



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v5i8edespab.0095>

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA LÍNEA DE COSTA PARA APOYAR LOS DESARROLLOS SOSTENIBLES DE POBLADOS COSTEROS EN MANABÍ, ECUADOR

EVALUATION OF THE VULNERABILITY OF THE COASTLINE TO SUPPORT THE SUSTAINABLE DEVELOPMENTS OF COASTAL TOWNS IN MANABÍ, ECUADOR

Vera-Álava Mayra Lucia ^{1*}; Chunga-Moran Kervin Arturo ²;
Zevallos-Mendoza Iván Enrique ³

^{1, 2, 3} Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Programa de Postgrado en Gestión y Reducción de Riesgos. Portoviejo, Ecuador.

***Correo:** mvera5452@utm.edu.ec

Resumen

Los impactos asociados a la morfodinámica de la línea de costa en áreas litorales han experimentado un significativo incremento en sus magnitudes, como resultado de cambios rápidos en diversas variables físicas y, de la intervención del hombre en el medio costero. Las actividades antrópicas, el calentamiento global y el incremento del nivel del mar, no solo introducen nuevos tipos de peligros costeros, sino que también ejercen una fuerte presión en el desarrollo sostenible de las localidades asentadas en el medio litoral. La costa manabita es una extensa área con una gran variedad ecológica y geomorfológica, donde se asientan y desarrollan actividades que contribuyen al desarrollo económico del Ecuador. La zona costera manabita es un ambiente sensible ante cualquier cambio que pueda ocurrir en su medio físico. La finalidad de este trabajo investigativo es evaluar la vulnerabilidad de la costa aplicando el modelo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) y el apoyo al desarrollo sostenible de los poblados asentados en el litoral manabita. Para el desarrollo de la investigación se han considerado 350km de playa, los cuales se han sectorizado en áreas pobladas, enfocándonos en 10 zonas de mayor impacto en la costa manabita. Cabe mencionar que para la aplicación del Modelo (IVC) se han considerado 7 variables para el estudio. La información se recopilará a través de imágenes satelitales (Google Earth) e imágenes aéreas a lo largo del margen costero de Manabí: Jama-Puerto López. Además de datos obtenidos del INOCAR. La investigación servirá para futuros proyectos y/o planes de gestión y la toma de decisiones para el manejo del desarrollo sostenible de los poblados localizados en las costas manabitas.

Palabras claves: Vulnerabilidad, desarrollo, línea, geomorfología, costa.

Abstract

The impacts associated with the morphodynamics of the coastline in coastal areas have experienced a significant increase in their magnitudes, as a result of rapid changes in various physical variables and the intervention of man in the coastal environment. Anthropogenic activities, global warming, and rising sea levels not only introduce new types of coastal hazards, but also exert strong pressure on the sustainable development of coastal locations. The Manabí coast is an extensive area with a great ecological and geomorphological variety, where they settle and develop activities that contribute to the economic development of Ecuador. The Manabí coastal area is an environment sensitive to any change that may occur in its physical environment. The purpose of this research work is to evaluate the vulnerability of the coast by applying the Coastal Vulnerability Index (CVI) model and supporting the sustainable development of the settlements located on the Manabí coast. For the development of the research, 350km of beach have been considered, which have been divided into populated areas, focusing on 10 areas with the greatest

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 22 de febrero de 2021.

Fecha de aceptación: 01 de abril de 2021.

Fecha de publicación: 23 de abril de 2021.

impact on the Manabí coast. It is worth mentioning that for the application of the Model (IVC) 7 variables have been considered for the study. The information will be collected through satellite images (Google Earth) and aerial images along the Manabí coastline: Jama-Puerto López. In addition to data obtained from INOCAR. The research will serve for future projects and / or management plans and decision-making for the management of the sustainable development of the towns located on the Manabí coasts.

Keywords: Vulnerability, development, line, geomorphology, coast.

1. Introducción

La costa es un sistema muy dinámico que experimenta continuos cambios geomorfológicos a diferentes escalas temporales y espaciales, inducidos por los procesos generados por múltiples agentes como el oleaje, nivel del mar, subsidencia, etc. Esta zona requiere, por tanto, de una buena gestión y planificación para asegurar su desarrollo sostenible (Ibarra & Belmonte, 2017).

