndose en resiliente ante estos eventos peligrosos.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

Las microcuencas que rodean a la ciudad son de forma redondeada, lo cual intensifican sus crecientes en diferentes puntos. Las microcuencas de los esteros Visquiye, Chamucame y Taina en épocas lluviosas reflejan sus caudales hacia el río Portoviejo, aportando una cantidad de agua considerable que en muchas ocasiones genera que colapse la capacidad portante del río y se desborde o el drenaje de la ciudad no abastezca.

En el año 2017, las inundaciones avanzaron hasta zonas que no se habían inundado en años anteriores, causando pérdidas parciales o totales de los bienes de los ciudadanos, más de 1500 familias afectadas siendo el evento con mayor impacto en los últimos años. En comparación, con los datos del Fenómeno del Niño del año 1997 – 1998 que registran casi el 50% menos de afectaciones, considerándose como un invierno extraordinario.

Los resultados son veraces para un análisis de nivel local, pero por la generalización parroquial pudo ser mejor su divisibilidad en recintos poblados, los cuales son fundamentales para aseverar los estudios cantonales y provinciales enfocados a la gestión de riesgos hidrológicos. Esta investigación facilita a visualizar los patrones temporales y de frecuencia de eventos, relacionando los impactos que se generan frente eventos por inundación y su nivel de exposición de la población en escala local.

Con la finalidad de implementar medidas de fortalecimiento de prevención, gestión y resiliencia hacia la población y que las unidades de control del cantón promuevan la educación, mitigación y planificación de la gestión de riesgos en los proyectos de su territorio, para minimizar eficazmente los impactos de los eventos peligrosos.

Referencias

1. Aguilar Ponce, R., & Echeverría Chiriboga, S. (2018). *Análisis de vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Colón, Cantón Portoviejo—Manabí*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
2. Burgos, B., Cartaya, S., & Mero del Valle, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *ResearchGate*.

https://www.researchgate.net/publication/332211479_Análisis_de_la_vulnerabilidad_a_inundaciones_de_la_parroquia_Santa_Ana_de_Vuelta_Larga_provincia_de_Manabi_Ecuador

r

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

3. Burgos, B., & Marcillo, A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad por inundación en la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga provincia Manabí, Ecuador*. <http://www.repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/34/3/ULEAM-RNA-0002.pdf>
4. Cadier, É., Gómez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1994). Inundaciones y sequías en el Ecuador. *Recuperado el, 20*.
5. Ceballos Bernal, A., Baró Suarez, J. E., & Díaz-Delgado, C. (2016). *ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS DIRECTAS PROVOCADAS POR INUNDACIÓN. APLICACIÓN DE LAS CURVAS INUNDACIÓN-DAÑOS EN PAÍSES EN DESARROLLO*. <http://dx.doi.org/10.14198/INGEO2016.65.10>
6. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2014). *Inundaciones*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112861/3-FASCCULOINUNDACIONES-ilovepdf-compressed.pdf>
7. Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research. (2016). *Plan Hidráulico Regional de Demarcación Hidrográfica Manabí*. <http://suia.ambiente.gob.ec/files/MEMORIA%20DH%20MANAB%C3%8D.pdf>
8. Comisión Europea, Comunidad Andina Secretaria General, Comunidad Andina CAPRADE, & Predecán. (2009). *PLAN LOCAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL CANTÓN PORTOVIEJO*. <http://www.comunidadandina.org/predecán/doc/libros/pp/ec/PLGR.pdf>
9. CRM, INERHI, CONADE, Secretaria General de los Estados Americanos, Secretaria Ejecutiva para asuntos económicos y sociales, & Departamento de desarrollo regional y medio ambiente. (1991). *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí*.
10. DesInventar. (2020). *DesInventar—Profile*. <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>
11. EL UNIVERSO. (2020, julio 12). *2268 inundaciones se dieron en Ecuador durante los últimos cinco años*. El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/07/12/nota/7903011/inundaciones-ecuador-2020-agua-lluvias-cambio-climatico>
12. GAD SANTA ANA. (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SANTA ANA 2014-2017*.

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

13. GAD SANTA ANA. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SANTA ANA 2015 – 2019*.
14. Giler-Ormaza, A. M., Lucas, S. P. D., Zambrano, R. P. A., & Perlalvo, D. A. Z. (2020). Manejo sostenible de inundaciones, cuencas y riberas en la provincia de Manabí. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 23, 55-72. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i23.1442
15. Gobierno de Manabí. (2017). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL MANABÍ 2015-2024*.
16. Gobierno de Manabí Ecuador. (2019). Santa Ana. *Gobierno de Manabí Ecuador*. <https://www.manabi.gob.ec/cantones/santa-ana>
17. Khosravi, K., Shahabi, H., Pham, B. T., Adamowski, J., Shirzadi, A., Pradhan, B., Dou, J., Ly, H.-B., Gróf, G., Ho, H. L., Hong, H., Chapi, K., & Prakash, I. (2019). A comparative assessment of flood susceptibility modeling using Multi-Criteria Decision-Making Analysis and Machine Learning Methods. *Journal of Hydrology*, 573, 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.073>
18. LA RED, & OSSO. (2002). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE BASES DE DATOS DE DESASTRES*. 36.
19. Lucas Sanchez, C. E. (2017). *SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES EN LA COMUNIDAD EL JUNCAL, CANTÓN TOSAGUA, PROVINCIA DE MANABÍ*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/943/1/Titulacion%20de%20tesis.pdf>
20. Mind'je, R., Li, L., Chukwudi Amanambua, A., Nahayoa, L., Baptiste, J., Gasiraboa, A., & Mindjeg, M. (2019). *Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda*.
21. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, & Corporación OSSO. (2013). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011*.
22. Secretaria de Gestión de Riesgos. (2018). *Plan Nacional de Respuesta Ante Desastres*.
23. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2016). *Informes Mensuales – Impacto por Eventos Adversos 2016 – Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/informes-impacto/#>
24. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2019). *COE de Santa Ana declaró la emergencia por inundaciones en La Unión y Pueblo Nuevo – Servicio Nacional de*

Retrospectiva de escenarios de inundaciones en la región costera de Ecuador: Una visión de sus impactos a escala local urbana

- Gestión de Riesgos y Emergencias*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/coe-de-santa-ana-declaro-la-emergencia-por-inundaciones-en-la-union-y-pueblo-nuevo/>
25. Solano, T., & Vintimilla, N. (2013). *ESTUDIO FLUVIOMORFOLOGICO DEL RIO VINCES Y DETERMINACIÓN DE LAS AREAS DE INUNDACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO PACALORI APLICANDO HEC-GEORAS* [Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4628/3/TESIS%20%282%29.pdf>
26. Thielen, D., Cevallos, J., Erazo, T., Zurita, I. S., Figueroa, J., Velásquez, G., Matute, N., Quintero, J. I., & 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*.
27. Thielen, D., Erazo, T., Cevallos, J., Puche, M. L., Zurita, I. S., Quintero, J. I., Matute, N., Figueroa, J., & Velásquez, G. (2015). *Dinámica de los eventos climáticos extremos en la cuenca del río Portoviejo, Manabí, Ecuador*.
28. UNISDR, Corporación OSSO, & AECID. (2015). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2013*.
29. Unidad de Monitoreo de Eventos Adversos (2021). *Reporte de emergencias y eventos adversos en la Provincia de Manabí, 2010 - 2021*