



Análisis de la cuenca del río Portoviejo y el plan de contingencia ante el fenómeno de el niño

Carlos Damian Pinto Almeida

karlitaby2014@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8381-6731>

Pontificia Universidad SEDE Manabí
Ambato – Ecuador

Claudia Prehn Garces

Organismo Multilateral/ hidrología, manejo de donantes y WASH rural
Washington DC

RESUMEN

En la presencia de desastres naturales por fenómenos fuertes, el plan de contingencia es un procedimiento a considerar, pues hace frente oportuno ante catástrofes ambientales, ya sea producto de actividades desarrolladas por la humanidad o de origen natural. El siguiente trabajo de investigación aborda los análisis geológicos de la Cuenca del Río Portoviejo y los planes de contingencia para inundaciones. Para el estudio el tipo de metodología es descriptiva y explicativa, debido al análisis de reglamentaciones relacionadas con la Hidrología e Hidráulica. El diseño es bibliográfico, debido a que las recopilaciones de datos son recogidas por medio de artículos, páginas web confiables y cualitativa. Los métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos en esta investigación tienen el objetivo de recabar datos relevantes y veraces para su posterior análisis y procesamiento. Para cumplir esta meta, se emplean métodos deductivos, para estudiar la realidad local del río Portoviejo; analíticos, con el fin de descomponer el tema en sus elementos para observar sus características; e históricos, a motivo de obtener información verídica y sistematizarla para tener conocimiento de la historia local del río Portoviejo. La localización en la que se trabaja en base a la investigación es la cuenca del río Portoviejo, ubicado en Ecuador, cuyas coordenadas geográficas son de 04°59'27 latitud sur y 80°407'58" de longitud Occidental.

Palabras clave: *plan de contingencia; cuenca; río Portoviejo; fenómeno “el niño”*

Correspondencia: karlitaby2014@gmail.com

Artículo recibido 26 diciembre 2022 Aceptado para publicación: 26 enero 2023

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Pinto Almeida, C. D., & Prehn Garces, C. (2023). Análisis de la cuenca del río Portoviejo y el plan de contingencia ante el fenómeno de el niño. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 1929-1949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4535

Analysis of the Portoviejo river basin and the plan of contingency before the phenomenon of the child

ABSTRACT

In the presence of natural disasters due to strong phenomena, the contingency plan is a procedure to consider, because it faces environmental catastrophes, whether the product of activities carried out by humanity or of natural origin. The following research paper addresses geological analyses of the Portoviejo River Basin and contingency plans for floods. For the study, the type of methodology is descriptive and explanatory, due to the analysis of regulations related to Hydrology and Hydraulics. The design is bibliographic, because the data collections are collected through articles, reliable and qualitative web pages. The methods, techniques and instruments of data collection in this research aim to collect relevant data and truthful for further analysis and processing. To meet this goal, deductive methods are used to study the local reality of the Portoviejo River; analytical, in order to break down the subject into its elements to observe its characteristics; and historical, in order to obtain truthful information and systematize it to have knowledge of the local history of the Portoviejo River. The location in which we work based on the research is the Portoviejo river basin, located in Ecuador, whose geographical coordinates are 04°59'27" south latitude and 80°407'58" Western longitude.

Keywords: *contingency plan; basin; portoviejo river; "el niño" phenomenon*

INTRODUCCIÓN

El plan de contingencia abarca procedimientos alternativos, cuya finalidad es el funcionamiento en base a un análisis de riesgo que permitirá en un futuro ejecutar y establecer normas, acciones, procedimientos de respuesta de forma adecuada, efectiva y oportuna ante sucesos reales, tales como accidentes, incidentes, e incluso estados de emergencia (Valverde M. et al., 2020). Aquellos riesgos que cualquier población, institución puede tener se los puede eliminar, mitigar, aceptar o transferir dependiendo de diversos factores como puede ser el impacto de riesgo o también las probabilidades de ocurrencia. Cualquier plan bien elaborado de contingencia, según Pérez y Moreno (2021) debe incluir medidas necesarias con el objeto de garantizar y adaptar el correcto funcionamiento de servicios consignados acorde a las circunstancias de protección y asistencia.

Es así que, Puente V. (2019) menciona que cualquier plan de contingencia buscará optimizar los usos de recursos tanto humanos como materiales ante situaciones reales, como puede ser el fenómeno del “El niño”, considerado como un patrón climático que repercute cambios en cuanto a la temperatura sobre las aguas en la parte oriental y central del Pacífico tropical. El nombre del fenómeno del Niño fue creado por pescadores de Perú, puesto que en Navidad suele aparecer una corriente cálida y al ser época del nacimiento del niño Jesús se consideró ese nombre de referencia a una corriente más fuerte. Este fenómeno suele durar entre 8 a 10 meses y es a causa del calentamiento progresivo del océano Pacífico que incita fuertes precipitaciones y consecuentemente inundaciones, incendios forestales, sequías (Silva M., et al., 2021).

El impacto que ha tenido el fenómeno de “El Niño” durante varios años ha sido relevante, puesto que, la Organización Panamericana de la Salud (2020) mencionan el registro de pérdidas económicas en América Central y del Sur, tales como 33.200 dólares, más de 6 millones de personas que han tenido que dejar su hogar, personas afectadas en un alrededor de 110 millones, considerando toda la cifra como una consecuencia grave de un desastre natural. Sin embargo, la mayoría de países en América Central y del Sur se han concebido cambios notorios conforme a la gestión de riesgos, pues se refleja un gran compromiso e interés por sobresalir del problema.

Definición del problema

Se le considera un fenómeno atmosférico a la corriente de “El Niño”, el cual provoca

precipitaciones y con ello inundaciones, incendios e incluso escases de alimentos como consecuente a los desastres naturales. En el año de 1983 según Fernández D., et al. (2002) éste fenómeno causó pérdidas económicas, productivas, en infraestructura y en sectores sociales, ante ello los daños no solo originó un declive en el crecimiento del PIB, sino también en exportaciones aumentando el déficit fiscal y la inflación Dentro de la investigación “Susceptibilidad a deslizamiento en la comunidad el paraíso de la ciudad de Portoviejo” de Vélez C. (2019), muestra que el cantón Portoviejo se encuentra en mapas de peligro de deslizamiento en dos grados, es decir en amenaza nula y media conforme a las unidades geomorfológicas (terrazas, relieves colinados y estructurales, valles).

