

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA  
DE NICARAGUA**



**INFORME DE INVESTIGACION MONOGRÁFICO  
ESPECIALIDAD EN METEOROLOGÍA**

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL HURACÁN ETA SOBRE LA  
INFRAESTRUCTURA SOCIAL DE LA REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA  
CARIBE NORTE DE NICARAGUA (RACCN)**

**ELABORADO POR**

Ing. Eda Rebeca Blanco Guerrero  
Ing. Claudia Betsabé Jalina García  
Ing. Eddy Fernando López Pavón

**TUTOR**

M.Sc. Benjamín Rosales

Managua, Nicaragua

Marzo 2022

## DEDICATORIA

Esta labor se la dedico a mi Dios quien me dio sabiduría y me guio por el buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no ceder ante los problemas que se presentan, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni renunciar en el intento.

Rebeca Blanco.

Primeramente, dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de concluir con éxito mis estudios, por la sabiduría que me ha dado durante todo este proceso de aprendizaje, por la fuerza y la oportunidad de seguir adelante.

A mis padres, hermanos, sobrinos y a mi novio, por apoyarme en mis sueños y metas, por brindarme su apoyo, confianza, amor y por ser la motivación para cada día llegar más lejos en mi vida y carrera profesional.

Claudia Jalina.

Este trabajo está dedicado primeramente a DIOS, por darme fuerza para enfrentar las adversidades y darme sabiduría para alcanzar mis metas propuestas un día y que hoy estoy culminando una de ellas. Gracias Dios por estar siempre conmigo.

A mi esposa e hijas las cuales fueron mi inspiración para seguir adelante, por darme su apoyo especialmente cuando más lo necesitaba y por el amor que siempre me han demostrado. También la dedico a mis padres y hermanos, quienes con mucho amor y sacrificio estuvieron apoyándome en todo momento para que fuera posible lograr esta meta.

Eddy López.

¡Gracias por todo!

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios por la sabiduría y las fuerzas que nos ha dado para llegar hasta donde estamos el día de hoy, teniendo siempre presente que todo se lo debemos a él.

A nuestras familias por su amor, su apoyo, su sacrificio y por estar siempre presentes en este proceso de aprendizaje.

Agradecemos a la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET), Fondo Verde para el Clima, Organización Meteorológica Mundial (OMM), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), por la oportunidad que nos brindaron de participar en este proceso de formación y crecimiento profesional.

De igual manera agradecemos al M.Sc Benjamín Rosales, quien fue de gran ayuda en cada etapa de este estudio y quien compartió con nosotros su conocimiento y tiempo, llegando así a concluir de manera exitosa dicho estudio. Del mismo modo agradecemos a nuestros maestros, asesores, coordinadores y aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino profesional y estuvieron siempre dispuestos a enseñarnos y guiarnos durante todo este proceso de aprendizaje.

Finalmente, agradecemos a cada uno de nuestros amigos y compañeros por el apoyo y ánimo que nos brindaron durante todo este tiempo que compartimos juntos, y de igual manera deseamos que ellos también puedan cumplir sus metas de manera exitosa, logrando así el objetivo de crecer profesionalmente en este ámbito que tanto amamos.

¡Gracias por todo!

Rebeca Blanco.

Claudia Jalina.

Eddy López.

## **RESUMEN**

En esta investigación se presentan los resultados del proceso de análisis del impacto del huracán Eta sobre la infraestructura social de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua (RACCN), provocado del 1-5 de noviembre del 2020. Dicha investigación incluyó en primera instancia el estudio de las condiciones atmosféricas que generaron el desarrollo, trayectoria y comportamiento del huracán Eta en territorio nicaragüense; y en segunda instancia, se adaptó la metodología denominada Sistema de Gestión del Riesgo (SIGER) y aplicó para determinar el impacto de este huracán en los municipios de la región autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua.

Los resultados del análisis indican que los municipios que sufrieron un mayor impacto ocasionado por la entrada del huracán Eta al territorio nicaragüense, fueron los municipios de Puerto Cabezas y Prinzapolka, los cuales sufrieron las consecuencias devastadoras ocasionados por los fuertes vientos sostenidos de 230 km/h y la precipitación presente en la zona, dejando como consecuencia grandes pérdidas tanto económicas como sociales.

## **PALABRAS CLAVES**

Meteorología, Huracán, Baja Presión, Onda Tropical, Perturbación Tropical, Depresión Tropical, Convección Profunda, Riesgo, Vulnerabilidad, Desastres, Amenaza, Impacto, Gestión del riesgo, Evaluación del riesgo, Infraestructura Social.

## **ABSTRACT**

This research presents the results of the analysis process of the impact of Hurricane Eta on the social infrastructure of the Autonomous Region of the North Caribbean Coast of Nicaragua (RACCN), caused from November 1-5, 2020. This research included in the first instance the study of the atmospheric conditions that generated the development, trajectory and behavior of Hurricane Eta in Nicaraguan territory; and in the second instance, the methodology called Risk Management System (SIGER) was adapted and applied to determine the impact of this hurricane in the municipalities of the autonomous region of the North Caribbean Coast of Nicaragua.

The results of the analysis indicate that the municipalities that suffered the greatest impact caused by the entry of Hurricane Eta into Nicaraguan territory were the municipalities of Puerto Cabezas and Prinzapolka, which suffered the devastating consequences caused by the strong sustained winds of 230 km/h and precipitation present in the area, leaving as a consequence great economic and social losses.

## **KEYWORDS**

Meteorology, Hurricane, Low Pressure, Tropical Wave, Tropical Disturbance, Tropical Depression, Deep Convection, Risk, Vulnerability, Disasters, Hazard, Impact, Risk Management, Risk Assessment, Social Infrastructure.

## **ABREVIATURAS**

**AEMET**, Agencia Estatal de Meteorología de España

**BCN**, Banco Central de Nicaragua

**BID**, Banco Interamericano de Desarrollo

**CAPRA**, Evaluación Probabilística de Riesgos

**FAO**, Organización para la Agricultura y la Alimentación

**GOES**, Satélite Geoestacionario

**INETER**, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

**KPH**, Kilómetros por Hora

**NASA**, Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio

**NOAA**, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica

**NHC**, Centro Nacional de Huracanes

**OEA**, Organización de los Estados Americanos

**PNUD**, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**RACCN**, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte

**SINAPRED**, Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres

**UTC**, Tiempo Coordinado Universal

**OCHA**, Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. OBJETIVOS .....	4
4.1. Objetivo General .....	4
4.2. Objetivos Específicos.....	4
V. METODOLOGÍA .....	5
5.1 Metodología para el análisis de la trayectoria del huracán Eta. ....	5
5.2 Metodología para el análisis del impacto.....	5
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	8
6.1 Fundamentos Teóricos .....	8
6.1.1 Huracanes .....	8
6.1.2 Características de los Huracanes.....	9
6.1.3 Desarrollo de los Huracanes.....	11
6.1.4 Causas de los Huracanes .....	12
6.1.5 Formación del Huracán .....	12
6.1.6 Clasificación Saffir-Simpson .....	13
6.1.7 Sistemas de Monitoreos de Huracanes .....	15
6.1.8 Consecuencias Negativas del Impactos de los Huracanes .....	15
6.1.9 Riesgo de desastres .....	16
6.1.10 Gestión y Evaluación del Riesgo.....	17
6.1.11 Infraestructura Social .....	17
6.2 Análisis del comportamiento del huracán Eta en RACCN.....	18
6.2.1 Genesis del Huracán Eta.....	18
6.2.2 Comportamiento del Huracán Eta en el Territorio Nicaragüense	19
6.2.3 Acumulados de Precipitaciones bajo la influencia de Eta. ....	25
6.3 Impacto del Huracán Eta en la RACCN. ....	27
6.3.1 Daños y afectaciones provocadas por el huracán Eta.....	28
6.3.2 Análisis del impacto del huracán Eta.....	30
6.4 Recomendaciones ante futuros huracanes en la RACCN .....	42
VIII. CONCLUSIONES .....	43
IX. BIBLIOGRAFIA .....	44
X. ANEXOS .....	46

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Áreas de formación de Tormentas Tropicales.....	8
Figura 2: Estructura de un huracán. ....	9
Figura 3: Clasificación del desarrollo de los Huracanes.....	11
Figura 4: Escala de Huracanes Saffir-Simpson (SSH) .....	13
Figura 5: Composición del riesgo.....	16
Figura 6: Trayectoria del huracán ETA.....	18
Figura 7: Imagen IR4, GOES-16, sábado 31 de octubre 2020.....	19
Figura 8: Imagen IR4, GOES-16, domingo 01 de noviembre 2020 .....	20
Figura 9: Imagen IR4, GOES-16, lunes 02 de noviembre 2020 .....	21
Figura 10: Imagen IR4, GOES-16, martes 03 de noviembre 2020.....	22
Figura 11: Imagen IR4, GOES-16, miércoles 04 de noviembre 2020 .....	23
Figura 12: Imagen IR4, GOES-16, jueves 05 de noviembre 2020 .....	24
Figura 13: Mapa de Acumulado de Lluvia generado por el huracán Eta .....	26
Figura 14: Impacto del Huracán Eta en la RACCN .....	27
Figura 15: Mapa de la Zona de Estudio.....	31
Figura 16: Informe de impacto municipio de Waspam (Mun-1) .....	33
Figura 17: Informe de impacto municipio de Puerto Cabezas (Mun-2) .....	34
Figura 18: Informe de impacto municipio de Bonanza (Mun-3) .....	35
Figura 19: Informe de impacto municipio de Rosita (Mun-4) .....	36
Figura 20: Informe de impacto municipio de Siuna (Mun-5).....	37
Figura 21: Informe de impacto municipio de Prinzapolka (Mun-6) .....	38
Figura 22: Informe de impacto municipio de Mulukukú (Mun-7).....	39
Figura 23: Informe de impacto municipio de Waslala (Mun-8) .....	40
Figura 24: Mapa del nivel de impacto del huracán Eta en la RACCN .....	41

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfico 1: Acumulado de precipitación del 01 al 05 de noviembre 2020.....	25
Gráfico 2: Acumulado de precipitación del 01 al 05 de noviembre 2020 .....	25
Gráfico 3: Comportamiento de la precipitación en la RACCN .....	26

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores cualitativos de las amenazas.....	6
Tabla 2: Valoración de la amenaza por municipios .....	7
Tabla 3: Valoración de la vulnerabilidad por municipios.....	7
Tabla 4: Desarrollo del Huracán Eta .....	24
Tabla 5: Precipitación del 01-05 de nov.2020 en la RACCN.....	26
Tabla 6: Cuantificación del Impacto del huracán ETA .....	28
Tabla 7: Valores cualitativos de las amenazas.....	30
Tabla 8: Valoración de la amenaza para cada municipio de la RACCN .....	32
Tabla 9: Valoración de la vulnerabilidad para cada municipio de la RACCN ...	32

## I. INTRODUCCIÓN

Los huracanes son las tormentas más grandes y violentas de la Tierra. A estas tormentas las llaman con distintos nombres como tifones o ciclones según el lugar donde se originan. (NASA, 2019)

Este fenómeno tiene importancia vital alrededor del planeta dado su poder destructivo que ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas, por tanto, su vigilancia constituye una tarea esencial para ofrecer alertas e informaciones adecuadas, con el objetivo de mitigar los daños que pudieran causar dichos fenómenos. (NOAA & NCH, s.f.)

Nicaragua, por su conformación geológica, estructura morfológica, ubicación en el istmo centroamericano, cuencas hidrográficas, régimen de las lluvias, así como por la distribución y desarrollo económico, social y cultural de la población, es catalogada como uno de los países con mayores riesgos a desastres. Conocer la relación que existe entre amenaza y vulnerabilidad (riesgos) es de gran importancia para la planeación de gestión y de reducción del riesgo de desastres más efectivos y al mismo tiempo se convierte en un valioso instrumento para la atención de situaciones de emergencia. (INETER & SINAPRED, 2020).

La temporada de huracanes del Atlántico de 2020 ha sido la más intensa jamás registrada y la única en la que se han producido dos huracanes de categorías mayores durante el mes de noviembre. La tormenta Eta, número 28 de la temporada, se convirtió en el huracán número 12 el 2 de noviembre, después de formarse sobre el Mar Caribe, ocasionando fuertes lluvias, deslizamientos e inundaciones en gran parte del territorio nicaragüense. (OCHA, 2021)

Debido al daño ocasionado por el huracán Eta, tanto en la población como en la infraestructura social y los pocos estudios sobre el impacto que ocasiono en Nicaragua, específicamente la Costa Caribe Norte; nace la importancia de realizar el análisis del impacto del huracán Eta sobre la infraestructura social de la zona en estudio, brindando recomendaciones para la prevención y mitigación de eventos similares.

## II. ANTECEDENTES

Desastres diversos han interrumpido en varias ocasiones el desarrollo de Nicaragua, de modo que se puede caracterizar como un país muy vulnerable a las emergencias masivas. Desde 1892 hasta 1998 han azotado el territorio de Nicaragua treinta y nueve fenómenos meteorológicos graves originados en el Mar Caribe, contando depresiones, tormentas tropicales y huracanes. En los últimos treinta años, siete importantes huracanes y cinco tormentas tropicales han afectado al país, de los cuales Fifi (septiembre de 1974), Joan (octubre de 1988) y Mitch (octubre de 1998). El estudio de los huracanes es una necesidad para realizar la gestión de riesgos, después del huracán Mitch (1998), los huracanes Beta (2005), Félix (2007) por mencionar algunos que han impactado el territorio nicaragüense ocasionaron muertes y daños en infraestructura de la población. Es evidente que las zonas vulnerables son las más afectadas dejando a su paso destrucción y muerte (Banco Central de Nicaragua, 2012).

En respuesta a los desafíos post-desastres de los últimos años, Nicaragua ha avanzado hacia el enfoque de gestión del riesgo a nivel institucional, sectorial y territorial. En la actualidad se están sentando bases políticas, jurídicas, programáticas, que apunten hacia una articulación entre gestión del riesgo, la gestión económica, social, ambiental, entre otras, con el fin de contribuir a un desarrollo seguro y sostenible del país. (SINAPRED, 2010).

Para la elaboración del presente estudio se tomaron como base informes elaborados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) e informes del Centro Humboldt. Se conto con datos suministrados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), e igualmente se utilizó información de sitios web que dieron seguimiento al evento debido a la falta de información suministrada por SINAPRED.

### III. JUSTIFICACIÓN

Explica Johnny C. L, las tormentas tropicales, ciclones o huracanes son fenómenos a gran escala, de cientos de kilómetros; por ello hay que observarlos desde las mejores perspectivas. Los ciclones de distintas categorías se pueden observar de diferentes maneras para realizar pronósticos de su desplazamiento y comportamiento, dependiendo de la situación en que se presenten.

Aunque la sola observación de los ciclones es extremadamente útil, es también necesario tratar de explicar su patrón de trayectoria e intensidad para establecer parámetros de mitigación y prevención en las zonas que pueden resultar afectadas. (Chan, The physics of tropical cyclone motion, 2005)

La destrucción causada por los huracanes en el Caribe y Centro América es una fuerza que ha modificado la historia y que lo seguirá haciendo en el futuro de la región. El peligro nace de una combinación de factores que caracterizan a las tormentas ciclónicas tropicales: elevación del nivel del mar, vientos violentos, y fuerte precipitación. (OEA, 1993)

Nicaragua se encuentra en una zona de alta susceptibilidad al paso de huracanes generados en la cuenca del Atlántico. Estos eventos afectan la región del Atlántico Norte en un promedio de 10 eventos por año. (ERN, 2011)

En el proceso de conocimiento y evaluación del riesgo que se deriva de la ocurrencia de eventos extremos, como los huracanes, se deben de conocer las condiciones existentes antes de la ocurrencia de dichos eventos, para poder cuantificar los daños a la población y a la infraestructura social. A través de este estudio es posible contar con información útil para la toma de decisiones por parte de los funcionarios encargados de la planeación, desarrollo y mitigación de desastres, al ser la zona de estudios un área propensa a este tipo de evento. Es por ello que la importancia de este informe radica en conocer el impacto ocasionado por el huracán Eta sobre la infraestructura social de la Costa Caribe Norte de Nicaragua.



## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

**Analizar el impacto del huracán Eta en la infraestructura social de la Región Autónoma Costa Caribe Norte de Nicaragua.**

### 4.2. Objetivos Específicos

- Estudiar las condiciones atmosféricas que generaron el desarrollo y trayectoria del huracán Eta hacia Nicaragua.
- Adaptar la metodología del sistema de gestión de riesgo (SIGER) para el análisis del impacto del huracán Eta en la zona de estudio.

## V. METODOLOGÍA

### 5.1 Metodología para el análisis de la trayectoria del huracán Eta.

Tras la identificación de varias herramientas que mejoran la capacidad de diagnóstico en meteorología, se implementó el uso del cono de pronóstico para evaluar la trayectoria y recorrido que presentó el huracán Eta en el territorio nicaragüense. De igual manera se hizo uso de imágenes satelitales obtenidas del satélite ambiental operacional geostacionario (GOES), el cual se encarga de proporcionar imágenes y datos continuos sobre las condiciones atmosféricas, de los cuales se han generado pronósticos meteorológicos más precisos y oportunos, de los cuales se han obtenido una mejor comprensión de las condiciones climáticas a largo plazo.

### 5.2 Metodología para el análisis del impacto.

Para el análisis del impacto del huracán Eta sobre la infraestructura social en la RACCN se adoptó y adaptó el primer módulo del Sistema de Gestión del Riesgo (SIGER) (Céspedes, 2006), denominado: “Evaluación de Riesgos por Zonas Geográficas”, que se basa en la Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad de los componentes del medio construido en asentamientos humanos. Como resultado, la evaluación del impacto requiere de cinco (5) pasos de análisis que se describen a continuación:

#### 1- Primer Paso: La Evaluación de las Amenazas.

Esta etapa preliminar se definió la ubicación, severidad y ocurrencia del huracán Eta, dentro de un período de tiempo y área en el que este se estableció. La evaluación del impacto del fenómeno se estableció mediante la construcción de metodologías y procesos, sustentados en criterios e indicadores específicos, registros históricos, pronósticos entre otros aspectos. Para fines prácticos, en este estudio se valoró el impacto del huracán Eta asignándole un valor numérico cualitativo, dispuesto en orden ascendente (1-5) que se sustentó en la importancia y por tanto en las afectaciones que este provocó a la vida y a los componentes urbanos, estimadas como: baja, moderada, media, alta, extrema, tal como se refleja en el cuadro que se presenta a continuación.

**Tabla 1: Valores cualitativos de las amenazas.**

Tipo de Amenaza	Eventos	Criterios/Indicadores para la ponderación	Valor				
			1	2	3	4	5
Amenaza Natural	Huracanes	Quando se esperan huracanes de categoría IV o V (vientos desde 211 km/h hasta mayores de 250 km/h), altamente destructivos, que por su naturaleza pudieran ocasionar destrucción de infraestructura (colapso de techos e infraestructuras pequeñas, marejadas de hasta 6m, objetos grandes volando por los aires, árboles arrancados de raíz, deslizamientos, inundaciones, etc.) y poner en peligro la vida de animales y vidas humanas.					5
		Quando se esperan huracanes de categoría III (vientos de 179 a 209 km/h) que puedan ocasionar daños cuantiosos (afectación de infraestructuras pequeñas, inundación de grandes áreas costeras por marejadas de 2.97 a 3.96 m, etc.) y ponen en peligro la seguridad de la población				4	
		Quando se esperan huracanes de categoría II (vientos de 153 a 178 km/h), considerando algunos daños (árboles derribados, techos afectados, muelles dañados, etc), pero sin poner en peligro la seguridad de la población			3		
		Quando se esperan tormentas tropicales o huracanes de categoría I (con vientos de hasta 152 km/h) que puedan causar daños menores		2			
		Quando se esperan lluvias continuas y/o torrenciales cuyo impacto calculado sea mínimo	1				
	Inundaciones	Quando se esperan inundaciones súbitas, con velocidad sumamente alta, con un tiempo para reaccionar menor de una hora, tiempo de llegada del agua sea mayor de 7 horas, con niveles de inundación de 1.0m en adelante, cuya duración será mayor de 72 horas y no se cuente con ninguna ruta de evacuación.					5
		Quando se esperan inundaciones de tipo intermedia, con alta velocidad, tiempo de llegada del agua sea entre 7 a 15 horas, con un tiempo para reaccionar entre 1 a 12 horas, con niveles de inundación próximos a 1m, cuya duración será de 24 a 72 horas y se cuente con una sola ruta de evacuación.				4	
		Quando se esperan inundaciones de tipo intermedia, con alta velocidad, tiempo de llegada del agua sea entre 7 a 15 horas, con niveles de inundación de 0.5 a 1.0m, cuya duración será de 24 a 72 horas y se cuente con una sola ruta de evacuación.			3		
		Quando se esperan inundaciones de tipo lento, con mediana velocidad, tiempo de llegada del agua sea mayor de 15 horas, con niveles de inundación aproximadamente 0.5m, cuya duración en promedio sea de 24 horas y se cuente con al menos dos rutas de evacuación.		2			
		Quando se esperan inundaciones de tipo lento, con baja velocidad, tiempo de llegada del agua sea mayor de 15 horas, con niveles de inundación de 0 a 0.5m, cuya duración será menor de 24 horas y se cuente con varias rutas de evacuación.	1				
	Deslizamientos	Quando el tipo de suelos es frágil (arenas volcánicas, gravas cuarzosas, arcillas, etc.), fácilmente erosionable, dispuesto en pendientes pronunciadas (mayores de 100%) y cuyo nivel de inestabilidad es perceptible al experimentarse deslizamientos progresivos de porciones de tierra, materiales fragmentados y sueltos que recubren el suelo y la eliminación total de la cobertura vegetal, existiendo la posibilidad de colapso total de las laderas.					5
		Quando existe la posibilidad de deslizamiento y derrumbe de materiales que recubren las laderas inclinadas (pendientes inestables mayores del 100%) y se pueda presentar colapso parcial de las laderas debido a la fragilidad de los suelos ((arenas volcánicas, gravas cuarzosas, etc.), por la inexistencia de cobertura vegetal y por la erosión continua de los bordes. .				4	
		Quando las pendientes de los taludes naturales y/o artificiales son aproximadamente del 100% (45°), y el tipo de suelo favorece los deslizamientos.			3		
		Quando las pendientes de los taludes naturales y/o artificiales son mayores del 50%, pero mucho menores que el 100%, y el tipo de suelo favorece los deslizamientos.		2			
		Quando las pendientes de los taludes naturales y/o artificiales son menores del 50%, el tipo de suelo es estable (bien compacto) y no existen acciones sobre éste que favorezcan los deslizamientos.	1				

Fuente: Rosales, 2001

## 2- Segundo Paso: Definición de Zonas o Unidades de Estudio.

A fin de efectuar la evaluación del impacto de los centros habitados, se efectuaron divisiones por municipio de la Región Costa Caribe Norte, estudiando detalladamente sus características físico naturales y espaciales. Una vez definidos los municipios se procedió de forma paralela a una evaluación del sitio.

## 3- Tercer Paso: Evaluación de la Amenaza por Municipios

Con la información disponible se estimó cualitativamente las amenazas en cada uno de los municipios de la zona de estudio, según se muestra en la siguiente matriz.

**Tabla 2: Valoración de la amenaza por municipios**

Tipos de Amenazas	Municipios																							
	Min-1			Min-2			Min-3			Min-4			Min-5			Min-6			Min-7			Min-8		
Nivel de la Amenaza	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5
Huracan																								
Innundaciones																								
Deslizamientos																								

*Fuente: Rosales, 2001*

## 4- Cuarto Paso: Evaluación de la Vulnerabilidad por Zona

La determinación de la vulnerabilidad se realiza mediante una secuencia de criterios, según se muestra en la siguiente matriz.

**Tabla 3: Valoración de la vulnerabilidad por municipios**

Componentes	Municipios																							
	Mun-1			Mun-2			Mun-3			Mun-4			Mun-5			Mun-6			Mun-7			Mun-8		
	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5
Calidad de la construcción																								
Redes técnicas																								
Estado técnico de edificaciones de salud																								
Red vial																								
Morfología urbana																								
Red de drenaje																								
Tratamiento de desechos																								
Densidad de edificaciones																								
Compatibilidad de usos de suelo																								
Emplazamiento																								
Densidad de población																								
Ingreso Económico																								
PEA																								
Marco legal																								
Conductas Locales																								
Seguridad Ciudadana																								
Participación ciudadana																								
Vicios de construcción																								
Estructura etárea de la población																								
Morbilidad																								
Mortalidad																								
Analfabetismo																								
Escolaridad																								
Movimientos pendulares																								

*Fuente: Rosales, 2001*

## 5- Quinto Paso: Análisis de la Impacto.

La determinación del impacto se realizó mediante una secuencia de pasos que consisten:

- Valoración del impacto por municipio
- Definición de factores de reducción del impacto.
- Valoración de la vulnerabilidad y la amenaza combinada

Estos pasos se llevaron a cabo mediante la aplicación del programa del sistema de gestión de riesgo (SIGER), en el cual se realizó el análisis a cada uno de los municipios pertenecientes a la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), donde se analizaron los componentes físicas, económicas, legales y sociales de la zona evaluada.

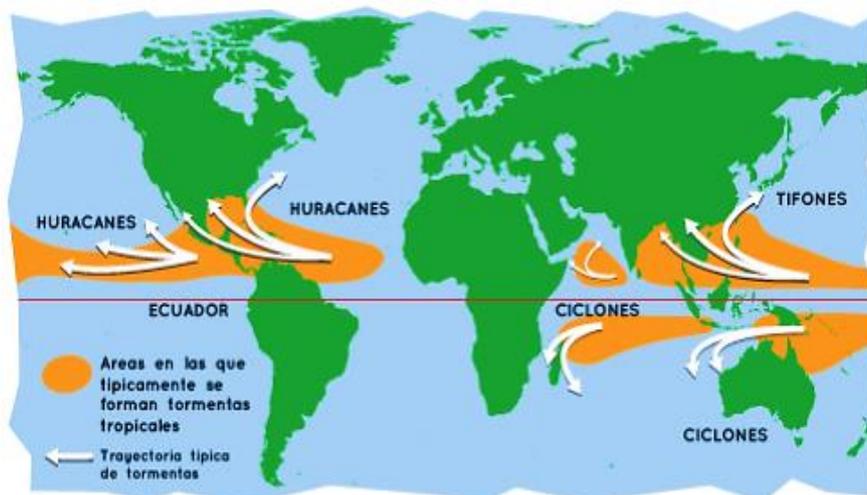
## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Fundamentos Teóricos

#### 6.1.1 Huracanes

Según Rodgers (1991), "Ciclón tropical" es el término científico para una circulación meteorológica cerrada, que se desarrolla sobre aguas tropicales. Estos sistemas a gran escala, no frontales y de baja presión, ocurren en todo el mundo sobre zonas que se conocen como "cuencas tropicales de ciclones".

**Figura 1: Áreas de formación de Tormentas Tropicales.**



**Fuente: Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA), 2019.**

## 6.1.2 Características de los Huracanes

### ❖ Zona de Baja Presión

Es el espacio o columna de aire ubicada sobre la superficie marina donde la presión atmosférica es baja. Esto se produce por el ascenso del aire al calentarse, ya que se hace más ligero, causando un vacío que es ocupado por el aire de zonas cercanas y se forman los vientos. (Castro, 2020) (Figura 2)

### ❖ Corrientes de Viento

Es el sistema de corrientes cerrado que se forma en torno al centro de baja presión, el cual incluye corrientes cálidas ascendentes y frías descendentes. Estos vientos alcanzan velocidades variables en el sistema, desde 15 a 25 Km/h en el ojo hasta superar los 200 Km/h en las paredes. Para que una tormenta tropical sea considerada un huracán o ciclón tropical los vientos de velocidad máxima deben superar los 119 Km/h (Castro, 2020).

### ❖ Ojo o Núcleo

Se trata del centro del huracán que se caracteriza por ser caliente en su base (superficie del océano) y presentar una atmósfera relativamente estable. Esto es debido a que el sistema de vientos giratorios mantiene un centro de relativa estabilidad por donde descienden vientos fríos. Este centro de forma circular puede alcanzar un diámetro de entre 3 Km y 370 Km, Aunque normalmente ronda los 30 a 65 Km y los vientos no superan los 25 Km/h (Castro, 2020).

**Figura 2: Estructura de un huracán.**



Fuente: Castro, (2020)

#### ❖ Pared o Embudo

Se trata del embudo central de nubes que se forma en torno al ojo del huracán, debido a la fuerza centrífuga del giro de los vientos y la condensación del vapor de agua. Esta especie de chimenea de nubes llega a alcanzar de 12.000 a 15.000 m de altitud. En estas paredes de nubes los vientos alcanzan hasta 200 Km/h, presentándose lluvias y actividad eléctrica (relámpagos) (Castro, 2020).

#### ❖ Bandas de Lluvia

Son formaciones de brazos sucesivos de nubes en espiral que convergen en el centro u ojo del huracán. Estos brazos de nubes de lluvia se van formando a medida en que el sistema de corrientes en espiral se desarrolla, cada brazo de la espiral mantiene un espacio de relativa calma respecto al brazo siguiente, donde la lluvia es menos intensa. Esta zona corresponde al área por donde descienden los vientos fríos (Castro, 2020).

#### ❖ Forma y Tamaño

Por la naturaleza de su proceso de formación debido a corrientes de aire giratorias, la forma del huracán es como la de un disco. Más exactamente como un conjunto de brazos de nubes en espiral en torno a un disco central que llega a alcanzar de 100 a 2.000 Km de diámetro (Castro, 2020).

#### ❖ Época de Aparición y Trayectoria

Dado el requerimiento fundamental de altas temperaturas del agua, los huracanes o ciclones tropicales se forman en el verano del hemisferio correspondiente. Surgen en la zona intertropical más allá de los 5° de latitud norte o sur, siguiendo una trayectoria hacia altas latitudes, llegando hasta los 30°. En el Atlántico norte se forman en el mar Caribe entre mayo y noviembre, luego se desplazan formando una parábola hacia el oeste y noroeste. Pasan por diversas islas del Caribe y llegan hasta las costas del norte de Centroamérica, el Golfo de México y los Estados Unidos. Mientras que en el Pacífico se forman por encima y por debajo del ecuador, desplazándose en el caso del Pacífico norte hacia el oeste y noroeste.

### 6.1.3 Desarrollo de los Huracanes

Todas las depresiones tropicales embrionicas que se convierten en huracanes, se originan bajo condiciones meteorológicas similares y exhiben el mismo ciclo de vida. Las distintas etapas del desarrollo de los huracanes están definidas por la "velocidad sostenida" de los vientos del sistema - los niveles de velocidad del viento que se mantienen por lo menos durante un minuto, cerca del centro del sistema (Rodgers, 1991).