Las zonas costeras han sido muy atractivas para el establecimiento de población por distintas razones biológicas, culturales, económicas y geográficas. Este hecho, unido con el gran incremento de población experimentado en el siglo XX, ha provocado una mayor utilización y presión de los recursos costeros en este último siglo (Alcañiz, 2008). Las áreas litorales están sujetas a fuertes demandas por espacio, condiciones

físicas y estéticas, y por sus recursos naturales necesarios para un gran número de actividades socioeconómicas (Romero, 2017).

Según (Small & Nicholls, 2003) estiman que el 50% de la población mundial vive a menos de 100km de la línea de orilla, este crecimiento poblacional es mayor entre los 0 y 10 m de altitud, y que la densidad de población en las regiones costeras es aproximadamente 2,5 veces superior a la media global.

El cambio climático y, especialmente, su efecto sobre la subida del nivel del mar, representan para estos sistemas una amenaza más a los procesos erosivos y de inundación que actualmente ya sufren estas zonas. Todo ello ha motivado un creciente interés por conocer la vulnerabilidad de estos sistemas a los procesos litorales



presentes en la actualidad y también a estos nuevos daños generados por el cambio climático (MITECO, 2014).

En este sentido resulta fundamental modelar la vulnerabilidad costera para el desarrollo sustentable de las costas y los océanos a través de un manejo integral de la zona costera, más aun tratándose de un país como Ecuador que está conformado por 4 regiones, de las cuales 2 limitan con el mar (Litoral o Costa – Insular o Galápagos), con 67.062 Km² de litoral costero (Ordoñez, 2020).

Esta situación geográfica hace que en el país se cuente con ecosistemas de gran relevancia como los manglares, sistemas de estuarios, arrecifes coralinos, costas rocosas y playas. La trascendencia de estos ecosistemas, reside en la riqueza de sus recursos, así como los servicios ambientales que prestan.

Manabí tiene 350 kilómetros de playa repartidos en 10 cantones limítrofes con la costa, donde hallamos diferentes ecosistemas naturales, diversas formas de asentamiento humano, grandes edificaciones y distintas actividades antrópicas que se desarrollan en

distintos cantones. Una correcta evaluación vulnerabilidad, permitirá a largo plazo, tomar mejores decisiones al momento de hacer planes integrales costeros, la planificación de las construcciones de sitios para la industria, puertos, viviendas turísticas entre otros (Tejada de la Cruz, 2016).

(Ruiz, 2012) define vulnerabilidad como “la incapacidad de las zonas costeras para afrontar la variabilidad climática y eventos extremos”. Este argumento enfatiza la idea de afrontar el evento adverso con las fortalezas y debilidades inherentes al sistema litoral; por consiguiente, los componentes de las costas locales ejercen un papel determinante en la vulnerabilidad física de la costa.

Cualquier investigación de vulnerabilidad parte de la evaluación de impactos físicos en el ecosistema natural. Un punto clave para evaluar vulnerabilidad es crear sistemas de indicadores junto a metodologías que permitan valorar el impacto de posibles desastres en el ambiente.

Bajo este criterio, el presente trabajo intenta evaluar la vulnerabilidad costera del litoral Manabita considerando el método IVC a través

de sus seis variables/indicadores conjuntos (geomorfología, tasa de cambio de la costa, pendiente costera, altura de la ola, rango mareal y cambio del nivel del mar), estudio realizado por (Gornitz, Daniels, Birdwell, & Birdwell, 1994), con el fin de conocer cuáles son las zonas más susceptibles y el apoyo en el desarrollo sostenible de los poblados asentados en el litoral.

2. Metodología

Área de estudio y localización geográfica

La provincia de Manabí se ubica entre los $1^{\circ}3'7.99''$ S, $80^{\circ}27'2.16''$ W, con un litoral costero de 350 kilómetros repartido entre los cantones de Jama, San Vicente, Sucre, Portoviejo, Jaramijó, Manta, Jipijapa y Puerto López, referente al presente estudios se han tomado muestras tranzando tramos entre los 5km y 10 km en las localidades más pobladas (GPM, 2019).