Manabí es una de las provincias destacadas por su relieve y sus playas, sin embargo, es una zona afectada por los movimientos de masas, destruyendo infraestructuras e incluso el peligro de pérdida de vidas humanas, está formada por colinas, montañas elevando el riesgo en cuanto al deslizamiento y aún más si la población construye una casa sin un previo estudio a las posibilidades de peligro que puede suceder. Otro riesgo que puede tener la provincia como efecto del cambio climático en cuanto a los fenómenos es en la agrícola, en la investigación “La Economía de Manabí (Ecuador) entre las sequías y las inundaciones” de Mendoza A. et al. (2019), menciona que campesinos argumentan que los recursos naturales son el soporte de la actividad económica a nivel local y nacional y al haber algún cambio drástico en el clima se produce movilización en la población a más de sequías.

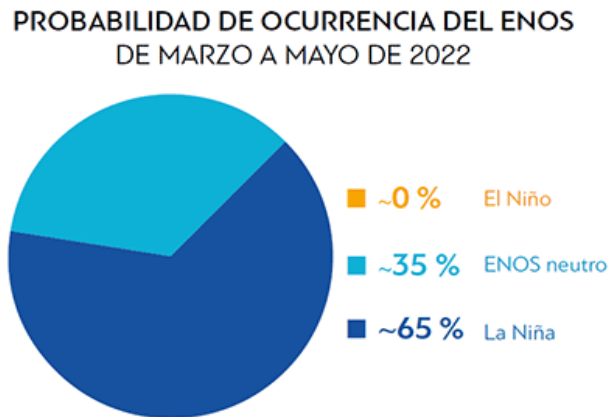
La cuenca del río Portoviejo en el sector noreste mantiene un bosque seco, mientras que debido a las pocas precipitaciones además de los fuertes vientos en la parte alta se mantiene un clima húmedo, la topografía de la cuenca es irregular con pendientes pronunciadas, siendo aquello un factor de alto riesgo conforme a la pérdida del suelo a causa de erosión hídrica (Cuenca K. 2021).

Predicciones

La Organización Meteorológica Mundial resaltan la predicción de ocurrencia del ENOS, contemplando que hay probabilidades de un 35% en cuanto al episodio neutro del fenómeno de “El Niño”, Oscilación del Sur, por ello “Según las previsiones, una vez transcurrido ese período el episodio de La Niña se disipará y lo más probable es que, a partir de la temporada comprendida entre abril y junio” (Organización Meteorológica Mundial, 2022). Es decir, que la posibilidad de que se originen unas condiciones con

relación al ENOS se convén un 35%.

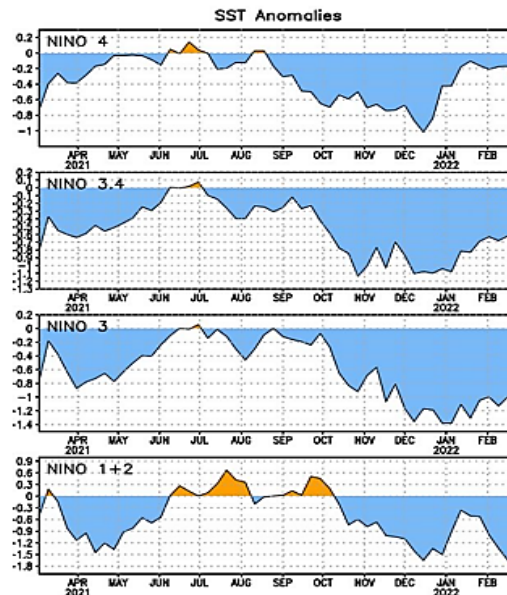
Imagen 1. Probabilidad de ocurrencia del ENOS



Fuente: Organización Meteorológica Mundial

Las anomalías surgidas durante el mes de febrero en el año 2022 en el Océano Pacífico ecuatorial anteponen valores inferiores entre 170 °E. Asimismo en el año 2021 por el mes de agosto y septiembre las TSM expusieron un enfriamiento intenso y ahora en febrero 2022 se intensificó por enero. (SMN Argentina , 2022)

Imagen 2. Evolución de la Anomalía (TSM) en regiones de "El niño"



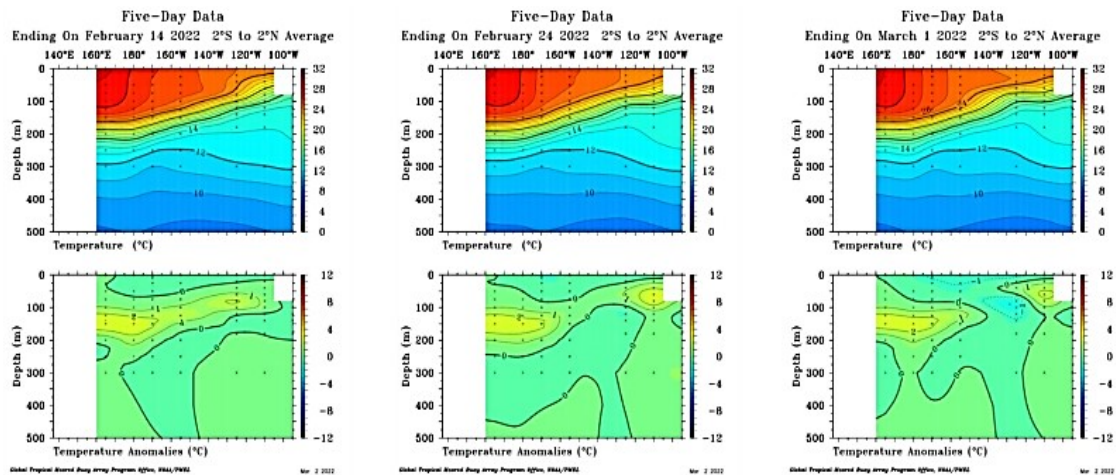
Fuente: Climate Prediction Center.

En la investigación "El fenómeno El Niño –Oscilación del Sur (ENOS), menciona que:

Durante febrero en los niveles sub-superficiales del Pacífico ecuatorial predominaron anomalías positivas de temperatura de agua del mar, con un núcleo cálido al oeste de 160°O y otro al este de 120°O, ambos entre 50 y 200 m de profundidad,

aproximadamente. Por otro lado, se observaron anomalías negativas entre superficie y unos pocos metros de profundidad, al este de la línea de fecha. (SMN Argentina , 2022)

Imagen 3. Corte profundidad vs. Longitud de la temperatura del agua del mar y su anomalía en el Pacífico ecuatorial



Fuente: (SMN Argentina , 2022)

METODOLOGÍA

Método cualitativo. La investigación fundamenta el análisis de la Cuenca del Río Portoviejo, el cual abastece a 600.000 personas de agua potable en ciudades locales. Por ello, la actividad económicamente activa sustancial dentro de la población es la agricultura ocupando un 50%.

El tipo de investigación del estudio es descriptiva y explicativa.