Según (Pabón, 2001), el huracán se caracteriza por vientos fuertes, con intensidades superiores a los 119 kph, y bandas de nubes en forma de espiral que producen abundante lluvia y se extienden a distancias entre 300 y 500 km de su centro. Se desplazan como remolinos de este a oeste, con una ligera tendencia hacia el norte. Su centro denominado ojo del huracán, es un área casi libre de nubosidad con vientos débiles en un radio de acción de 10 a 30 km. Bordeando el ojo del huracán se encuentra la pared del ojo, constituida por un anillo de nubes cumulonimbos que producen lluvias intensas y vientos muy fuertes. Los ciclones tropicales se forman por la intensificación de perturbaciones tropicales, como las producidas por las ondas del este, que originan vientos cada vez más fuertes. Cuando los vientos alcanzan 37 kph, el ciclón desarrollado se clasifica como depresión tropical si pasa de 65 kph, el sistema se denomina tormenta tropical, y al exceder los 119 kph, la tormenta se designa oficialmente como huracán cuando el huracán decae, la tormenta se degrada invirtiéndose la misma clasificación (ver figura 3).

**Figura 3: Clasificación del desarrollo de los Huracanes.**

AMBIENTE	DESARROLLO	CRITERIOS
Tropical	Depresión	Vientos Máximos Sostenidos $\leq$ 63 Km/h(39 millas/h)
	Tormenta Tropical	63 Km/h $<$ Vientos Sostenidos $<$ 119 Km/h (74 millas/h)
	Huracán	Vientos Sostenidos $\geq$ 119 Km/h (74 millas/h)
	Depresión Tropical (disipación)	Vientos Máximos Sostenidos $\leq$ 63 Km/h(39 millas/h)
No Tropical	Tormenta Subtropical (disipación)	63 Km/h $<$ Vientos Sostenidos $<$ 119 Km/h (74 millas/h)
	Depresión Subtropical (disipación)	Vientos Máximos Sostenidos $\leq$ 63 Km/h(39 millas/h)

**Fuente: NOAA, 1987**

## 6.1.4 Causas de los Huracanes

### Calentamiento del Agua en Mares Tropicales

Según Castro (2020), el proceso que da origen a un huracán comienza con el calentamiento del agua superficial del océano al nivel en que se evapora. Dicha agua se calienta debido a la incidencia de la radiación solar y la temperatura debe ser superior a 26.5 °C. Además, debe haber una elevada humedad ambiental al producirse el vapor de agua, que es aire caliente cargado de humedad, dicho vapor asciende por convención provocando una zona de baja presión.

### Formación de Nubes

El agua contenida en esa corriente de aire húmedo y caliente que asciende va perdiendo calor al subir y se va condensando. Dicha condensación es el paso del agua en estado gaseoso al estado líquido, cuyas microgotas forman nubes. Por otra parte, el proceso de condensación libera calor y esa energía calórica alimenta al sistema al fortalecer los vientos ascendentes (Castro, 2020).

### Efecto Coriolis

Adicionalmente, la corriente de viento que viaja desde cualquier punto hacia una zona de baja presión sufre el efecto Coriolis. Esto es el movimiento relativo de la corriente de aire en sentido contrario a la dirección de rotación de la Tierra. Al girar la Tierra de este a oeste, las corrientes de aire que viajan en el sentido de los meridianos sufren un desvío hacia el este. Debido a esto, los vientos que van ascendiendo por las paredes del ojo forman un sistema giratorio en torno al centro (Castro, 2020).

## 6.1.5 Formación del Huracán

Finalmente, se combina la formación de la pared de nubes que produce una especie una chimenea o embudo sobre el mar, con el sistema de vientos giratorios. Estos reciben energía del calor liberado por la conversión del vapor de agua en agua líquida, provocando que los vientos sigan ascendiendo y girando. Sin embargo, llega un momento donde ese viento al llegar a cierta altura pierde todo su calor, se enfría y comienza a descender. (Castro, 2020)

### 6.1.6 Clasificación Saffir-Simpson

De acuerdo con Pabón (2001), todos los huracanes son peligrosos, pero algunos más que otros. Los vientos, la marea de tormenta, la precipitación y otros factores determinan su potencia destructiva. La escala de huracanes Saffir-Simpson define cinco categorías de riesgo de amenaza cuando se aproxima un huracán, para así prever el desastre potencial de un huracán. A continuación, se presentan los efectos de las diferentes categorías:

**Figura 4: Escala de Huracanes Saffir-Simpson (SSH)**

Numero de categoría del huracán	Vientos Sostenidos		Presión atmosférica en el ojo(milibares)	Maretazo de la tormenta		Nivel de daño
	(Km/h)	(millas/h)		(metros)	(pies)	
1	119 - 153	74 - 95	> 980	1.2 - 1.5	4.0 - 4.9	Bajo
2	154 - 177	96 - 110	979 - 965	1.8 - 2.4	5.9 - 7.9	Moderado
3	179 - 209	111 - 130	964 - 945	2.7 - 3.7	8.9 - 12.2	Extenso
4	211 - 249	131 - 155	944 - 920	4.0 - 5.5	13.0 - 18.0	Extremo
5	> 250	> 156	< 920	> 5.5	> 18.0	Catastrófico

*Fuente: NOAA, 1987*

- a. **Categoría I (119 -153 km/h – Bajo):** Vientos de 74 a 95 millas por hora (64 a 82 nudos). Presión barométrica mínima igual o superior a 980 mb (28.94 pulgadas). Daños principalmente a árboles arbustos y casas móviles que no hayan sido previamente aseguradas. Daños ligeros a otras estructuras, destrucción parcial o total de algunos letreros y anuncios pobremente instalados. Marejadas de 4 a 5 pies sobre lo normal, caminos y carreteras en costas bajas inundadas.
  
- b. **Categoría II (154-177 km/h – Moderado):** Vientos de 96 a 110 millas por hora (83 a 96 nudos). Presión barométrica mínima de 965 a 979 mb (28.50 a 28.91 pulgadas). Daños considerables a árboles y arbustos, algunos derribados, grandes daños a casas móviles en áreas expuestas, extensos daños a letreros y anuncios, destrucción parcial de algunos techos, puertas y ventanas, pocos daños a estructuras y edificios, marejadas de 6 a 8 pies sobre lo normal, carreteras y caminos inundados cerca de las costas.

- c. Categoría III (179-209 km/h – Extenso):** Vientos de 111 a 130 millas por hora (96 a 113 nudos). Presión barométrica mínima de 945 a 964 mb (27.91 a 28.47 pulgadas). Muchas ramas son arrancadas a los árboles, grandes árboles derribados, anuncios y letreros que no estén sólidamente instalados son llevados por el viento, algunos daños a los techos de edificios y también a puertas y ventanas, algunos daños a las estructuras de edificios pequeños, casas móviles destruidas, marejadas de 9 a 12 pies sobre lo normal, inundando extensas áreas de zonas costeras con amplia destrucción de muchas edificaciones que se encuentren cerca del litoral, las grandes estructuras cerca de las costas son seriamente dañadas por el embate de las olas y escombros flotantes.
- d. Categoría IV (211-249 km/h – Extremo):** Vientos de 131 a 155 millas por hora (114 a 135 nudos). Presión barométrica mínima de 920 a 944 mb (27.17 a 27.88 pulgadas) Árboles y arbustos son arrasados por el viento, anuncios y letreros son arrancados o destruidos, hay extensos daños en techos, puertas y ventanas, se produce colapso total de techos y algunas paredes en muchas residencias pequeñas, la mayoría de las casas móviles son destruidas o seriamente dañadas. Se producen, marejadas de 13 a 18 pies sobre lo normal, los terrenos llanos de 10 pies o menos sobre el nivel del mar son inundados hasta 6 millas tierra adentro, hay grandes daños a los pisos bajos de estructuras cerca de las costas debido al influjo de las inundaciones.
- e. Categoría V (249+ km/h – Catastrófico):** Vientos de más de 155 millas por hora (135 nudos). Presión barométrica mínima por debajo de 920 Mb (27.17 pulgadas). Árboles y arbustos son totalmente arrasados por el viento, daños de gran consideración a los techos de los edificios, los anuncios y letreros arrancados, destruidos y llevados por el viento a considerable distancia, ocasionando a su vez más destrucción, daños muy severos a edificios industriales, se produce una gran destrucción de cristales en puertas y ventanas que no hayan sido previamente protegidos. se registran mareas muy superiores a 18 pies sobre lo normal, ocurren daños considerables a los pisos bajos de todas las estructuras a menos de 15 pies sobre el nivel del mar.

### 6.1.7 Sistemas de Monitoreos de Huracanes

El monitoreo del riesgo y la acción temprana son las claves para reducir los enormes daños y las millonarias pérdidas que cada año provocan los desastres por fenómenos naturales a nivel mundial (FAO, 2020).

Desde 1975, los satélites ambientales operacionales geoestacionarios (GOES) han proporcionado imágenes y datos continuos sobre las condiciones atmosféricas y la actividad solar (clima espacial). Incluso han ayudado en la búsqueda y rescate de personas en peligro. Los productos de datos del GOES han llevado a pronósticos meteorológicos más precisos y oportunos y a una mejor comprensión de las condiciones climáticas a largo plazo (NASA & NOAA, 2017).

### 6.1.8 Consecuencias Negativas del Impactos de los Huracanes

#### ❖ Inundaciones

Los huracanes muchas veces generan inundaciones las cuales conllevan efectos negativos para la salud, tales como: ahogamiento o lesiones durante el proceso de evacuación, además de los efectos causados por los derrumbes. (Castro, 2020)

#### ❖ Daños Socioeconómicos

Los huracanes muchas veces generan pérdidas tanto económicas como sociales, causando efectos negativos en la salud como lesiones, trauma, ahogamiento y hasta muertes. En el ámbito de construcción generan pérdidas al provocar colapsos de edificios, viviendas, daños a carreteras entre otros. (Castro, 2020)

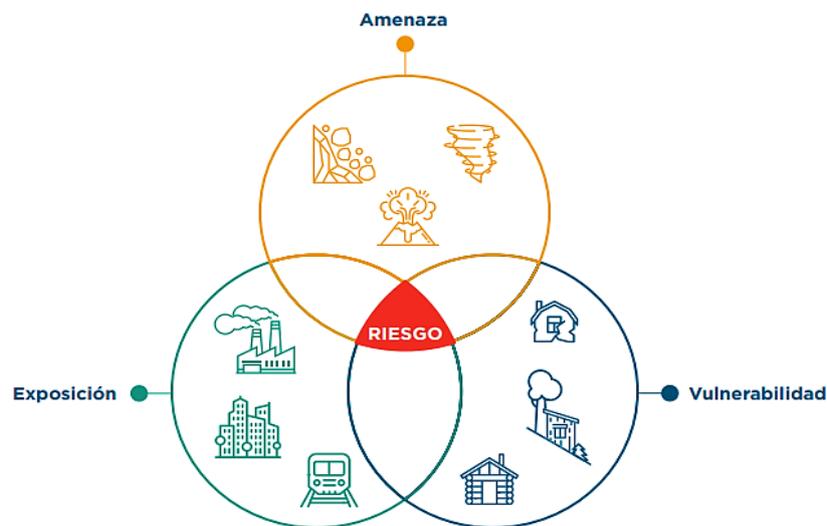
También existen algunas consecuencias positivas, entre las cuales se encuentran:

- ❖ Distribución de Lluvias
- ❖ Regulan la Temperatura del Planeta
- ❖ Dispersan las Bacterias y la Marea Roja

### 6.1.9 Riesgo de desastres

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el riesgo de desastres se refiere a la posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños en activos en un sistema, una sociedad o una comunidad en un periodo de tiempo específico, en función de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad.

**Figura 5: Composición del riesgo**



**Fuente: BID, 2019**

El componente de amenaza en este contexto se refiere a fenómenos de origen natural que suponen una amenaza a la población o a la propiedad y que podrían por lo tanto causar daños, pérdidas económicas, lesiones y pérdida de vidas. El componente de exposición se refiere a la coincidencia espacial y temporal de personas o activos (tanto físicos como ambientales) y las amenazas naturales. Así mismo el componente de vulnerabilidad se refiere a cuán susceptible a de ser perjudicada o dañada es una entidad. En el caso de activos, sistemas y personas, son sus características intrínsecas, internas, individuales y combinadas. (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2019)

Cabe destacar que los desastres constituyen la materialización del riesgo (la consecuencia) y que la ausencia de desastres no implica una correspondiente ausencia de riesgo. (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2019)

### 6.1.10 Gestión y Evaluación del Riesgo

La gestión del riesgo es la capacidad de una sociedad y sus funcionarios para transformar y evitar las condiciones que generan los desastres, actuando sobre las causas que los producen. Incluye la prevención, mitigación y el manejo de los desastres. En general, la gestión del riesgo, es un enfoque que surge por la necesidad de la sociedad de preservar la riqueza humana tanto material y no material ante las amenazas de la naturaleza, y que la misma sociedad ha contribuido a crear. La gestión del riesgo se entiende como una característica necesaria de la gestión del desarrollo, más que una actividad específica y separada. En este sentido, la tarea principal es asegurar que esa “característica” esté presente en todos los niveles de planificación del desarrollo. Para esto, es preciso considerar en la planificación a los actores, sus funciones en la gestión del riesgo y los tipos de gestión posibles. (SINAPRED, 2010)

La evaluación de riesgos es un proceso que ayuda a determinar la naturaleza y el alcance del riesgo, mediante el análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes que podrían resultar en daños a las personas expuestas y a los bienes, servicios, medios de subsistencia y medio ambiente de los que dependen. Una evaluación completa de los riesgos no sólo evalúa la magnitud y la probabilidad de pérdidas potenciales, sino que también explica de las causas y el impacto de esas pérdidas. La evaluación de riesgos es, por lo tanto, parte integral de los procesos de toma de decisiones y adopción de políticas, y requiere de una estrecha colaboración entre las distintas partes de la sociedad. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2010)

### 6.1.11 Infraestructura Social

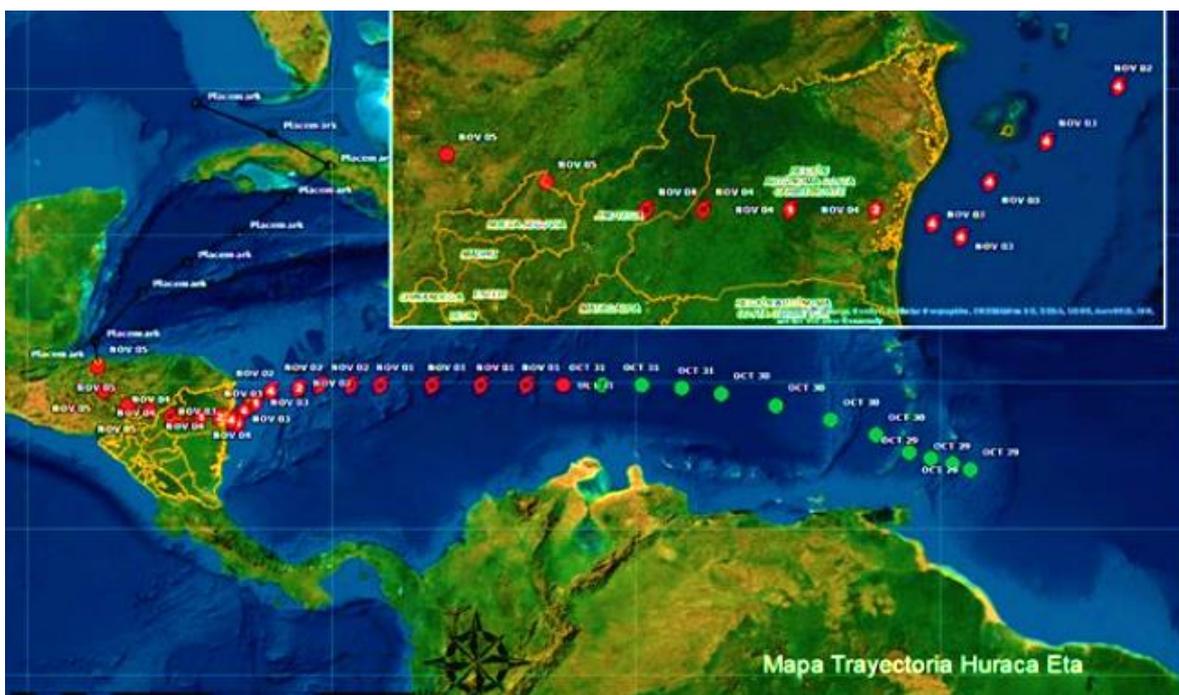
Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la infraestructura social brinda a una comunidad o región servicios y funciones vitales que son esenciales para una comunidad en la vida diaria. La infraestructura social debe ser planificada, diseñada y construida de modo que también sea funcional durante y después de un desastre, este tipo de infraestructura resultan cruciales para la actividad económica, la productividad y el bienestar social.