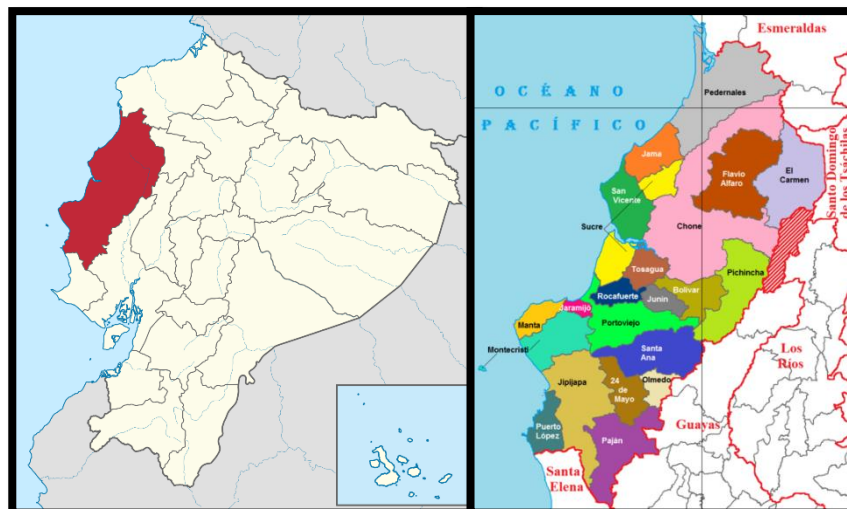


Imagen 1: Mapa de la provincia de Manabí.

Manabí se encuentra ubicada en el Litoral Ecuatoriano, delimitado al Este por la Cordillera de los Andes, al Sur por el Arco Volcánico Macushi Cordillerano, hacia el Oeste por el Basamento Ultrabásico de Fondo Marino que también puede ser

considerado de la Formación Macushi y que sólo aflora en ciertos sitios de la costa ecuatoriana y hacia el Norte por la falla geológica activa Jama-Quinindé (Aguirre & Chávez, 2009).



La cordillera costera está constituida por terrenos cuyas elevaciones fluctúan entre los 200 y 600 m de altura, más del noventa por ciento es de rocas sedimentarias terciarias y cuaternarias, poco consolidadas y con una estratificación indefinida. Algunos tipos de roca que se hallan son: lutitas arcillosas, lutitas y limolitas tobáceas, areniscas pobremente cementadas y en ocasiones, en pocos sectores, extrusivos de rocas ígneas-basálticas.

El suelo residual es arcilloso muy plástico y expansivo, también existen grandes áreas cubiertas de limos con un alto grado de colapsibilidad y dispersión; materiales estos que por sus características son muy fáciles de movilizar y que al poco tiempo de ser excavados pierden sus propiedades de resistencia, por lo que son fácilmente erosionables, en particular por los efectos de las corrientes de agua (Aguirre & Chávez, 2009), existen sectores muy perturbados, que presentan pequeñas fallas o en los casos de cuerpos deslizados, donde se observan buzamientos pronunciados, en la mayoría de los casos, la deposición es

subhorizontal-horizontal que corresponde estructuralmente a la cuenca Borbón.

Las formaciones geológicas más representativas que se presentan en esta zona son: la formación Viche, la formación Tosagua, formación Charapotó, formación Onzole, la formación San Mateo, formación Piñón, formación San Eduardo, formación Cerro y la formación Borbón (Aguirre & Chávez, 2009).

El desarrollo sostenible de los poblados manabitas en las zonas costeras es de vital importancia en un ecosistema severamente afectado por la intromisión antrópica, donde se busca un equilibrio entre el asentamiento humano y la flora y fauna endémica respetando las áreas protegidas, realizando construcciones amigables con el ambiente que estén ligadas a los lineamientos legales donde prevalezca el bienestar de los actores involucrados (SomosManabi, 2018).

Implementación del modelo

La utilización de esta metodología se justifica por la adaptabilidad de las variables o indicadores a cualquier

entorno costero que se desee evaluar (Pendleton, Thieler, & Williams, 2010). Partiendo de tal criterio, este modelo ha sido aplicado en diversos litorales costeros en todo el mundo, el IVC está basado en variables mayormente cuantitativas; en este contexto, el concepto de vulnerabilidad adoptado, queda definido como el grado (o la magnitud) del daño que puede experimentar la costa Manabita en función al desarrollo sostenible de los poblados en estudio.