Descriptiva. Aguirre J., (2018) dentro de su investigación “El papel de la descripción en la investigación cualitativa” menciona que el método descriptivo tiene como fin recopilar datos, los cuales se puedan analizar estadísticamente dentro de una población objetiva. Es así que, dentro del estudio se resalta las características conforme a los parámetros climatizados provenientes de las estaciones meteorológicas.

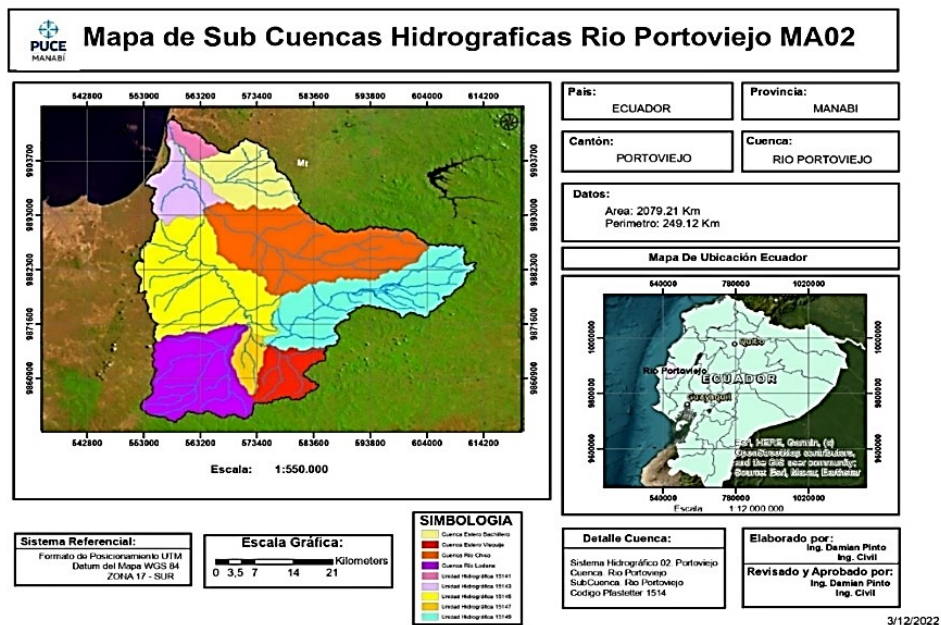
Explicativa. El método explicativo es un tipo de investigación que permite establecer la causa y el efecto acorde a las realidades, es decir este tipo de estudio permite comprender las consecuencias de un hecho, da paso a que el investigador logren distinguir los fenómenos acordes al estudio anticipando cambios.

HIDROGEOLOGÍA

Subcuencas y Microcuencas

La cuenca está compuesta por la subcuenca del río Portoviejo, que comprende trece microcuencas, junto con la subcuenca del Río Chico, integrada por siete microcuencas, y la subcuenca del río Bachillero, conformada por tres microcuencas. La superficie de la subcuenca del Río Portoviejo es de 143 415,74 Ha, la cual está compuesta por tres microcuencas principales: el Río Portoviejo con 58 628,1 Ha, el Río Lodana con 29 644,1 Ha y el Embalse de Poza Honda con 19 074,7 Ha. La subcuenca del río Chico se extiende sobre un área de 47.143 hectáreas, con el río Chico comprendiendo 19.531 hectáreas y el río Chamotete 9.350 hectáreas. Por otro lado, la subcuenca del río Bachillero cubre 203 kilómetros cuadrados, donde la microcuenca del río Guanábano ocupa 76 kilómetros cuadrados.

La cuenca del Río Portoviejo abarca el cantón Portoviejo con un porcentaje del 45%, Santa Ana (27%), Rocafuerte (11%) y el resto de aproximadamente el 17% se ubica entre los cantones 24 de mayo y Jipijapa, con una pequeña parte en los cantones Pichincha y Junín.



Fuente: Pinto, D (2022)

Pluviometría

La pluviometría está constituida por las siguientes estaciones en toda la cuenca:

- Estación Chamotete.
- Estación Santa Ana.

- Estación Portoviejo.
- Estación Rocafuerte.

Se aplicaron técnicas geoestadísticas para comprobar los valores de las estaciones. Con la ayuda de interpolaciones se pudo estudiar la pluviometría en la cuenca de drenaje. Para corroborar los resultados, los datos fueron confrontados con los mapas de isoyetas que publicó el INAMHI en los últimos años. El promedio de precipitación durante los treinta y cinco años del periodo homogéneo de 1964 a 1998 fue de 1243.2 mm/año en la cuenca alta (Est. Chamotete), 794.1 mm/año en la cuenca media alta (Est. Santa Ana), 529.4 mm/año en la cuenca media (Est. Portoviejo) y 420 mm/año en la cuenca baja (Est. Rocafuerte). La cantidad de precipitaciones medias en la cuenca es de aproximadamente 760 mm/año, y la evaporación potencial en el Tanque tipo A es de 1618 mm/año.

PARÁMETROS CLIMÁTICOS ANALIZADOS

Los parámetros meteorológicos que definen el clima de la zona de estudio se presentan en la Tabla. Los datos provienen de las Estaciones Meteorológicas investigadas.

Tabla 1. *Características de las estaciones meteorológicas consultadas*

Código	Nombre	Tipo	X	Y	Altitud (m)	Periodo
M0005	Portoviejo-UTM	Agrometeorológica	560.110	9'886320	46	1990-2011
M0165	Rocafuerte	Climatológica Ordinaria	561.349	9'898.031	20	2000-2011
M1208	La Teodomira	Climatológica Principal	567.865	9'871.317	60	2002-2011

Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

Tabla 2. *Parámetros Climatológicos de la estación “Rocafuerte” – Periodo 2000-2011*

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Nubosidad (Octas)
Enero	26,0	83,5	81,4	6,7
Febrero	26,2	86,1	139,4	6,8
Marzo	26,6	85,2	84,1	6,1
Abril	25,5	85,0	71,6	5,8
Mayo	25,8	84,3	18,5	6,3
Junio	24,9	84,3	2,0	6,5
Julio	24,6	83,8	1,1	6,3
Agosto	24,3	83,1	2,0	6,2
Septiembre	24,4	82,8	2,4	5,8
Octubre	24,5	82,7	0,9	6,0
Noviembre	24,6	81,9	1,9	6,0
Diciembre	25,3	81,8	18,2	6,4
Total	-	-	423,3	-
Media	25,3	83,7	35,3	6,2

Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

Tabla 3*Parámetros Climatológicos de la estación “La Teodomira” – Periodo 2002-2011*