## 6.2 Análisis del comportamiento del huracán Eta en RACCN.

### 6.2.1 Genesis del Huracán Eta.

Eta se remonta a una onda tropical que se estima que se movió frente a la costa Oeste de África el 22 de octubre. Este sistema se desplazó hacia el Oeste a través del Atlántico tropical durante aproximadamente una semana, acompañado de una gran área de nubosidad desorganizada, chubascos y tormentas eléctricas. La convección profunda mostró signos de organización cuando la perturbación llegó a las Islas de Barlovento el 29 de octubre. El 30 de octubre, la perturbación se desplazó hacia el Oeste-Noroeste hacia el Este del Mar Caribe y gradualmente se fue organizando mejor. Temprano el 31 de octubre, la convección profunda del sistema se consolidó más sobre el centro-este del Mar Caribe, con alguna evidencia de características de bandas. A las 1800 UTC de ese día, una circulación de bajo nivel se volvió lo suficientemente bien definida para indicar la formación de una depresión tropical con centro a unas 190 millas náuticas al Sur de Pedernales, República Dominicana. El gráfico de la “mejor trayectoria” de la trayectoria del ciclón tropical se muestra en la Figura 6.

**Figura 6: Trayectoria del huracán ETA**



**Fuente: Centro Humboldt, 2020**

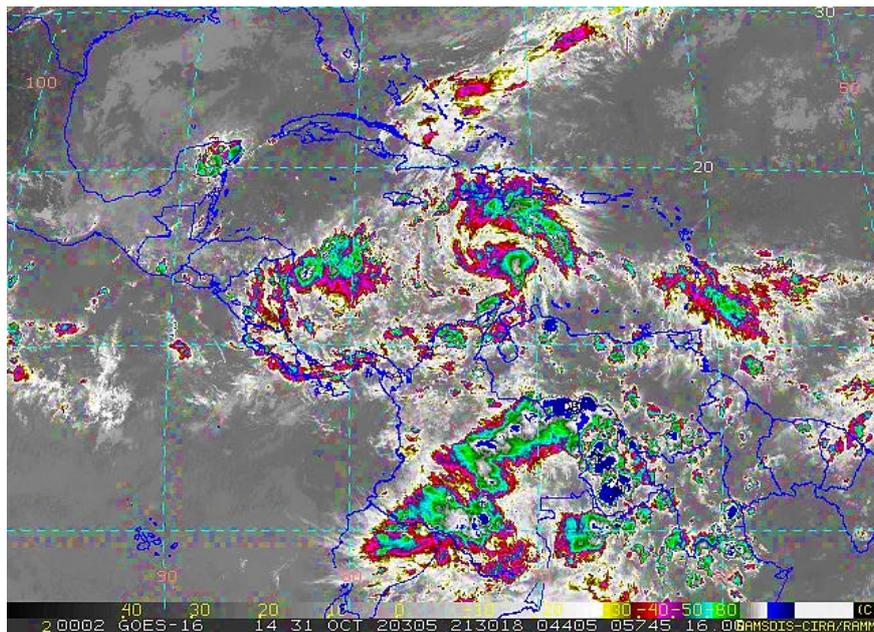
## 6.2.2 Comportamiento del Huracán Eta en el Territorio Nicaragüense

### DIA SABADO 31 DE OCTUBRE 2020

Según INETER, se presentó un Disturbio Tropical asociado a una Onda Tropical fuerte, localizado la mañana del viernes en el Este del Mar Caribe, sobre las Antillas menores con un 70% de probabilidad de desarrollo a un sistema superior, continuó fortaleciéndose durante la noche y madrugada; esa mañana presentó un 100%, y se localizó sobre el Mar Caribe Central, donde generó un área concentrada de lluvias y tormentas eléctricas; y una depresión tropical se formó, continuando esta tendencia de desarrollo e iniciando con el disturbio por la tarde o noche mientras el sistema se movió generalmente hacia el Oeste del Mar Caribe.

En las Regiones Autónomas del Caribe, las condiciones atmosféricas estuvieron parcialmente nubladas por nubes bajas y medias. Formándose Cumulonimbos y Torres de cúmulos en Puerto Cabezas y Bluefields, con visibilidad reducida entre 4 y 6 km por llovizna y lluvia en los alrededores de Puerto Cabezas y Bluefields registrando Vientos del Norte/Noreste con 4 a 6 nudos (7/11 kph).

**Figura 7: Imagen IR4, GOES-16, sábado 31 de octubre 2020**



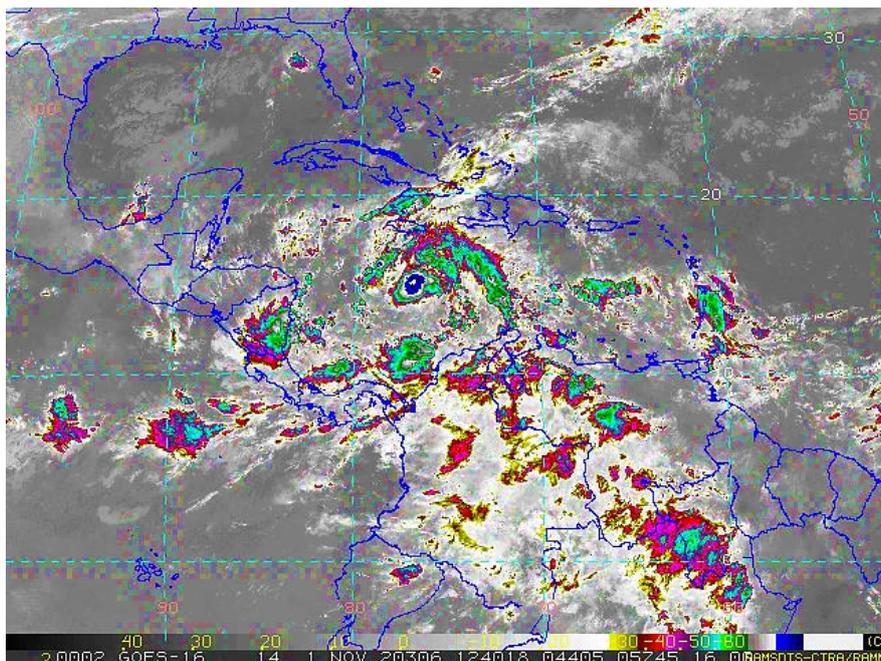
**Fuente: NOAA, 2020**

## DIA DOMINGO 01 DE NOVIEMBRE 2020

Para el día domingo 01 de noviembre de 2020, el Disturbio Tropical se fortaleció a Depresión Tropical N°29, continuó fortaleciéndose la noche del sábado y evolucionó a Tormenta Tropical Eta, aproximadamente a 435 km al Sureste de Kingston-Jamaica, continuando como Tormenta Tropical y el centro se localizó cerca de 14.8°LN y 77.2°LW, a 360 km al Sur de Kingston-Jamaica con vientos máximos de 65 kph y rachas de mayor velocidad. Presentó movimiento hacia el Oeste con 24 kph. La presión mínima central fue de 1005 hPa.

Debido a las Bajas Presiones Atmosféricas sobre Nicaragua, asociadas a la Onda Tropical sobre el Suroeste del Mar Caribe, interactuando con la Zona de Convergencia Intertropical ubicada en el Sur de Centroamérica, presentó inestabilidad atmosférica y aporte de humedad en las Regiones Autónomas del Caribe, registrándose poca nubosidad a parcialmente nublado por nubes bajas, nublado por nubes medias en San Carlos y formaciones de Cumulonimbos en Puerto Cabezas, con una visibilidad reducida entre 4 a 5 km por lluvia moderada en Puerto Cabezas y Bluefields y viento del Noroeste con 4 nudos (7 kph).

**Figura 8: Imagen IR4, GOES-16, domingo 01 de noviembre 2020**



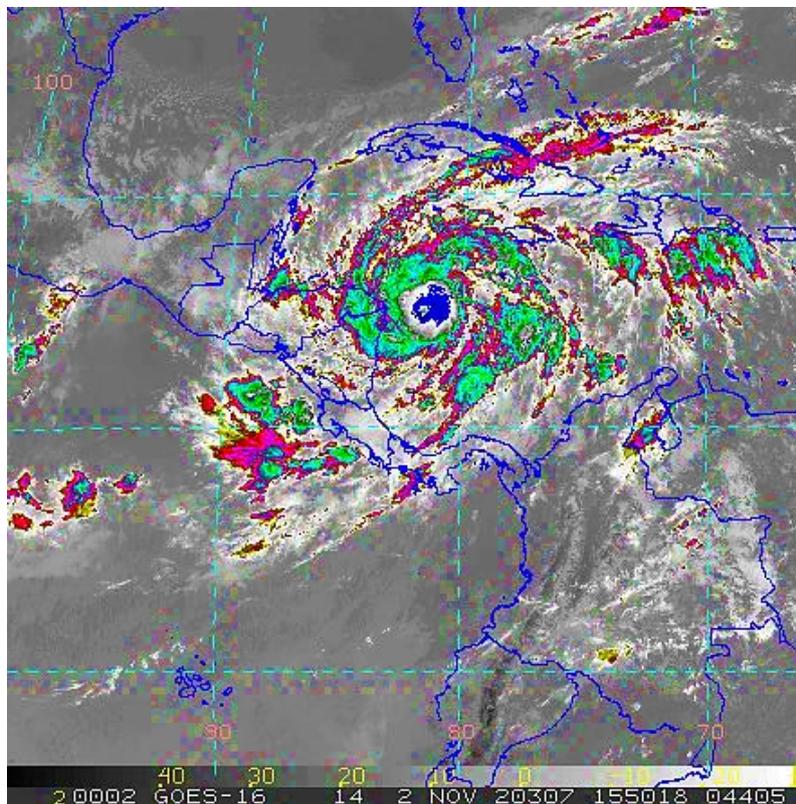
**Fuente: NOAA, 2020**

## DIA LUNES 02 DE NOVIEMBRE 2020

La Tormenta Tropical ETA, la madrugada de lunes 02 a las 03:00 am evolucionó a huracán de categoría uno en la escala Saffir-Simpson, a las 09:00 am, fortaleciéndose a categoría dos, y el centro se localizó cerca de 14.8°LN y 81.5°LW, aproximadamente a 225 km al Este/Noreste de Puerto Cabezas-Nicaragua con vientos máximos de 175 kph y rachas de mayor velocidad. Presentó movimiento hacia el Oeste con 15 kph. La presión mínima central fue de 962 hPa.

En las Regiones Autónomas del Caribe se registró poca nubosidad por nubes bajas y por nubes medias en Bluefields, torres de Cúmulos y Cumulonimbos en Puerto Cabezas, con visibilidad reducida entre 4 a 5 km por llovizna fuerte en Puerto Cabezas e ilimitada en Bluefields, aumentando los vientos de 4 a 12 nudos (7/22 kph), con dirección del Noroeste/Oeste.

**Figura 9: Imagen IR4, GOES-16, lunes 02 de noviembre 2020**



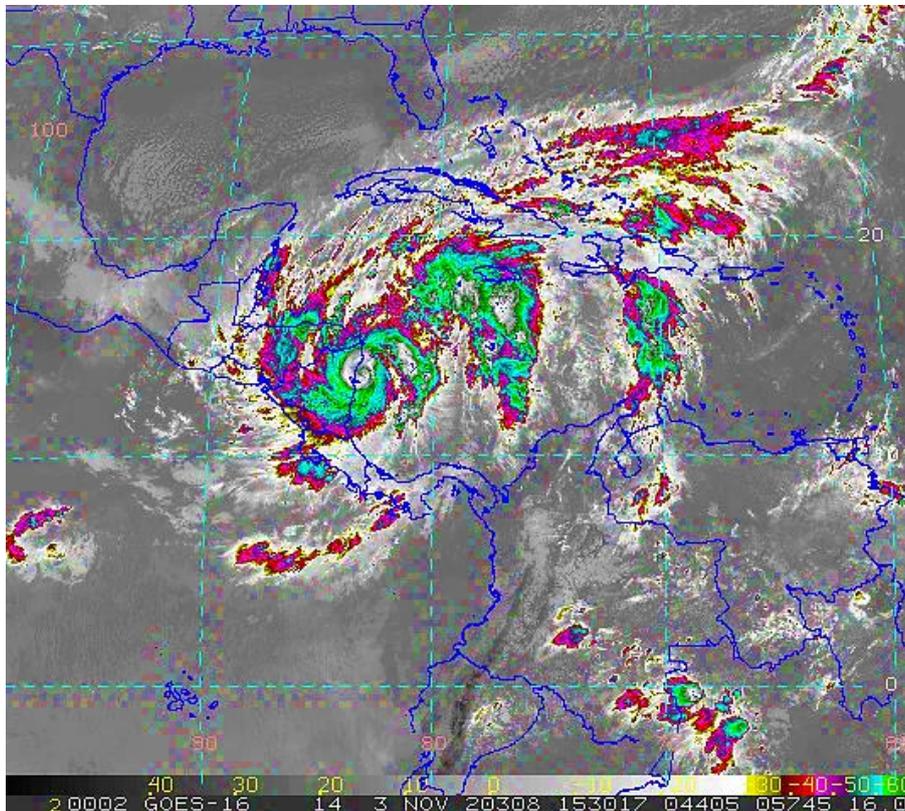
**Fuente: NOAA, 2020**

## DIA MARTES 03 DE NOVIEMBRE 2020

El Huracán Eta categoría Dos en la Escala Saffir Simpson se fortaleció el lunes por la tarde a huracán mayor de categoría tres; aproximadamente a 170 km al Este-Noreste de Puerto Cabezas; y continuó fortaleciendo aún más en el transcurso de la tarde a categoría cuatro extremadamente peligroso; y mantuvo esta categoría durante la noche del día 02 y madrugada del 03 con desplazamiento hacia el Oeste-Suroeste acercándose poco a poco a la costa Caribe Norte. La mañana del 03 a las 06:00 am, el centro del sistema se localizó cerca de 13.7°LN y 83.1°LW, aproximadamente a 45 km al Sureste de Puerto Cabezas con vientos máximos sostenidos de 230 kph y rachas de mayor velocidad. Desplazándose hacia el Oeste-Suroeste con 6 kph.

En las Regiones Autónomas del Caribe, se mantuvo nublado por nubes bajas y medias y la velocidad del viento fue variable desde 5 a 10 nudos (10 a 20 kph), con dirección Suroeste y Oeste.