Cabe mencionar que la aplicación es sencilla versátil y de fácil interpretación, Partiendo de tal criterio, este modelo ha sido aplicado en diversos litorales costeros en todo el mundo, el IVC está basado en variables mayormente cuantitativas; en este contexto, el concepto de vulnerabilidad adoptado, queda definido como el grado (o la magnitud) del daño que puede

experimentar la costa Manabita en función al desarrollo sostenible de los poblados en estudio. La primera etapa del modelo se enfoca en la cuantificación de las variables que contribuyen a la evolución de la costa en el área determinada. En este caso, aplicamos el modelo (IVC) haciendo consideraciones de (Gornitz, 1990-1994) utilizando seis variables que se separan en dos grupos. Pero cabe destacar que se añadirá el indicador Nivel de Antropización para el cálculo del IVC.

a) Geológicas/geomorfológicas.

Están consideradas en función de la resistencia que tienen en cada paisaje costero frente a la erosión y la susceptibilidad a los procesos de inundación.

b) Físicas/hidrodinámicas.

Caracterizadas por su contribución a los procesos de erosión e inundación.

Tipo de variable	Variable	Indicador
Geológicas Geomorfológicas	1. Geomorfología/Geología 2. Erosión / Acreción 3. Pendiente costera	Resistencia a la erosión Cambio de la línea de costa Susceptibilidad a inundaciones
Hidrodinámicas	4. Cambio nivel del Mar (cm) 5. Oleaje medio significativo (m) 6. Rango Mareal (m)	Peligro a inundaciones Peligro a inundaciones y erosión Peligro a inundaciones y erosión

Tabla 1: Variables consideradas por el IVC.



Las variables consideradas se centran en las características físicas de la costa y exposición a diversos procesos marinos (oleaje, mareas y cambio relativo en el nivel del mar) (Ojeda, y otros, 2011) por lo que, en sentido práctico, el mecanismo del

modelo implica contraponer los índices constituidas como forzamientos de la vulnerabilidad (variables hidrodinámicas) y la respuesta de la costa mediante sus condiciones terrestres (variables geológicas/ geomorfológicas).

Rango de Valores					
Variables	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
	1	2	3	4	5
Geomorfología	Acantilados altos (+4m)	Acantilados medios y bajos (-4m)	Barreras, deltas, espigas y tómbolos	Playa y playa sobre plataforma litoral	Planicies de mareas y marismas
Pendiente de playa (%)	Mayor o igual a 8	Entre 4 y 8	Entre 2 y 4	Entre 1 y 2	Entre 0 y 1
Rango Mareal (m)	Menor a 0,5	Entre 0,5 y 1,9	Entre 2 y 4	Entre 4,1 y 6	Mayor a 6
Evolución de la línea de costa (m/año)	Mayor o igual a 0,1	0	Entre -0,1 y -0,5	Entre -0,6 y -1	Menor a -1
Variación del nivel del mar (mm/año)	Menor a -1	Entre -1 y 0	Entre 0,1 y 2	Entre 2,1 y 4	Mayor a 4
Máxima altura de la ola (m)	Entre 0 y 2,9	Entre 3 y 4,9	Entre 5 y 5,9	Entre 6 y 6,9	Mayor a 6,9
Nivel de Antropización	Puertos, espigones, rompeolas, Rellenos duros	Dunas, rellenos blandos	Costa Natural Muelles	Deforestación extracción de áridos, edificios en altura	Drenaje urbano, centros poblados, turismo

Tabla 2: Variables consideradas para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) y su rango de valores según Gornitz.

Cada una de las siete variables consideradas se clasifican individualmente en intervalos de vulnerabilidad que van desde 1 (muy baja vulnerabilidad) a 5 (muy alta vulnerabilidad). Esta simple clasificación permite la integración

en la siguiente ecuación que finalmente proporciona el IVC.

$$IVC = \frac{\sqrt{a * b * c * d * e * f}}{6}$$

Cabe mencionar que para la realización y análisis de esta investigación se añadirá una variable, la cual permitirá evaluar el desarrollo sostenible de la zona, a esta la hemos denominado Nivel de Antropización. Por lo expresado anteriormente la formula se detalla a continuación.

$$IVC = \frac{\sqrt{a * b * c * d * e * f * g}}{7}$$

Cálculo de las variables

La aplicación del modelo implicó un sin número de procesos de análisis geográficos e hidrodinámicos, los datos fueron procesados mediante cálculos matemáticos y estadísticos, la información fue obtenida a través de estudio de campo, imágenes satelitales (Google Earth) y fotografías áreas del medio.