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Nubosidad (Octas)
Enero	26,2	80,2	130,7	7,3
Febrero	26,2	83,3	208,9	7,6
Marzo	26,6	81,9	166,5	6,9
Abril	26,7	81,8	136,0	6,9
Mayo	26,1	82,8	29,8	7,0
Junio	25,0	82,3	8,5	7,0
Julio	24,9	80,6	3,1	7,0
Agosto	24,8	79,0	2,1	6,8
Septiembre	25,2	77,2	2,2	6,9
Octubre	25,3	75,6	1,6	6,8
Noviembre	25,6	75,5	2,0	6,7
Diciembre	26,0	76,9	42,7	7,1
Total	-	-	734,0	-
Media	25,7	83,7	61,2	2,2

Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

Tabla 4

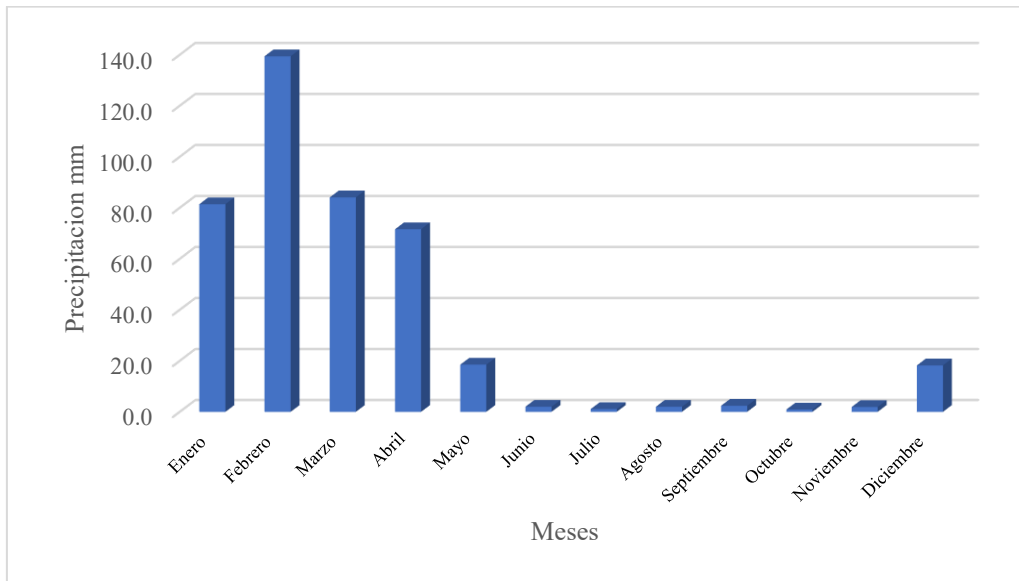
Parámetros Climatológicos de la estación "Portoviejo-UTM" – Periodo 1990-2011

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Nubosidad (Octas)
Enero	26,2	77,5	94,7	6,8
Febrero	26,2	83,2	148,0	7,1
Marzo	26,6	81,4	149,4	6,5
Abril	26,7	79,5	84,7	6,0
Mayo	26,1	79,0	34,6	6,3
Junio	25,0	79,2	10,2	6,4
Julio	24,6	78,1	4,1	6,3
Agosto	24,4	77,2	4,0	6,0
Septiembre	24,6	76,0	3,4	5,7
Octubre	24,6	76,7	3,0	6,2
Noviembre	25,0	75,3	8,9	6,1
Diciembre	25,7	75,0	33,6	6,6
Total	-	-	578,6	-
Media	25,5	78,2	48,2	6,3

*Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.***Precipitación**

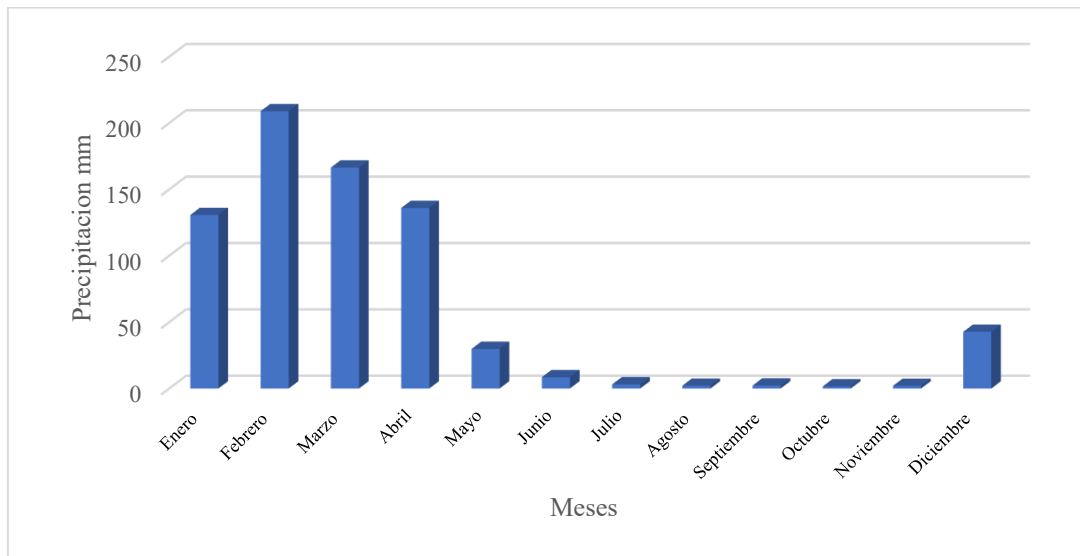
El régimen pluviométrico de varios años por mes presenta su punto más alto en Marzo para "Portoviejo-UTM" (149,4 mm), Febrero para "Rocafuerte" (139,4 mm) y "La Teodomira" (208,9 mm); mientras que en Octubre se ve el nivel más bajo para las tres estaciones, siendo 3,0 mm para "Portoviejo-UTM", 0,9 mm para "Rocafuerte" y 1,6 mm para "La Teodomira"; algo muy común en la costa ecuatoriana. Es obvio que hay dos estaciones distintas, una de lluvias (de diciembre a mayo) y otra de sequía (de junio a noviembre), tal como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 1. *Parámetros Climatológicos de la estación "Rocafuerte" – Periodo 2000-2011*



Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

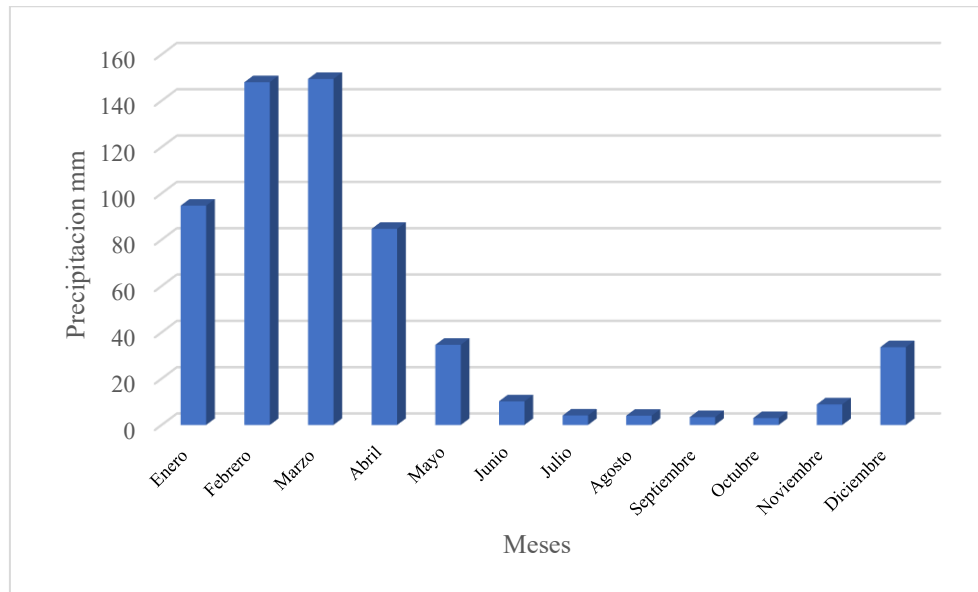
Figura 2. *Parámetros Climatológicos de la estación "La Teodomira" – Periodo 2002-2011*



Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

Figura 3

Parámetros Climatológicos de la estación "Portoviejo-UTM" – Periodo 1990-2011



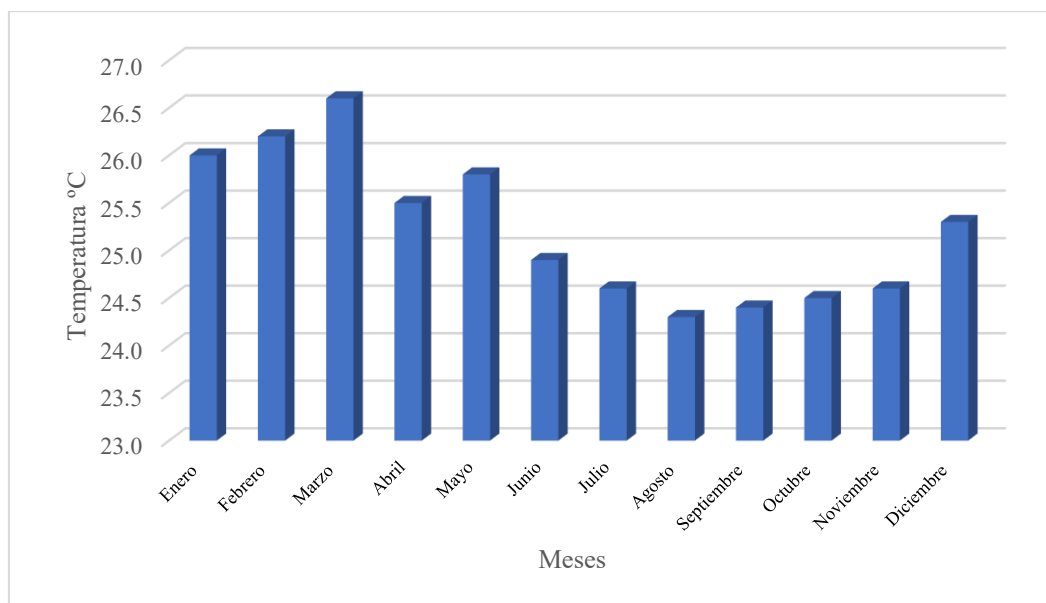
Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

Temperatura

En la Estación "Roca fuerte", la temperatura promedio anual es de 25,3°C. El valor más alto se da en Marzo, con una temperatura de 26,6°C, mientras que el mínimo se observa en Septiembre, con una temperatura de 24,3°C, tal y como se muestra en la Figura.

Figura 4

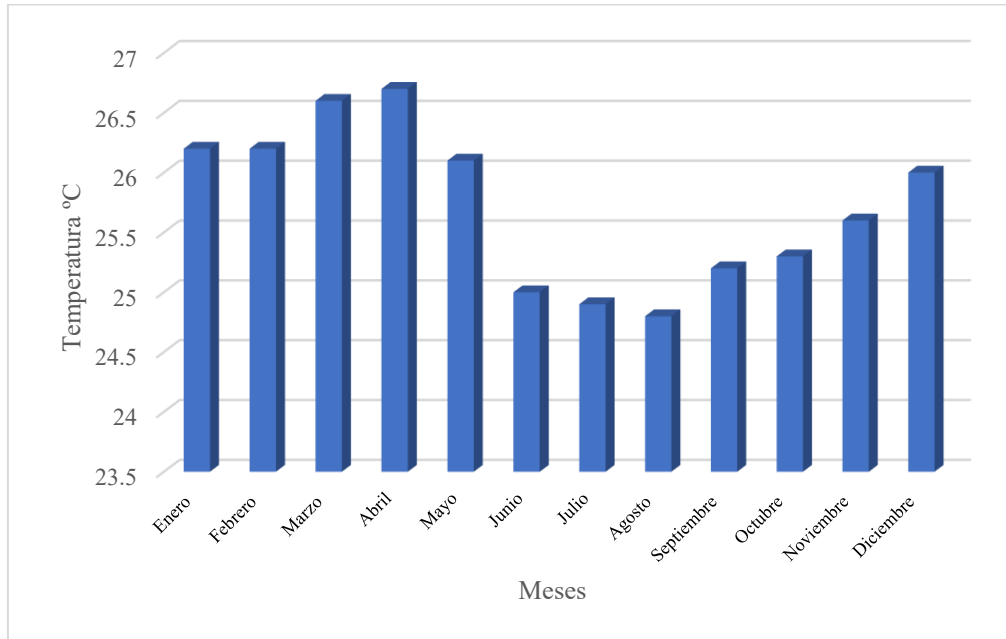
Distribución mensual multianual estación "Roca fuerte"–temperatura



Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

En la Estación "La Teodomira", el promedio anual de temperatura es de 25.7°C, con el mes de Abril alcanzando una temperatura máxima de 26.7°C y Agosto siendo el mes de temperatura mínima con 24.8°C, como se muestra en la Figura.

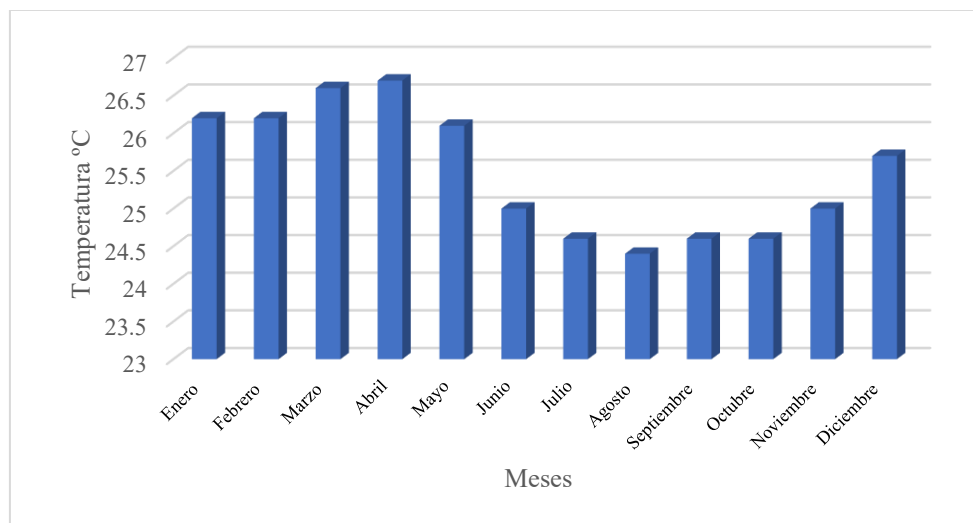
Figura 5. Distribución mensual multianual estación "La Teodomira"–temperatura



Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI.

En el período de tiempo considerado, la temperatura media anual de Portoviejo-UTM es de 25,5°C con una variación mínima. En abril la temperatura máxima es de 26,7°C, mientras que la temperatura mínima se presenta en agosto con 24,4°C, como se muestra en la Figura.

Figura 5. Distribución mensual multianual estación "Portoviejo-UTM"–temperatura



Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI

Se observa que los meses de junio a Diciembre registran las temperaturas más bajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis

El recorrido desde el Río Santa Rosa hasta la Zona de Caza Lagarto es de aproximadamente 45 km según el Instituto de Estudios Oceanográficos (IEOS) de 1984. Esta zona provee una gran área de recarga para la pluviosidad con un volumen de $180 \times 10^3 \text{ m}^3$. En la Zona de Caza Lagarto se ha identificado un acuífero semiconfinado con una secuencia de estratos aluviales compuestos por gravilla, arena, arcilla, y otros materiales intercalados. Estos acuíferos, generalmente pobres, permiten un caudal específico promedio de 0.5 L/s/m con un espesor de hasta 30 m. Tiene una reserva de recarga desde el Río Portoviejo de $1.67 \times 10^3 \text{ m}^3$, la cual es regulada por la presa Rafael Barragán. El potencial hidrogeológico es calificado como bueno debido a la recarga constante, la extensión de la cuenca, y el ancho del valle aluvial. Cerca de Rocafuerte, el acuífero útil se compone de sedimentos arcillo arenosos o limo arenosos del valle aluvial alrededor de las márgenes del río. Esta área debe estar limitada lateralmente debido al incremento de sales provenientes de la disolución de sulfatos y carbonatos desde las formaciones sedimentarias vecinas, afectando la calidad del agua para el consumo humano. Los aluviales tienen una mayoría de sedimentos finos y los cauces medios y bajos reciben el aporte de aguas negras. Estas cuencas no ofrecen un recurso hidrogeológico óptimo. El Río Portoviejo es típico de los ríos de llanura, con una pendiente longitudinal baja y su sección hidráulica ha sido estrechada por la construcción de puentes, lo que influye significativamente en su comportamiento hidráulico y fluviomorfológico (Chonlong Alcivar y Pacheco Gi, 2021).

La precipitación media multianual en la cuenca del río Portoviejo durante un período de 35 años fue de 1.243,2 mm/año en la cuenca alta, 794,1 mm/año en la cuenca media alta, 529,4 mm/año en la cuenca media y 420 mm/año en la cuenca baja. La cantidad promedio de lluvia al año en la cuenca es de 760 mm/año aproximadamente y la evaporación potencial en el Tanque tipo A es de mm/año. La serie de registro de precipitación se caracteriza por la presencia de dos picos muy altos de lluvia al año coincidentes con los Fenómenos de El Niño en noviembre, lo que ocasiona crecidas extraordinarias. Además, la presencia de vegetación en el lecho y cauces de inundación eleva los niveles de agua, lo que explica la enorme sedimentación que se presentó luego

del fenómeno del Niño de 1997 y 1998, llevando a un incremento de los niveles de los terrenos aledaños en alrededor de 1,5 a 2 m, afectando las viviendas y estructuras ubicadas en las zonas de inundación. (Thielen Engelbertz et al. 2015)

El Río Portoviejo es uno de los principales cuerpos de agua en la provincia. Tiene un flujo controlado con la presa Poza Honda, y está alimentado por varias microcuencas en su recorrido, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Es una corriente de baja pendiente con un caudal variable según la estación del año, principalmente en verano e invierno. Mide aproximadamente 101 km desde la presa que se encuentra en el Cantón Santa Ana y su velocidad de flujo promedio es de 1 m/s, incrementándose a 2 m/s en épocas de intensos inviernos y a 3 m/s durante los eventos El Niño. Por lo tanto, se convierte en una de las fuentes hídricas más importantes para la región, aunque hay estadísticas de inundaciones debido a su desbordamiento.

Plan del sistema de manejo de inundaciones

En la Demarcación Hidrográfica de Manabí, las inundaciones son un tema muy serio. Por ello, se han establecido estaciones hidrológicas para estudiar con mayor detalle estos fenómenos. Además, basándose en las inundaciones históricas, se han identificado las áreas de riesgo. Esta investigación también contempla la población, la economía y otros aspectos básicos que deben ser protegidos. Después, se lleva a cabo una evaluación cuantitativa de la efectividad de las obras de contención y control, para generar un plan de obras civiles y otras medidas de control, bajo el sistema de manejo de inundaciones previamente establecido (Giler-Ormaza et al. 2020).

Plan del Sistema de Manejo de Inundaciones

Sistema de obras civiles en la cuenca del Portoviejo

La cuenca hidrográfica del río Portoviejo se encuentra en gran parte cubierta de montañas y colinas, lo que la convierte en la principal fuente de agua para las frecuentes inundaciones durante la época lluviosa. En la actualidad, la capacidad de descarga de los ríos de la cuenca es muy baja, por lo que los sujetos de protección se localizan principalmente en los valles de la parte media y baja, que incluyen la capital provincial de Manabí, Portoviejo, junto con las cabeceras cantonales de Santa Ana y Rocafuerte, así como la cabecera parroquial de Río Chico y las áreas de producción agrícola con cultivos de ciclo corto. Debido a la carencia de espacio para construir proyectos como bypass o áreas de contención de las crecidas, y la imposibilidad de crear un reservorio que pueda

controlar la descarga en las partes media y baja, las medidas primarias para manejar las inundaciones son mejorar la capacidad de descarga de los ríos mediante la construcción de diques y otras obras de regulación, así como la construcción de reservorios en el curso superior como segunda prioridad.