**Figura 10: Imagen IR4, GOES-16, martes 03 de noviembre 2020**



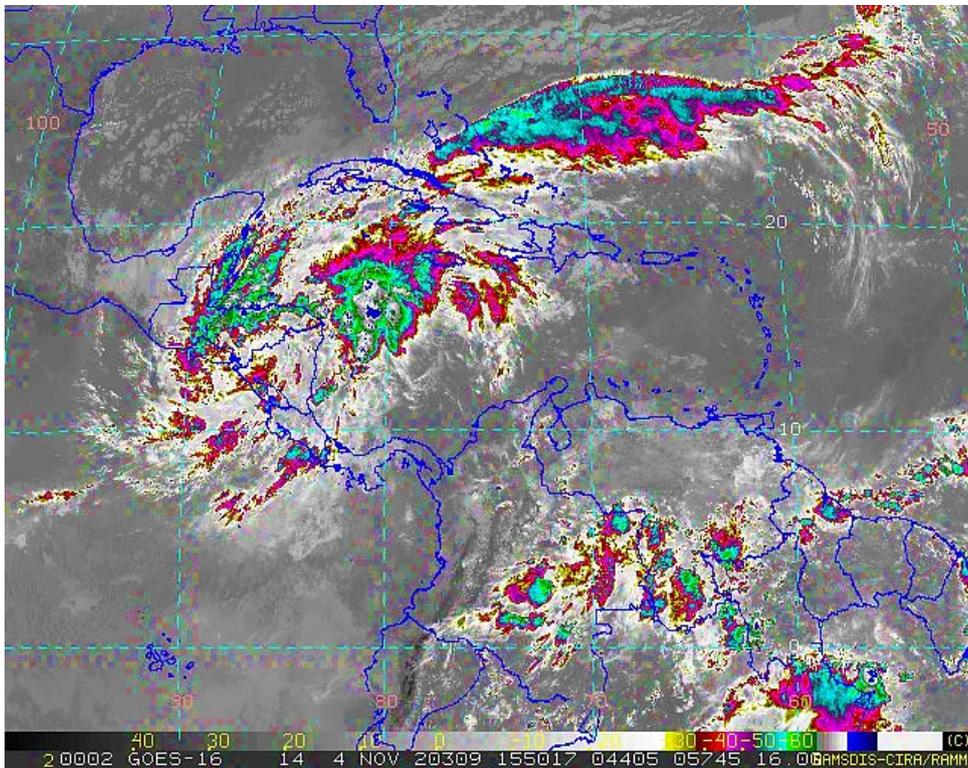
**Fuente: NOAA, 2020**

### DIA MIERCOLES 04 DE NOVIEMBRE 2020

El huracán Eta categoría cuatro extremadamente peligroso en la Escala Saffir Simpson, tocó tierra al Sur de Puerto Cabezas la tarde del martes 03 a las 15:00 pm, degradándose gradualmente durante la noche a categoría 2 y luego a categoría uno, sobre el Oeste y Suroeste de Puerto Cabezas, y en la madrugada del miércoles 04 se degradó a Tormenta Tropical; el centro del sistema se localizó cerca de 13.9°LN y 85.2°LW, aproximadamente a 215 km al Norte/Noreste de Managua, con vientos máximos sostenidos de 85 kph y rachas de mayor velocidad, desplazándose hacia el Oeste con 11kph, registrándose una presión mínima central de 996 hPa.

En las Regiones Autónomas del Caribe se mantuvo nublado por nubes bajas y medias, con visibilidad reducida a 8 km por las lluvias en los alrededores de Bluefields y viento de dirección Sur/Suroeste con 4 a 12 nudos (7/22 kph).

**Figura 11: Imagen IR4, GOES-16, miércoles 04 de noviembre 2020**

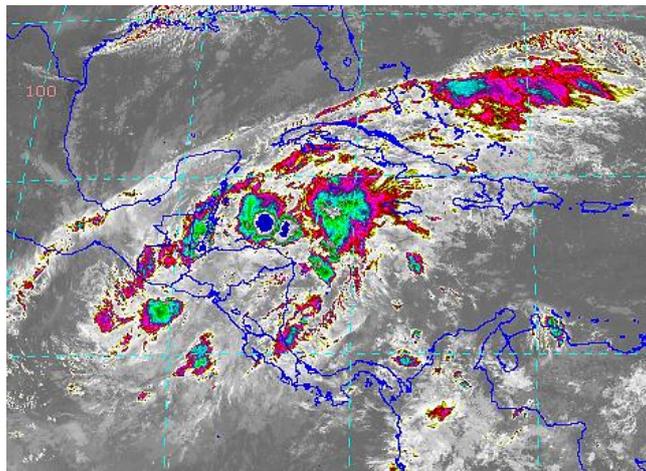


**Fuente: NOAA, 2020**

**DIA JUEVES 05 DE NOVIEMBRE 2020**

La Tormenta Tropical Eta se debilitó a Depresión Tropical a finales de la tarde del jueves 05; a las 12:00 am, desplazándose por el Norte de Nicaragua hacia Honduras, alejándose de esta manera del territorio nicaragüense, lo que mantuvo la inestabilidad atmosférica y lluvias en gran parte del país, las que fueron entre ligeras a fuertes. Localizándose el sistema cerca de 14.1°LN y 86.1°LW, aproximadamente a 115 km al Este de Tegucigalpa.

**Figura 12: Imagen IR4, GOES-16, jueves 05 de noviembre 2020**



**Fuente: NOAA, 2020**

En la Tabla 4 se muestra un resumen del desarrollo que presentó el huracán Eta, desde su inicio como disturbio el 28 de octubre del 2020, hasta su final como depresión tropical el 05 de noviembre del 2020.

**Tabla 4: Desarrollo del Huracán Eta**

Fecha	Intensidad	Icono	Ubicación
28/octubre/20	Disturbio	●	Antes de las Antillas Menores
31/octubre/20	Depresión Tropical	●	Al Sur de República Dominicana
31/octubre/20	Tormenta Tropical	●	Al Sur de Haití
02/noviembre/20	Huracán categoría 1	1	Frente a Bilwi
02/noviembre/20	Huracán categoría 2	2	Frente a Bilwi
02/noviembre/20	Huracán categoría 4	4	Frente a Bilwi
03/noviembre/20	Huracán categoría 4	4	Toca tierra a 25 km Sur de Bilwi
03/noviembre/20	Huracán categoría 2	2	Se degrada y se dirige al Triángulo Minero
04/noviembre/20	Tormenta Tropical	●	Se degrada y pasa por el Triángulo Minero
04/noviembre/20	Tormenta Tropical	●	Sobre Bosawás
05/noviembre/20	Depresión tropical	●	Territorio Hondureño

**Fuente: Centro Humboldt, 2020**

### 6.2.3 Acumulados de Precipitaciones bajo la influencia de Eta.

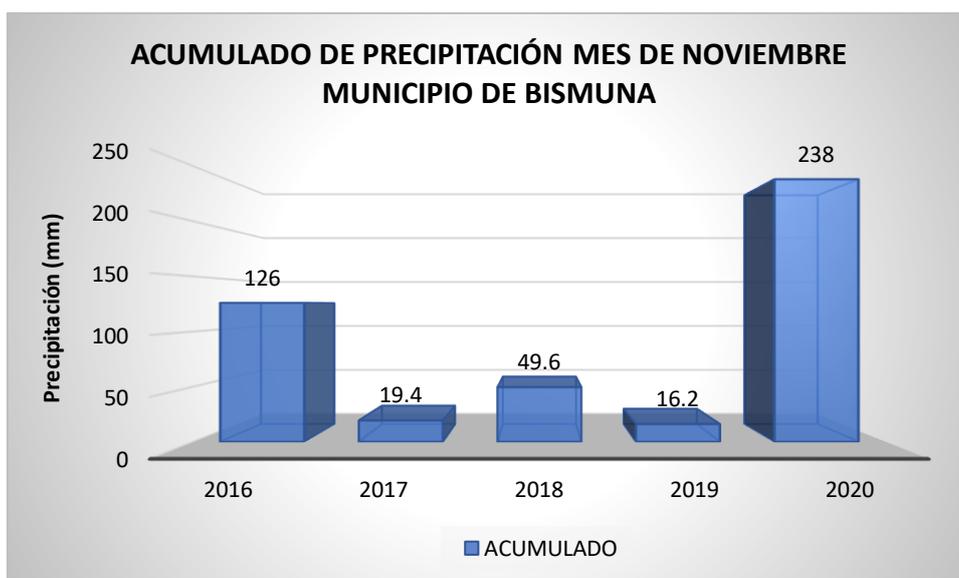
En los gráficos 1 y 2 se muestran los acumulados de lluvia en el periodo comprendido del 1 al 5 de noviembre en los municipios de Waspán y Bismuna, durante el paso del huracán Eta.

**Gráfico 1: Acumulado de precipitación del 01 al 05 de noviembre 2020, municipio de Waspán**



Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E

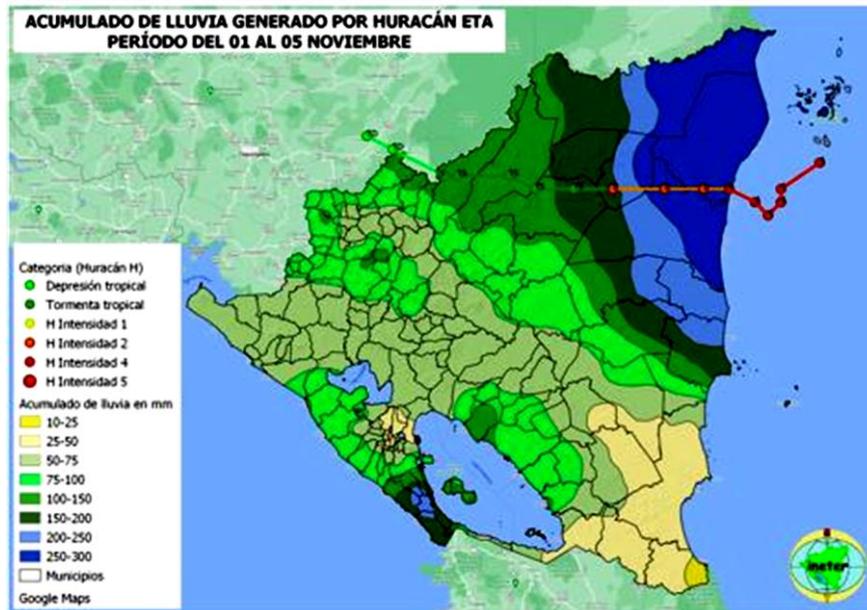
**Gráfico 2: Acumulado de precipitación del 01 al 05 de noviembre 2020, municipio de Bismuna**



Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E

En la figura 13 se presentan los acumulados de lluvia generados por el huracán Eta en el territorio nicaragüense, para el periodo comprendido del 01 al 05 de noviembre del año 2020. En el gráfico 3 se observa el comportamiento de la precipitación en la RACCN, para los primeros cinco días del mes de noviembre.

**Figura 13: Mapa de Acumulado de lluvia generado por el huracán Eta**



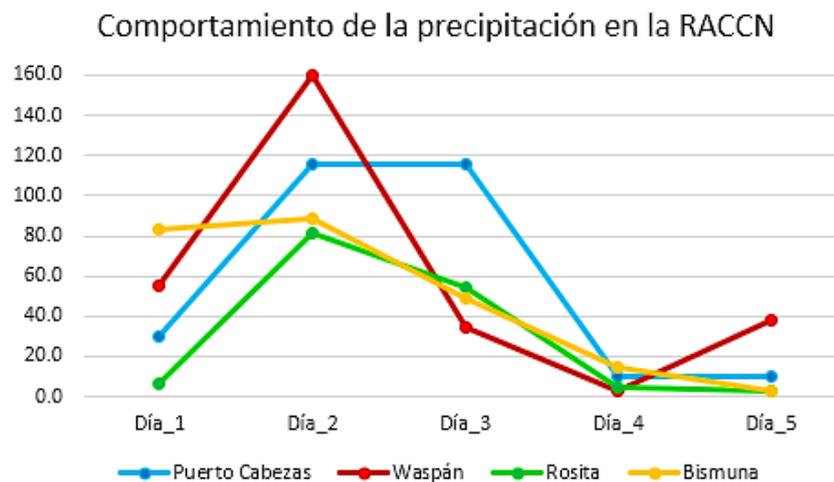
Fuente: INETER,2020

**Tabla 5: Precipitación del 01-05 de nov.2020 en la RACCN**

NOMBRE	DEPTO	Día_1	Día_2	Día_3	Día_4	Día_5	SUMA
Puerto Cabezas	RACCN	30.2	116.1	116.1	10.4	10.1	282.9
Waspán	RACCN	55.6	159.6	34.6	2.4	38.0	290.2
Rosita	RACCN	6.4	81.8	54.6	4.2	2.8	149.8
Bismuna	RACCN	82.8	88.6	49.2	14.4	3.0	238.0

Fuente: INETER,2020

**Gráfico 3: Comportamiento de la precipitación en la RACCN**



Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E

### 6.3 Impacto del Huracán Eta en la RACCN.

Según informes oficiales el huracán Eta provocó numerosas inundaciones en ríos importantes como el Río Coco, el Río Wawa y Río Prinzapolka. Las velocidades de viento por encima de los 230 km/h durante la tormenta, causaron daños a viviendas e infraestructura básica de varios municipios de la región. Los daños se centraron en infraestructura social, líneas vitales y pesca artesanal; registrándose 1,403 viviendas destruidas, 10,693 viviendas con daños parciales, presentándose daños en unidades de salud, centros educativos; puentes, caminos, edificios públicos, estadios, polideportivos, parques, entre otros. (SINAPRED, 2020).

**Figura 14: Impacto del Huracán Eta en la RACCN**



Fuente: UNICEF,2020

**Tabla 6: Cuantificación del Impacto del huracán ETA**

Municipio/territorio	Huracán ETA				
	Población Afectada		Viviendas Afectadas		
	Familias	Personas	Viviendas	Daños Parciales	Destruídas
Waspam	20,776	84,171	15,511	-	88
Puerto Cabezas	14,125	82,032	12,011	10,693	1,318
<b>Total</b>	<b>35,760</b>	<b>169,723</b>	<b>27,522</b>	<b>10,693</b>	<b>1,403</b>

*Fuente: CD-SINAPRED,2020*

### 6.3.1 Daños y afectaciones provocadas por el huracán Eta en la RACCN.

#### ❖ Viviendas:

La mayoría de viviendas que resultaron con daños parciales concentraron su afectación en estructuras y cubiertas de techos; las destrucciones, principalmente en las viviendas ubicadas en la costa, a causa del impacto directo de los fuertes vientos y las erosiones de costas causadas por altas marejadas. Se considera como un factor de la falta de aplicación de las normas de construcción antes vientos fuertes.

#### ❖ Energía Eléctrica:

Resultaron con daños severos las instalaciones de líneas primarias y secundarias de los tendidos eléctricos de Bilwi, quedando totalmente sin energía. Las líneas conductoras Puerto Cabezas – Waspam también resultaron dañadas.

#### ❖ Agua potable:

El sistema de agua de Bilwi que da cobertura a un 30% de la población urbana resultó afectado parcialmente, presentando problemas de tarjeta y de alimentación provocados por el impacto del huracán, afectando así el servicio de agua potable en la zona durante 72 horas.

#### ❖ **Infraestructura de educación**

El MINED reportó la afectación parcial de 76 escuela (63 públicas, 10 subvencionados y 3 privados) en la Región de ellas 30 escuelas en Bilwi y 46 escuelas en Prinzapolka; orientados los impactos en desprendimiento de techo, muros perimetrales, y destrucción de aulas, afectando a 7,151 niños y niñas de los territorios.

#### ❖ **Infraestructura de salud**

El hospital regional Nuevo Amanecer, el centro de salud Ernesto Hogdson Wright, la bodega del SILAIS y el puesto de salud de Nuevo Jerusalén, de Bilwi fueron severamente afectados por el evento, el hospital alterno en INATEC también resultó con daños parciales en sus techos. Waspam reportó 16 puestos de salud comunitarios con daños parciales y daños menores en el hospital municipal.