La segmentación de la costa manabita se produjo desde los cantones limítrofes al mar los cuales fueron: Jama, San Vicente, Sucre, Portoviejo, Jaramijó, Manta, Jipijapa

y Puerto López extrayendo de cada uno de ellos lugares poblados y de alto impacto referente al desarrollo sostenible del área. Se tomaron medidas por tramos aproximadamente de 5 a 10 km por zonas. Las imágenes satelitales obtenidas a través de Google Earth se utilizaron como medida estándar para proyectar los datos de cada variable sobre el litoral costero manabita.

1. La homogenización de la información con respecto a las variables, a fin de realizar el mapa de vulnerabilidad sustentado en fotos y datos históricos del comportamiento del litoral costero.
2. La corrida general del modelo IVC se realizó mediante el proceso matemático básico aplicando medidas estadísticas.

Los insumos necesarios y el procedimiento de cálculo se resumen a continuación:

Variable	Procedimiento de cálculo
Geomorfología	La clasificación geomorfológica utilizada se elaboró mediante recorridos de campo y se consideraron características geológicas de la zona.
Erosión – Acreción (m/año)	Comparación de las líneas de costa (2010-2020). Seccionando el área de estudio en tramos entre los 5 y 10km



Pendiente costera	Se tomo como referencia 3 medidas por área y se aplicaron medidas trigonométricas, la utilización de esta herramienta refleja datos muy cercanos a la realidad.
Altura de ola significativa (m)	Proyección de los puntos de oleaje sobre el litoral manabita se calculó la altura máxima de la ola de forma mensual de los ultimo 7 años, realizando una media ponderada para obtener un resultado global.
Tasa de nivel del mar (cm)	Se extrajeron los datos del INOCAR del año 2020
Rango mareal (m)	Los datos se obtuvieron del INOCAR, después se colocaron en una base de datos de Excel para calcular la diferencia entre la marea alta y la marea baja.
Nivel de Antropización	Mediante la observación se analizó la presencia de Puertos, espigones, rompeolas, Rellenos duros, Dunas, rellenos blandos, Costa Natural Muelles, Deforestación extracción de áridos, edificios en altura, Drenaje urbano, centros poblados, turismo

Tabla 3: Procedimientos para el cálculo de las variables.

3. Resultados y discusión

Integración del modelo IVC

La mayoría de las variables que integran el IVC se relacionan entre sí mediante clasificaciones numéricas; estas, a su vez, indican un grado de vulnerabilidad que es asignado a cada sector de la costa según corresponda. Por su parte, la

variable no numérica (geología/geomorfología) da un valor de vulnerabilidad clasificada cualitativamente de acuerdo con la resistencia relativa del tipo de material del paisaje costero, la variable Nivel de Antropización también es de carácter cualitativo debido a que describe el tipo de intervención humana que existe en cada uno de los sectores.

Índice de Vulnerabilidad Costera							
Variable	Geomorfología	Pendiente de la playa	Rango Mareal	Evolución de la línea de costa	Variación del nivel del mar	Altura de la ola	Nivel de Antropización
Zonas							
Jama	Playa litoral y terraza baja de 12 msnm	5,6%	2,03	-0,44	2,52	1,7	Costa Natural
Canoa	Playa litoral y terraza baja media 18 msnm		2,03	-0,56	2,52	1,7	