Planificación del sistema de información para el manejo de las inundaciones

El Sistema de Información para el Manejo de las Inundaciones es una herramienta de gran ayuda para la toma de decisiones relacionadas con las inundaciones y la mitigación de los desastres, ya que permite obtener información rápida y precisa acerca del clima, las aguas, el estado de las obras civiles, el estado de los desastres y otros factores relacionados. Esto le permite al sistema realizar tareas como el pronóstico de las inundaciones, la simulación y la distribución de la información para la activación de las alarmas de inundación. Se ha propuesto una estructura organizacional general para el sistema, que se muestra en el diagrama adjunto.

Sistema de información de agua y lluvia

SENAGUA ha planificado el establecimiento de 15 estaciones hidrológicas y 29 estaciones pluviométricas, así como la creación de un Centro de Información de Aguas y Lluvia en su sede, y un Subcentro de Información de Aguas y Lluvia en la Dirección Regional de Manabí. Estas estaciones y centros de información permitirán monitorear la meteorología e hidrología del país, brindando así una mejor gestión de los recursos hídricos.

Sistema de Información de Desastres

La SGR está implementando el Centro Nacional de Información sobre Desastres, que contará con un Subcentro establecido en la Dirección Provincial de Manabí. Esta iniciativa consta de una Unidad de Recopilación de Datos y un Centro de Información, con el objetivo de proporcionar información sobre desastres ocasionados por inundaciones, mediante tres tipos de reportes: anual, mensual y en tiempo real. La Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos es la responsable de la construcción de este sistema.

Sistema de pronóstico de inundaciones

La Subsecretaría Regional de la Demarcación hidrográfica de Manabí es la responsable de implementar un Sistema que genera modelos de predicción hidrológicos y meteorológicos, los cuales, analizando los datos proporcionados por el Sistema de Información, permiten predecir la posibilidad de inundaciones en áreas importantes.

Sistema de regulación de inundaciones

El Sistema de Modelación de Inundaciones en las Cuencas de los Ríos Portoviejo y Chone, implementado por la Subsecretaría Regional de la DH Manabí, tiene como objetivo formular modelos matemáticos para regular y propagar inundaciones en estas cuencas, mejorando así las evaluaciones integradas de los daños que pueden generar. Esto brinda un mejor soporte técnico para las discusiones y los procesos de toma de decisiones relacionados.

Sistema generador de información

El Sistema Generador de Información (SGI) consta de dos subsistemas: el Subsistema de Servicio de Información para la Toma de Decisiones y el Subsistema de Servicio de Información Pública. El primero proporciona toda la información necesaria para que el Comité de Gestión de Riesgos tome decisiones adecuadas, mientras que el segundo entrega información a las unidades de gestión de riesgos. La SGR es responsable de la implementación del SGI.

Sistema de consulta

El Sistema de Consulta del Comité de Gestión de Riesgos conecta a los diferentes departamentos de niveles superiores e inferiores, facilitando la comunicación a través de conferencias de vídeo u otras formas de comunicación remota. La SGR es responsable de la implementación del Sistema de Consulta y de proporcionar el acceso a los miembros interesados.

Sistema de alerta de inundaciones

El Sistema de alerta de inundaciones permite que el Comité de Gestión de Riesgos emita información al público en general. La SGR es la responsable de implementar este Sistema.

Plan de contingencia para inundaciones

Los planes de contingencia para inundaciones a ser complejos corresponden a 4 clases:

- Plan de regulación de las crecidas en la cuenca hidrográfica.
- Plan de contingencia cantonal.
- Código de operación de los embalses.
- Plan de contingencia para los embalses.

Plan de regulación de las crecidas en la cuenca hidrográfica

El Plan de Regulación de las Crecidas en una Cuenca Hidrográfica se compila considerando los sujetos de protección, principios y criterios de intervención, y el manejo

general de las inundaciones, presentando un ordenamiento detallado de la regulación de las mismas. Esto se basa en la situación del momento de avance de la construcción de las obras civiles y de la implementación de otras medidas de manejo. El Plan contiene: situación actual del avance de las obras civiles y de la implementación de las otras medidas; capacidad de control de la inundación en el curso principal del río; crecida de diseño y principios de regulación de las inundaciones; sujetos a proteger; planificación y autorización del manejo de crecidas mayores y menores a la crecida de diseño. Además, debe ser revisado de manera oportuna a medida que progresa la construcción de las obras civiles al interior de la cuenca hidrográfica (Miyamoto, 2021).

La Subsecretaría Regional de la DH Manabí, junto con la Dirección Provincial de Gestión de Riesgos, los GAD cantonales y el GAD de la provincia de Manabí, deberían formular los planes de regulación de las crecidas en las cuencas del Portoviejo y del Chone. Estos planes, deberían ser aprobados por la SGR (Portoviejo, 2018).

Plan de contingencia cantonal

El Plan para la Gestión de Riesgos y Operaciones de Emergencia por Inundaciones es el documento guía destinado a orientar la preparación y respuesta en caso de desastres por inundaciones. Establece un sistema organizacional con la asignación de responsabilidades, esquema de comunicación, esquema de evacuación y albergue, estado de alerta, procesos de respuesta, medidas de soporte, divulgación, entrenamiento y maniobra para los Comités de Gestión de Riesgos (CGR) y Comités de Operaciones de Emergencia (COE) de cada cantón y el pueblo en general durante la temporada de inundaciones. Además, formula la guía de acciones a seguir en caso de emergencia y la ayuda que debe entregarse con anticipación para remediar los efectos del desastre, dependiendo del tipo de inundación que pueda ocurrir (Portoviejo, 2018).

Código de operación de los embalses

Se ha planificado la creación de códigos para mejorar la gestión y operación de los embalses de la DH Manabí, con el objetivo de maximizar sus funciones. Estos códigos servirán como documento base y abarcarán los requerimientos y las bases de operación para el manejo de inundaciones, el suministro de agua, otras operaciones y su administración. La Subsecretaría Regional de la DH Manabí y la Unidad de Operación del embalse deben compilar el Código de Operación de los embalses. Luego, este debe ser enviado a SENAGUA para su aprobación.