#### ❖ **Infraestructura pública (comunitaria)**

En Bilwi se presentan 63 iglesias afectadas, 34 destruidas y 21 con daños parciales en sus techos; 7 centros deportivos entre ellos 3 destruidos; 2 parques de recreación y 1 casa comunal. En Waspam: 111 iglesias, 1 centro recreativo y 17 casas comunales.

#### ❖ **Infraestructura turística**

La infraestructura de soporte de las empresas turísticas (establecimientos con actividad de hospedería, restaurantes, bares) ubicadas en Bilwi, Puerto Cabezas sufrieron afectaciones severas. En principio los negocios ubicados en los sitios turísticos La Bocana y La Bocanita sufrieron daños totales (100 %). Se cuenta con información de 126 empresas turísticas, de las cuales se contabiliza 24 afectadas totalmente, 4 con afectaciones entre 70 % y 80 % y 98 con afectaciones parciales, pero significativas económicamente, principalmente estructura de techo, paredes, etc.

### 6.3.2 Análisis del impacto del huracán Eta.

#### ❖ Primer Paso: La Evaluación de las Amenazas (Huracán, inundación, deslizamiento).

En esta etapa inicial se definió la ubicación, desarrollo, comportamiento y severidad del evento natural correspondiente al huracán Eta, en el período de manifestación (1-5 de noviembre del 2020) y en el área determinada: municipios de la Costa caribe Norte.

**Tabla 7: Valores cualitativos de las amenazas (huracán, inundaciones, deslizamiento)**

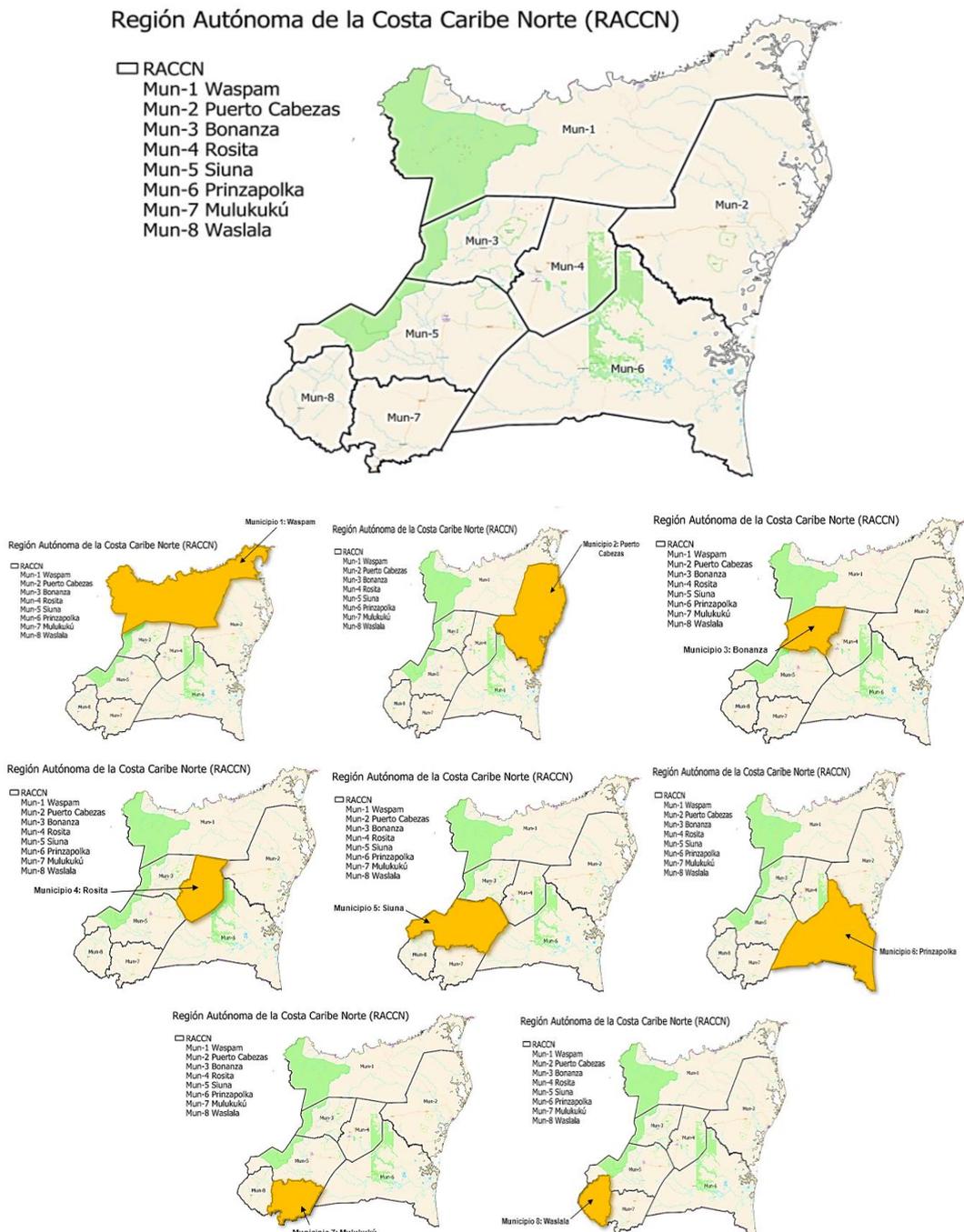
Tipo de Amenaza	Eventos	Criterios/ Indicadores para la ponderación	Valor				
			1	2	3	4	5
Amenaza Natural	Huracanes	Se presentó un huracán categoría IV, con vientos sostenidos desde 211-249 km/h, con presión atmosférica desde 920-944 Mb, ocasionando grandes daños en infraestructuras, provocando colapso de techos, daños en viviendas, caída de árboles, daños en tendido eléctrico y poniendo en riesgo la vida de los habitantes de la zona de impacto.					
	Inundaciones	Se presentaron altos niveles de inundaciones, crecidas de ríos, lo que provocó colapsos de diversos puentes, afectaciones en la infraestructura de diversas viviendas, daños al tendido eléctrico y líneas de comunicación.					
	Deslizamientos de tierra	Presencia de deslizamientos y derrumbe de materiales que recubren las laderas inclinadas y provocando colapso parcial de las laderas debido a la fragilidad de los suelos, por la inexistencia de cobertura vegetal y por la erosión continua de los bordes y debido a la alta cantidad de precipitación.					

Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E

## ❖ Segundo Paso: Definición de Zonas o Unidad de Estudio

Para el presente informe, se definió como la zona de estudio la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), derivándose en los municipios de Waspán, Puerto Cabezas, Bonanza, Rosita, Siuna, Prinzapolka, Mulukukú y Waslala (Figura 15) en donde el huracán Eta presentó mayores afectaciones a nivel nacional.

**Figura 15: Mapa de la Zona de Estudio**



**Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E**

### ❖ Tercer Paso: Evaluación de las Amenazas por Zonas

Con el análisis de los valores cualitativos de la amenaza evaluados en la tabla 7, se determinó que el 80 % de los municipios comprendidos en la RACCN, presentaron una amenaza alta, evaluándose que el nivel de impacto ocasionado por el huracán Eta en la zona fue alto para la mayoría de los municipios.

**Tabla 8: Valoración de la amenaza para cada municipio de la RACCN**

Tipos de Amenazas	Municipios																							
	Mun-1			Mun-2			Mun-3			Mun-4			Mun-5			Mun-6			Mun-7			Mun-8		
Nivel de la Amenaza	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5
Huracan			■			■			■			■			■			■			■			■
Inundaciones			■			■			■			■			■			■			■			■
Deslizamientos			■			■			■			■			■			■			■			■

*Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E*

### ❖ Cuarto Paso: Evaluación de la Vulnerabilidad por Zona

La determinación de la vulnerabilidad se realizó mediante una secuencia de criterios provocados por el impacto del huracán Eta en la RACCN, mediante el uso de una matriz, se determinó que aproximadamente el 75 % de la zona en estudio presento daños y afectaciones severas, lo que provoco altos niveles de vulnerabilidad.

**Tabla 9: Valoración de la vulnerabilidad para cada municipio de la RACCN**

Componentes	Municipios																							
	Mun-1			Mun-2			Mun-3			Mun-4			Mun-5			Mun-6			Mun-7			Mun-8		
	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5	B-1	M-3	A-5
Calidad de la construcción			■			■			■			■			■			■			■			■
Redes técnicas			■			■			■			■			■			■			■			■
Estado técnico de edificaciones de salud			■			■			■			■			■			■			■			■
Red vial			■			■			■			■			■			■			■			■
Morfología urbana			■			■			■			■			■			■			■			■
Red de drenaje			■			■			■			■			■			■			■			■
Tratamiento de desechos	■			■			■			■			■			■			■			■		
Densidad de edificaciones			■			■			■			■			■			■			■			■
Compatibilidad de usos de suelo			■			■			■			■			■			■			■			■
Emplazamiento			■			■			■			■			■			■			■			■
Densidad de población			■			■			■			■			■			■			■			■
Ingreso Económico			■			■			■			■			■			■			■			■
PEA	■			■			■			■			■			■			■			■		
Marco legal	■			■			■			■			■			■			■			■		
Conductas Locales			■			■			■			■			■			■			■			■
Seguridad Ciudadana			■			■			■			■			■			■			■			■
Participación ciudadana			■			■			■			■			■			■			■			■
Vicios de construcción			■			■			■			■			■			■			■			■
Estructura etárea de la población			■			■			■			■			■			■			■			■
Morbilidad	■			■			■			■			■			■			■			■		
Mortalidad	■			■			■			■			■			■			■			■		
Analfabetismo	■			■			■			■			■			■			■			■		
Escolaridad			■			■			■			■			■			■			■			■
Movimientos pendulares	■			■			■			■			■			■			■			■		

*Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E*

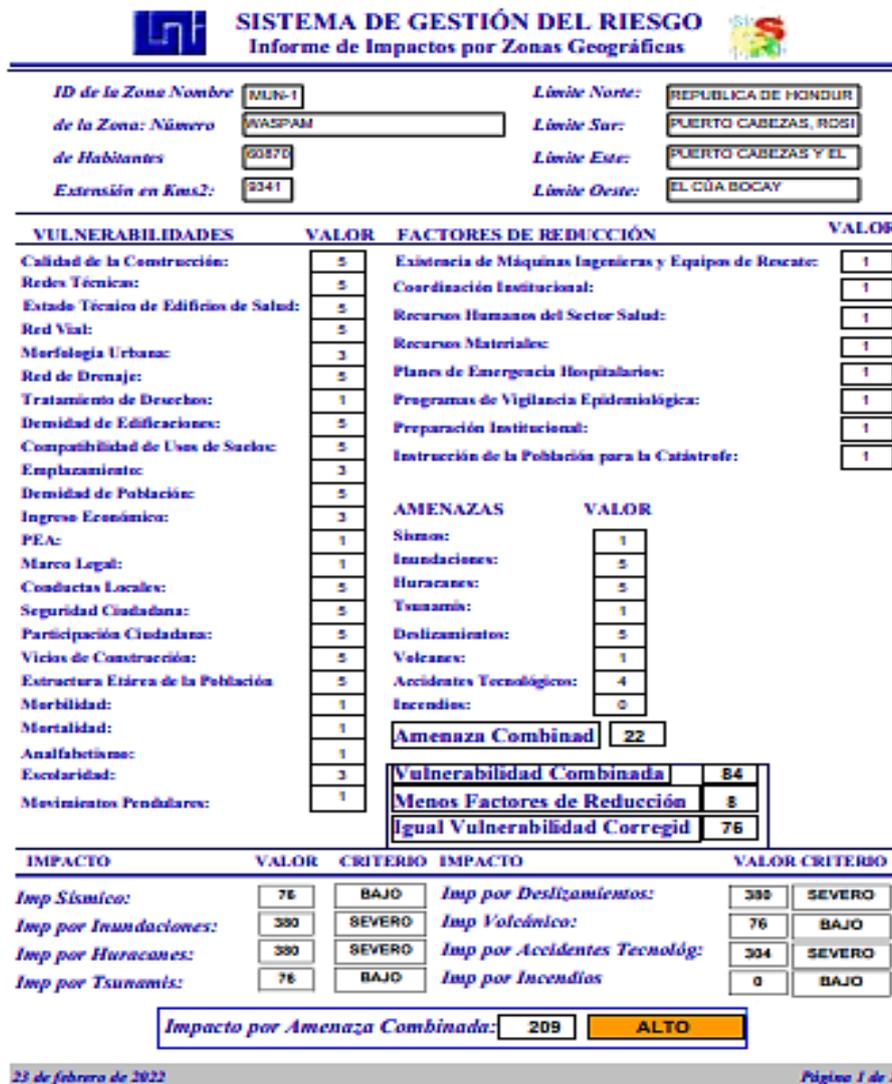
❖ **Quinto Paso: Análisis del impacto utilizando el Programa SIGER.**

Mediante la utilización del modelo para el sistema de gestión de riesgo SIGER, se realizaron diversas pruebas para conocer el nivel del impacto que el huracán Eta represento en los distintos municipios de la RACCN. La determinación del impacto se realizó mediante una secuencia de pasos que consistieron en:

- Valoración del impacto por municipio
- Definición de factores de reducción del impacto.
- Valoración de la vulnerabilidad y la amenaza combinada

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con SIGER, para el análisis del impacto para cada uno de los municipios de la RACCN:

**Figura 16: Informe de impacto municipio de Waspam (Mun-1)**



Fuente: Blanco. R, Jalina. C, López. E

Figura 17: Informe de impacto municipio de Puerto Cabezas (Mun-2)

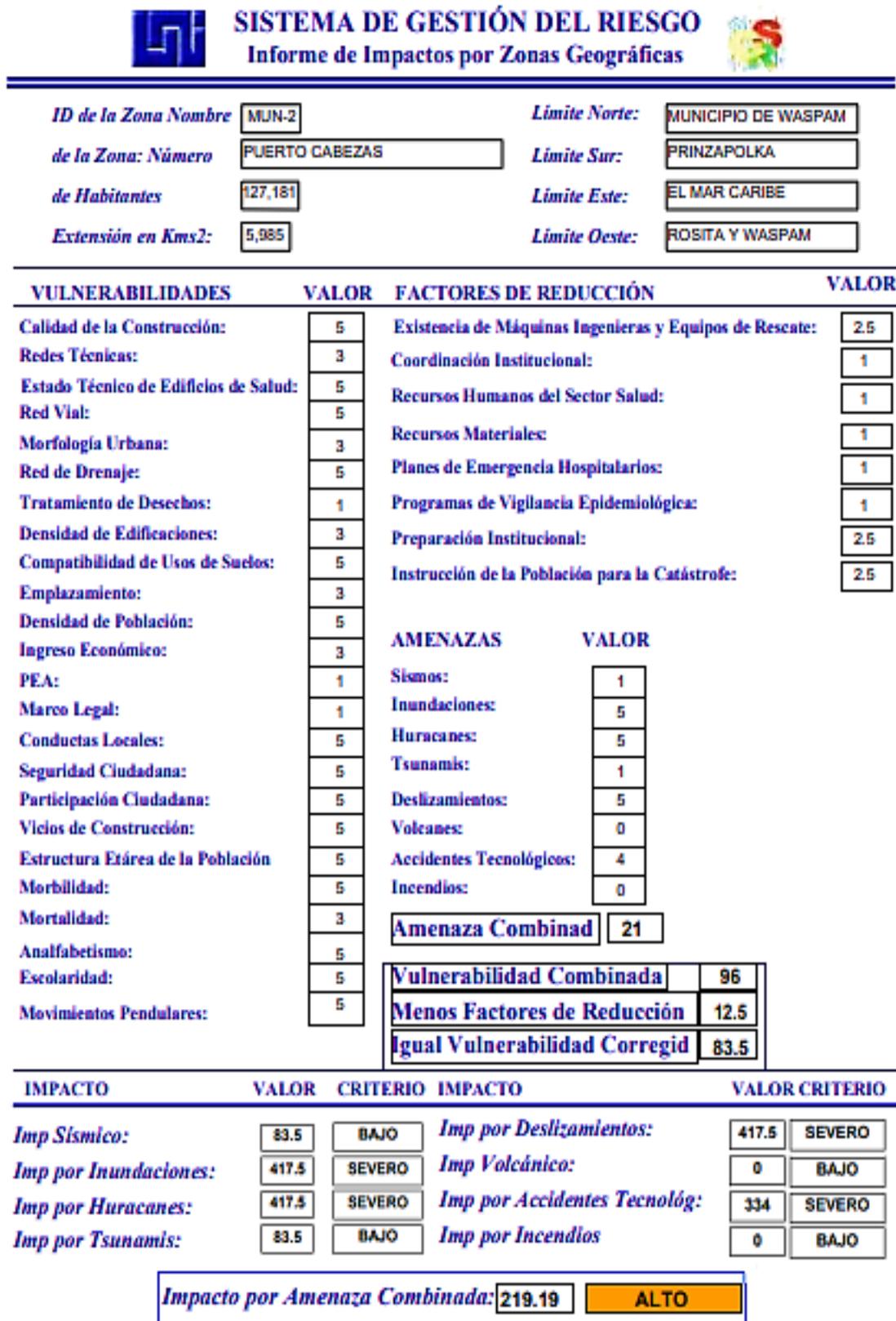


Figura 18: Informe de impacto municipio de Bonanza (Mun-3)

SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO		Informe de Impactos por Zonas Geográficas	
ID de la Zona	MUN-3	Límite Norte:	MUNICIPIO DE WASPAM
Nombre de la Zona:	BONANAZA	Límite Sur:	SIUNA
Número de Habitantes	29837	Límite Este:	ROSITA
Extensión en Kms <sup>2</sup> :	2,039	Límite Oeste:	EL CÚA BOCAY

VULNERABILIDADES	VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN	VALOR
Calidad de la Construcción:	5	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:	1
Redes Técnicas:	5	Coordinación Institucional:	1
Estado Técnico de Edificios de Salud:	3	Recursos Humanos del Sector Salud:	1
Red Vial:	5	Recursos Materiales:	1
Morfología Urbana:	5	Planes de Emergencia Hospitalarios:	1
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:	2.5
Tratamiento de Desechos:	5	Preparación Institucional:	2.5
Densidad de Edificaciones:	1	Instrucción de la Población para la Catástrofe:	2.5
Compatibilidad de Usos de Suelos:	5		
Emplazamiento:	3		
Densidad de Población:	3		
Ingreso Económico:	3		
PEA:	5		
Marco Legal:	3		
Conductas Locales:	3		
Seguridad Ciudadana:	3		
Participación Ciudadana:	1		
Vicios de Construcción:	5		
Estructura Etárea de la Población	3		
Morbilidad:	5		
Mortalidad:	5		
Analfabetismo:	1		
Escolaridad:	3		
Movimientos Pendulares:	1		

AMENAZAS	VALOR
Sismos:	1
Inundaciones:	5
Huracanes:	5
Tsunamis:	2
Deslizamientos:	5
Volcanes:	1
Accidentes Tecnológicos:	4
Incendios:	0
<b>Amenaza Combinad</b>	<b>23</b>

<b>Vulnerabilidad Combinada</b>	<b>86</b>
<b>Menos Factores de Reducción</b>	<b>12.5</b>
<b>Igual Vulnerabilidad Corregid</b>	<b>73.5</b>

IMPACTO	VALOR	CRITERIO	IMPACTO	VALOR	CRITERIO
<i>Imp Sísmico:</i>	73.5	BAJO	<i>Imp por Deslizamientos:</i>	367.5	SEVERO
<i>Imp por Inundaciones:</i>	367.5	SEVERO	<i>Imp Volcánico:</i>	73.5	BAJO
<i>Imp por Huracanes:</i>	367.5	SEVERO	<i>Imp por Accidentes Tecnológ:</i>	294	SEVERO
<i>Imp por Tsunamis:</i>	147	MODERADO	<i>Imp por Incendios</i>	0	BAJO

<b>Impacto por Amenaza Combinada:</b>	<b>211.31</b>	<b>ALTO</b>
---------------------------------------	---------------	-------------

Figura 19: Informe de impacto municipio de Rosita (Mun-4)

VULNERABILIDADES		VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN		VALOR
Calidad de la Construcción:	5	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:			1
Redes Técnicas:	3	Coordinación Institucional:			2.5
Estado Técnico de Edificios de Salud:	5	Recursos Humanos del Sector Salud:			2.5
Red Vial:	5	Recursos Materiales:			1
Morfología Urbana:	5	Planes de Emergencia Hospitalarios:			1
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:			1
Tratamiento de Desechos:	5	Preparación Institucional:			2.5
Densidad de Edificaciones:	5	Instrucción de la Población para la Catástrofe:			2.5
Compatibilidad de Usos de Suelos:	5				
Emplazamiento:	5				
Densidad de Población:	5	<b>AMENAZAS</b>	<b>VALOR</b>		
Ingreso Económico:	3	Sismos:	1		
PEA:	3	Inundaciones:	5		
Marco Legal:	3	Huracanes:	5		
Conductas Locales:	5	Tsunamis:	1		
Seguridad Ciudadana:	3	Deslizamientos:	5		
Participación Ciudadana:	3	Volcanes:	0		
Vicios de Construcción:	5	Accidentes Tecnológicos:	3		
Estructura Etárea de la Población:	3	Incendios:	0		
Morbilidad:	5	<b>Amenaza Combinad</b>	<b>20</b>		
Mortalidad:	5	<b>Vulnerabilidad Combinada</b>	<b>98</b>		
Analfabetismo:	1	<b>Menos Factores de Reducción</b>	<b>14</b>		
Escolaridad:	5	<b>Igual Vulnerabilidad Corregid</b>	<b>84</b>		
Movimientos Pendulares:	1				

IMPACTO	VALOR	CRITERIO	IMPACTO	VALOR	CRITERIO
Imp Sísmico:	84	BAJO	Imp por Deslizamientos:	420	SEVERO
Imp por Inundaciones:	420	SEVERO	Imp Volcánico:	0	BAJO
Imp por Huracanes:	420	SEVERO	Imp por Accidentes Tecnológ:	252	ALTO
Imp por Tsunamis:	84	BAJO	Imp por Incendios	0	BAJO

<b>Impacto por Amenaza Combinada:</b>	<b>210</b>	<b>ALTO</b>
---------------------------------------	------------	-------------

Figura 20: Informe de impacto municipio de Siuna (Mun-5)

SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO		Informe de Impactos por Zonas Geográficas	
ID de la Zona Nombre	MUN-5	Límite Norte:	BONANZA
de la Zona: Número	SIUNA	Límite Sur:	PAWAS Y RIO BLANCO
de Habitantes	104085	Límite Este:	ROSITA, PRINZAPOLKA Y
Extensión en Kms2:	3,422	Límite Oeste:	WASLALA Y EL CÚA BOC

VULNERABILIDADES	VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN	VALOR
Calidad de la Construcción:	5	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:	1
Redes Técnicas:	5	Coordinación Institucional:	2.5
Estado Técnico de Edificios de Salud:	5	Recursos Humanos del Sector Salud:	2.5
Red Vial:	5	Recursos Materiales:	1
Morfología Urbana:	5	Planes de Emergencia Hospitalarios:	1
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:	1
Tratamiento de Desechos:	5	Preparación Institucional:	2.5
Densidad de Edificaciones:	5	Instrucción de la Población para la Catástrofe:	2.5
Compatibilidad de Usos de Suelos:	5		
Emplazamiento:	5		
Densidad de Población:	5		
Ingreso Económico:	5		
PEA:	1		
Marco Legal:	1		
Conductas Locales:	5		
Seguridad Ciudadana:	5		
Participación Ciudadana:	5		
Vicios de Construcción:	5		
Estructura Etárea de la Población	5		
Morbilidad:	1		
Mortalidad:	5		
Analfabetismo:	1		
Escolaridad:	5		
Movimientos Pendulares:	3		

AMENAZAS	VALOR
Sismos:	0
Inundaciones:	5
Huracanes:	5
Tsunamis:	0
Deslizamientos:	5
Volcanes:	0
Accidentes Tecnológicos:	4
Incendios:	0
<b>Amenaza Combinad</b>	<b>19</b>

<b>Vulnerabilidad Combinada</b>	<b>102</b>
<b>Menos Factores de Reducción</b>	<b>14</b>
<b>Igual Vulnerabilidad Corregid</b>	<b>88</b>

IMPACTO	VALOR	CRITERIO	IMPACTO	VALOR	CRITERIO
Imp Sísmico:	0	BAJO	Imp por Deslizamientos:	440	SEVERO
Imp por Inundaciones:	440	SEVERO	Imp Volcánico:	0	BAJO
Imp por Huracanes:	440	SEVERO	Imp por Accidentes Tecnológ:	352	SEVERO
Imp por Tsunamis:	0	BAJO	Imp por Incendios	0	BAJO

<b>Impacto por Amenaza Combinada:</b>	<b>209</b>	<b>ALTO</b>
---------------------------------------	------------	-------------

Figura 21: Informe de impacto municipio de Prinzapolka (Mun-6)

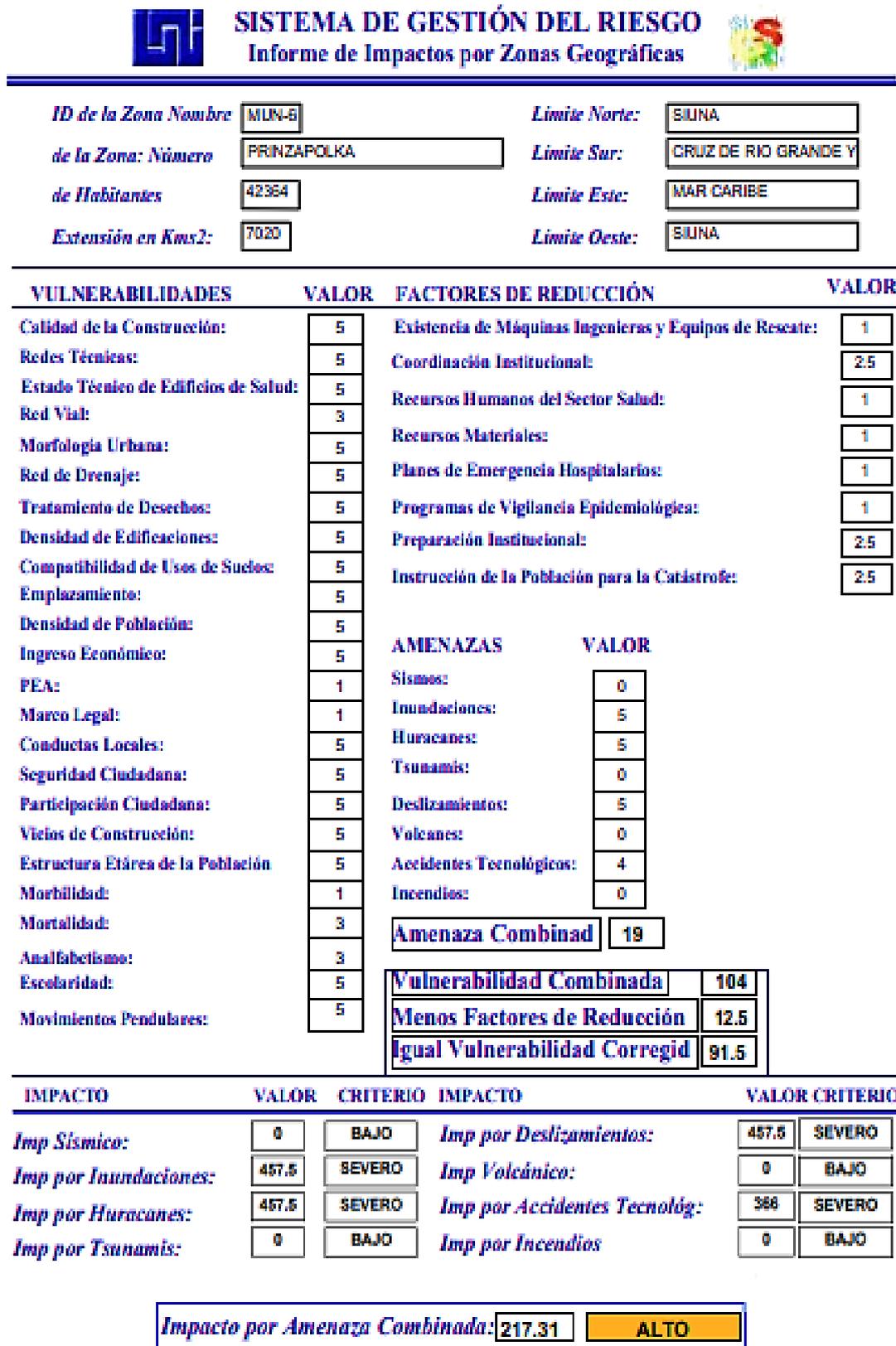


Figura 22: Informe de impacto municipio de Mulukukú (Mun-7)

**SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO**  
 Informe de Impactos por Zonas Geográficas

---

ID de la Zona Nombre	MUN-7	Límite Norte:	SIJUNA
de la Zona: Número	MULUKUKÚ	Límite Sur:	PAIWAS Y RIO BLANCO
de Habitantes	72260	Límite Este:	PRINZAPOLKA Y LA CRU
Extensión en Kms2:	1330	Límite Oeste:	WASLALA Y RIO BLANCO

---

VULNERABILIDADES	VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN	VALOR
Calidad de la Construcción:	5	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:	1
Redes Técnicas:	3	Coordinación Institucional:	2.5
Estado Técnico de Edificios de Salud:	5	Recursos Humanos del Sector Salud:	1
Red Vial:	3	Recursos Materiales:	1
Morfología Urbana:	5	Planes de Emergencia Hospitalarios:	1
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:	1
Tratamiento de Desechos:	3	Preparación Institucional:	2.5
Densidad de Edificaciones:	5	Instrucción de la Población para la Catástrofe:	2.5
Compatibilidad de Usos de Suelos:	3		
Emplazamiento:	5		
Densidad de Población:	3		
Ingreso Económico:	5	<b>AMENAZAS</b>	<b>VALOR</b>
PEA:	1	Sismos:	0
Marco Legal:	1	Inundaciones:	5
Conductas Locales:	5	Huracanes:	5
Seguridad Ciudadana:	3	Tsunamis:	0
Participación Ciudadana:	5	Deslizamientos:	5
Vicios de Construcción:	5	Volcanes:	0
Estructura Etárea de la Población	3	Accidentes Tecnológicos:	3
Morbilidad:	1	Incendios:	0
Mortalidad:	3	<b>Amenaza Combinad</b>	<b>18</b>
Analfabetismo:	3		
Escolaridad:	3	<b>Vulnerabilidad Combinada</b>	<b>84</b>
Movimientos Pendulares:	1	<b>Menos Factores de Reducción</b>	<b>12.5</b>
		<b>Igual Vulnerabilidad Corregid</b>	<b>71.5</b>

---

IMPACTO	VALOR	CRITERIO	IMPACTO	VALOR	CRITERIO
<i>Imp Sismico:</i>	0	BAJO	<i>Imp por Deslizamientos:</i>	357.5	SEVERO
<i>Imp por Inundaciones:</i>	357.5	SEVERO	<i>Imp Volcánico:</i>	0	BAJO
<i>Imp por Huracanes:</i>	357.5	SEVERO	<i>Imp por Accidentes Tecnológ:</i>	214.5	ALTO
<i>Imp por Tsunamis:</i>	0	BAJO	<i>Imp por Incendios</i>	0	BAJO