		4,1%					Rellenos duros
Briceño	Playa litoral y terraza baja de 7 msnm	6,4%	2,03	-0,68	2,52	1,7	Rompeolas
San Vicente	Valle fluvial y desembocadura de río en franja costera y terraza baja 10 metros de altura.	3,1%	2,03	-0,18	2,52	1,7	Deforestación edificios en altura
Bahía	Valle fluvial y desembocadura de río en franja costera y terraza baja 10 metros de altura.	4,8%	2,03	0,33	2,52	1,7	Drenaje urbano, centros poblados, turismo
San Jacinto	Valle fluvial y desembocadura de río en franja costera y terraza baja 10 metros de altura.	2,8%	2,03	-1,66	2,52	1,7	Drenaje urbano, centros poblados, turismo
Crucita	Valle fluvial y desembocadura de río en franja costera y terraza baja 10 metros de altura.	3,7%	2,03	-3,44	2,52	1,7	Drenaje urbano, centros poblados, turismo
Jaramijó	Playa litoral y terraza media de 17 msnm	6,1%	2,03	-0,98	2,52	1,7	Costa Natural Muelles
Manta	Playa litoral y terraza baja 13 msnm	4,2%	2,03	0,20	2,52	1,7	Deforestación extracción de áridos, edificios en altura
Puerto López	Playa litoral y terraza baja 11 msnm	2,5%	2,03	-2,12	2,52	1,7	Costa Natural Muelles

Tabla 4: Datos obtenidos en el área de estudio referente al Índice de Vulnerabilidad Costera



Una vez asignado el grado de vulnerabilidad a cada sector costero, todas las variables se combinaron mediante el álgebra de mapas para obtener el IVC. Es importante señalar que, aunque el resultado final se relaciona con una cifra numérica, no debe asociarse con cambios específicos.

El número resultante es una combinación de indicadores que al

final permitirá identificar zonas específicas, que resultarán mayormente impactados por los efectos combinados en el litoral costero.

Luego se procedió a asignarle un valor numérico a dicha categorización donde los valores asignados tienen relación con la escala de vulnerabilidad de la tabla número 5.

Zonas Costeras							
Variables	G	P	R	E	V	M	N
Zonas							
Jama	4	2	1	3	3	2	3
Canoa	3	3	1	3	3	2	1
Briceño	4	2	1	4	3	2	1
San Vicente	5	3	1	3	3	2	4
Bahía	5	2	1	1	3	2	5
San Jacinto	5	3	1	4	3	2	5
Crucita	5	3	1	5	3	2	5
Jaramijó	3	2	1	4	3	2	3
Manta	4	2	1	1	3	2	4
Puerto López	4	3	2	5	3	2	3

Tabla 5: Valores numéricos de cada variable. G: geomorfología, P: pendiente playa frontal, R: rango mareal, E: evolución de la línea de costa, V: variación del nivel del mar, M: máxima altura de ola, N: nivel de antropización.

Seguidamente se procedió al cálculo de IVC. En la segunda columna, se aprecian los valores obtenidos para cada playa y en la tercera columna está el producto de dichos valores según la ecuación de IVC. En la cuarta columna el cociente y, por

último, en la quinta, se aplica la raíz cuadrada a los valores de la cuarta columna.

Área Costera	Valores	Producto	Cociente	Raíz
Jama	$4*2*1*3*3*2*3$	432	61,7	7,85
Canoa	$3*3*1*3*3*2*1$	162	23,1	4,81
Briceño	$4*2*1*4*3*2*1$	192	27,4	5,23
San Vicente	$5*3*1*3*3*2*4$	1080	154,3	12,42
Bahía	$5*2*1*1*3*2*5$	300	42,9	6,54
San Jacinto	$5*3*1*4*3*2*5$	1800	257,1	16,03
Crucita	$5*3*1*5*3*2*5$	2250	321,4	17,92
Jaramijó	$3*2*1*4*3*2*3$	432	61,7	7,85
Manta	$4*2*1*1*3*2*4$	192	27,4	5,23
Puerto López	$4*3*1*5*3*2*3$	1080	154,3	12,42

Tabla 6: Resultado de la Ecuación.

Los valores calculados se dividieron en cuatro clases, utilizando como límites los percentiles 25%, 50% y 75% para definir cuatro grados de vulnerabilidad. La utilización de los

percentiles sirve para asignar un grado de vulnerabilidad relativa, sin que el valor como tal del IVC se asocie a cambios específicos de tipo físico.

Percentile s	0	25 (Q1)	50 (QM)	75 (Q3)	100
Producto	4,81	5,67	7,85	13,62	17,92
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Tabla 7: Cálculo de los percentiles.

Las evaluaciones de vulnerabilidad representan una herramienta prioritaria para lograr el manejo sustentable de los recursos costeros al proporcionar datos esenciales para hacer una gestión adecuada de la zona costera.