Plan de contingencia para los embalses

El Plan de Contingencia para los embalses se diseña con el propósito de prevenir inundaciones, así como atender de manera inmediata una situación de emergencia, proporcionando ayuda anticipada para contrarrestar los efectos del desastre y mantener la seguridad del embalse. Además, este plan permite reducir los niveles de agua en los ríos medios y bajos, así como mitigar el riesgo de cualquier evento peligroso que pueda suceder en el embalse. Su contenido principal se compone de información básica, análisis de riesgo, distribución de responsabilidades, sistema de comunicación, preparación de materiales para la emergencia, principales medidas a tomar durante la emergencia, divulgación, entrenamiento y simulaciones (Miyamoto, 2021). La Subsecretaría Regional de la DH Manabí y la Unidad de operación del embalse deben recopilar el Plan de contingencia para los embalses y enviarlo a la SGR para su posterior aprobación.

CONCLUSIONES

En la Demarcación Hidrográfica de Manabí, las inundaciones son un tema muy serio. Por ello, se han establecido estaciones hidrológicas para estudiar con mayor detalle estos fenómenos. Además, basándose en las inundaciones históricas, se han identificado las áreas de riesgo. Esta investigación también contempla la población, la economía y otros aspectos básicos que deben ser protegidos. Después, se lleva a cabo una evaluación cuantitativa de la efectividad de las obras de contención y control, para generar un plan de obras civiles y otras medidas de control, bajo el sistema de manejo de inundaciones previamente establecido.

Es necesario mejorar el sistema de ingeniería civil en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, tomando en cuenta las características de las inundaciones, la distribución económica y social de estas dos cuencas. Esto se hará aplicando el principio de “almacenamiento y descarga coordinada, especialmente en la descarga de agua” y construyendo en primer lugar los proyectos de diques y regulación de los ríos en las zonas medias y bajas. Para reducir el volumen de inundación en las partes medias y bajas, se construirán represas en la parte superior de las cuencas

Se incluyen dos componentes en el plan de contingencia analizado: en primer lugar, fomentar la implementación de un Sistema de gestión de riesgos de inundación, configurándose principalmente Subsistemas de información relacionados con el monitoreo de aguas y lluvias, infraestructura, previsión de inundaciones y un Subsistema

de regulación de inundaciones, que se conecte con sistemas de otros departamentos para formar y completar Sistemas de información de desastres, servicios de información, consulta y alerta temprana de posibles inundaciones. Y, como segunda parte, ejecutar una compilación de los planes de contingencia para inundaciones, que incluya el Plan de regulación de inundaciones para las cuencas, el Plan de contingencia a nivel municipal, un código de operaciones de las presas y un Plan de contingencia para los depósitos de agua.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar Ponce, R. A., & Echeverría Chiriboga, S. X. (2018). *Análisis de vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia colón, cantón Portoviejo-Manabí* [Universidad de las Fuerzas Armadas | Sangolquí]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13986/1/T-ESPE-057582.pdf>
- Bastidas, C. (2011). Manual para el uso del modelo hidrológico HEC-HMS. Obtenido de INAMEH: http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/MANUAL_HECHMS.pdf
- Chonlong Alcivar, J. P., & Pacheco Gil, H. A. (2021). Estimación de zonas potenciales de aguas subterráneas en la cuenca del río Portoviejo mediante análisis jerárquico basado en SIG y teledetección. *Revista Bases de la Ciencia. e-ISSN 2588-0764*, 6(1), 1. https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v6i1.2648
- CRISTINA, V. M. (2019). *SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD EL PARAÍSO DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1893/1/UNESUM-ECU-ING.MEDIO-2019-23.pdf>
- Cuenca, K. (2021). Variabilidad pluviométrica en la cuenca del río Portoviejo . *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia* , 20.
- Enrique García, L. (s/f). *El fenómeno el niño 1997 - 1998 memoria, retos y soluciones el fenómeno el niño 1997 - 1998 memoria, retos y soluciones*. Banco de Desarrollo de América Latina. Recuperado el 17 de enero de 2023, de <https://www.eird.org/estrategias/pdf/spa/doc12863/doc12863-10.pdf>
- Giler-Ormaza, A. M., Donoso lucas, S. P., Arteaga Zambrano, R. P., & Zaldumbide Perlalvo, D. A. (2020). Manejo sostenible de inundaciones, cuencas y riberas en la provincia de Manabí. *La técnica*, 23, 55. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i23.1442

- Jaramillo, M. J. (2018). El papel de la descripción en la investigación cualitativa . *Cinta MOEBIO*.
- José A. Valverde-Moya, A. V.-M. (2020). Commercial Culture of Shrimp *Litopenaeus vannamei* in Costa Rica During El Niño 2015: incidence of diseases. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
- MENDOZA, J. A., GARCIA, K. E., & SALAZAR, R. E. (2019). La Economía de Manabí (Ecuador) entre las sequías y las inundaciones. *Espacios*.
- Miyamoto. (2021). *Propuesta plan de reducción de riesgos de desastres portoviejo 2021*. Usaid.gov. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00XJX1.pdf
- Organización Meteorológica Mundial. (2022). *El niño* . Obtenido de Febrero 2022: <https://public.wmo.int/es/el-ni%C3%B1ola-ni%C3%B1a-hoy>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). Crónicas de Desastres - Fenómeno El Niño. La Biblioteca de la OPS.
- Puente, V. M. (2019). Tiempo, clima y los fenómenos atmosféricos: desde torbellinos hasta cambio climático. *Revista Digital Universitaria*.
- Portoviejo, G. A. D. (2015). *PROPUESTA DE DESARROLLO ESTRATEGICO DEL CANTON PORTOVIEJO*. <https://www.portoviejo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/1.-Plan-de-Desarrollo-Portoviejo.pdf>
- Ruiz-Pérez, I., & Pastor-Moreno, G. (2021). Medidas de contención de la violencia de género durante la pandemia de COVID-19. *Gaceta Sanitaria*.
- Silva, M. A., & Lira, L. A. (2021). Climate Variability and Natural Disasters in the State of Ceará. *Brasileira de Meteorología* .
- SMN Argentina . (2022). *EL FENÓMENO EL NIÑO –OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)*. Obtenido de <http://repositorio.smn.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1814/0006CL2022.pdf>
- Thielen Engelbertz, D., Cevallos Zambrano, J., Erazo Cedeño, T., Zurita Alfaro, S., Figueroa Pico, J., Quintero Delgado, J., Matute Melendez, N., Velásquez Castro, G., & Puche Cárdenas, M. (2015). Dinámica de los eventos climáticos extremos en la cuenca del río Portoviejo, Manabí, Ecuador. *La técnica*, 14, 80.