<b>Impacto por Amenaza Combinada:</b>	160.88	MODERADO
---------------------------------------	--------	----------

Figura 23: Informe de impacto municipio de Waslala (Mun-8)

SISTEMA DE GESTIÓN DEL RIESGO		Informe de Impactos por Zonas Geográficas	
<b>ID de la Zona Nombre</b>	MUN-8	<b>Límite Norte:</b>	SIUNA
<b>de la Zona: Número</b>	WASLALA	<b>Límite Sur:</b>	RIO BLANCO Y RANCHO
<b>de Habitantes</b>	53169	<b>Límite Este:</b>	SIUNA
<b>Extensión en Kms2:</b>	1905	<b>Límite Oeste:</b>	RANCHO GRANDE Y EL

VULNERABILIDADES	VALOR	FACTORES DE REDUCCIÓN	VALOR
Calidad de la Construcción:	5	Existencia de Máquinas Ingenieras y Equipos de Rescate:	1
Redes Técnicas:	3	Coordinación Institucional:	2.5
Estado Técnico de Edificios de Salud:	5	Recursos Humanos del Sector Salud:	1
Red Vial:	3	Recursos Materiales:	1
Morfología Urbana:	5	Planes de Emergencia Hospitalarios:	1
Red de Drenaje:	5	Programas de Vigilancia Epidemiológica:	1
Tratamiento de Desechos:	3	Preparación Institucional:	2.5
Densidad de Edificaciones:	5	Instrucción de la Población para la Catástrofe:	2.5
Compatibilidad de Usos de Suelos:	3		
Emplazamiento:	3		
Densidad de Población:	5	<b>AMENAZAS</b>	<b>VALOR</b>
Ingreso Económico:	5	Sismos:	0
PEA:	1	Inundaciones:	5
Marco Legal:	1	Huracanes:	5
Conductas Locales:	5	Tsunamis:	0
Seguridad Ciudadana:	3	Deslizamientos:	5
Participación Ciudadana:	5	Volcames:	0
Vicios de Construcción:	5	Accidentes Tecnológicos:	3
Estructura Etárea de la Población	5	Incendios:	0
Morbilidad:	1	<b>Amenaza Combinad</b>	<b>18</b>
Mortalidad:	3	<b>Vulnerabilidad Combinada</b>	<b>86</b>
Analfabetismo:	1	<b>Menos Factores de Reducción</b>	<b>12.5</b>
Escolaridad:	3	<b>Igual Vulnerabilidad Corregid</b>	<b>73.5</b>
Movimientos Pendulares:	3		

IMPACTO	VALOR	CRITERIO	IMPACTO	VALOR	CRITERIO
<i>Imp Sísmico:</i>	0	BAJO	<i>Imp por Deslizamientos:</i>	367.5	SEVERO
<i>Imp por Inundaciones:</i>	367.5	SEVERO	<i>Imp Volcánico:</i>	0	BAJO
<i>Imp por Huracanes:</i>	367.5	SEVERO	<i>Imp por Accidentes Tecnológ:</i>	220.5	ALTO
<i>Imp por Tsunamis:</i>	0	BAJO	<i>Imp por Incendios</i>	0	BAJO

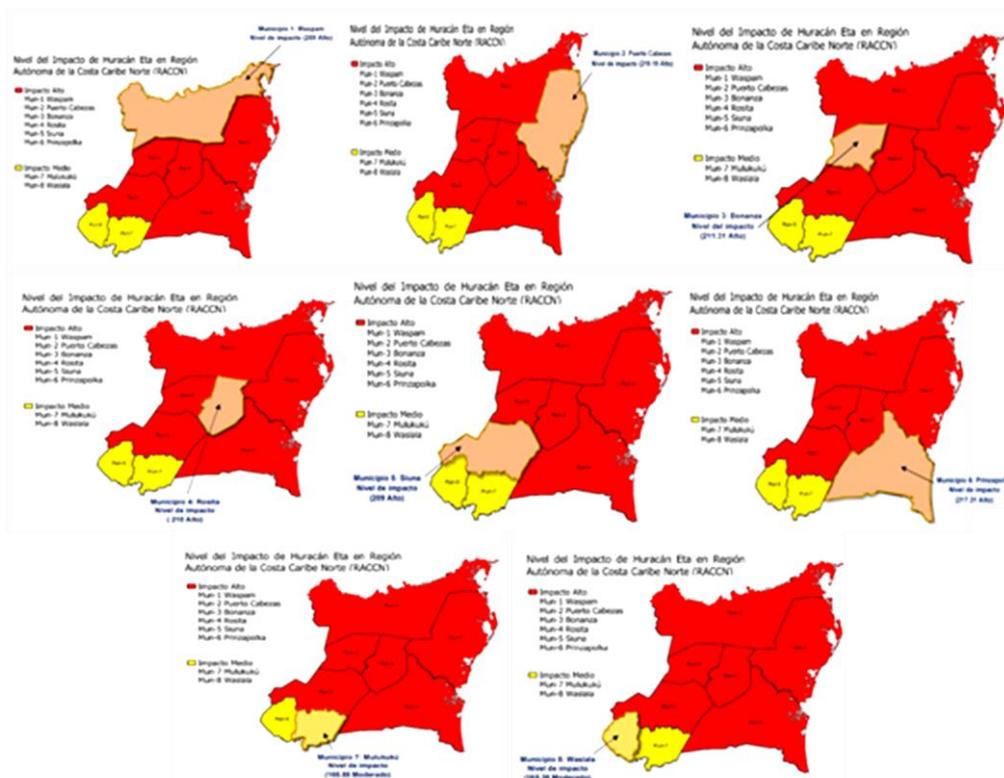
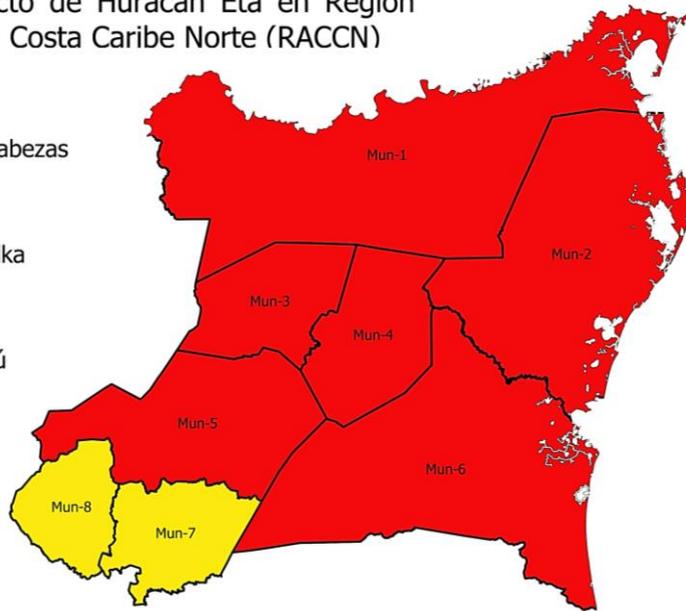
<b>Impacto por Amenaza Combinada:</b>	<b>165.38</b>	<b>MODERADO</b>
---------------------------------------	---------------	-----------------

Mediante la utilización del modelo para el sistema de gestión de riesgo SIGER, se determinó que los municipios que presentan un mayor nivel de impacto fueron Puerto Cabezas con un valor de daño de 219.19 y Prinzapolka con 217.31, mientras los municipios que sufrieron un impacto moderado fueron Waslala con 165.68 y Mulukukú con 160.88, esto se debe a la trayectoria que siguió el huracán Eta al entrar al territorio nicaragüense.

**Figura 24: Mapa del nivel de impacto del huracán Eta en la RACCN**

Nivel del Impacto de Huracán Eta en Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN)

- Impacto Alto
  - Mun-1 Waspam
  - Mun-2 Puerto Cabezas
  - Mun-3 Bonanza
  - Mun-4 Rosita
  - Mun-5 Siuna
  - Mun-6 Prinzapolka
- Impacto Medio
  - Mun-7 Mulukukú
  - Mun-8 Waslala



Fuente: Blanco, R, Jalina, C, López, E

## 6.4 Recomendaciones ante futuros huracanes en la RACCN

1. Fortalecer los centros de operaciones de las Regiones Autónomas con medios para el seguimiento y monitorio de fenómenos adversos.
2. Examinar la ubicación de los asentamientos que están en la rivera de los ríos y reubicarlos en zonas que no sean propensa a inundaciones, considerando la información relativa del riesgo de inundación local.
3. Mejorar los sistemas de alerta temprana (SAT) en las comunidades afectadas por inundaciones y deslizamiento.
4. Fortalecer las capacidades de auto cuidado en las poblaciones locales y de la institucionalidad pública y organizacional de la población.
5. Implementar prácticas ambientales y de adaptación al cambio climático, que permitan desarrollar mayor resiliencia a las comunidades más vulnerables
6. Realizar mapas de zonificación de inundaciones y deslizamientos, con el fin de conocer los lugares mas vulnerables de la zona.
7. Tener en cuenta las consideraciones de diseño y construcción indicadas en la cartilla de la construcción de Nicaragua certificada por el Ministerio de Transporte en Infraestructura (MTI), analizando la velocidad básica del viento, la topografía y escabrosidad del terreno, presión del viento, efectos dinámicos, efectos de direccionalidad del viento, materiales de construcción, diseño de construcción, entre otros; con el fin de reducir el nivel de vulnerabilidad presente en la zona y de esta manera prever con más certeza, futuras eventualidades de riesgo.

## VIII. CONCLUSIONES

- ❖ Las condiciones atmosféricas que generaron el desarrollo del huracán Eta se debieron a la influencia del Fenómeno la Niña, el cual provocó un enfriamiento en el Océano Pacífico, pero un calentamiento en el Océano Atlántico, creando condiciones óptimas para el desarrollo de una depresión tropical el día sábado 31 de octubre del año 2020, la cual continuó desarrollándose hasta convertirse en huracán categoría dos el día lunes 02 de noviembre del año 2020, convirtiéndose en huracán categoría cuatro y tocando tierra en territorio nicaragüense en el día martes 03 de noviembre del 2020 al Sur de Puerto Cabezas, con vientos máximos sostenidos de 230 kph, degradándose gradualmente durante la noche a categoría dos y luego a categoría uno, sobre el Oeste y Suroeste de Puerto Cabezas, y en la madrugada del día miércoles 04 se degradó a Tormenta Tropical desplazándose por el Norte de Nicaragua hacia Honduras, alejándose de esta manera del territorio nicaragüense.
- ❖ Mediante la adaptación de la metodología del sistema de gestión de riesgo (SIGER) para el análisis del impacto del huracán Eta en la Región Autónoma Costa Caribe Norte de Nicaragua (RACCN), se analizó que el 80 % de los municipios comprendidos en la RACCN, presentaron un nivel de amenaza alto provocado por deslizamientos e inundaciones y un 75 % de vulnerabilidad donde se evaluaron componentes físicas, económicas, legales y sociales de la zona; determinándose que los municipios que presentan un mayor nivel de impacto fueron Puerto Cabezas con un valor de daño de 219.19 y Prinzapolka con 217.31, mientras los municipios que sufrieron un impacto moderado fueron Waslala con 165.68 y Mulukukú con 160.88, esto se debe a la trayectoria que siguió el huracán Eta al entrar en el territorio nicaragüense.
- ❖ Se hace mención que debido a que no se contó con datos suministrados de SINAPRED, se utilizaron informes elaborados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) e informes del Centro Humboldt.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA). (2019). Huracanes y tormentas tropicales.
- AEMET, A. (2021). *Más y peores huracanes: lo que está por llegar en los próximos años*. (E. Confidencial, Ed.)
- Banco Central de Nicaragua. (2012). *El Huracan Mitch En Nicaragua*. Nicaragua.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático*.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2018). Plataformas para monitorear huracanes y desastres en ciudades. *IDB*.
- Carballo, C. (2019). Cómo influye el cambio climático en los huracanes . *GREENPEACE*.
- Castro, M. (2020). Huracán: características, causas, tipos, consecuencias. *lifeder*.
- Centro Nacional de Huracanes (NHC). (2021). *El papel del oceano en los huracanes*. EE.UU.
- Centro Nacional de Huracanes (NHC). (2021). *Informe de Ciclón Tropical, Huracán ETA*. EE.UU.
- Céspedes, O. (2006, noviembre 10). *Propuesta de un modelo de gestion del riesgo para San Francisco Libre, aplicando Ingenieria de Sistemas*.
- Chan, J. C. (2005). *The physics of tropical cyclone motion* (Vol. 37).
- ERN. (2011). *Metodología de modelación probabilística de riesgos naturales* . Nicaragua.
- FAO. (2020). Impacto de desastres por fenomenos naturales.
- FILAC. (2020). *Consecuencias de la temporada de huracanes 2020 sobre comunidades indígenas en Centroamérica*. La Paz, Bolivia.
- Fitzpatrick, P. (1999). *Desastres Naturales - Huracanes*. Santa Bárbara, CA.
- Funds Society. (2021). Infraestructuras sociales, invertir en activos esenciales para la sociedad. *Funds Society*.
- Greenspace. (2021). *Llega Lorenzo: cómo influye el cambio climático en los huracanes*.
- Hernández, R., & Cols. (2013). Metodología de la investigación. 4, 839. DF, México: Editores S.A. de C.V.
- INETER & SINAPRED. (2020). *Vulneranilidad y Amenazas Natutales* . Nicaragua.

- Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra (LANOT). (2018). *Investigaciones Geográficas*. Mexico.
- Landsberg, H. (1960). *Las tormentas tropicales juegan un papel en el equilibrio meteorológico del hemisferio norte*.
- NASA & NOAA. (2017). Satélites Ambientales Operacionales Geoestacionarios — Serie R. *GOES-R*.
- NASA. (2019, Diciembre). ¿Cómo se forman los huracanes? *NASA Space Place*.
- NASA. (2019). Red de satélites GOES. *NASA*.
- NOAA . (2021). *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Retrieved from NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory
- NOAA, A. O., & NHC, C. N. (2019). *Centro Nacional de Huracanes y Centro de Huracanes del Pacífico*.
- NOAA, O., & NCH, C. (n.d.). *Centro Nacional De Huracanes Y Centro De Huracanes Del Pacífico*.
- OCHA. (2021, Agosto 20). *Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios*.
- OEA, O. (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*.
- Pabón, J. D. (2001). *La atmósfera, el tiempo y el clima*. Colombia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2010). *Evaluación del Riesgo de Desastres*.
- Ramírez Barajas, P. J. (2021). La importancia de los huracanes para el clima.
- Rodgers, K. P. (1991). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños*. Washington D.C.
- Rosales, B. (2001). *Metodología para la Evaluación de la Vulnerabilidad de los componentes del medio construido en asentamientos humanos*.
- Rosales, B. (2001). *Sistema de Gestion del Riesgo (SIGER)*.
- Rosengaus Moshinsky/, M., Jiménez Espinosa, M., & Vázquez Conde, M. (20021). *Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México*.
- SINAPRED. (2010). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo*. Managua, Nicaragua.
- SINAPRED, AFP, & OCHA. (2021). *Plan de acción Nicaragua, Huracanes ETA e IOTA*. Nicaragua.

## X. ANEXOS

Fotos del antes y después del paso del huracán Eta por territorio nicaragüense en parte de la zona de la RACCN.

### *Anexo 2: Zona de RACCN, abril 2020*



*Fuente: Google Earth*

### *Anexo 1: Zona de RACCN, enero 2021*



*Fuente: Google Earth*

## Imágenes del evento

### *Anexo 3: Fotos de daños provocados por el huracán Eta*



Fuente: UNICEF, 2020