Una misión importante de estas evaluaciones es la de ayudar a los tomadores de decisiones en el rediseño del sistema costero.

Discusión y Análisis de los resultados

El rango de valores que en este caso incluye el CVI varía desde 4,81 a 17,92. El valor medio fue 9,63 la mediana 7,85 y la desviación estándar 4,75.

Los resultados se dividieron en categorías por medio de percentiles en baja, moderada, alta y muy alta vulnerabilidad. Los valores por



debajo de 5,67 se asignan a una categoría de vulnerabilidad baja. Entre 5,67 y 7,85 se consideran de vulnerabilidad moderada.

Entre 7,85 y 13,62 se acepta una vulnerabilidad alta y los valores mayores a 13,62 se clasifican como áreas de vulnerabilidad muy alta.

Los valores del IVC para el área de estudio (Imagen. 1), presentaron los siguientes datos; el valor más alto de vulnerabilidad es para la parroquia Crucita del cantón Portoviejo con un valor de IVC de 17,92 y el mas bajo para el poblado de Canoa con un valor de IVC de 4,81 los valores

intermedios fueron de 5,23 para el poblado de Briceño; 5,23 para el cantón Manta; 6,54 para Bahía; para la localidad de San Vicente tiene un IVC de 12,42; el cantón Puerto López tiene una IVC de 12,42 y San Jacinto tiene 16,03.

El calculo de los percentiles arrojo valores de 5,67 para el percentil 25, 7,85 para el percentil 50 y 13,62 correspondiente al percentil 75.

Los diferentes valores de vulnerabilidad asociados a cada playa quedan representados geográficamente en el siguiente gráfico.

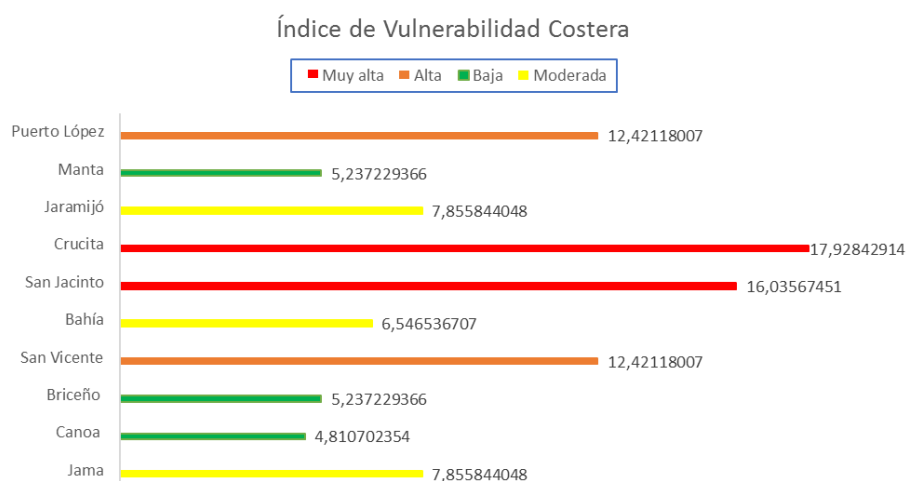


Gráfico 1: Valores del IVC para los poblados de la provincia de Manabí.

4. Conclusiones

El modelo de medición adoptado de Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC) fue adecuado para usarlo en

las costas de la provincia de Manabí, específicamente en las áreas pobladas del perfil costanero, la disponibilidad y accesibilidad de la información fue de vital importancia

para detallar cada una de las variables, gracias a las imágenes satelitales obtenidas a través de Google Earth y plasmadas en el software GISS se pudo realizar un mapa de vulnerabilidad donde de forma sencilla y detallada se logran visualizar las localidades más vulnerables.

La variable que incide en menor medida dentro del modelo de índice de vulnerabilidad costera fue la marea, y las más importantes fueron el nivel antropización, la geomorfología de la costa y la evolución de la línea de costa (acreción-erosión).

De acuerdo con el índice de vulnerabilidad, la zona de mayor Vulnerabilidad es la parroquia Crucita debido a que la mayoría de sus habitantes se encuentran asentados en la franja costera, el turismo y la pesca son las principales fuentes de empleo y el sostén económico de los habitantes, cabe recalcar que los altos regímenes de oleaje asociado a una geomorfología de desembocadura del río generan una sedimentación en la zona, y genera que la vulnerabilidad sea mayor. Por consiguiente, encontramos las zonas de San

Vicente y Puerto López que tienen un índice de vulnerabilidad alto.

La vulnerabilidad moderada, que en conjunto forman varios kilómetros están ubicadas en los poblados de Jaramijó, Bahía y Jama estas playas adquieren este valor en la tabla debido a cuestiones geomorfológicas y cambios en la línea costera.

Del litoral costero manabita, las zonas menos vulnerables son Canoa, Briceño y Manta debido a que sus playas son extensas y existen varias formaciones de Acantilados que favorecen a la conservación de las áreas protegidas.

También es preciso destacar que este trabajo representa una de las primeras aproximaciones al cálculo de la vulnerabilidad local de la costa manabita ante el desarrollo sostenible de los poblados que habitan cerca de la franja litoral. Los resultados obtenidos a través de la implementación y ejecución de este modelo IVC es de gran alcance, dada la escala de estudio y la inclusión de variables en conjunto que por primera vez se realiza en la Provincia de Manabí.



Bibliografía

- Aguirre, M., & Chávez, M. (2009). Suceptibilidad al deslizamiento de los suelos y rocas provincia de Manabí, Ecuador. Dspace.
- Alcañiz, M. (2008). Cambios demográficos en la sociedad global. Scielo.
- EcuRed. (2020). Provincia de Manabí (Ecuador). Obtenido de [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QOxT3PiErRcJ:https://www.ecured.cu/Provincia_de_Manab%C3%AD_\(Ecuador\)+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QOxT3PiErRcJ:https://www.ecured.cu/Provincia_de_Manab%C3%AD_(Ecuador)+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec)
- ElUniverso. (2012). Un prodigio llamado Manabí. El Universo.
- Goecuador. (2018). Provincia de Manabí - Ecuador. Obtenido de <https://goecuador.net/provincia/manabi-ecuador>
- Gornitz, V., Daniels, R., Birdwell, k., & Birdwell, K. (1994). The Development of a Coastal Risk Assessment Database: Vulnerability to Sea-Level Rise in the U.S Southeast. Journal of Coasta Research, 327-338. Obtenido de www.jstor.org/stable/25735608
- GPM. (2019). Gobierno Provincial de Manabí. Obtenido de <https://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>
- Ibarra, D., & Belmonte, F. (2017). Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos. Universidad de Murcia, 1-67.
- MITECO. (2014). Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. GUÍA RESUMIDA DEL QUINTO INFORME DE EVALUACIÓN DEL IPCC.
- Ojeda, J., Álvarez, J., Martín, D., Fraile, D., Vallejo, I., & Márquez, J. (2011). Análisis preliminar de la vulnerabilidad de la costa de Andalucía a la potencial subida del nivel de la mar asociada al Cambio Climático. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Ordoñez, E. (2020). BioWeb. Obtenido de <https://webcache.googleusercontent.com/fungiweb/home>
- Pendleton, E., Thieler, E., & Williams, S. (2010). Importance of Coastal Change Variables in Determining Vulnerability to Sea- and Lake-Level Change. Journal of Coastal Research, 176-183.
- Romero, J. M. (2017). El Manejo Integrado de Zona Costera. Centro Universitario de la Costa Sur Universidad de Guadalajara.

- Ruiz, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. Scielo.
- Small, C., & Nicholls, R. (2003). A Global Analysis of Human Settlement in Coastal Zones. *Journal of Coastal Research*.
- SomosManabi. (2018). Agenda de Desarrollo Sostenible de Manabí. Obtenido de <http://somosmanabi.com/index.php/nuestro-blog/item/agenda-de-desarrollo-sostenible-de-manabi>
- Tejada de la Cruz, R. X. (2016). Analisis de la Vulnerabilidad Costera Frente a un Posible Aumento del Nivel del Mar: Sector Costero Lurín-Pucusana (Provincia de Lima). Lima.
- Turismoaccesible. (2019). Ecuador-Guia virtual de turismo Accesible. Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OhI_pDSmcXgJ:https://turismoaccesible.ec/site/information/region-costa/manabi/clima/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec