



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS NACIONALES Y
SERVICIOS AMBIENTALES



**ESPECIALIDAD EN MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO APLICADO A LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

Título:

Propuesta de Mitigación y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático

**En el punto más Crítico por Inundación del “Proyecto Vial Rama-Laguna de Perlas”
(Región Autónoma de la Costa Caribe Sur-RACCS)**

**Proyecto de Graduación para optar al Título de Especialista en Mitigación y Adaptación
al Cambio Climático aplicado a la Infraestructura Vial.**

Autores:

**AUGUSTO DE JESUS VELEZ DURAN
JOSE ESTEBAN BLANDON DUARTEZ
YERAL DE JESUS GUTIERREZ JARQUIN**

Tutor:

DR. FRANCISCO MENDOZA VELASQUEZ

Asesor:

M.SC. BENJAMIN ROSALES RIVERA

DEDICATORIA

El presente está dedicado primeramente al Creador de todas las cosas, que nos da la sabiduría Inteligencia y la fortaleza para salir adelante y vencer los retos en nuestras vidas.

De igual forma, dedicamos esta Especialidad a nuestros padres por ser el pilar más importante, quienes con su amor y apoyo incondicional nos dan la fortaleza para salir adelante en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes son fundamentales en nuestra formación diaria y con su aporte nos ayudan a enfrentar la gran tarea de afrontar a la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente queremos agradecer a Dios por darnos la fuerza necesaria en todos los momentos en que lo necesitamos por bendecirnos con la gracia de caminar a nuestro lado durante toda nuestras vidas y sobre todo por habernos permitido culminar de manera exitosa otra etapa más de preparación académica

A nuestras familias, por su entrega constante a cada uno de nosotros, quienes con su incondicional apoyo, nos dan soporte en nuestra lucha diaria de nuestra formación.

Agradecimiento a cada uno de los docentes que nos proporcionaron conocimientos en nuestro crecimiento profesional a lo largo de esta etapa, haciendo de nosotros mejores profesionales.

De igual forma queremos agradecer a nuestro Tutor: Dr. Francisco Mendoza Velásquez, Asesor metodológico, MSc. Benjamín Rosales Rivera, quienes con sus consejos, conocimientos y principalmente por el tiempo dedicado en la revisión de nuestro trabajo nos ayudaron en la culminación del mismo.

A cada uno de los que hicieron posible poder llevar a cabo esta especialidad, principalmente al Ministerio de Transporte e Infraestructura por medio del Gobierno de la Republica de Nicaragua, que el día de hoy estamos finalizando.

Índice General:

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	8
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	9
1.1. Introducción	9
1.2. Objetivos.....	11
1.2.1. <i>Objetivo General.....</i>	<i>11</i>
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	<i>11</i>
1.3. Marco Teórico.....	12
1.4. Diseño Metodológico	16
1.4.1. <i>Universo/Muestra</i>	<i>16</i>
1.4.2. <i>Técnicas de recopilación de datos</i>	<i>17</i>
1.4.3. <i>Instrumentos y procedimientos aplicados a cada objetivo específico.....</i>	<i>17</i>
1.4.4. <i>Cuadro de Certitud Metódica.....</i>	<i>18</i>
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	19
2.1. Localización del Proyecto.....	19
2.2. Situación actual del proyecto.....	19
2.3. Objetivos del Proyecto.....	19
2.4. Costo del Proyecto.....	21
2.5. Evaluación Socioeconómica del Proyecto	21
2.5.1. <i>Metodología del Estudio</i>	<i>22</i>
2.5.2. <i>Volumen y Clasificación Vehicular</i>	<i>24</i>
2.5.3. <i>Distribución de Tráfico.....</i>	<i>27</i>
2.5.4. <i>Máximo Volumen Horario (MVH).....</i>	<i>27</i>
2.5.5. <i>Proyecciones de Tráfico</i>	<i>28</i>
2.6. Beneficiarios del Proyecto.....	29
2.7. Síntesis del Capítulo	29
3.1. Zona Área de Influencia del Proyecto	30
3.2. Medio Biótico.....	30
3.2.1. <i>Flora.....</i>	<i>30</i>
3.2.2. <i>Fauna.....</i>	<i>31</i>
3.2.3. <i>Áreas Protegidas</i>	<i>33</i>
3.3. Medio Abiótico.....	33
3.3.1. <i>Suelo.....</i>	<i>33</i>
3.3.2. <i>Geología y Geomorfología</i>	<i>35</i>
3.3.3. <i>Clima.....</i>	<i>38</i>
3.3.4. <i>Agua</i>	<i>42</i>
3.4. Medio Socioeconómico	42
3.4.1. <i>Población</i>	<i>42</i>
3.4.2. <i>Principales actividades económicas y productivas dentro del área de influencia directa.....</i>	<i>44</i>
3.4.3. <i>Transporte Acuático</i>	<i>45</i>
3.4.4. <i>Organización territorial</i>	<i>46</i>

3.5. Síntesis del Capítulo	47
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO (O DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	48
4.1. Evaluación de la amenaza	48
4.1.1 <i>Evaluación del Componente Bioclimático</i>	48
4.1.2 <i>Evaluación del Componente Geología</i>	49
4.1.3 <i>Evaluación del Componente Ecosistema</i>	50
4.1.4 <i>Evaluación del Componente Medio Construido</i>	51
4.1.5 <i>Evaluación del Componente de Interacción (Contaminación)</i>	51
4.1.6 <i>Evaluación del Componente Institucional Social.....</i>	53
4.1.7 <i>Resumen de la Evaluación.....</i>	53
4.2 Evaluación de la Vulnerabilidad	54
4.2.1 <i>Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 1.....</i>	54
4.2.2 <i>Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 2.....</i>	55
4.2.3 <i>Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 3.....</i>	56
4.2.4 <i>Histograma de Evaluación de Vulnerabilidad.....</i>	57
4.3 Balance de Riesgo:	58
4.4 Evaluación del riesgo en ejecución y operación de proyectos.....	59
4.5 Síntesis del Capítulo	59
CAPÍTULO 5: MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÉTICO..	60
5.1. Introducción	60
5.2. Medida de Mitigación al riesgo de Inundación.....	60
5.2.1. <i>Hallazgos, Cálculos y Consideraciones sobre el problema</i>	60
5.3. Sección Típica en tramo bajo estudio.....	61
5.4. Planta y Perfil de rasante, en tramo considerado.	62
5.5. Topografía de detalle para área de influencia en tramo bajo estudio.....	62
5.6. Determinación del NAME y nivel freático en casa aleña al tramo analizado	62
5.7. Perfil del terreno desde el tramo considerado, hasta la costa de Laguna de Perlas. ...	63
5.8. Determinación del caudal total, causado por el huracán Otto	63
5.9. Análisis de tormentas causadas en el sitio de interés, por otros huracanes	65
5.10. Diseño de posible canal, hacia el Sureste.....	66
5.11. Implementación de Sistemas de Sub-drén.....	67
5.12. Síntesis del capítulo.....	67
CAPÍTULO 6: ASPECTOS FINALES	69
6.1 Conclusiones.....	69
6.2 Recomendaciones.....	71
6.3 Bibliografía	72
6.4 Anexos	73

Índice de Tablas/Cuadros

	Pág.
Tabla No.1: Cuadro de Certitud Metódica.....	19
Tabla No.2: Dependencia de Estaciones Anuario de Tráfico 2015.....	24
Tabla No.3: Factores de ajustes de EMC 700:	25
Tabla No.4: Tipología Vehicular. Anuario de Tráfico 2015.....	27
Tabla No.5: Distribución Direccional Estación N° 1 y N° 2.....	28
Tabla No.6: Máximo Volumen Horario (MVH).....	28
Tabla No.7: Beneficiarios del Proyecto	30
Tabla No.8: Principales Especies Vegetales	32
Tabla No.9: Áreas silvestres en la zona	34
Tabla No.10: Comunidades beneficiadas con el proyecto	44
Tabla No.11: Población beneficiada indirecta	45
Tabla No.12: Composición de la Población.....	47
Tabla No.13: Población por étnias.....	48

Índice de Fotos

	Pág.
Foto No.1: Desembocadura En Laguna De Perlas, Del Caño Creek Awas Tigny.....	44
Foto No.2: Desembocadura En Laguna De Perlas, Del Caño Creek Awas Tigny.....	44
Foto No.3: Hallazgos, Cálculos y Consideraciones sobre el problema.....	61

Índice de Mapas

	Pág.
Mapa No.1: Localización del tramo y de las Estaciones de Conteo.....	21
Mapa No.2: Localización de las Estaciones de Conteo 1 y 2	23
Mapa No.3: Mapa de órdenes de suelo en el AIP	36
Mapa No.4: Mapa de provincias geológicas de Nicaragua.....	37
Mapa No.5: Mapa de formaciones geológicas en el Corredor Rama-Laguna de Perlas....	37
Mapa No.6: Mapa de clasificación climática.....	39
Mapa No.7: Mapa de precipitación Media Anual	40
Mapa No.8: Mapa de Humedad relativa.....	42
Mapa No.9: Cuencas del C4A al C9.....	64
Mapa No.10: Cuencas del C10 a la C13.....	65
Mapa No.11: Cuencas del C14 a la C23.....	65
Mapa No.12: Cuenca del Rio Sam Lorenzo.....	65

Índice de Gráficos

	Pág.
Gráfico No.1: Vida útil de diferentes tipos de infraestructura en función del C.C.....	14
Gráfico No.2: Distribución de la temperatura prom. de la Cuenca del río El Zapote.....	41
Gráfico No.3: Distribución de la humedad relativa, en el área de Nueva Guinea.....	42
Gráfico No.4: Porcentaje de pobreza en Población.....	46

RESUMEN

El presente trabajo trata de la Propuesta de Mitigación y Adaptación a los Efectos del Cambio Climático en el punto más Crítico por Inundación del “Proyecto Vial Rama-Laguna de Perlas” en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur-(RACCS), precisamente ubicado este en el tramo comprendido de Laguna de Perlas.

Uno de los principales problemas que atraviesa este tramo es que todas las alcantarillas drenan de norte a sur de la carretera, y tienen bien definida su cuenca tributaria respectiva, sin embargo, en su conjunto, desembocan, a la derecha de la carretera, en una planicie, que por su escasa pendiente, posee una baja capacidad de descarga hacia la laguna de Perlas. De tal manera, que, ante tormentas de larga duración (7 días) como la causada por el Huracán Otto, el agua, incluida la que se precipita en la propia planicie, se remansa y forma un embalse temporal en la parte más baja de la referida planicie. Durante la tormenta provocada por el Otto, las aguas del pequeño embalse subieron hasta la elevación de 1.54 msnm y, en consecuencia, retrocedieron formando una cola que inundó ambos lados de la carretera en el tramo comprendido entre la estación 3+000 y la 4+000. Lo anterior quiere decir que las alcantarillas del tramo, en algún momento, por estar ubicadas en las partes más bajas del terreno, dejan de drenar de izquierda a derecha y hasta se revierte la dirección del flujo.

Para ello se contempla colocar sobre una terracería mejorada con material selecto de banco, un pedraplén cuyos tamaños varían de 20 a 70 cms, sobre el pedraplén 10 cms de material gravoso que sirva como filtro y, a la vez, como nivelador de la superficie rugosa del pedraplén, por encima del filtro un estrato de 30 cms, de material selecto de banco que sería la subbase, a continuación se procedería con una base de 20 cms de material gravoso tratado con cemento, y finalmente aparece un estrato de 18 cms de concreto hidráulico como la superficie de rodamiento.

Otras de las soluciones es proponer el diseño de posible canal, hacia el Sureste, entre tramo inundable y la costa de Laguna de Perlas. Para analizar una posible descarga adicional de las aguas de inundación originadas por eventos extraordinarios, se levantó un perfil longitudinal desde la estación 3+500, en dirección Sureste hasta el sitio Harry´s Point, localizado en la costa de la laguna. El perfil levantado muestra una distancia de 1,048 metros y una altura máxima del terreno de 4.0 msnm.

Otra de las propuesta es construir un sub-drén, el agua subterránea del agua de infiltración, del nivel freático, e incluso de la escorrentía superficial, dando lugar en épocas de lluvia a un caudal considerable, este compuesto de un (geo textil, relleno granular filtrante y la descarga que consiste en un muro de piedra con salida de tubo) del tipo de sub-drén granular filtrante a implementarse a lo largo del tramo crítico.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El cambio climático afecta la infraestructura vial debido al incremento de las precipitaciones que provocan inundaciones en zonas planas o con poca pendiente, y por deslizamientos de taludes. La variabilidad climática se ha manifestado en el incremento de la temperatura e inestabilidad del régimen de lluvias. Hoy las lluvias ya no empiezan en las fechas en las que normalmente estaban previstas; en algunas zonas son más intensas y en otras se han ausentado, ocasionando la presencia de sequías prolongadas.

Nicaragua experimenta de forma progresiva este tipo de impactos sobre la infraestructura vial generando deterioro en sus carreteras. Este cambio en el clima ha ocasionado considerables daños a la agricultura (pérdida de cosechas por efecto de plagas o sequías), inundaciones de zonas pobladas, problemas en la salud humana y los recursos hídricos de la región sean afectados en gran manera, impidiendo el acceso al agua.

En este contexto, en el presente trabajo se estudia uno de los tramos del proyecto vial Rama-Empalme Kukra Hill-Laguna de Perlas que fue afectado por inundaciones en el municipio de Laguna de Perlas localizado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), la cual se encuentra dentro de una zona muy vulnerable ambientalmente, debido principalmente a las condiciones climáticas del Caribe Sur y topografías adversas que predominan en esta zona, constituyendo un tramo de carretera crítica, donde la transitabilidad es muy difícil.

Este estudio surge de la necesidad que tienen los pobladores aledaños a la zona de inundación debido a que en temporadas lluviosas los niveles de agua sobrepasan el nivel de rasante dificultando el paso peatonal o vehicular, además el deterioro de la carretera por la saturación de los suelos lo cual genera un problema a todos los niveles, ya sea en el ámbito global como local, realizando cambio en los patrones culturales y socioeconómicos, el crecimiento demográfico, cultural; entre otros problemas que afectan de forma directa a la población aledaña.

Otro de los factores que han tributado a que haya un desequilibrio son la erosión, la deforestación, la contaminación del agua, pérdida de la biodiversidad trae como consecuencia el aumento de los problemas que preocupan a diversos sectores.

Para realizar el estudio fue indispensable determinar una serie de parámetros y elementos los cuales se obtuvieron a través de la información recopilada de diversos estudios realizados, (levantamiento topográfico, ensayos de laboratorio, registro del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales -INETER, cálculos, etc.) con estos datos se procedió al análisis de los mismos para obtener los elementos necesarios para proponer soluciones a la zona de Inundación.

En general se pretende evaluar la Vulnerabilidad, verificando si se cumplen con las especificaciones y requerimientos establecidos, de tal forma que se generaron propuestas que minimizan y evitan los problemas que en la actualidad se están presentando en el municipio de Laguna de Perlas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Elaborar propuestas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático en el punto crítico por inundación del Proyecto Vial Rama - Empalme Kukra Hill - Laguna de Perlas (Región Autónoma de la Costa Caribe Sur RACCS).

1.2.2. Objetivos Específicos

- i. Describir las principales características del Proyecto Vial Rama-Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas.
- ii. Realizar la caracterización del área de influencia del Proyecto Vial Rama-Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas, con especial atención a los puntos críticos vulnerables a los efectos del Cambio Climático.
- iii. Analizar los riesgos en el punto más crítico del Proyecto.
- iv. Proponer medidas de Mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático en el punto más crítico por inundación en el Proyecto Vial Rama- Laguna de Perlas, con su correspondiente programa de monitoreo.

1.3. Marco Teórico

El cambio climático puede obedecer a procesos naturales internos, cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘cambio climático’ como: ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables’.¹

La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales.

La no linealidad del sistema climático puede llevar a un rápido cambio climático, lo que se denomina a veces fenómenos repentinos o incluso sorprendentes. Algunos de dichos cambios repentinos pueden ser inimaginables, por ejemplo la rápida reorganización de la circulación termohalina, la rápida retirada de los glaciares, o la fusión masiva del permafrost, que llevaría a unos rápidos cambios en el ciclo de carbono. Otros pueden suceder sin que se esperen, como consecuencia del forzamiento fuerte y rápidamente cambiante de un sistema no lineal.

Cuando la temperatura de la superficie se calienta, se produce la fusión del hielo de los glaciares y aumenta la cantidad de agua que se desemboca en los océanos de todo el mundo y pone el peligro a numerosas ciudades que se sitúan bajo el nivel del mar, provocando aumento del Nivel del mar.

Si la temperatura de los océanos se vuelve más cálida, las tormentas son más intensas. En los últimos 30 años, la gravedad y número de ciclones, huracanes y tormentas se han duplicado, lo que genera tormentas asesinas. Existe una gran escasez de agua que disminuye la producción mundial de alimentos, esto conocido como sequías.²

El aumento de las temperaturas de los océanos, así como la deforestación, ponen en peligro a varias especies que pronto podrían extinguirse: el oso polar es el primer ejemplo. Las temperaturas más cálidas, inundaciones y sequías se combinan y crean las condiciones adecuadas para que las ratas, mosquitos así como otras plagas que son portadoras de enfermedades prosperen. Plantas o animales mueren o se trasladan a otros hábitats (no nativos) cuando los ecosistemas se ven amenazados, lo que da como resultado, destrucción de Ecosistemas.

¹ Informe de Síntesis del IPCC. Tercer Informe de Evaluación

² Ídem.

La infraestructura constituye la columna vertebral de las sociedades y sirve como cimiento de la vida económica, social y cultural de las comunidades y países. Una infraestructura resiliente y confiable es esencial para el transporte de bienes y personas, el suministro de energía y agua limpia, para el comercio, la comunicación y la respuesta de emergencia ante los desastres.

Aun así los riesgos que plantea el cambio climático para la infraestructura a menudo no se toman

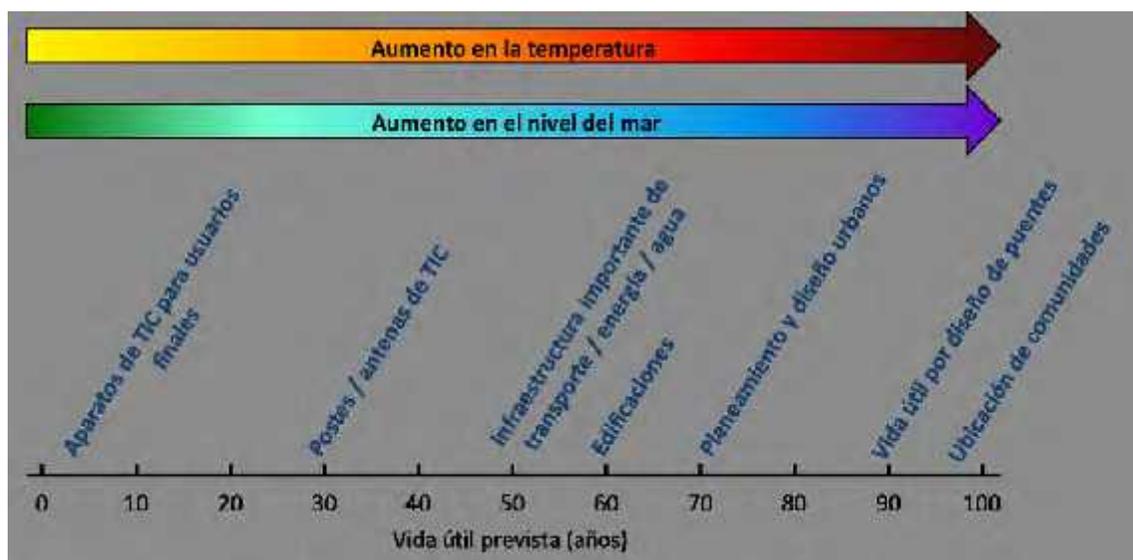


Gráfico 1. Vida útil de diferentes tipos de infraestructura en función del cambio climático a largo plazo.

completamente en cuenta cuando se les planifica, diseña y construye. Por consiguiente, existe la oportunidad de prestar mayor consideración a dichas cuestiones de tanta importancia. La infraestructura abarca una gama de redes de edificaciones y de estructuras individuales que conforman elementos fundamentales de las comunidades dinámicas y funcionales. La infraestructura incluye los sistemas de transporte, agua y eliminación de desechos y redes de energía y comunicaciones. A menudo, la inversión en infraestructura es un componente integral de esfuerzos de desarrollo de mayor amplitud, como los destinados a garantizar la seguridad alimentaria, desarrollar la agricultura o mejorar la salud pública.

Los sistemas de infraestructura se construyen de manera que sean duraderos. Una vez construidos, muchos tipos de infraestructura prestan servicio durante períodos de más de 20, 50 e incluso 100 años. Algunos de los sistemas más importantes y útiles del mundo tienen componentes que han durado más de un siglo (por ejemplo, los ferrocarriles de la India y el sistema de tren subterráneo en el área metropolitana de Nueva York). Si bien algunos tipos de infraestructura se mejoran y reemplazan periódicamente, los proyectos de infraestructura de mayor envergadura – como puentes, sistemas de desagües y edificios públicos – demandan inversiones significativas cuya planificación y construcción pueden requerir muchos años. Una vez que han sido construidos, estos sistemas a menudo prestan servicios durante varias décadas, y frecuentemente determinan los patrones locales y regionales de desarrollo.

En consecuencia, las decisiones sobre la infraestructura que se tomen hoy pueden afectar a varias generaciones.

Debido a que la infraestructura y los servicios que presta son un componente integral de la vitalidad económica y social de las comunidades y países – y porque requieren importantes compromisos financieros e influyen en los patrones de desarrollo – es fundamental que sean diseñados y reciban mantenimiento para que emitan pocas emisiones de carbono, sean resilientes y respondan a los impactos del cambio climático a lo largo del tiempo. En general, mientras mayor sea la vida útil prevista de la infraestructura de uso público, más importante será incorporar consideraciones sobre el cambio climático en su planeamiento y diseño.

Según el IPCC, la sociedad puede adecuarse al cambio climático y sus impactos por medio de estrategias de adaptación y mitigación. Las medidas propuestas son de diversa índole y van encaminadas a la protección de los bienes, los recursos naturales y la vida humana. Algunas de estas medidas están enmarcadas en iniciativas más amplias de planificación del desarrollo y territorio, como la planificación del uso de los recursos hídricos, la protección de las costas, las estrategias de reducción de riesgos de desastre y el uso y desarrollo de fuentes de energía renovable.

Como parte de las estrategias de adaptación están: Construcciones más fuertes y diseñadas para temperaturas extremas, construcción de infraestructura costera para aminorar el impacto de fenómenos climáticos, y planificación del territorio identificando los lugares de alta vulnerabilidad, entre otros.

Una de las estrategias de mitigación que mayor impacto positivo podría tener y que ha sido adoptada por algunos países, consiste en disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente provenientes de las actividades productivas. Adjunta a esta se ha promovido la reforestación y conservación de los bosques, selvas y humedales por su importante papel en la captura y almacenamiento de carbono atmosférico.³

El cambio climático y las estrategias a adoptar no sólo son responsabilidad de los gobiernos, sino de la sociedad en general. Por ello, todos podemos contribuir con acciones que incidirán en mejorar las condiciones de nuestra vida y la de nuestros hijos. Algunas recomendaciones que pueden ser implementadas a nivel local son:

1. Evitar construir sobre sistemas vulnerables a inundaciones o desarrollar planes de construcción, de forma que se pueda proteger de los eventos climáticos. Por ejemplo en

³ Adaptado de: AEA, 2010. Adapting the ICT Sector to the Impacts of Climate Change: Final Report (Adaptando el sector de TIC a los impactos del cambio climático: Informe final).

Holanda un tercio de las casas están diseñadas para flotar y así evitar que sean inundadas durante eventos extremos.

2. Disminuir la emisión de dióxido de carbono reduciendo el uso de energía. Por ejemplo apagando los aparatos eléctricos que no se ocupan, como focos y computadoras.
3. Apoyar proyectos para la creación de sistemas de energía alternativa que no emitan gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por ejemplo promoviendo el uso de energía solar en calentadores o lámparas.
4. Practicar el reciclaje de materiales. Por ejemplo reutilizando el papel, vidrio y plástico.
5. Hacer uso de material de bajo consumo de energía, como es el caso de los focos ahorradores.
6. Utilizar el auto lo menos posible, sobre todo para trayectos cortos.

Como en el caso de los programas de desarrollo tradicionales, las medidas de adaptación requieren la elaboración e implementación de una estrategia clara para asegurar que existan capacidades, recursos, conciencia y educación adecuados para que dichas acciones alcancen los objetivos deseados. Ello puede involucrar una amplia gama de actividades, como la planificación, elaboración de políticas e identificación de recursos. El diseño y construcción de proyectos de ingeniería estructural, como la construcción de estructuras de adaptación o la adecuación de instalaciones, pueden requerir varios años.⁴

Las medidas de adaptación de políticas pueden implementarse a través de programas existentes o requerir nuevas iniciativas. La creación de capacidades entre los interesados a menudo es un componente clave del éxito de la implementación y gestión de las opciones de adaptación.

⁴ Adapting to Climate Variability and Change: A guidance manual for development planning
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADJ990.pdf

1.4. Diseño Metodológico

1.4.1. Universo/Muestra

Tipo de enfoque:

Es cuantitativo debido a que es el que se ajusta de manera precisa a realizar trabajo tomando en cuenta los métodos matemáticos que se utilizan en los estudios técnicos correspondientes a zona de inundación, para lo cual se realizara un levantamiento topográfico para obtener los primeros datos de manera que permita encontrar los niveles de inundación encontrados en la zona crítica.

Tipo de estudio:

El estudio es de carácter descriptivo-analítico dado a que se realizará una descripción del área de estudio para conocer las características del relieve de la zona, y es analítico debido a la aplicación de métodos matemáticos para obtención de los datos en la cual se pretende determinar los niveles de inundación cuya longitud es de 2.3 km en esta área se pretende levantar niveles de rasante el cual consta de un Pedraplén que funcionara como filtro ,además de las obras de drenaje menor y Cajas de Concreto Reforzado para evacuar las aguas acumuladas debido a la poca pendiente del terreno.

Población o universo:

Definición: una población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz et al., 1980). La población o universo corresponde al municipio de Laguna de Perlas

Muestra:

Definición: La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Se dice que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que se le llamó población.

Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaron datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este debió ser representativo de dicha población.

Dicha muestra fue tomada del área de inundación aledaña al municipio de Laguna de Perlas Estos sectores fueron seleccionaron después de realizar un recorrido sobre el camino existente y sobre todo tomando en cuenta la distancia de nuestra área de influencia correspondiente a 2.3 Km de la longitud total del área afectada.

1.4.2. Técnicas de recopilación de datos

Análisis de la cantidad de información existente recopilada, selección y creación de nueva información. La información obtenida de archivos de fotografías que ilustran la inundación, causada por el Huracán Otto, el tramo bajo estudio, también se consultaron planos de planta y perfil de la carretera entre las estaciones 3+200 y 4+000, además se tiene ubicados 6 drenajes transversales y sus respectivos dimensionamientos, memoria de cálculo del diseño hidráulico de las alcantarillas y cajas ubicadas en el tramo de carretera inundable.

Los resultados de las investigaciones y observaciones realizadas en el sector en estudio fueron procesados con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.

1.4.3. Instrumentos y procedimientos aplicados a cada objetivo específico

Se aplicaron instrumentos y procedimientos metodológicos particulares en el desarrollo de cada objetivo.

Objetivo Específico 1: Describir las principales características del Proyecto Vial Rama-Empalme Kukra Hill.

- ✓ Revisión documental
- ✓ Visita de campo
- ✓ Levantamiento fotográfico
- ✓ Análisis y síntesis

Objetivo Específico 2: Realizar la caracterización del área de influencia del Proyecto Vial en los puntos críticos, vulnerables a los efectos del Cambio Climático.

- ✓ Revisión documental
- ✓ Visita de campo
- ✓ Levantamiento fotográfico
- ✓ Análisis y síntesis

Objetivo Específico 3: Analizar los riesgos en los puntos críticos del Proyecto Vial, vulnerable a inundaciones.

- ✓ Revisión documental
- ✓ Visita de campo
- ✓ Levantamiento fotográfico

- ✓ Análisis y síntesis
- ✓ Datos de precipitación

Objetivo Específico 4: Proponer medidas de Mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático en el Proyecto Vial Rama- Laguna de Perlas.

- ✓ Revisión documental
- ✓ Visita de campo
- ✓ Levantamiento fotográfico
- ✓ Análisis y síntesis
- ✓ Datos de precipitación
- ✓ Propuestas de adaptación y mitigación.

1.4.4. Cuadro de Certitud Metódica

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS / MÉTODOS	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES			PARCIALES	FINAL
Elaborar propuestas de mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Climático en el punto crítico por inundación Proyecto Vial	Describir las principales características del Proyecto Vial Rama-Laguna de Perlas.	Localización	Macro localización y micro localización	Revisión documental Visita de campo Levantamiento fotográfico Análisis y síntesis	Documento técnico Memoria grafica	Características del Proyecto Vial Rama-Laguna de Perlas	Propuestas de medidas de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático en el punto crítico por inundación Proyecto Vial Rama- Laguna de Perlas.
	Realizar la caracterización del área de influencia del Proyecto Vial en los puntos críticos, vulnerables a los efectos del Cambio Climático	Área de Influencia	Directa e Indirecta	Revisión Bibliográfica, Histogramas de Emplazamientos	Diagnostico	Estado actual de los componentes ambientales del área de influencia y puntos críticos vulnerables a los efectos del Cambio Climático.	
		Medio Biótico	Flora y Fauna				
		Medio Abiótico	Clima, Aire, Suelo, Geología				
		Medio Socioeconómico	Población, Transporte.				
	Analizar los riesgos en los puntos críticos del Proyecto Vial, vulnerable a inundaciones.	Amenazas Naturales	Inundaciones, Huracanes	Revisión Bibliográfica, histograma de emplazamiento, Vulnerabilidad y de Riesgo	Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidad	riesgos en el punto más crítico a inundaciones	
		Amenazas Antropogénicas	Incendios, Sequias				
		Balance de Riesgo	Evaluación de Emplazamiento Evaluación de Vulnerabilidad				
	Proponer medidas de Mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático en el Proyecto Vial Rama-Laguna de Perlas.	Puntos críticos	Construcción de Pedraplen, Elevar la rasante	Cuadro de Medidas de Mitigación y adaptación y programa de monitoreo		Medidas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático en el punto más crítico por inundación	

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

2.1. Localización del Proyecto

El camino Rama – Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas se ubica en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), tiene una longitud total de aproximadamente 80.49 km. Esta carretera comunica y brinda servicio a los poblados: El Rama, San Ramón, La Fonseca, Flor de Pino, Kukra Hill y Laguna de Perlas. Se clasifica como una carretera troncal secundaria, y es la principal ruta de comunicación que enlaza los municipios de El Rama con Kukra –Hill y Laguna de Perlas, Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS). Esta carretera atraviesa considerables zonas de producción agrícola, de la variedad Palma Africana, empleada para la producción de aceites comestibles; granos básicos; y ganado vacuno; este último generador de divisas para el país. Adicionalmente posee un potencial significativo para el desarrollo de proyectos turísticos, dado la existencia de Ríos y Lagunas, asimismo es la puerta de acceso a los Cayos Perlas, gran fuente de atracción turística.

2.2. Situación actual del proyecto

Actualmente en la ruta El Rama – Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas se han identificado la formación de pegaderos, lo que ha venido a incrementar el tiempo de viaje y los costos de operación vehicular, afectando la calidad de vida de los pobladores de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). Este camino podría quedar con tramos aislados e incomunicados, sino se le diera la atención correspondiente lo que imposibilitan inclusive la asistencia social que en momentos de emergencias brinda el Gobierno.

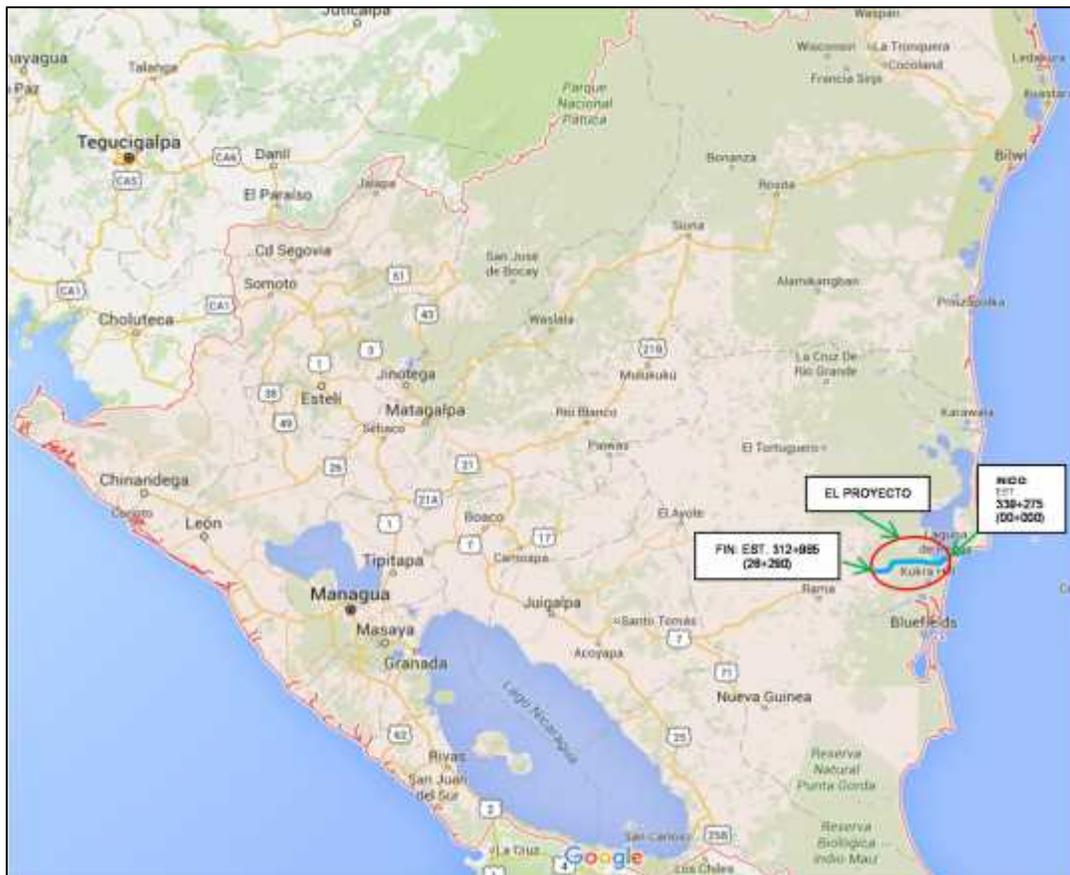
La producción agropecuaria es una actividad importante en el municipio por la cantidad de mano de obra que ocupa, y es desarrollada en particular por la población mestiza del interior del municipio.

Sin embargo, las tecnologías extensivas la hacen poco productiva, y por las distancias, la falta de vías de comunicación terrestre y el alto costo de la transportación acuática, la agrícola es una actividad destinada en lo fundamental al autoconsumo, y la pecuaria también sale hacia el interior del país sin impactar en la economía municipal. Las autoridades del MAG-FOR no disponen de datos sobre los volúmenes de esa producción agropecuaria.

2.3. Objetivos del Proyecto

La vía, una vez mejorada, garantizará la conectividad de los municipios de la RACCS, coadyuvando al desarrollo socio económico de la zona, reduciendo los costos de operación

vehicular que circulan sobre la misma. El mapa de localización del tramo y de las Estaciones de Conteo 1 y 2, se muestran a continuación (ver Mapa No.1).



Mapa No.1: Localización del tramo y de las Estaciones de Conteo 1 y 2. Fuente: Informe Estudio de Tráfico, EDICRO, Consultor

2.4. Costo del Proyecto

El Gobierno de Nicaragua ha obtenido un préstamo del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) para el financiamiento parcial de la construcción de las obras de Mejoramiento del Camino Rama– Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas (52.58 Km), en el marco del Proyecto “Mejoramiento de Caminos Rurales y Carreteras con conexión al Caribe Nicaragüense” a través de Contrato de Préstamo N° 2150.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) organismo ejecutor (ente contratante), a través de su Unidad de Adquisiciones, promovió la licitación pública internacional N° LPI-007-2015 bajo la modalidad de co-calificación.

El monto total del préstamo asciende a la suma de hasta ciento cuarenta y nueve millones doscientos cincuenta mil dólares (US\$ 149,250,000.0), De los cuales cincuenta y nueve millones ochocientos ochenta y cuatro mil seiscientos cincuenta con sesenta y nueve centavos de dólar (US\$ 59,884,650.69) son destinados para el Proyecto “Mejoramiento del Camino Rama – Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas(52.58 km)”, siendo el Organismo Ejecutor del Proyecto el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

El Contrato DEP08-094-2016 adjudicado a la Constructora MECO, S.A. asciende al precio del contrato sin impuestos de veintiséis millones ochocientos cuarenta y seis mil trescientos cinco dólares con cero centavos de dólar (US\$ 26, 846,305.00), más cuatro millones veintiséis mil novecientos cuarenta y cinco con setenta y cinco centavos de dólar(US\$ 4,026,945.75) en concepto del quince por ciento (15%) del Impuesto al Valor Agregado IVA(15%, siendo el Precio Total del Contrato con impuestos por la cantidad de treinta millones ochocientos setenta y tres mil doscientos cincuenta dólares con setenta y cinco centavos de dólar, (US\$ 30,873,250.75).

2.5. Evaluación Socioeconómica del Proyecto

La vía en estudio, Tramo I, según publicación de la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos y Puentes (MTI) denominada RED VIAL DE NICARAGUA 2015, esta ruta tiene una Clasificación Funcional de Colectora Principal, está localizada en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), su inicio se localiza en el estacionado 339+275 y finaliza en el 312+985.

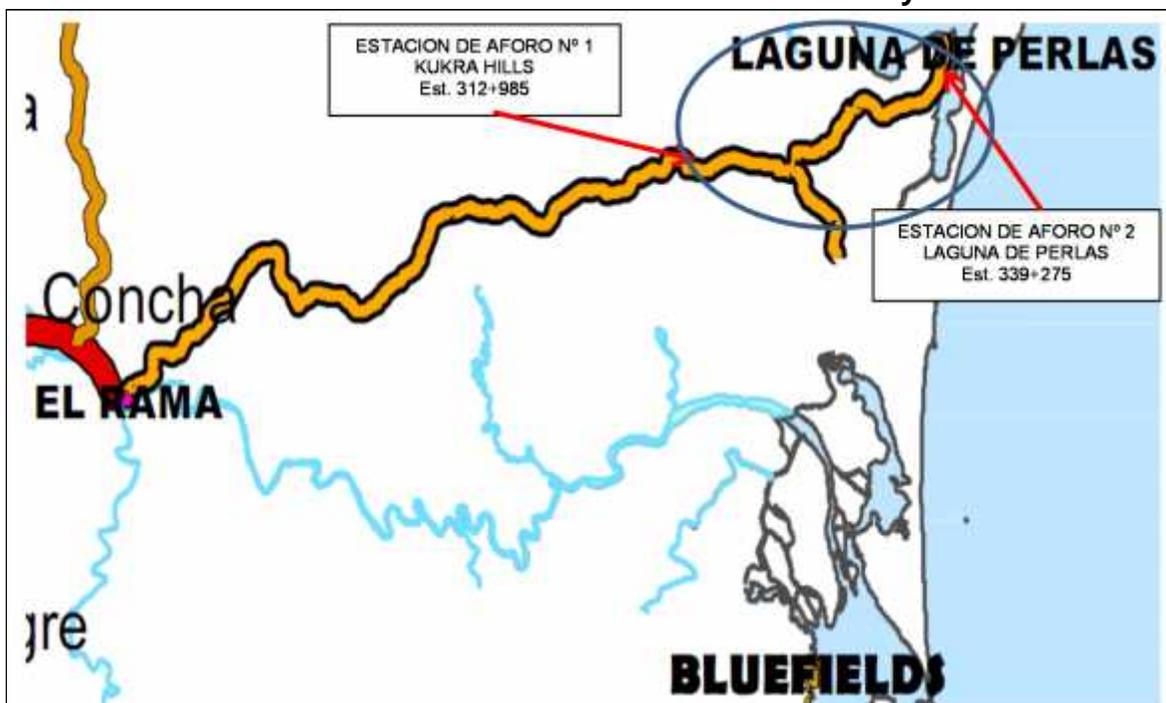
La vía una vez mejorada garantizará la conectividad de los municipios de la RACCS antes mencionados, coadyuvando al desarrollo socio económico de la zona, reduciendo los costos de operación vehicular que circulan sobre la misma.

2.5.1. Metodología del Estudio

Las condiciones dimensionales y funcionales de las obras en proyecto, se establecen en buena medida, a través de los estudios de tráfico. A partir de los resultados de los estudios de tráfico, y sus proyecciones en el horizonte del proyecto, se determinan los Vehículos Tipo de Diseño, Velocidad de Operación y Cargas vivas de Diseño; así como las características geométricas de la vía.

El Consultor realizó siete días de conteo y clasificación vehicular, en dos estaciones localizadas sobre la carretera en estudio considerando lo establecido en el Anuario de Tráfico 2015 del MTI, la estación N° 1 se localizó en el estacionado 312+985 al final del tramo I (sector de Carlos Fonseca) a la salida de El Rama (El Rama- Empalme Las Lapas), la estación N° 2 se localizó aproximadamente en el estacionado 339+275 (00+000) al inicio del tramo I en la entrada de Laguna de Perlas, la ubicación de los puntos de aforos se muestran a continuación:

Mapa N° 2
Localización de las Estaciones de Conteo 1 y 2.



Mapa No.2: Localización de las Estaciones de Conteo 1 y 2.
Fuente: Informe Estudio de Tráfico, EDICRO, Consultor

Los conteos se realizaron durante siete días continuos durante 12 horas entre las 06:00 y las 18:00 horas, en el periodo del lunes 5 al domingo 11 de diciembre de 2016, el detalle es:

Estación N° 1: ECD 735: Carlos Fonseca - Empalme KukraHill.

Estación N° 2: ECS 737: Empalme KukraHill – Laguna de Perlas.

Asimismo, se ha identificado la dependencia de las estaciones de aforo ubicadas sobre el camino, Estaciones N°1 y N° 2, así como los factores de ajustes de la EMC para cuantificar el TPDA en función del procedimiento establecido por el MTI, de acuerdo a lo siguiente:

Estación N° 1 ECD 735: Carlos Fonseca - Empalme KukraHill y **Estación N° 2** ECS 737: Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas: Estación de Mayor Cobertura (EMC) 700: EMPALME CAMOAPA - TECOLOSTOTE. El cuadro N° 2 nos muestran la estación ubicada en la red mencionada y su dependencia de la Estación EMC 700, de acuerdo a lo estipulado en el Anuario de Trafico 2015 del MTI:

**Cuadro N° 2
Dependencia de Estaciones Anuario de Tráfico 2015**

 MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION DIVISION ADMINISTRACION VIAL OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS					
DEPENDENCIA DE ESTACIONES					
2015					
ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	N° ESTACION	TIPO	Pkm	NOMBRE DEL TRAMO
700 Emp. Camoapa - Tecolostote	NIC-1	100	ECD	31.0	Punta de Plancha - Emp. San Benito
	NIC-5	504	ECS	197.0	Emp. Cerro Verde - El Comejón
	NIC-7	701A	ECD	40.0	Emp. San Benito - Las Banderas
	NIC-7	701B	ECD	60.0	Las Banderas - Emp. Teustepe
	NIC-7	709	ECD	72.9	Emp. Teustepe - Emp. Boaco
	NIC-7	702	ECD	92.0	Emp. Boaco - Emp. Camoapa
	NIC-7B	731	ECS		El Rama - Wapy
	NIC-7B	735	ECD		Carlos Fonseca - Emp. KukraHill
	NIC-7B	737	ECS		Emp. KukraHill - Laguna de Perlas

Tabla N°3. Factores de ajustes de EMC 700: EMPALME CAMOAPA – TECOLOSTOTE

DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL
 OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAGAMENTOS

ESTACION DE MAYOR COBERTURA 700
EMPALME CAMOAPA - TECOLOSTOTE
FACTORES - 2015



Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril:

Descripción	Moto	Carga	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx- Sacro=1	Tx- Sacro=5	Cx- Ramo=1	Cx- Ramo=5	V.A	V.C	Otras
Factor Día	1.28	1.32	1.54	1.36	1.00	1.55	1.34	1.42	1.70	1.78	1.78	1.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
Factor Semana	0.98	1.03	0.99	0.91	0.96	1.01	0.99	0.92	0.92	0.93	1.01	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11
Factor Fin de Semana	1.08	0.93	1.03	1.17	1.00	0.98	1.03	1.08	1.28	1.24	0.91	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98
Factor Expansión a TPOA	1.09	0.92	0.99	1.12	1.06	1.32	1.02	0.87	0.97	1.03	0.69	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.65

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto:

Descripción	Moto	Carga	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx- Sacro=1	Tx- Sacro=5	Cx- Ramo=1	Cx- Ramo=5	V.A	V.C	Otras
Factor Día	1.28	1.27	1.55	1.38	1.04	2.00	1.33	1.45	1.72	1.50	2.50	1.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25
Factor Semana	1.00	1.00	1.03	0.93	0.99	2.14	0.99	0.90	0.91	0.89	1.00	0.87	1.23	1.00	1.00	1.00	1.31
Factor Fin de Semana	1.07	1.00	0.74	1.21	1.05	0.43	1.04	1.57	1.30	1.47	1.00	1.56	0.95	1.00	1.00	1.00	0.63
Factor Expansión a TPOA	1.07	1.05	1.05	1.11	0.88	2.28	0.99	1.21	0.96	1.07	2.20	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre:

Descripción	Moto	Carga	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 L.	C2	C3	Tx- Sacro=1	Tx- Sacro=5	Cx- Ramo=1	Cx- Ramo=5	V.A	V.C	Otras
Factor Día	1.51	1.32	1.57	1.82	1.08	1.14	1.36	1.50	1.78	1.49	1.35	1.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.47
Factor Semana	0.93	1.06	1.03	0.87	1.01	1.20	0.97	0.93	0.90	0.96	0.78	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85
Factor Fin de Semana	1.14	0.88	0.75	1.59	0.98	0.70	1.09	1.21	1.30	1.27	3.45	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.48
Factor Expansión a TPOA	0.87	1.05	0.95	0.83	1.00	0.55	0.98	0.97	1.08	0.85	0.92	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71

2.5.2. Volumen y Clasificación Vehicular

De conformidad con los Términos de Referencia de los estudios, el Consultor utilizó la información suministrada por el MTI.

Referente a la Clasificación Vehicular se hizo de acuerdo a lo definido por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

La clasificación vehicular en la estación de aforo comprendió los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de Pasajeros y los Pesados de Carga.

1. Bicicletas: Son vehículos de dos ruedas no motorizados.
2. Motos: Son vehículos automotores de dos ruedas.
3. Vehículos Livianos: Son los vehículos automotores de cuatro ruedas, que incluyen los Automóviles, Camionetas, Pick-Ups, Jeep y Microbuses de uso particular.
4. Vehículos Pesados de Pasajeros: Son los vehículos destinados al Transporte Público de Pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los Microbuses Pequeños (hasta 15 Pasajeros), Microbuses Medianos (hasta 25 pasajeros) y los Buses medianos y grandes.

5. Vehículos Pesados de Carga: Son los vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en dos, tres, cuatro, ocho y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2) mayores o iguales de tres Toneladas, los camiones de tres ejes (C3), los camiones combinados con remolque del tipo (CxRx) y los vehículos articulados de ocho y seis ejes de los tipos (TxSx).
6. Vehículos Pesados: Incluyen los vehículos de construcción y los vehículos agrícolas.
7. Otros: Son los Vehículos livianos con un tráiler y los de tracción animal.

En el siguiente cuadro se muestran los diferentes tipos de vehículos que son clasificados por la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos al momento de realizar estudios en las diferentes estaciones de conteo del país.

Cuadro N° 4 Tipología Vehicular. Anuario de Tráfico 2015

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadriciclo, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos copa y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con lina en la parte trasera, incluyendo las que transporten pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx=4.
	Tx-Sx=6		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi-Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx=4
	Cx-Rx=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRICOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motorizadoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Bovinos).

2.5.3. Distribución de Tráfico

La distribución direccional del tránsito de la carretera en estudio, es el resultado de las distribuciones obtenidas por los aforos de siete días de conteo y clasificación vehicular, de las estaciones donde se aforó.

La siguiente tabla (Tabla N°5) presenta la distribución direccional por día y el promedio de los 7 días.

Distribución Direccional Estación N° 1 y N° 2

Distribución Direccional						
DIA	Estación N° 1:		Estación N° 2:		PROMEDIO	
	IDA	REGRESO	IDA	REGRESO	IDA	REGRESO
Viernes	32.64%	67.36%	53.14%	46.86%	42.89%	57.11%
Sábado	39.81%	60.19%	50.66%	49.34%	45.23%	54.77%
Domingo	55.18%	44.82%	54.69%	45.31%	54.93%	45.07%
Lunes	38.42%	61.58%	55.95%	44.05%	47.19%	52.81%
Martes	44.94%	55.06%	53.61%	46.39%	49.27%	50.73%
Miércoles	40.83%	59.17%	53.60%	46.40%	47.22%	52.78%
Jueves	37.56%	62.44%	54.61%	45.39%	46.08%	53.92%
PROMEDIO	41.34%	58.66%	53.75%	46.25%	47.54%	52.46%
					50.00%	

La distribución direccional, con base en los resultados obtenidos, se establece en 48/52 por los valores promedios obtenidos.

2.5.4. Máximo Volumen Horario (MVH)

De la estación N° 1 y 2 el MVH se da en la Estación N°2, el día miércoles de 9 a 10 am con 55 vehículos y el 14.67% del TPD. En las siguientes tablas se presentan los máximos volúmenes horarios presentados en cada estación de conteo, por día:

MVH					MVH			
ESTACION N° 1					ESTACION N° 2			
DIA	HORA	MVH	TPD	%	HORA	MVH	TPD	%
Viernes	6-7 am	43	383	11.23%	10-11 am	41	303	13.53%
Sábado	7-8 am	48	412	11.65%	10-11 am	39	229	17.03%
Domingo	1-2 pm	57	444	12.84%	8-9 am	22	128	17.19%
Lunes	3-4 pm	60	544	11.03%	7-8 am	42	336	12.50%
Martes	4-5 pm	65	563	11.55%	10-11 am	55	388	14.18%
Miércoles	6-7 am	50	480	10.42%	9-10 am	55	375	14.67%
Jueves	12-1 am	60	450	13.33%	4-5 pm	39	304	12.83%

Tabla N° 6.

2.5.5. Proyecciones de Tráfico

La proyección del tráfico normal se realizó analizando las Estaciones de Mayor Cobertura (EMC), a partir de este análisis se determinaron las tasas de crecimiento más idóneas y que tengan estadísticamente secuencia constante, teniendo como información base el Anuario de Aforos de Tráfico – Año 2015, publicado por la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos y Puentes (MTI), también la población del municipio donde se ubica el camino.

2.5.1.1. Tráfico Normal

El tráfico normal es el tráfico que se produce en la vía independiente de las condiciones existentes de geometría y estructurales. Este crecerá con una dinámica independiente de los proyectos que se puedan ejecutar complementariamente al mejoramiento del camino.

2.5.1.2. Tráfico Desarrollado

Se refiere al incremento productivo consecuencia del impacto del Proyecto, no serán tratados dentro de este Estudio de Tráfico al no contar con Estudio de Factibilidad y encuestas socioeconómicas para poder calcular el Excedente del Productor.

2.5.1.3. Tráfico Generado

El cálculo del tráfico generado, se cuantificará a partir de los ahorros de los costos de operación vehicular de cada tipo de vehículo que transita por camino en estudio. La cuantificación de estos ahorros se realizará mediante la utilización del software VOC – HDM IV, versión 3.2. Este se manifestará a partir del primer año de operación del camino como efectos de los ahorros de costos de operación vehicular, como consecuencia directa de las mejoras en las condiciones de rodamiento y geometría del camino.

2.5.1.4. Tráfico Atraído

En el caso particular de este proyecto no se contempla tráfico atraído dado que la carretera es ruta única de viaje.

2.6. Beneficiarios del Proyecto

El Camino Rama – Kukra Hill – Laguna de Perlas tiene una longitud total de 80,50 km. El tramo se caracteriza por ser un camino de todo tiempo predominantemente montañoso, donde en condiciones de lluvia presenta pegaderos que vienen a incrementar el tiempo de viaje y los costos de operación vehicular, afectando la calidad de vida de los pobladores de la región. El proyecto beneficiará a una población de 82,831 habitantes.

Asimismo se reducirán los costos de operación vehicular y de tiempo de los usuarios, además de los ahorros en costos de mantenimiento por la mejoras del camino.

Departamentos y Municipios Beneficiados:

Tabla 7: Población Municipio de Rama –Kukra Hill- Laguna de Perla

Comunidad	Total	Hombre	Mujeres
El Rama	52,482	26,650	25,832
KukraHill	8,789	4,542	4,247
Laguna de Perlas	10,676	5,360	5,316
Total	71,947	36,552	35,395

Fuente: Proyección con base a datos INDE 2005 (Tasa de Crecimiento 2015-2020)

Las comunidades que serán beneficiadas son las siguientes:

Laguna de Perlas Urbano, Haulover, Manhattan, Rocki Point, Raitipura, Awas, Kahkabila, Brown bank, La Fé, San Vicente, Orinoco, Marshall Point, Tasbapounie, Set Net Point. Municipio de Kukra Hill: Comunidad Los Cinco, Kukra Hill sector urbano, El Capricho, Flor de Pino, Asentamiento Samuel Law, Poblado Carlos Fonseca, Son Cuan, San Ramón, Chalmecca.

2.7. Síntesis del Capítulo

En este Capítulo 2 se realizó una descripción técnica del Proyecto Vial El camino Rama – Empalme Kukra Hill – Laguna de Perlas donde establece la localización del mismo, su clasificación como una carretera troncal secundaria, y se destaca como la principal ruta de comunicación que enlaza los municipios de El Rama con KukraHill y Laguna de Perlas, Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS). Tiene una longitud total de aproximadamente 80.49 km, Esta carretera comunica y brinda servicio a los poblados: El Rama, San Ramón, La Fonseca, Flor de Pino, KukraHill y Laguna de Perlas. Habla del costo de ejecución, de su evaluación socioeconómica, del análisis del comportamiento del tráfico y el beneficio general del proyecto, todo con el fin de tener un mejor análisis general y una mejor visión del proyecto en cuanto a las situaciones que se puedan presentar ante el cambio climático.

CAPÍTULO 3: ESTADO ACTUAL DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO VIAL

En este capítulo, después de haber abordado la descripción general del proyecto vial, se estará abordando el estado actual de los Componentes ambientales en el área de influencia del proyecto.

3.1. Zona Área de Influencia del Proyecto

Se define como área de influencia directa la que queda servida, influida o modificada por un camino existente en sus alrededores geográficos inmediatos. En su determinación se tomaron en cuenta las características topográficas, la red vial existente alrededor del tramo en estudio, las características geográficas, socioeconómicas y el comportamiento del tráfico.

El área de influencia del proyecto se determinó mediante las consideraciones siguientes: Las características topográficas del terreno circundantes al eje vial, la red vial existente alrededor de la carretera en análisis, características hidrográficas existentes, homogeneidad geo-económica, la distancia entre las fincas y los mercados (ver gráfico/plano/mapa del área de influencia del proyecto).

Los medios de transporte que se utilizan, comportamiento del tráfico normal, generado y desviado.

3.2. Medio Biótico

3.2.1. Flora

Hasta 1995 un 30% del área estaba cubierta por una vegetación boscosa latifoliada, diseminadas en todo el territorio, relacionadas principalmente a las condiciones climáticas y de drenaje, y compuestas por varias asociaciones vegetales. Desde entonces, parte considerable de ese bosque ha sido talado.

En general, los bosques de latifoliadas son densos e impenetrables, y aunque bastantes áreas están intervenidas por el hombre, donde aún no existen vías de comunicación la vegetación guarda su fisonomía original. Sin embargo, el despale continua en la medida en que la frontera agrícola avanza, por el norte y el este del territorio del municipio.

Algunos sitios que conservan manchas boscosas de latifoliadas son Salto Blanco, El Porvenir, La Unión, Nueva Alianza, La Guitarra, Waspado, Kukarawala, Sulatín, Tintas Verdes, Correntada Larga, Kisilala, El Pavón, El Sábalo, Río Plata, y otros.

Se han identificado otros sitios que podrían proporcionar especímenes maderables como la Sardina, Dominión Colorado, El Porvenir, Nuevo Chontales, El Sauce, El Toro, El Marrón, El Bambú, Kukarawala, La Concha, Salto Blanco, La Guitarra, Waspado, Santa Rita, Tintas Verdes, El Papel, Mata de Caña, Kisilala, Río Plata, El Pavón, Sulatín y El Sábalo entre otros.

Los sitios de extracción de madera actuales son Wawashang, El Pejibaye, La Raicilla, La Unión y Nueva Alianza.

La mayoría de los bosques no son aprovechables para la industria maderera, debido a las severas condiciones climáticas y de relieve, que hacen muy arriesgada y poco rentable la actividad forestal. El gobierno local orienta la vocación en las circunstancias actuales a la protección y conservación de la diversidad biológica y al ecosistema.

La alcaldía considera que la explotación de los bosques debe llevarse a cabo respetando el rendimiento sostenido, lo que significa que hay que inventariar y gestionar los recursos forestales, no sólo la producción maderera, sino también de otros bienes y proteger áreas de paisajes únicos y suelos en estado natural no alterados por el uso prioritario, la contaminación y las intromisiones humanas innecesarias.

El deterioro del medio ambiente en el territorio municipal de EL RAMA es desconocido por la población; esta problemática requiere de una serie de acciones correctivas, que recuperarían el ecosistema del municipio, para lo cual habrá que reforestar sistemáticamente un 25 % del territorio, equivalente a sembrar unas 47,250 hectáreas a un costo de 500 dólares por hectárea

Cuadro No.8 Principales Especies Vegetales		
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Mangle rojo	Rhizophora mangle	RIZOFORACIAE
Mangle negro	Avicenia Germinans	AVICENIACEAE
Mangle prieto o de piña	Pellicierra rizophorae	TEACEAE
Mangle blanco	Laguncularia racemosa	COMBRETACEAE

Fuente: Alcaldía de El Rama

3.2.2. Fauna

En el municipio de Laguna de Perlas se encuentra uno de los tres lugares de Nicaragua, todos ellos en la costa Caribe de Nicaragua, donde se encuentran formaciones de arrecifes de coral: los Cayos Perlas.

La fauna terrestre en el territorio municipal ha sufrido los efectos negativos del uso irracional de los recursos. Es conocido que se ha reducido notablemente en las últimas décadas tanto en variedad como en abundancia.

Menos conocido parece ser el hecho de que tal reducción se debe más a la destrucción del hábitat que a la acción de la caza, la cual por su característica de dispersión y carácter esporádico, no constituye motivo de alarma, salvo en situaciones específicas como el caso del puma, y los saurios (lagartos), cuya explotación intensiva se debe a la gran demanda interna y externa.

La cacería de subsistencia significa para los campesinos una parte importante de su dieta. Es común la caza de mamíferos como venado, guardatinaja, cusuco, sahino, guatuza; de aves como pavones, codornices, palomas, patos y chachalacas, práctica que se realiza durante todo el año sin respetar las leyes de protección de animales. No existen estadísticas para cuantificar este recurso como fuente de alimento.

Muchas especies y ejemplares se cazan para aprovechar su piel en la elaboración de carteras, zapatos y otros artículos. Otros se venden como mascotas tanto en el interior como en el exterior del país, como el mono cara blanca, mono araña, loras, tucanes y lapas.

Las principales causas que ocasionan la destrucción del hábitat animal son: La sobreexplotación de muchas especies (caza sin control), sobre todo en el sector noroccidental del municipio.

Las manifestaciones antrópicas y eventos ciclónicos. La falta de conciencia en la población sobre la importancia de la fauna silvestre para la estabilidad de los sistemas naturales.

La ardilla de EL RAMA (*Sciurus richmondi*) es considerada la ardilla neotropical más amenazada (Emmonds 1997) debido a que tiene un rango de distribución muy restringido, entre el curso inferior del Río Escondido y el Río Grande de Matagalpa; esta área ha sido muy alterada por huracanes, quemas y el avance de la frontera agrícola, lo que pone a la especie en peligro de extinción.

Otra especie en peligro de extinción es el danto (*Tapirus bairdii*) cuya relevancia abarca a la región centroamericana, aunque no se cuenta con estudios detallados sobre el estado de conservación de la especie (Zúñiga 1999).

En el bosque del municipio también existen monos, entre ellos el congo (*Alouatta palliata*) y el cara blanca (*Cebus capucinus*); los primates son muy importantes no sólo por su papel como dispersores de semillas en el bosque, sino también porque sus poblaciones son indicadoras de la calidad de vida del hábitat.

Sobre las especies de interés en el municipio se considera que las especies más presionadas por la caza, según su orden de importancia, son la guardatinaja, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el sahino (*Tayassutajacu*), y el chancho de monte (*Tayassupecari*).

3.2.3. Áreas Protegidas

El municipio de Laguna de Perlas comparte con los de Kukra Hill, El Tortuguero y El Rama el Área de Reserva Natural de Wawashang (Categoría de Manejo IV de la UICN), las cuales deben ser manejadas principalmente para la conservación, con intervención a nivel de gestión. Esta Reserva abarca 231,500 has, y fue declarada en esta categoría en Octubre de 1991 para proteger el bosque húmedo tropical de pluvioselva y la zona estuarina.

En el municipio hay otras Áreas Silvestres potenciales:

Tabla Nº 9: Áreas silvestres en la zona

Nombre	Superficie	Rasgo que proteger	Propiedad
Laguna Grande	7,500 has	Bosque tropical húmedo/lagunas, litorales y barras/manglares	Estatal
Cayos Perlas	2,300 has	Archipiélago/cayos/arrecifes/manglares	Estatal
Laguna de Perlas (abajo)	3,800 has	Manglares	Sin información.

Fuente: Biodiversidad en Nicaragua — Un estudio de País (Marena-PANIF)

3.3. Medio Abiótico

3.3.1. Suelo

La zona del camino se caracteriza por ser una zona ondulada y relativamente plana constituida por sedimentos terciarios, con un relieve uniforme y muy pocos accidentes topográficos relevantes. El área es un terreno con colinas con altitudes entre 0 y 200 msnm. La geomorfología ha sido clasificada como Provincias de estribaciones montañosas y Planicie costanera del Atlántico compuestas de 4 unidades geomorfológicas que ordenado de Este a Oeste: 1. Planicie Volcánica Intermedia y Transición a Colina, 2. Colinas y Montañas de 100- 700 msnm, 3. Planicie Fluvio Intermedia, y 4. Planicie Fluvio - Marina Baja.

Los estratos geológicos en el área datan desde la época Terciaria (36 millones de años) a la cuaternaria (1 millón de años). Prevalciendo materiales que detectan las 4 principales

Formaciones. Las Formaciones volcánicas (coincidiendo con la primera formación geomorfológica):

✓ Entisoles

Son suelos minerales cuya evolución incipiente, por una u otra causa, no les ha permitido desarrollar horizontes genéticos.

Algunos entisoles pueden presentar un epipedón ócrico y otros un epipedón antrópico o aún un horizonte álbico si son desarrollados a partir de materiales arenosos, también pueden haber casos en que presenten un epipedón hístico formado por materiales de suelo orgánico (turba y muck).

Los entisoles pueden tener cualquier régimen de temperatura o de humedad, material parental, vegetación o edad, pero no una combinación de régimen de temperatura perigélico y un régimen de humedad áquico o peráquico. Los suborden que pueden encontrarse en el Istmo centroamericano son: Orthents, Fluvents, Psamments y Aquepts.

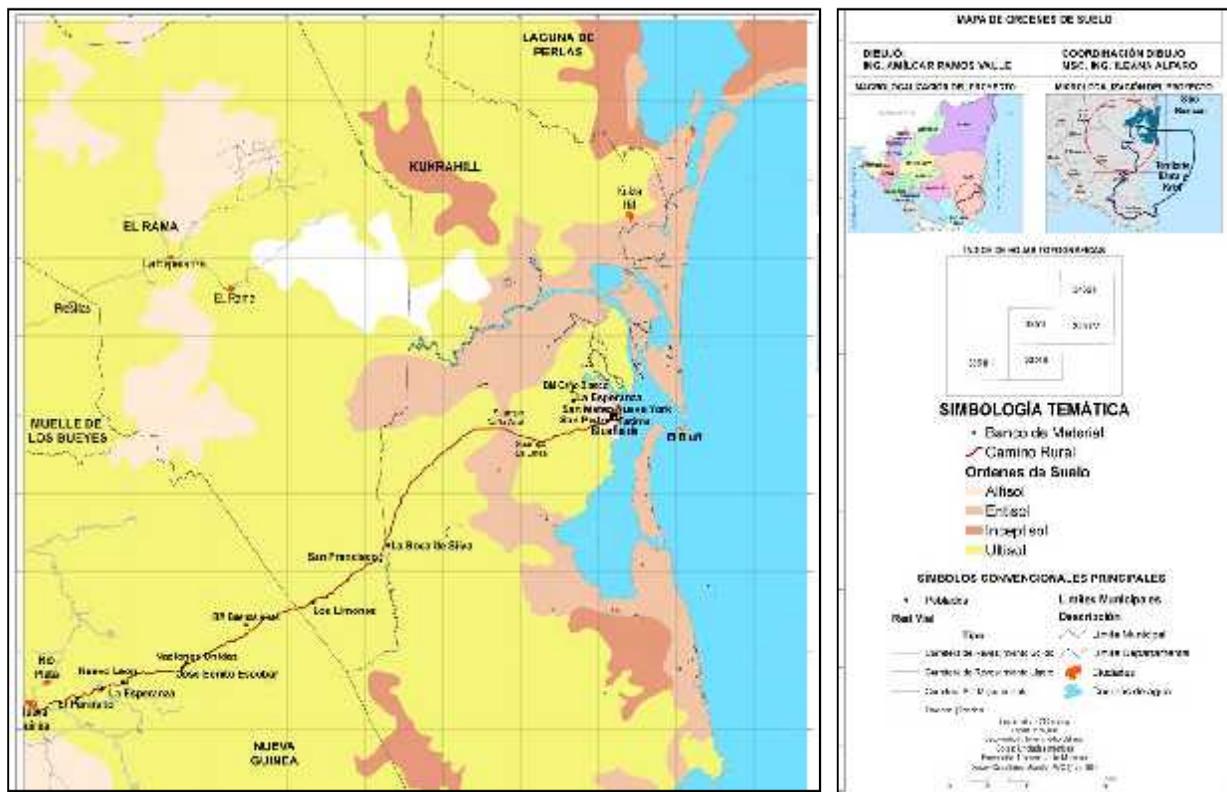
✓ Insectisoles

Este orden agrupa suelos que presentan uno o más horizontes de diagnósticos y en cuya génesis no han intervenido procesos de translocación de materiales o alteración extrema. Los horizontes de diagnóstico más comunes de los inceptisoles son los epipedones úmbrico y ócrico, el horizonte cámbico, un fragipan o un duripan.

Se distribuyen ampliamente en el mundo, desde las regiones ecuatoriales hasta la zona de tundras en climas subhúmedos y húmedos. Los suborden más comunes en el Istmo centroamericano son: Andepts, Tropepts, y Aquepts.

✓ Vertisoles

Este orden agrupa suelos con regímenes de temperatura mésico, isomésico o más cálido, que tengan más de 30 % de arcilla hasta 50 centímetros de profundidad con predominio del tipo 2:1 (montmorillonita), que presentan grietas profundas en alguna estación del año en la mayoría de los años, de 1 centímetro de ancho a una profundidad de 50 centímetros y que presentan una o más de las siguientes propiedades: a) micro relieve "gilgai"; b) sliken side y c) estructura en forma de cuñas entre 25 y 10 centímetros de profundidad con inclinaciones de 10 a 600 con respecto a la horizontal. Algunos vertisoles eran considerados como Renzinas en la clasificación de 1938 y como Grumosoles en 1951. Hace años se conocían como: Regur, Tira, Arcillas Negras Tropicales, Suelos Negros de Algodón y Esmonitza (Soil Survey Staff 1960).

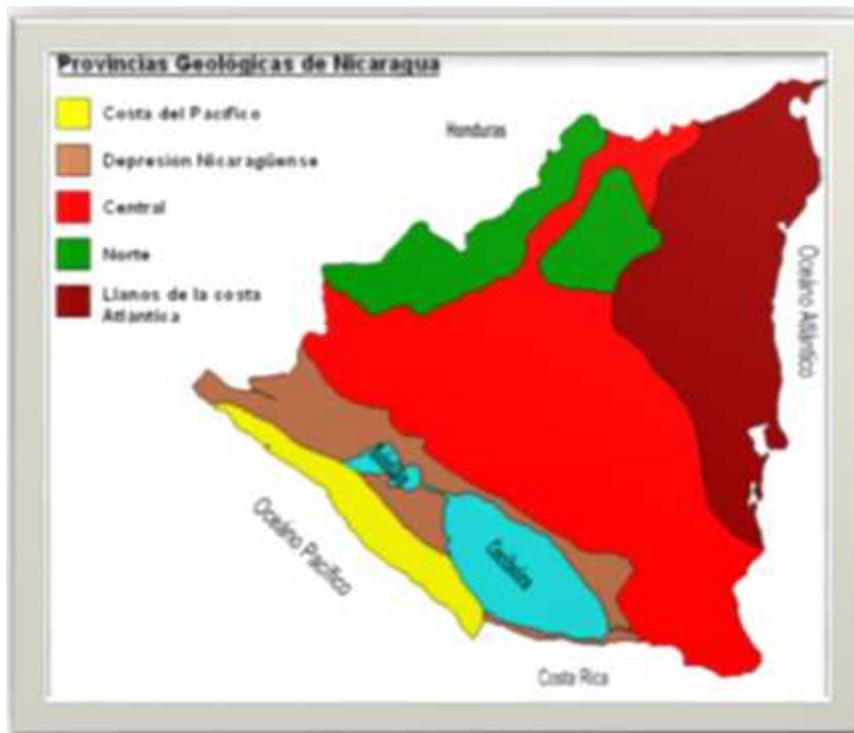


Mapa No.3: Mapa de órdenes de suelo en el AIP.
Fuente: INETER

3.3.2. Geología y Geomorfología

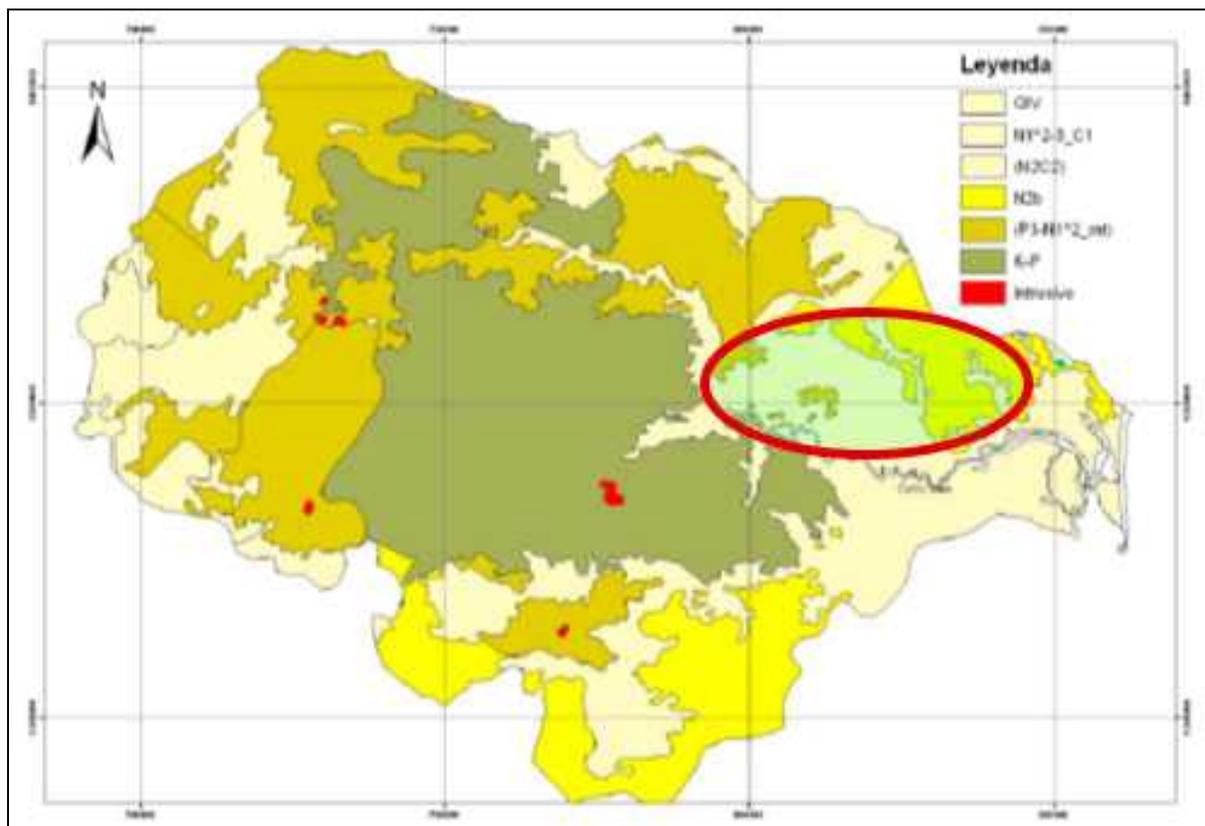
A escala regional el Corredor se localiza dentro de la Provincia Geológica Central y Llanos de la Costa Atlántica, conocida como las Tierras Altas del Interior (Mc. BIRNEY & WILLIAM, 1966). Comprende básicamente las siguientes regiones geológicas:

- La Provincia Volcánica del Coyol, incluyendo las mesetas ignimbríticas que se extienden en dirección NO-SE, desde la frontera con Honduras, hasta el Departamento del Río San Juan.
- La Provincia Volcánica de Matagalpa.
- La Provincia de Pre-Matagalpa.
- La Región del SE, que ocupa la parte del antiguo canal interoceánico (DENGU, 1973).



Mapa No.4: Mapa de provincias geológicas de Nicaragua

Fuente: INETER



Mapa No.5: Mapa de formaciones geológicas en el Corredor Rama – Laguna de Perlas
Fuente: INETER

En el mapa se puede apreciar la distribución de las formaciones geológicas que predominan en la zona.

Cuenca de Sedimentación de la Costa Atlántica (Provincia Geológica de la Costa Atlántica): La provincia de la Costa Atlántica se encuentra limitada al Sur y Noroeste por la provincia volcánica terciaria, al Oeste parcialmente por la plataforma paleozoica y mesozoica y al Este por el Mar Caribe.

La región de tierra firme se caracteriza por terrenos bajos, llanos y ondulados, entrecortados por pantanos y lagunetas, cubiertos por depósitos de grava y arena, sobresaliendo ventanas de la formación Matagalpa y Pre-Matagalpa y cubiertos por extensas áreas forestales de pino.

El banco continental de Nicaragua se extiende con rumbo NE a lo largo del mar del Caribe hasta Jamaica y divide el mar Caribe entre la cuenca de Yucatán en el Norte y la de Colombia en el Sur.

En la cuenca de la Mosquitia fueron depositados más de 5000 m de sedimentos de edad terciaria, provenientes de la plataforma y de áreas volcánicas antiguas. Es una de las más grande cuencas de la América Central.

Las estructuras de fallas siguen rumbo NE-SO y son aproximadamente paralelas al eje del anticlinal del Río Coco.

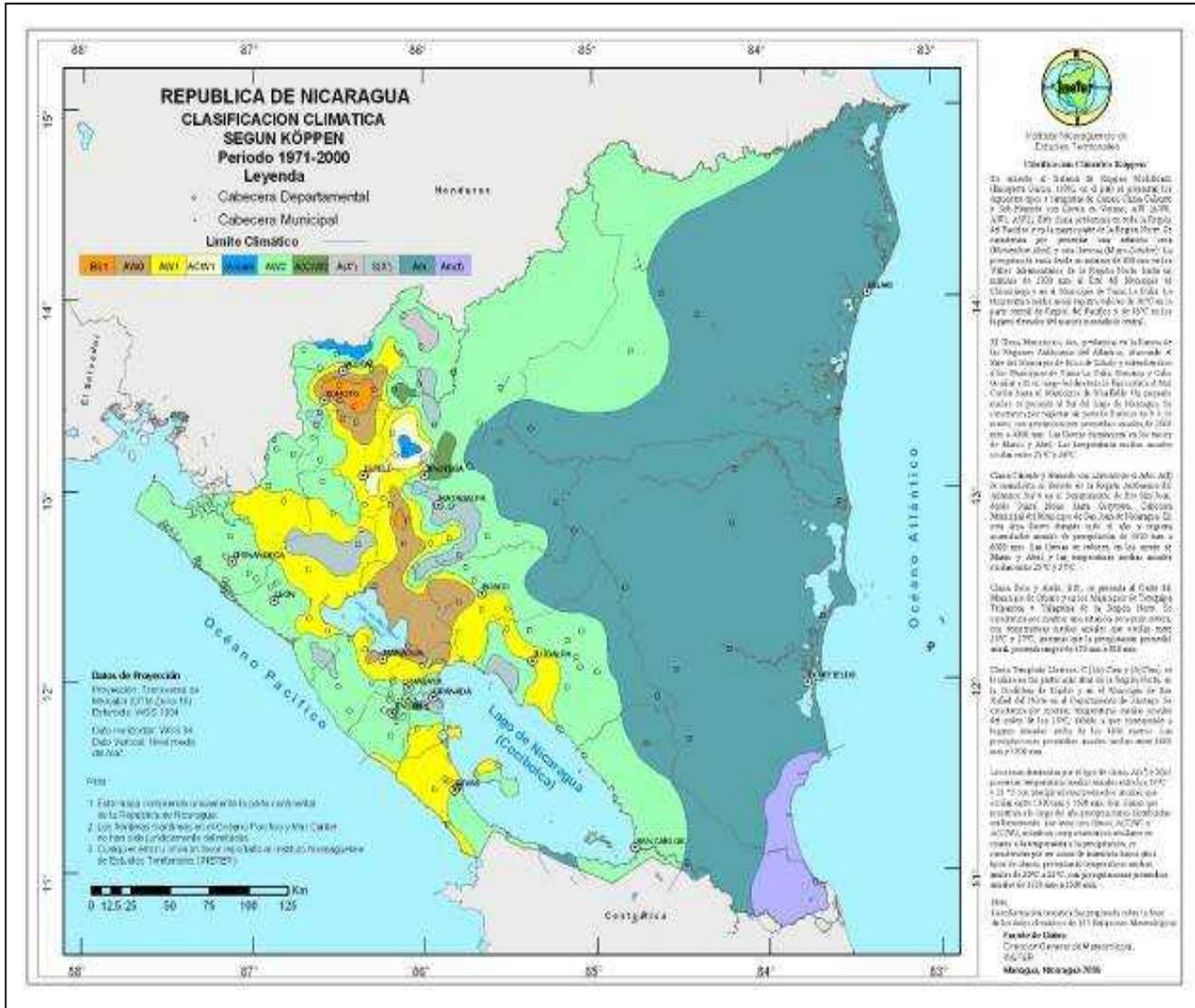
La Costa Atlántica está cubierta por una franja de sedimentos jóvenes del miocenopleistoceno que recubre parcialmente las formaciones volcánicas terciarias y sedimentarias del cretácico y terciario inferior, constituidas por areniscas, lutitas y calizas que afloran en la región central. Se supone que la espesura de los sedimentos, alcance algunas centenas de metros. Las capas superficiales del litoral están constituidas principalmente por arcillas y arena fina.

El terreno se caracteriza por ser Plano medianamente ondulado y está formado por depósitos volcánicos del terciario, los materiales litológicos consisten en rocas de composición básica, basaltos y andesitas.

El estrato superior es principalmente arcilla roja o suelo laterítico, con espesores que oscilan entre 50 y 60 cm; en la capa subsiguiente se encuentra frecuentemente gravilla, geológicamente está constituida principalmente por rocas volcánicas terciarias de las formaciones Bluefields y Kukra (variaciones del grupo Matagalpa), principalmente andesitas y tobas andesíticas y tobas basálticas, todas ellas alteradas en la Superficie (PNUMA / CATIE / MARENA / Alcaldía de Nueva Guinea).

3.3.3. Clima

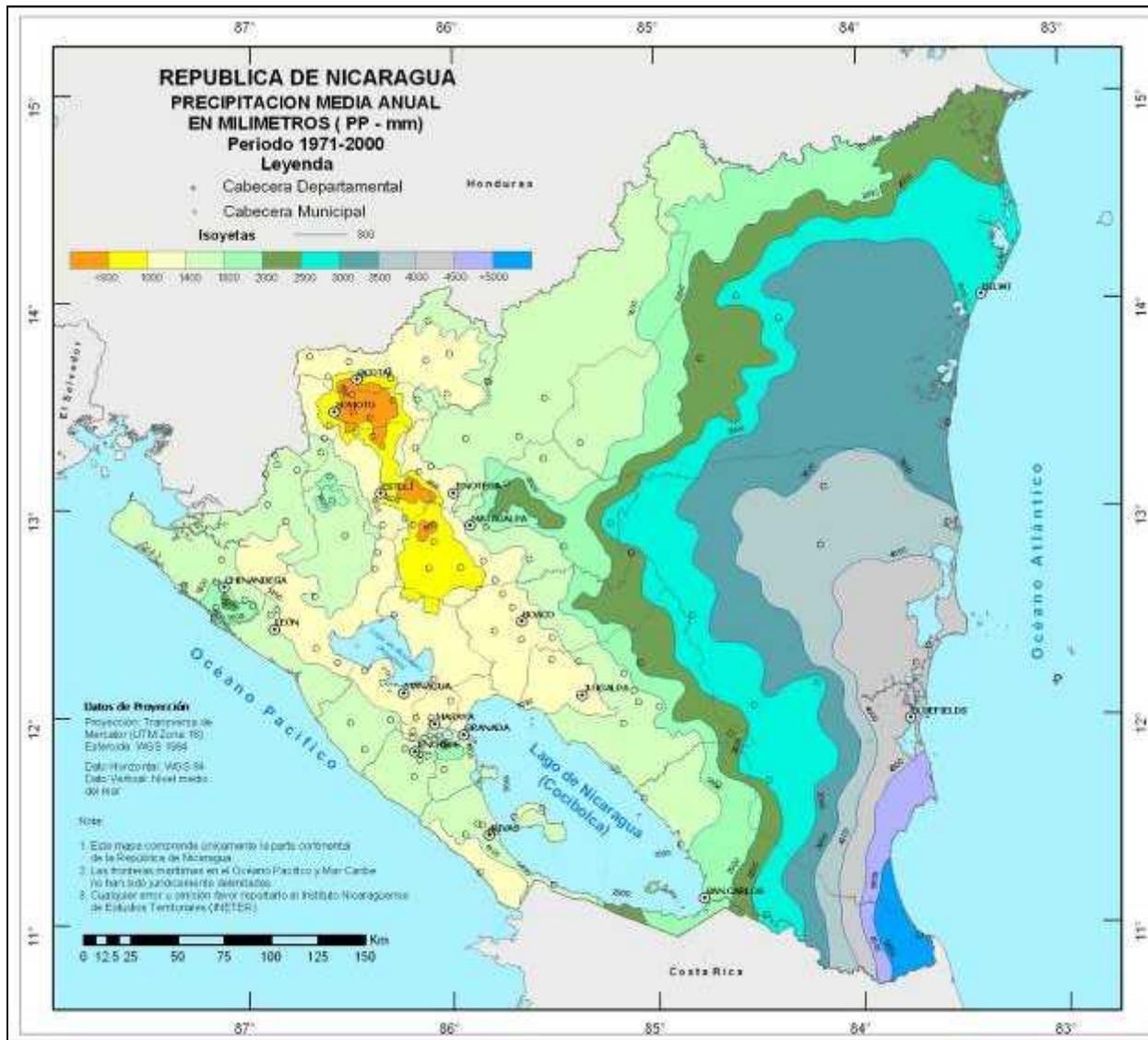
La Región Autónoma del Atlántico Sur, se clasifica como clima monzónico (Am) y se caracteriza por tener un período lluvioso de 9 ó 10 meses. Según Holdridge, se clasifica como Bosque Húmedo Tropical (Bht) que tiene un rango de precipitación entre 1950 y 3000 mm anuales. La bio-temperatura media anual oscila entre 24 y 25 °C, mientras que la temperatura varía entre 24 y 27°C como promedio anual.



Mapa No.6: Mapa de clasificación climática.
Fuente INETER

Precipitación.

La región se caracteriza por tener una distribución anual de la precipitación, que tiene una diferenciación bien marcada, entre la época seca y la de lluvias. En la Figura No. 11 a continuación, se observa la distribución anual de la precipitación para el periodo 1971 al 2000. Se obvia el año de 1988 por ser un año de ocurrencia de un fenómeno climatológico fuera de lo normal, tal es el caso del huracán Juana.



Mapa No.7: Mapa de precipitación Media Anual.
Fuente INETER

La zona se caracteriza por tener un período lluvioso de 9 a 10 meses, con precipitaciones promedio anuales que van de 2,000 a 4000 mm. A medida que el corredor avanza de Nueva Guinea hacia Bluefields, la precipitación aumenta y luego las lluvias disminuyen en los meses de marzo y abril. Son tres (3) meses de ausencia de lluvia y nueve (9) meses con precipitaciones. El mes con mayor precipitación es julio.

Temperatura

El análisis de temperatura se ha basado en los registros históricos y mediante una proyección de las estaciones más cercanas a Nueva Guinea. De esto se han deducido algunas conclusiones de carácter general para establecer el grado de adaptabilidad de los cultivos propios de la región del trópico húmedo.

En las áreas bajas, a cotas menores de 150 msnm la temperatura media anual oscila entre 24 y 25°C. Las épocas más calurosas del año son de marzo a junio y de septiembre a octubre, y la más fresca de diciembre a febrero.

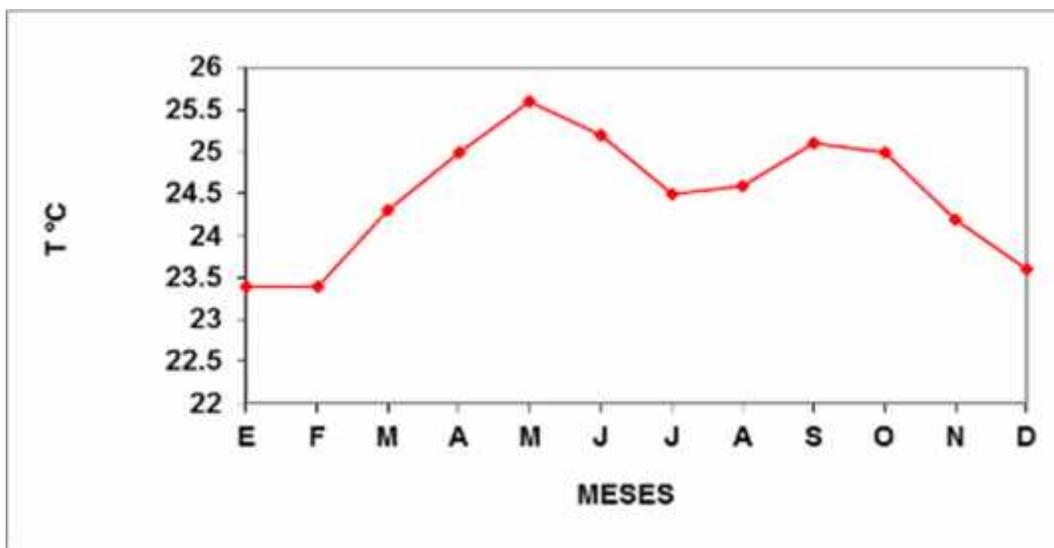


Gráfico 2. Distribución de la temperatura promedio de la Cuenca del Río El Zapote, período 1972 - 1998.
Fuente TAHAL e INETER.

Humedad Relativa.

La humedad relativa es menor durante la estación seca, tiende a ser mayor en las estaciones con mayor precipitación. En el área oscila entre 80 y 95 %. En la figura No. 13 a continuación, se encuentran los valores para la humedad relativa.

Mapa No.8: Mapa de humedad relativa.
Fuente INETER

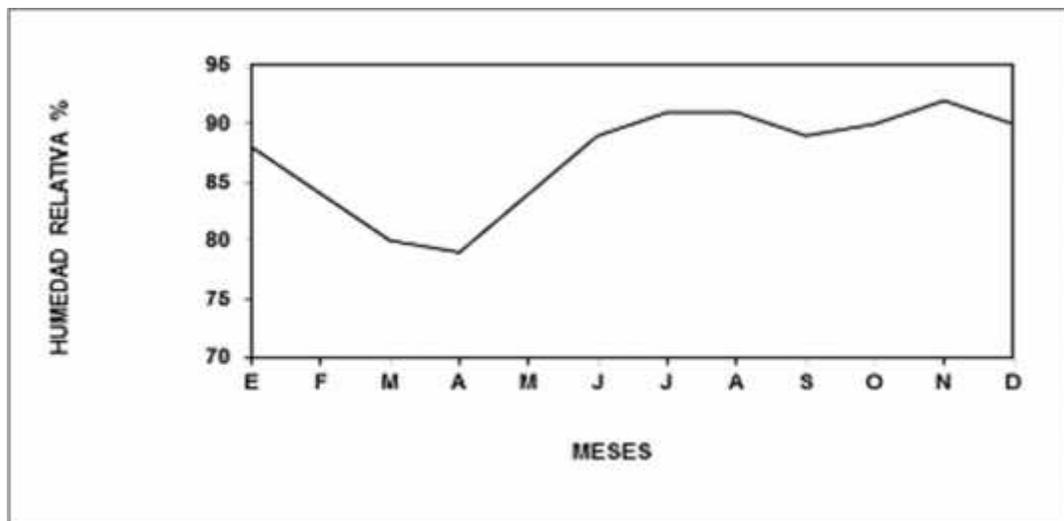
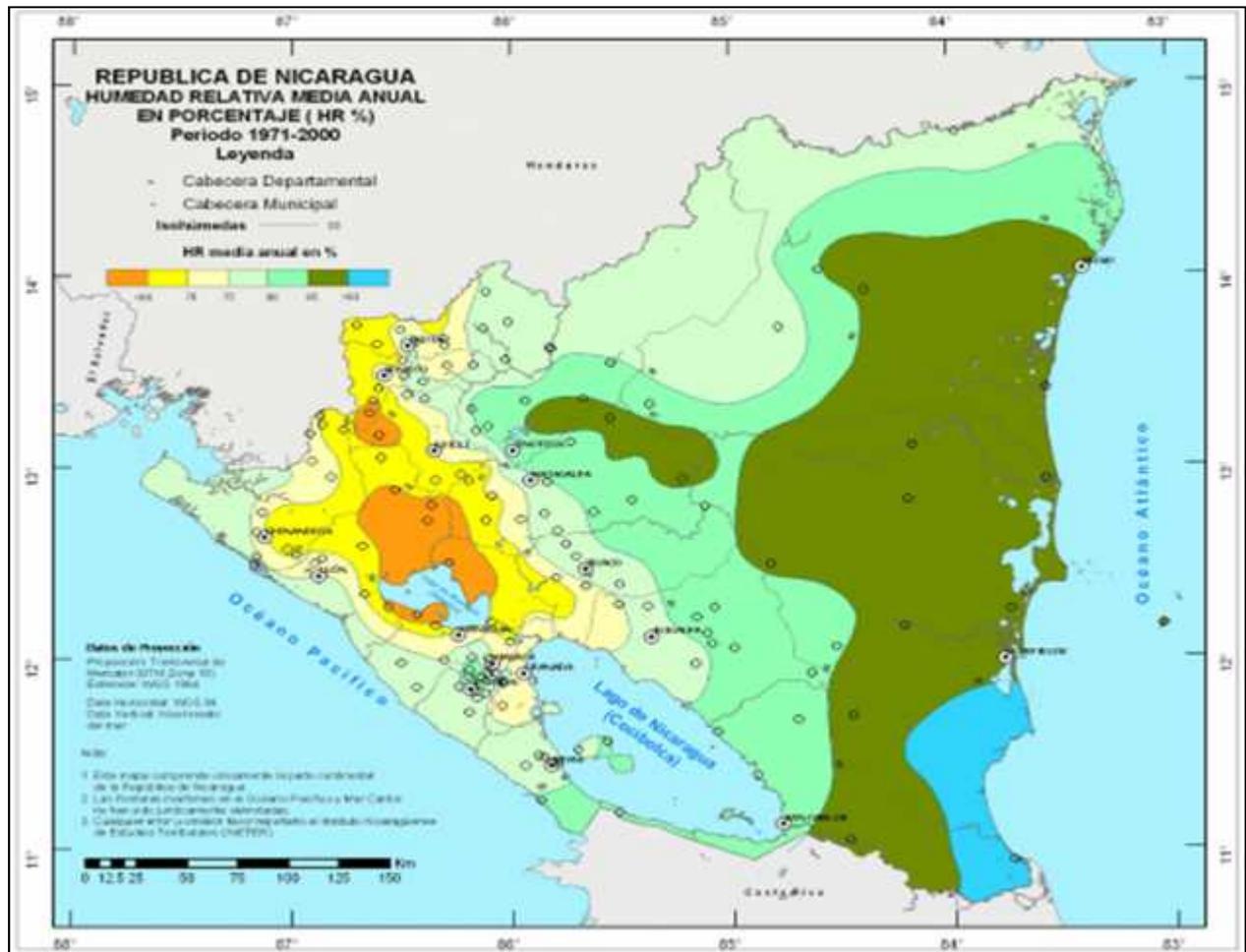


Gráfico N° 3. - Distribución de la Humedad Relativa, en el área de Nueva Guinea, período 1972-1998.
Fuente: TAHAL e INETER.

3.3.4. Agua

Los municipios disponen de suficiente agua, sobre todo superficial, ya que cuenta con ríos de cuencas grandes de largo recorrido y caudales considerables. Las aguas superficiales son muy abundantes por las altas precipitaciones y el gran tamaño de las cuencas hidrográficas, que van desde las menores de los ríos Siquia, Mico, Rama y Mahogany, hasta las sub-cuencas y micro-cuencas que en conjunto forman la cuenca mayor del río Escondido, que abarca el Departamento de Chontales y los municipios de Zelaya Central.

A lo largo del tramo tienen fuentes de abastecimiento y captación de agua a través de pozos, manantiales y ríos; la Asociación Por la Paz y el Desarrollo de EL RAMA (APPDR) ha captado recursos de la cooperación internacional para ejecutar pequeños proyectos de agua potable en comunidades rurales.

Entre El Rama-Empalme KukraHill-Laguna de Perlas, (Estación 295+545, 299+445 y 301+405, se contabilizaron, tres puesto de agua, con bomba manual de mecate, sin tratamiento de cloración por inyección hidráulica. A lo largo del tramo que se carece de sistemas de evacuación de excretas, la disposición final se hace a través de letrinas y sumideros.

El segundo y con menor capacidad de descarga, desemboca en la Laguna, entre los poblados de Laguna de Perlas y Raitipura.



Fotografías 1 y 2. Desembocadura En Laguna De Perlas, Del Caño Creek Awas Tigny

3.4. Medio Socioeconómico

3.4.1. Población

El tramo de camino: El Rama-Empalme KukraHill-Laguna de Perlas, se localiza en la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS), entre los municipios de El Rama, Empalme KukraHill y Laguna de Perlas, tiene su origen en la Nic-7, en el kilómetro 258+785 (El Rama).

En la siguiente tabla se desglosa la población por comunidad y por sexo.

Tabla N° 10. Comunidades beneficiadas directamente con el proyecto.
Fuente: PMD, Alcaldía de Rama, Kukra Hill, Laguna de Perla

RAMA	POBLACIÓN TOTAL DE LAS COMUNIDADES	HAB.	POBLACIÓN POR SEXO	
			F	M
	Guana Creek	18	9	9
	Rama	10,825	5,246	5,579
	Soncuan	261	126	135
	Chalmeca Abajo	221	107	114
	Chalmeca Arriba	157	76	81
	Chalmeca Cent.	228	110	118
	San Brown	433	210	223
	San Ramón	169	82	87
	Santa Rosa	819	397	422
	La Primavera	1,508	731	777
	TOTAL RAMA	14,639	7,094	7,545
KUKRA HILL	El Panchón	340	166	174
	Samuel Law	680	333	347
	Flor de Pino	238	113	125
	El Rosario	339	160	179
	El Capricho	127	55	72
	Kukra Hill	3,061	1,598	1,463
	Los Cinco	95	42	53
	Rivera del río Kukra	21	7	14
	Home Creek	212	95	117
	La Zompopa	283	119	164
	Sam Brown	243	110	133
	Neysi Ríos	288	138	150
	Sn Ramón Viejo	166	66	100
	La Fonseca	296	138	158
	San Ramón Nuevo	92	43	49
	Son Cuán	139	70	69
	La Pichinga	1,116	550	566
	TOTAL KUKRA HILL	7,736	3,803	3,933
LAGUNA DE PERLAS	Laguna de Perlas: 4 Barrios (1 ^{er} de mayo, 4 de mayo, 19 de Julio e Iván Dixon)	4882	2516	2366
	Haulover: 4 Bo (Sam Right, Up Town, Midle Town y Sabana)	1,400	722	678
	Manhattan	266	137	129
	Rocki Point	220	113	107
	Raitipura	466	240	226
	Awes	100	52	48
	Kahkabila	742	382	360
	Pedregal	2,000	1,031	969
	TOTAL LAGUNA DE PERLAS	10,076	5,193	4,883
TOTAL POBLACION BENEFICIADA RAMA-KUKRA HILL-LAGUNA DE PERLAS		32,451	16,090	16,361

En su trayectoria de influencia se encuentran las comunidades de: Laguna de Perlas, Haulover, Guana Creek, Rocky Point, Asentamiento los Cinco, Awas, Kukra Hill, El Capricho, Kahkabila, Raitipura, Samuel Law, Loma del Mico, La Primavera, Flor de Pino, El Panchón, La alianza, Rosario, La Fonseca, Son Cuan, San Ramón Viejo, San Ramón Nuevo, Chalmeca, Neysi Ríos, Zambron, Big Laguna, Point Creek, La Zompopa, Pichinga, El Pedregal y El Rama.

Las principales comarcas beneficiadas y localizadas alrededor del proyecto, cuentan con una población aproximadamente de 32,451 habitantes de ambos sexos. En donde el 49.82% son masculino y el 50.18 son mujeres.

No obstante lo anterior, indirectamente se beneficia los municipios, el Rama, Kukra Hill y Laguna de Perlas, con una población de 71,947 habitante, según INIDE, Censo poblacional del año 2005, en donde el 50.80% son masculino y el 49.20% son mujeres

Tabla Nº 11: Población beneficiada indirecta

Comunidad	Total	Hombre	Mujeres
El Rama	52,482	26,650	25,832
KukraHill	8,789	4,542	4,247
Laguna de Perlas	10,676	5,360	5,316
Total	71,947	36,552	35,395

Fuente: INIDE

3.4.2. Principales actividades económicas y productivas dentro del área de influencia directa

En el área de influencia se encuentran las comunidades de: Laguna de Perlas, Haulover, Guana Creek, Rocky Point, Asentamiento los Cinco, Awas, Kukra Hill, El Capricho, Kahkabila, Raitipura, Samuel Law, Loma del Mico, La Primavera, Flor de Pino, El Panchón, La alianza, Rosario, La Fonseca, Son Cuan, San Ramón Viejo, San Ramón Nuevo, Chalmeca, Neysi Ríos, Zambron, Big Laguna, Point Creek, La Zompopa, Pichinga, El Pedregal y El Rama.

La incidencia de la pobreza extrema por hogar, es de Pobreza Baja, en donde existen 920 hogares, para una población de 5,596 habitantes en pobreza extrema. Existen alrededor de 191 Exploraciones Agrícola (EA"S), las cuales 128 EA"S sembraron granos básicos y 111 EA"S sembraron otros cultivos anuales o temporales y 105 EA"S con cultivos permanente y semipermanente.

Además se tiene aproximadamente 4,379 cabezas de bovino, 533 porcino, 652 equino, 78 ovino y caprino y 3,437 aves de corral.

En el recorrido del tramo entre El Rama-Empalme Kukra Hill-Laguna de Perlas, se contaron alrededor de cinco iglesia Evangélica (Estación 293+825, 294+255, 295+735, 372+065, 373+975) y tres iglesia católica (Estación 294+405, 312+085, 330+415).

Acceso al cementerio, Barrio San Pedro (Estación 293+795) y El Machete (Estación 305+155, 373+695 Haulover).

3.4.3. Transporte Acuático

Existe un muelle municipal en donde atracan a diario pangas con capacidad de entre 13 y 15 pasajeros cada una, que hacen la ruta EL RAMA - Bluefields; la misma ruta es cubierta cuatro veces a la semana por dos barcos expresos con capacidad de 150 y 200 pasajeros respectivamente, y por varios barcos de carga, con un capacidad total de carga que varía entre 600 a 2,000 qq. Se calculan además unos 68 botes menores, que hacen recorridos hacia y desde las distintas comunidades rurales del municipio.

Según estudio realizado por el INIDE para determinar los índices de pobreza local tomando como base el censo 2005 y las variables de Hacinamiento, Servicios Insuficientes, Viviendas Inadecuadas, Índice de dependencia y el Índice de baja educación el municipio se ubica en lugar 26 de pobreza entre los 153 municipios con el siguiente detalle:

Porcentaje de pobreza en Población

Variables	No Pobres	Pobres	Pobres Extremos	Total
Porcentaje de Población	8,50	30,20	61,20	100
Total de Población 2005	907	3224	6534	10676

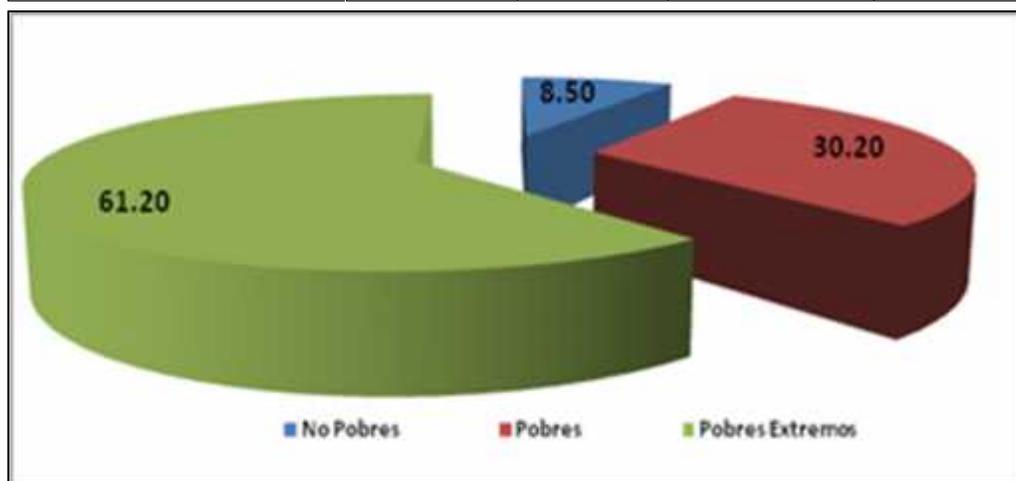


Grafico N° 4 - Pobreza del Municipio
Fuente: Alcaldía de Laguna de Perlas

3.4.4. Organización territorial

El municipio se encuentra conformado por 16 comunidades y 42 comarcas rurales y la cabecera municipal, que tiene 4 barrios: Laguna de Perlas, Brown Bank, Marshall Point, Haulover, Tasbapounie, Raitipura, Kakabila, Set Net, Awas, Orinoco, La fe, San Vicente, Pueblo Nuevo, Podler, el pedregal, Chaca Chaca, el Papel.

Población

De acuerdo con datos oficiales, la población tiene la siguiente composición según ubicación territorial

Tabla Nº 12: Composición de la Población

Total Habitantes	%	Habitantes Urbano	%	Habitantes Rural	%
21,270	100.0	9,784.2	46	11,485.8	54

Fuente: Proyección CSE 2000

La tasa de crecimiento demográfico del municipio es de 3.85% en el período 1995-2000 (INEC, 2000). Un análisis hecho por INEC expresa que "...llama particularmente la atención las tasas de crecimiento de los municipios nuevos, creados después de 1971; siendo la mayoría de zonas de frontera agrícola, con un fuerte potencial cafetalero, ganadero, granos básicos o mineros" (INEC, Organización Internacional para las Migraciones (OIM) y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE); Características socio-demográficas de la población rural de Nicaragua, 1999). Asimismo, este estudio ubica a Laguna de Perlas en primer lugar entre los municipios más urbanizados de la Costa Caribe de Nicaragua.

La RAAN y RAAS son los departamentos/regiones de más alto crecimiento demográfico nacional, con 219.5% en ambas regiones frente al 132.0% en el país durante el período 1971-1995, e indican que el 16.7% de los residentes en la RAAS son inmigrantes internos (sin incluir El Rama y por extensión El Ayote, Muelle de los Bueyes y Nueva Guinea); concluyen que una alta tasa de migración interna es el principal indicador de la dinámica poblacional de las Regiones Autónomas.

No existe en la RAAS un censo de población por etnias, y sólo se dispone de estimaciones de diversas investigaciones u organismos, pero que difieren notablemente entre sí. Una de ellas es la siguiente; alcaldía Laguna de Perlas.

Tabla N° 13: Población por étnias

Municipio	Total	Creoles	Misquitos	Mestizos	Garífunas
Laguna de Perlas	21,270	5,877	5,154	7,808	1,916
%	100.0	28	25	38	9

Fuente: Alcaldía de Laguna de Perlas

3.5. Síntesis del Capítulo

En este Capítulo se realizó la caracterización del área de influencia del proyecto, en la cual se estudió el estado actual de los componentes del medio ambiente a nivel local. Se definió el sistema de elementos bióticos, abióticos, socio-económicos, culturales que interactúan entre sí, a la vez determinando los factores que influyen en el proyecto como: la topografía, clima, agua, suelo, amenazas naturales y geología siendo parte estos del medio abiótico; la fauna y la vegetación del medio biótico; Amenazas antropogénicos, poblaciones, redes y servicios básicos, asentamientos humanos, áreas protegidas.

Se apreció que los componentes del medio biótico (flora), hasta 1995 el 30% era vegetación boscosa, desde entonces producto de las relaciones climáticas y de drenaje, gran parte de este bosque ha sido talado. Otros de los problemas encontrados es que a casusa de la destrucción de habitat, la fauna terrestre ha sufrido los efectos negativos del uso irracional de los recursos, reduciendo notablemente en las últimas décadas tanto en variedad como en abundancias.

Otros de los enemigos en la zona es las altas presencia de precipitaciones, con periodos lluviosos de entre 9 y 10 meses por año, haciendo intransitable el camino y por ende ocasionándole mayor deterioro al mismo.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL RIESGO AL CAMBIO CLIMÁTICO (O DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Una vez analizado el estado actual de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto vial, en este capítulo se procedió a realizar la Evaluación del Riesgo al Cambio Climático a nivel local. Este proceso inició con la evaluación de las diferentes amenazas. Posteriormente se realizó la evaluación de la vulnerabilidad y finalmente se hizo el balance de riesgo.

4.1. Evaluación de la amenaza

4.1.1 Evaluación del Componente Bioclimático

El sitio donde se propone emplazar el proyecto es susceptible de afectación ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que habitan el sitio. Por lo que se sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa deberá estudiarse de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300									
COMPONENTE: BIOCLIMATICO									
Escala	Confort Hidrotermico	Viento	Precipitación	Ruidos	Calidad del Aire	P	F	ExPxP	PxF
1		x	x			3	2	6	6
2						2	0	0	0
3	x			x	x	1	3	9	3
VALOR TOTAL = ExPxP/PxF = 15/9=			1.67					15	9

Como se expresó es un clima selva tropical con temperaturas máximas no superan los 37° C. y la temperatura media del mes más frío es superior a los 18° C por lo tanto es un confort apto para el hábitat humano. Por lo tanto se le asignó al proyecto una evaluación de 3.

Debido a que en su morfología corresponde a una planicie costanera del atlántico en donde predominan relieves planos en todo caso podría generarse vientos que pueden afectar la forma de vida en la zona, provocando fenómenos naturales por estar en las costas del mar caribe, por lo antes mencionado se le asigna al proyecto una evaluación de 1. Se realizó la evaluación de acuerdo a la componente en nivel 1 ya que la zona se ve afectada por constantes lluvias y llegando a precipitaciones de 4000mm al año. Por lo tanto se le asignó al proyecto una evaluación de 1.

Es una zona que no presenta contaminación en el aire presentando zonas montañosas vírgenes, no hay industria que son las principales generadores de gases de efecto invernadero, el tráfico vehicular es mínimo, por tal razón se le asignó al proyecto una evaluación de 3.

4.1.2 Evaluación del Componente Geología

El sitio donde se pretende construir el proyecto, es poco vulnerable, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300										
COMPONENTE: GEOLOGIA										
F	SISMICIDAD	EROSION	DESILIZAMIENTO	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIENTES	CALIDAD DEL SUELO	P	F	ExPxF	PxF
1						x	3	1	3	3
2		x					2	1	4	2
3	x		x	x	x		1	4	12	4
VALOR TOTAL = $ExPxF/PxF = 19/9 =$		2.11							19	9

Justificación: La zona del proyecto es de baja amenazas sísmicas, por lo que se le asigna al proyecto un evaluación de 3. El sitio del proyecto presenta evidencias de erosión, por lo tanto se le asigna al proyecto una evaluación de 2.

No hay deslizamientos en la zona dado que las pendientes son menores al 1%, por lo anterior se le asignó al proyecto una evaluación de 3. La zona del proyecto no presenta Volcanes cercanos. Por lo tanto se le asigna al proyecto una evaluación de 3. La zona del proyecto presenta pendientes menores al 1%, por lo anterior se le asignó al proyecto una evaluación de 3. Diferentes estratos de limo y arcilla a lo largo del tramo en ejecución los que poseen características desde no plásticos hasta un 30% de límite líquido. El nivel freático se encuentra a menos de 3 metros.

4.1.3 Evaluación del Componente Ecosistema

El sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy vulnerable, con alto componente de peligrosidad frente a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas. Por lo que se recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomienda la selección de otro lugar.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300										
COMPONENTE: ECOSISTEMA										
E	SUELOS ARICOLAS	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	HIDROLOGIA SUBTERRANEA	LAGOS	AREAS FRAGILES	SEDIMENTACION	P	F	ExPxF	PxF
1			x	x	x		3	3	9	9
2		x				x	2	2	8	4
3	x						1	1	3	1
VALOR TOTAL = $ExPxF/PxF = 20/14 =$			1.43						20	14

Justificación: La zona donde se ubica el proyecto existen terrenos cercanos pero las técnicas del cultivo no son dañinas, por lo anterior se le asignó al proyecto una evaluación de 3.

Existen formas de agua superficiales debido a la cota aritmética del sitio, pero sin peligro de daños a la estructura, o con rangos de pendientes entre 1 y 2% que con grandes lluvias pudiera tener dificultad en el drenaje, a distancias menores de 20 metros se encuentran flujos de agua subterráneas a profundidades menores de 10 metro con terrenos que poseen alta tasa de infiltración. Por lo anterior se asignó al proyecto una evaluación de 1. El sitio se ubica dentro de la cota de los derechos naturales, creando el riesgo de ser afectado por las precipitaciones. Su asignación al proyecto fue de 1. El sitio se ubica muy próximo a las zonas pantanosas, humedades, zona de reserva natural, con certeza que el proyecto pudiera ocasionar daños ambientales. Por lo anterior se le asigna al proyecto una evaluación de 1.

El sitio donde se ubica el proyecto pudiera ocasionalmente causar acumulación de depósito, sin embargo la acumulación no llegaría a modificar la topografía. Por lo anterior se le asignó una evaluación de 2.

4.1.4 Evaluación del Componente Medio Construido

El sitio no es vulnerable, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que la instancia de evaluación considera este sitio elegible para el desarrollo del proyecto.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300										
COMPONENTE: MEDIO CONSTRUIDO										
E	USOS DEL SUELO	ACCESIBILIDAD	ACCESO A LOS SERVICIOS	AREAS COMUNALES			P	F	ExPxF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3	X	X	x	x			1	4	12	4
VALOR TOTAL = ExPxF/PxF = 12/4 =			3						12	4

Justificación: Según el plan regulador en el sitio donde se ubica el proyecto es compatible, por lo tanto se le asignó una evaluación de 3.

No existe dificultad para acceder al sitio del proyecto. Por lo tanto se le asigna un avaluación de 3. Existen al menos tres de los cuatro servicios básicos. En el sitio donde se ubica el proyecto existe cobertura a los servicios básicos y áreas comunales. Por lo tanto se le asigna una evaluación de 3.

4.1.5 Evaluación del Componente de Interacción (Contaminación)

El sitio no es vulnerable, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que la instancia de evaluación considera este sitio elegible para el desarrollo del proyecto.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300										
COMPONENTE DE INTERACCION (CONTAMINACION)										
E	DESECHOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	INDUSTRIAS CONTAMINANTES	LINEAS DE ALTA TENSION	PELIGRO EXPL. E INCENDIOS	SERVICIOS DE RECOLECCION DE DESECHOS		P	F	ExPxF	PxF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3	x	x	x	x	x		1	5	15	5
VALOR TOTAL = ExPxF/PxF = 15/5 =			3						15	5

Justificación: existen masas de árboles que filtran el aire de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o desechos líquidos a cielo abierto, por lo anterior se le asignó una evaluación de 3. El sitio se ubica a las distancias indicadas de las industrias contaminantes. Por lo tanto se le asigna una evaluación de 3. El sitio se ubica a distancias mayores a 80 metros de líneas de alta tensión.

El sitio donde se emplazara el proyecto, se ubica a distancias superiores a 25 metros de edificios o construcciones combustibles en una hora, o a distancias superiores a 180 metros de edificios en peligro de explosión. Por tal razón se le asigna una evaluación de 3. El sitio se ubica dentro de zonas que tienen cobertura de recolección de desechos con existencia para asimilarlos.

4.1.6 Evaluación del Componente Institucional Social

El sitio no es vulnerable, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que la instancia de evaluación considera este sitio elegible para el desarrollo del proyecto.

PROYECTO: LAGUNA DE PERLAS TRAMO: 1+000 A EST. 5+300											
COMPONENTE DE INSTITUCIONAL SOCIAL											
E	CONFLICTOS TERRITORIALES	SEGURIDAD CIUDADANA	MARCO LEGAL				P	F	ExPxF	PxF	
1							3	0	0	0	
2							2	0	0	0	
3	x	x	x				1	3	9	3	
VALOR TOTAL = ExPxF/PxF = 9/3 =			3.000							9	3

Justificación: No existen conflictos ni litigios territoriales en la zona donde se ubica el proyecto. El área de influencia al proyecto, es catalogada como segura. El proyecto cumple con lo estipulado en el marco legal.

4.1.7 Resumen de la Evaluación

Después de haber analizado las diferentes amenazas, detallamos el resumen de la evaluación de cada uno de los componentes. Se obtuvo un valor 2.37 lo que significa que el sitio es poco vulnerable.

RESUMEN DE EVALUACION	
COMPONENTES	EVALUACION
BIOCLIMATICO	1.67
GEOLOGIA	2.11
ECOSISTEMA	1.43
MEDIO CONSTRUIDO	3
INTERACCION (CONTAMINACION)	3
INSTITUCIONAL SOCIAL	3
PROMEDIO	2.37

4.2 Evaluación de la Vulnerabilidad

A continuación se realiza la evaluación de la vulnerabilidad del proyecto vial, para verificar el estado de riesgo.

4.2.1 Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 1.

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Rangos				
			E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3	
			3	1	2	2	1	3	R	N	A	V	
1	Materiales de Construcción	Disponibilidad de Materiales	x	x									
		Renovabilidad de fuentes			x	x							
		Agresividad del proceso	x	x									
		Calidad y durabilidad del material	x	x									
		Protección/prevención			x	x							
		Facilidad de sustitución o reparación	x	x									
		Frecuencia (F)	4		2		0						
		ExPxF	12		8		0						
		PxF	4		4		0						
		VALOR TOTAL	2.5								2.5		

Justificación:

Disponibilidad de material: más del 80% de materia prima, son suficiente en un radio de 12 km en el sitio del proyecto.

Renovabilidad de la fuente: entre el 35 y 50% de la materia prima en el proyecto, son renovables.

Agresividad del proceso: los principales materiales que se utilizan en el proyecto no son agresivos

Calidad y durabilidad del material: los materiales utilizados en el proyecto son de muy buena calidad.

Protección/prevención: los materiales a utilizar son variables.

4.2.2 Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 2.

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Rangos				
			E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3	
			3	1	2	2	1	3	R	N	A	V	
2	Diseño	Cultura Local	x	x									
		Estabilidad	x	x									
		Funcionalidad			x	x							
		Confort ambiental	x	x									
		Eliminación de desechos					x	x					
		Adaptación al medio			x	x							
		Frecuencia (F)		3		2		1					
		ExPxF		9		8		3	20				
		PxF		3		4		3	10				
		VALOR TOTAL		2							2		

Justificación:

Cultura local: La tipología constructiva tiene vínculo con la cultura local.

Estabilidad: El diseño cumple con los parámetros de resistencia y estabilidad según el historial sísmico.

Funcionalidad: Con algunas señalamientos funcionales

Confort ambiental: El proyecto presenta suficiente ventilación e iluminación, facilitando la transitabilidad.

Eliminación de desechos: El proyecto no contempla con un sistema de tratamiento de desechos líquidos y sólidos.

Adaptación al medio: la solución del proyecto se adapta ligeramente al medio, aun con requerimiento del movimiento de tierra.

4.2.3 Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente 3.

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Rangos				
			E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3	
			3	1	2	2	1	3	R	N	A	V	
3	Tecnología de la Construcción	Fuerza de Trabajo			x	X							
		Equipamiento	x	x									
		Generación/Disposición de Desechos	x	x									
		Control de Ejecución	x	x									
		Externalidades			x	X							
		Frecuencia (f)		3		2		0					
		ExPxP		9		8		0	17				
		PxF		3		4		0	7				
		VALOR TOTAL							2.43			2.43	

Justificación:

Fuerza de trabajo: Más del 75% de la fuerza de trabajo para la construcción, provienen de localidades cercanas.

Equipamiento: Un 20% de los equipos de construcción no están ubicados en un radio de 15 km de la obra.

Generación y disposición de desechos: la cantidad de desechos sólidos generados por la tecnología son muy pocos.

Control de Ejecución: la tecnología constructiva no exige de control permanente de supervisión, según sus niveles de complejidad.

4.2.4 Histograma de Evaluación de Vulnerabilidad

HISTOGRAMA DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD								
Consolidado								
Evaluaciones	Rangos				Resultados			
	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	R	N	A	V
<i>Materiales de construccion</i>			2.5					
<i>Diseño</i>		2						
<i>Tecnologia de Construccion</i>			2.43					
Promedio	2.31						2.31	

4.3 Balance de Riesgo:

A continuación se realiza la evaluación del balance de riesgo, se puede observar que el Proyecto presenta un estado de riesgo moderado.

No.	EVALUACIONES	ANALISIS				RESULTADOS			
		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	R	N	A	V
1	EVALUACION DE EMPLAZAMIENTO			2.37					
2	ANALISIS DE VULNERABILIDAD			2.31					
BALANCE DE RIESGO/PROMEDIO		2.34							

Valores	Descripción	Valoración del Ciclo de Vida
Entre 1 y 1.5	Significa que el proyecto es muy vulnerable, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de las personas.	Se define como <u>no elegible</u> el proyecto en las condiciones en que se presenta.
Entre 1.6 y 2.0	Significa que el proyecto es vulnerable, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de los usuarios.	Se sugiere la <u>búsqueda de una mejor -y menos impactante- alternativa tecnológica, de diseño o en la selección de materiales de construcción</u> para la realización del proyecto.
Entre 2.1 y 2.5	Significa que el proyecto presenta un estado de vulnerabilidad moderada	Se considera esta alternativa del proyecto <u>elegible siempre y cuando</u> no se obtengan calificaciones de 1 (Escala) en algunos de los siguientes aspectos: Adaptación al medio, confort ambiental y renovabilidad de las fuentes (materiales de construcción)
Superiores a 2.6	Significa que el proyecto no indexa vulnerabilidades a los usuarios.	Se considera este proyecto totalmente <u>elegible</u> e idóneo para su desarrollo.

4.4 Evaluación del riesgo en ejecución y operación de proyectos

Proyecto: Mejoramiento del Camino Rama-Laguna de Perlas							
Ubicación: Región Autónoma Costa Caribe Sur (R.A.C.C.S)							
Amenazas probables	Ciclo o recurrencia (años/meses)	Probabilidad de afectación de acuerdo a la recurrencia			Tipo de afectación		Zonas probables de afectación en relación al proyecto
		Alta	Media	Baja	Total	Parcial	
Inundaciones	Mayo, Junio, septiembre, octubre, noviembre	x				x	2+000 - 5+300 La zona es alta en Precipitaciones, generando alto índices de Inundaciones
Huracanes	Octubre, Noviembre	x				x	0+000 - 5+300 Es una zona de alta presencia de Huracanes
Sísmica	Poco Probable			x		x	0+000 - 5+300 La amenaza sísmica es baja en la zona
Volcánica	Poco Probable			x		x	No presenta Volcanes cercanos en la zona
Deslizamientos	Poco Probable						No hay deslizamientos en la zona dado que las pendientes son menores al 1%

4.5 Síntesis del Capítulo

En este capítulo se realizó la Evaluación de las amenazas en sus diferentes componentes (Componente Geología, Componente Ecosistema, Medio Construido, Componente de Interacción Contaminación, Componente Institucional Social, y el distinto estudio de vulnerabilidad. donde se obtuvieron los resultados de cada análisis antes los efecto del cambio climático, con el fin de tener una mejor visión del proyecto.

Como pudimos observar se trata de un medio con selva tropical con temperatura máximas que no superan los 37° C. y la temperatura media del mes más frío es superior a los 18° C por lo tanto es un confort apto para el hábitat humano.

Se obtuvieron los resultados de cada análisis antes los efectos del cambio climático con el objetivo de tener una mejor visión del proyecto y garantizar el transito seguro ante cualquier efecto inesperado del clima salvaguardando la vida de la población y de los usuarios.

CAPÍTULO 5: MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

5.1. Introducción

Después de obtener los resultados de la Evaluación de riesgos, y teniendo los puntos más críticos en el área de Influencia del proyecto vial, en este capítulo estaremos abordando las medidas de Mitigación y Adaptación ante los efectos del Cambio Climático en tramo crítico Laguna de Perlas, Est 3+000 a la est. 5+300.

5.2. Medida de Mitigación al riesgo de Inundación

5.2.1. Hallazgos, Cálculos y Consideraciones sobre el problema

Estado actual de las obras del drenaje transversal y de la terracería.

En el tramo desde la estación 3+000 a la estación 4+000, existen 6 drenajes transversales (2 cajas y 4 alcantarillas), que aún no funcionan en su totalidad, una vez que se construyan los rellenos y los canales de entrada y salida de las obras se espera estos trabajen con normalidad. Ver fotografías (3) a continuación:



Topografía y drenaje de las cuencas tributarias.

Todas las alcantarillas drenan desde la izquierda hacia la derecha de la carretera y tienen bien definida su cuenca tributaria respectiva, sin embargo, en su conjunto, desembocan, a la derecha de la carretera, en una planicie, que por su escasa pendiente, posee una baja capacidad de descarga hacia la laguna de Perlas. De tal manera, que, ante tormentas de larga duración (7 días) como la causada por el Huracán Otto, el agua, incluida la que se precipita en la propia planicie, se remansa y forma un embalse temporal en la parte más baja de la referida planicie. Durante la tormenta provocada por el Otto, las aguas del pequeño embalse subieron hasta la elevación de 1.54 msnm y, en consecuencia, retrocedieron formando una cola que inundó ambos lados de la carretera en el tramo comprendido entre la estación 3+000 y la 4+000.

Lo anterior quiere decir que las alcantarillas del tramo, en algún momento, por estar ubicadas en las partes más bajas del terreno, dejan de drenar de izquierda a derecha y hasta se revierte la dirección del flujo.

Localización de la descarga final de la cuenca conjunta.

Parte de las aguas que cruzan la carretera de izquierda a derecha, quedan almacenadas en hoyas naturales que constituyen lagunetas y humedales permanentes, cuya salida la representan: en primer lugar, la escorrentía superficial hacia la laguna; en segundo lugar, la evapotranspiración; y por último, la lentísima escorrentía sub superficial hacia la laguna de Perlas. Por otra parte, las aguas de la escorrentía superficial, que constituyen el mayor porcentaje, drenan en la laguna de perlas a través de dos caños, el primero y el más importante lo constituye el denominado Creek Awas, cuya desembocadura se localiza en el puente que comunica la comunidad de Raitipura con el balneario de Awas; el segundo y con menor capacidad de descarga, desemboca en la laguna, entre los poblados de Laguna de Perlas y Raitipura.

5.3. Sección Típica en tramo bajo estudio.

En el tramo inundable, la sección típica propuesta por el diseño, contempla colocar sobre una terracería mejorada con material selecto de banco, un pedraplén cuyos tamaños varían de 20 a 70 cms, sobre el pedraplén 10 cms de material gravoso que sirva como filtro y, a la vez, como nivelador de la superficie rugosa del pedraplén, por encima del filtro un estrato de 30 cms, de material selecto de banco que sería la subbase, a continuación se procedería con una base de 20 cms de material gravoso tratado con cemento, y finalmente aparece un estrato de 18 cms de concreto hidráulico como la superficie de rodamiento. Ver sección típica en ANEXO A.

5.4. Planta y Perfil de rasante, en tramo considerado.

De conformidad al perfil propuesto por el diseño para el tramo en conflicto, en la estación 3+490 se ubica el nivel más bajo de la rasante terminada, que corresponde a 2.293 msnm, para esa misma estación el hombro derecho, debido al peralte obligado por una curva horizontal de la carretera, posee una elevación de 1.793 msnm. Los referidos niveles son los más bajos de la carretera en un estacionamiento que prácticamente coincide con la alcantarilla simple No. 13, la cual posee en el Invert de salida una elevación de -0.2 msnm., que, de todos los Invert de salida de los 6 drenajes, resulta la elevación más baja.

5.5. Topografía de detalle para área de influencia en tramo bajo estudio

De una revisión de planos topográficos a escala 1:50,000 y de la topografía de detalle con curvas de nivel a cada 0.25 m., levantada para el área que contiene el tramo de carretera en conflicto, se infiere que el cauce más pronunciado de las cuencas tributarias, que corresponde a la alcantarilla número 13, tiene, en las inmediaciones de dicha alcantarilla, una elevación de 0.0 msnm y 600 metros hacia aguas arriba posee una elevación de apenas un 1.0 msnm; dicho cauce alcanza su máxima elevación de ± 4 msnm, a una distancia de aproximadamente 1.500 metros de la referida alcantarilla. Lo anterior nos indica que las aguas se desplazan más rápido en sus primeros 900 metros pero se refrenan en los últimos 600 metros, por la baja pendiente del terreno, antes de su llegada a la carretera. Ver ANEXO C.

5.6. Determinación del NAME y nivel freático en casa aledaña al tramo analizado

En el mismo plano que contiene la topografía de detalle antes mencionado, aparece la ubicación de la vivienda del Sr. Jefferson Arteta, a la altura del estacionamiento de 2+880 y a unos 50 metros a la izquierda del eje de la carretera. En la propiedad de este Señor la topografía determinó que el nivel de piso de la vivienda es de 1.69 msnm y que el nivel del agua en el pozo corresponde a 1.32 msnm. Según versión del mismo Sr. Arteta, quien asegura tener 15 años de habitar en su propiedad, la inundación provocada por el Huracán Otto, en Diciembre del año 2016, subió hasta una altura de 15 cms por debajo del piso de su casa. Lo anterior nos ha permitido estimar que el NAME para el Otto puede considerarse de 1.54 msnm.

Por otra parte, el nivel freático de 1.32 msnm, nos induce a pensar que existe una escorrentía subterránea (subsuperficial) hacia la Laguna de Perlas, pero, estimamos que, debido a que los suelos prevalecientes en el área (suelos areno-limosos, A-2-4) tienen una mediana permeabilidad y que el recorrido es de casi 1.0 kilómetros, en consecuencia, la descarga o escorrentía subsuperficial podría considerarse irrelevante.

5.7. Perfil del terreno desde el tramo considerado, hasta la costa de Laguna de Perlas.

Desde la salida de los drenajes transversales del tramo inundable, en dirección Noreste hasta las costas de Laguna de Perlas, el terreno es una planicie o plataforma amplia, ligeramente ondulada, con pequeñas depresiones en las que se forman pantanos y pequeñas lagunas, sobretodo, en las inmediaciones a la comunidad de Raitipura. Las elevaciones del terreno varían desde los 2.0 y 0.0 msnm.

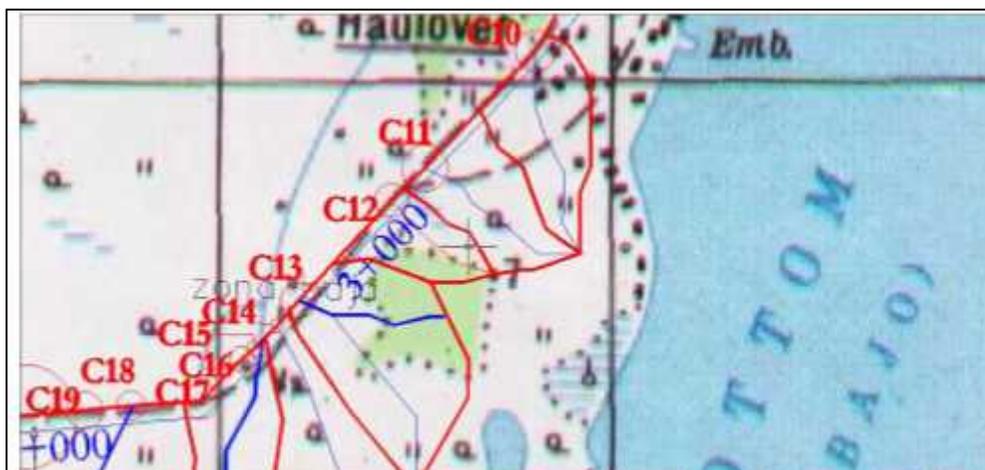
Las escorrentías durante las precipitaciones de gran intensidad, desbordan fácilmente el canal natural, que apenas se aprecia, y se extienden transversalmente a todo lo ancho de la llanura, avanzando lentamente hacia la laguna. Obviamente, por la falta de pendiente en el terreno, el flujo escurre en régimen subcrítico gradualmente variado. Y, por supuesto, la lentitud también se debe a que la diferencia de nivel es muy pequeña, entre aguas arriba y la laguna de Perlas. La salida de las aguas hacia la laguna, principalmente, se logra a través del caño Creek Awas, aunque también existe otro aliviadero, cuyo nombre se desconoce, que descarga en la laguna entre los poblados de Laguna de Perlas y Raitipura.

5.8. Determinación del caudal total, causado por el huracán Otto

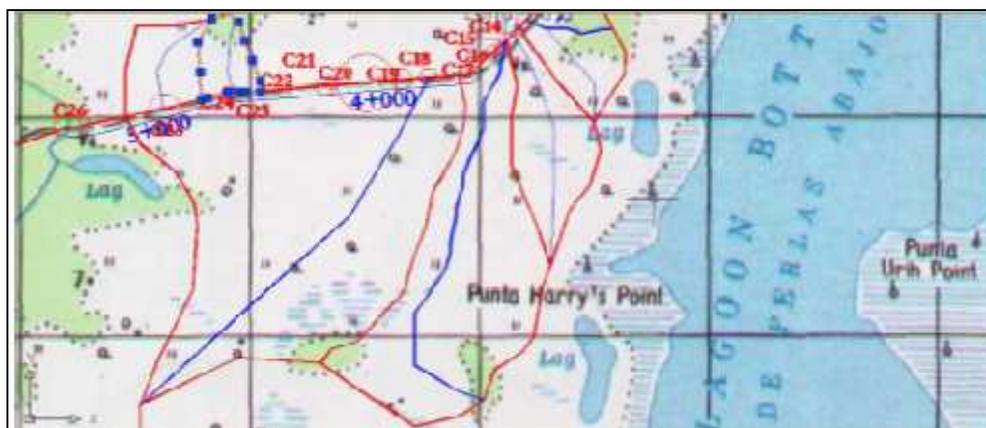
Se determinó el caudal total, causado por el huracán Otto en la cuenca que afecta el tramo de carretera en cuestión. La cuenca de drenaje que originó la inundación del tramo de carretera inundable, es la que contiene todas las alcantarillas desde la C6 hasta la C25 (antes del cruce del río San Lorenzo). Dicha cuenca tiene un área, hasta su desembocadura en la Laguna de Perlas, según mapas topográficos a escala 1:50,000, de $A = 11 \text{ km}^2$. De esta área total solamente un 30% se localiza aguas arriba de los drenajes antes señalados; el restante 70% lo constituye la planicie, aguas abajo de los mismos y en donde se origina el remanso de la inundación. Ver los siguientes mapas:



Mapa 9 - Cuencas del C4A al C9
Fuente: Empresa de Supervisión TEC.S.A



Mapa 10 - Cuencas del C10 a la C13
Fuente: Empresa de Supervisión TEC.S.A



Mapa 11 - Cuencas del C14 a la C23
Fuente: Empresa de Supervisión TEC.S.A



Mapa 12 - Cuenca del Rio Sam Lorenzo
Fuente: Empresa de Supervisión TEC.S.A

Por otra parte, según un registro diario de precipitaciones en un pluviómetro ubicado en el patio de la propiedad del Sr. Jefferson Arteta, quien además es el encargado de las lecturas, en el periodo en el que el Huracán Otto pasó por Nicaragua, en el área de la cuenca de nuestro interés y en un periodo consecutivo de 7 días, se acumularon $P=420$ mm de agua (4.2m). Los espesores de 70mm, 35mm, 100mm, 40mm, 75mm, 70mm y 34mm, respectivamente. Ver ANEXO – H.

Además, dado que los suelos de la cuenca por una parte, tienen alto contenido de humedad y que la infiltración es baja y, por otra, que existen depresiones sin drenaje que constituyen lagunetas y pantanos que acumulan parte de las precipitaciones, es razonable considerar, para esta cuenca en particular, un factor de escorrentía superficial de $C= 0.8$.

También es importante señalar, según los pobladores más cercanos al área de nuestro interés, que la inundación una vez que alcanzó su máxima elevación (NAME), tardó 5 días en deprimirse completamente. En tal sentido, si observamos la magnitud de las lluvias, registradas en el pluviómetro antes señalado, se deduce que la inundación empezó a deprimirse el día 13 y concluyó el día 17 de Dic. /2016. En conclusión, toda la precipitación $P= 4.2$ metros que provocó el Otto en la cuenca, se escurrió hacia la laguna en un periodo $T= 11$ días comenzando el mismo 7 y finalizando el día 17 de Dic. /2016, inclusive.

Tomando en consideración los datos anteriores podríamos estimar que la tormenta se escurrió hacia la laguna de Perlas por sus salidas naturales a razón de un caudal promedio de: $CxAxP/T = Q_{psalida} = 3.89$ m³/seg. No obstante, la misma tormenta se precipitó en la cuenca a un ritmo promedio de $Q_{entrada} = 6.11$ m³/seg., por lo tanto, el hecho de que la entrada de agua en la cuenca fuese mayor que la salida en la laguna, tuvo como consecuencia la bendita inundación.

5.9. Análisis de tormentas causadas en el sitio de interés, por otros huracanes

Se hizo el análisis de tormentas causadas en el sitio de interés, por otros huracanes, a partir de un periodo de registros hidrológicos, para la estación de Bluefields. Las alcantarillas se diseñan para un caudal máximo instantáneo cuyo periodo de retorno corresponde a 25 años y las cajas para un periodo de retorno de 50 años, en este sentido, en vista que la rasante de la carretera tiene suficiente altura, para caudales con periodos de retorno mayores bastaría que el tirante del agua a la entrada del drenaje suba la suficiente altura (sin rebasar la carretera) para desaguar sin problema los correspondientes caudales. Por supuesto que lo anterior sería posible si la cuenca, aguas abajo de dichos drenajes, tuviera suficiente capacidad para descargar rápidamente los caudales recibidos, lo cual no es el caso de la cuenca bajo estudio.

Según un registro hidrológico de INETER, para la estación de Bluefields, del año 1977 al 2016 para las intensidades máximas anuales de precipitación, la intensidad máxima multianual corresponde, para el año 1985, al valor de 254.4 mm, con un tiempo de duración de 5 minutos.

Y para un tiempo de 10 minutos, la máxima intensidad de 180.0 mm ocurrió en 1983. Si revisamos ambos valores en las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia, preparadas por el mismo INETER para el mismo periodo, dichas intensidades corresponderían a una curva con periodo de retorno mucho mayor a los 100 años.

Por otra parte, si revisamos las intensidades máximas correspondientes para todos los meses del año de 2016, veremos que la máxima intensidad para 5 minutos de duración, correspondió al mes de Noviembre con un valor de 201.6 mm; y para una duración de 10 minutos, la intensidad máxima de 123.6 mm se produjo durante el mismo mes de Noviembre.

Si transponemos los valores antes mencionados a la cuenca de nuestro interés, claramente podemos deducir que la tormenta del Otto que ocurrió en Diciembre del 2016 y que causó la inundación, no tuvo precipitaciones de intensidades mayores a las que ocurrieron en Noviembre del mismo año, pero que no causaron inundaciones. La respuesta a lo anterior es que la tormenta causada por el Otto, duró 7 días y acumuló enormes volúmenes de agua que la cuenca no pudo evacuar con la velocidad deseada. En cambio las precipitaciones de Noviembre aunque más intensas, no duraron tantos días y la cuenca sí pudo lidiar con los caudales precipitados, sin producir una inundación.

La lección de lo anterior es que para que se produzca una inundación, sí resulta importante el valor de la intensidad de la lluvia, pero mucho más importante resulta el tiempo de duración de las tormentas, el cual debe extenderse por varios días para acumular volúmenes de agua muy por encima de la capacidad de descarga de la cuenca.

5.10. *Diseño de posible canal, hacia el Sureste*

Se propone el diseño de posible canal, hacia el Sureste, entre tramo inundable y la costa de Laguna de Perlas. Para analizar una posible descarga adicional de las aguas de inundación originadas por eventos extraordinarios, se levantó un perfil longitudinal desde la estación 3+500, en dirección Sureste hasta el sitio Harry's Point, localizado en la costa de la laguna. El perfil levantado muestra una distancia de 1,048 metros y una altura máxima del terreno de 4.0 msnm. Ver ANEXO D.

El canal fue diseñado atendiendo las siguientes consideraciones:

Asumir un canal trapezoidal, en suelo, sin revestimiento, de mil metros de longitud, con una base de 6 metros (20 pies), con taludes de 1:2 y con un coeficiente de rugosidad $n = 0.025$

Debido a que las máximas mareas pueden alcanzar la elevación de hasta + 0.40 msnm y para evitar que las aguas de la laguna inunden la cuenca, el nivel del Invert de entrada se ha considerado en una elevación igual al de la máxima marea de + 0.40 m.

Para evitar una mayor excavación dentro del cuerpo de la laguna, el Invert de salida del canal lo hemos establecido en la elevación de -0.50 msnm.

Según el perfil levantado para la ruta del canal este tendría una longitud de 1,000 metros y considerando los niveles del Invert a la entrada y la salida, entonces, la diferencia en elevación entre los extremos sería de 90 centímetros, lo cual obliga a que la pendiente del fondo sea de $S_o=0.0009$.

La velocidad máxima permitida para el tipo de suelos prevalecientes en el área (canal sin revestimiento, con suelos areno-limosos) sería de 0.9 m/seg, más allá de esa velocidad el canal sería revestido con suelo cemento hasta una altura de un metro sobre el fondo del mismo.

Tomando en consideración la altura del NAME de +1.54 msnm y el nivel del Invert a la entrada del canal de +0.40 msnm, entonces, el tirante máximo de agua al inicio del canal sería de $Y_1=1.14$ metros (3.75 pies).

Y, obviamente el tirante de agua a la salida del canal en la laguna sería considerado constante e igual a $Y_2=0.5$ metros (1.64 pies).

Debido a la pequeña pendiente el flujo será en régimen subcrítico y gradualmente variado, para cualquier tirante de agua a la entrada del canal. Por otro lado, el tirante a la salida del canal (Y_2) se considerara constante, como si el nivel de la laguna no fluctuara con las mareas y se mantuviera estable a 0.0 msnm.

5.11. Implementación de Sistemas de Sub-drén

El sub-drenaje vial es un sistema de vital importancia para garantizar la durabilidad de las estructuras de pavimento, permite interceptar el agua subterránea evitando que la misma provoque daños irreversibles en las carreteras.

El agua subterránea que capta un sub-drén proviene del agua de infiltración, del nivel freático, e incluso de la escorrentía superficial, dando lugar en épocas de lluvia a un caudal considerable.

Los siguientes gráficos detallan los componentes (geo textil, relleno granular filtrante y la descarga que consiste en un muro de piedra con salida de tubo) del tipo de sub-drén granular filtrante a implementarse a lo largo del tramo crítico Sector de El “Rama – Kukra Hill”.

5.12. Síntesis del capítulo

En el reciente capítulo abordamos las medidas de Adaptación a implementarse en el tramo crítico Laguna de Perlas ante los efectos del Cambio Climático.

Se propone un programa de monitoreo para cada una de las medidas el cual consiste en cálculos y consideraciones sobre el problema, en el tramo desde la estación 3+000 a la estación 4+000. A su vez tiene una Sección Típica en el tramo inundable, la sección típica propuesta por el diseño, contempla colocar sobre una terracería mejorada con material selecto de banco, un pedraplén cuyos tamaños varían de 20 a 70 cms, sobre el pedraplén 10 cms., diseño de posible canal hacia el sureste, entre tramo inundable y la costa de Laguna de Perlas, implementación de sistemas de sub-drén, todo esto se realiza con el fin de cualquier efecto inesperado del clima, salvaguardando la vida de los usuario y de la población.

CAPÍTULO 6: ASPECTOS FINALES

6.1 Conclusiones

Se determinaron las principales características del Proyecto Vial, Rama – Laguna de Perlas.

Una vez definida la línea base, se obtuvieron los componentes ambientales, que mediante los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos se identificó cuáles eran los puntos más vulnerables ante los efectos del Cambio Climático.

La evaluación de riesgo nos arrojó un valor de 2.37, lo que demuestra que el riesgo es moderado, obteniendo así los modelos (propuestas) de las obras de Mitigación y Adaptación antes los efectos del Cambio Climático.

Habiendo realizado la evaluación de riesgo, identificamos los puntos más críticos que afectan el tramo de construcción, siendo la mayor afectación encontrada en estos puntos, las Inundaciones producto de las constantes precipitaciones (9 meses por año), lo que impedía la transitabilidad, producto del no funcionamiento de los drenajes transversales, imposibilitando la evacuación de las aguas.

En consecuencia, una vez identificado los puntos más críticos que afectan el tramo de construcción, se propuso como medida de Adaptación y Mitigación, la construcción de un pedraplén como parte de la estructura del pavimento, así como también mejorar el drenaje transversal sustituyendo el existe (alcantarillas) por Cajas de Concreto Reforzado.

Mapa de Síntesis de Medida

Simbología

-  Medida A
-  Medida B
-  Medida C



6.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto de hidrología como de topografía se recomienda al Ministerio de Transporte Infraestructura (MTI) (sus diseñadores), hacer elevación mínima del nivel de la rasante en el tramo bajo estudio, de tal manera cuando se de una crecida como la originada por el Huracán Otto, tener un nivel de la rasante, al menos, con una elevación de 2.6 msnm, en un tramo de 325 metros de longitud, comprendido de la estación 3+290 a la estación 3+615.

Para asegurar mayor vida útil y el correcto funcionamiento se deben realizar mantenimientos preventivos y periódicos a los Sistema de Drenaje Pluvial y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo de la carretera como tal.

Además proponer obras adicionales de drenaje para evacuar los caudales durante las crecidas extraordinarias, que contiene el tramo inundable, en dirección Este, siendo así la costa de la Laguna de Perlas se encuentra a una distancia de 1 kilómetro, por lo tanto, es posible construir un canal en esa dirección para que contribuya en la descarga de los caudales provocados por las crecidas extraordinarias como la del Huracán Otto.

6.3 Bibliografía

Tercer Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2001 a, b, c).

Medidas para abordar el Impacto del Cambio Climático a la Infraestructura.

Herramientas para la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en el sector agropecuario - Laura Meza y Meliza González, FAO.

Carreteras y Cambio Climático – Dr. Ángel Sampedro Rodríguez.

Sistemas de Evaluación de Nicaragua; Derecho N° 76-2006

INETER. Datos Meteorológicos

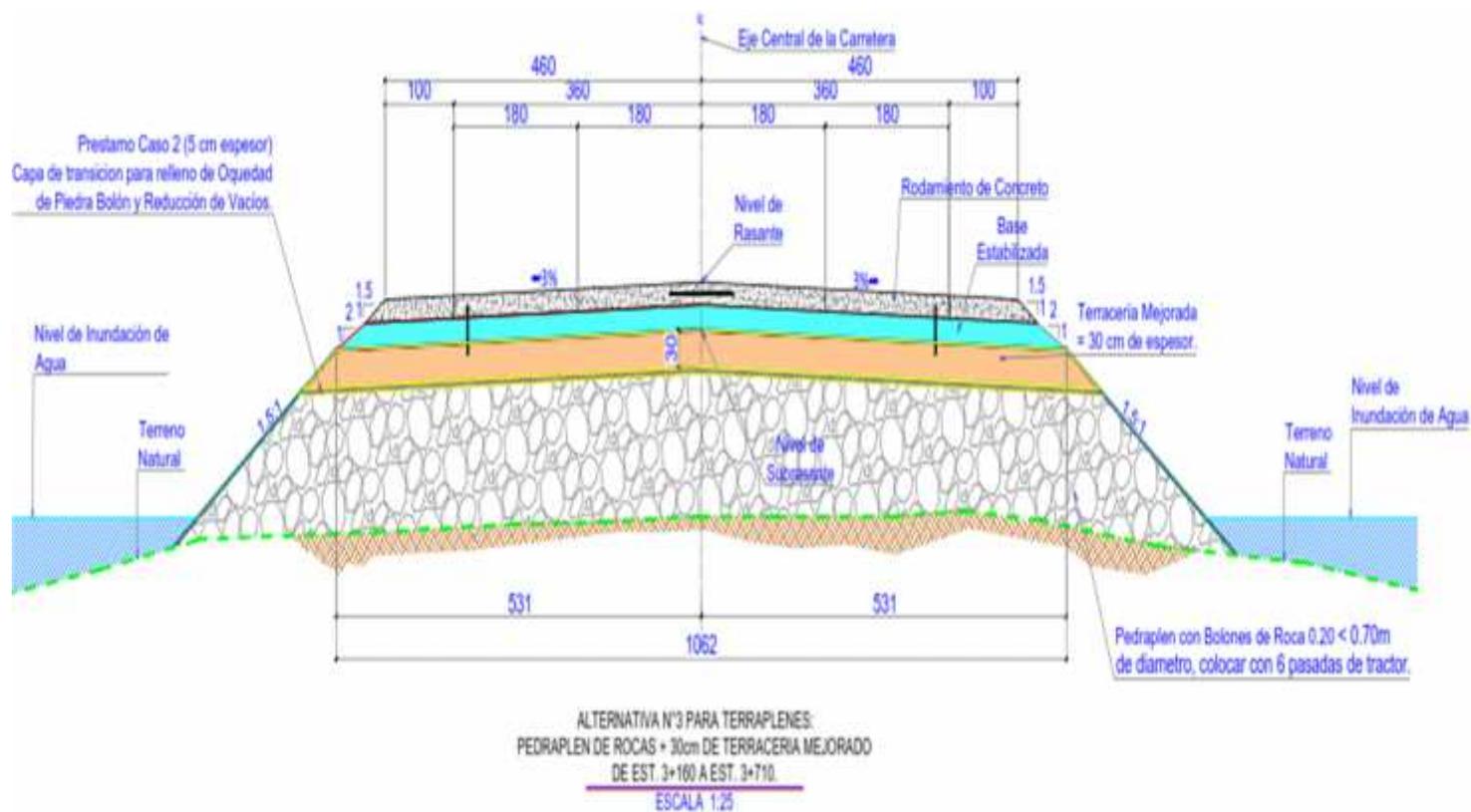
Ingeniería de Transito – Rafael Cally Mayor R – dames Cardenas G – Alfaomega.

Planeamiento del Transporte, facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.

A policy on geometric design of Highways and Streets American Association of State highway and transportations officials.

6.4 Anexos

ANEXO A



ANEXO B

DISEÑO DE CANAL PARA EVACUAR INUNDACIONES EN LAGUNA DE PERLAS											
Q	S0	α	z	b	n						
230	0.0009	1.1	2	20	0.025						
Y	A	R	R4/3	V	$\alpha V^2/2g$	E	ΔE	Sf	Sfp	SO-Sfp	Δx
3.7500	103.1250	2.8045	3.9549	2.2303	0.0851	3.8351		0.0004			
3.5500	96.2050	2.6816	3.7254	2.3907	0.0977	3.6477	0.1873	0.0004	0.0004	0.0005	369.4811
3.3500	89.4450	2.5569	3.4963	2.5714	0.1131	3.4631	0.1847	0.0005	0.0005	0.0004	441.9803
3.1500	82.8450	2.4304	3.2675	2.7763	0.1318	3.2818	0.1813	0.0007	0.0006	0.0003	600.7466
3.0000	78.0000	2.3342	3.0962	2.9487	0.1487	3.1487	0.1331	0.0008	0.0007	0.0002	771.0391
2.9500	76.4050	2.3018	3.0392	3.0103	0.1550	3.1050	0.0437	0.0008	0.0008	0.0001	514.5528
2.9200	75.4528	2.2824	3.0050	3.0483	0.1589	3.0789	0.0261	0.0009	0.0009	0.0000	579.0567
1.6400	38.1792	1.3967	1.5613	6.0242	0.6207	2.2607	0.8183	0.0065	0.0037	-0.0028	4.0000
pies				pies/seg						Longitud (en pies)	3,280.8567

Q_{max} =	6.52	m3/seg	(230.00 p3/s)							
Q_{prom} =	3.38	m3/seg	(119.27 p3/s)							

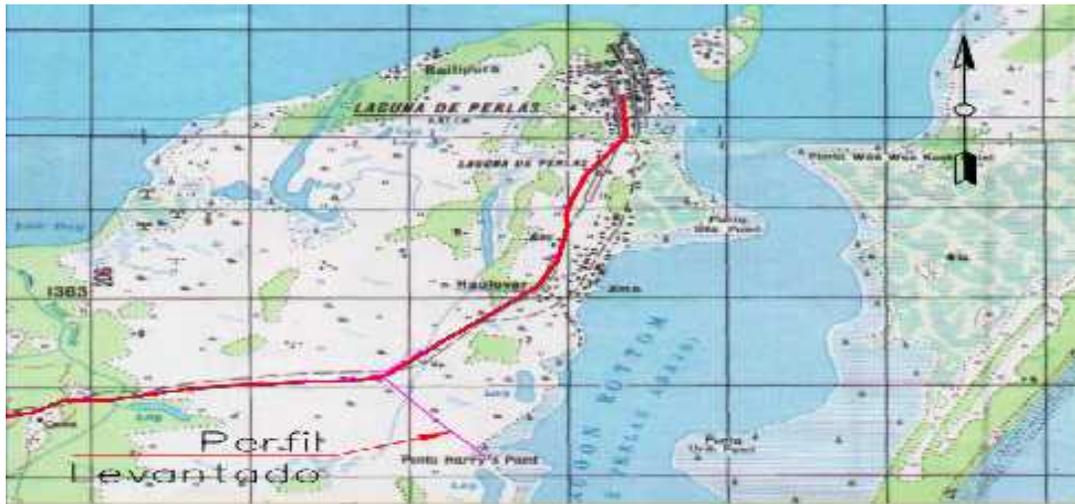
DATOS SOBRE EL CANAL SIN REVESTIMIENTO				DEFINICION DE TERMINOS DE LA TABLA	
Base del canal,	b:	6	metros	Y:	Tirante de agua
Pendiente de talud,	z:	2		A:	Area mojada
Velocidad maxima, permisible	Vmax:	0.70	m/s	R:	Radio hidraulico
Caudal maximo,	Qmax:	6.52	m3/s	V:	Velocida promedio
Caudal promedio,	Qprom:	3.38	m3/s	$\alpha V^2/2g$:	Carga de velocidad
Longitud del canal,	L:	1,000.00	metros	E:	Energia especifica
Pendiente de fondo,	So:	0.0009		ΔE :	Incremento de energia especifica
Elevacion al INICIO del canal.	El(inicial):	0.40	msnm	Sf:	Pendiente de friccion
Elevacion al FINAL del canal.	El(final):	-0.50	msnm	Sfp:	Pendiente de friccion promedio
Coeficiente de rugosidad	n:	0.025		So-Sfp:	Dif. entre pend. de fondo y Sfp
Revestimiento con suelo cemento	ultimos 500 metros:	h = 1.0m.		Δx :	Incrementos en distancias

ANEXO C

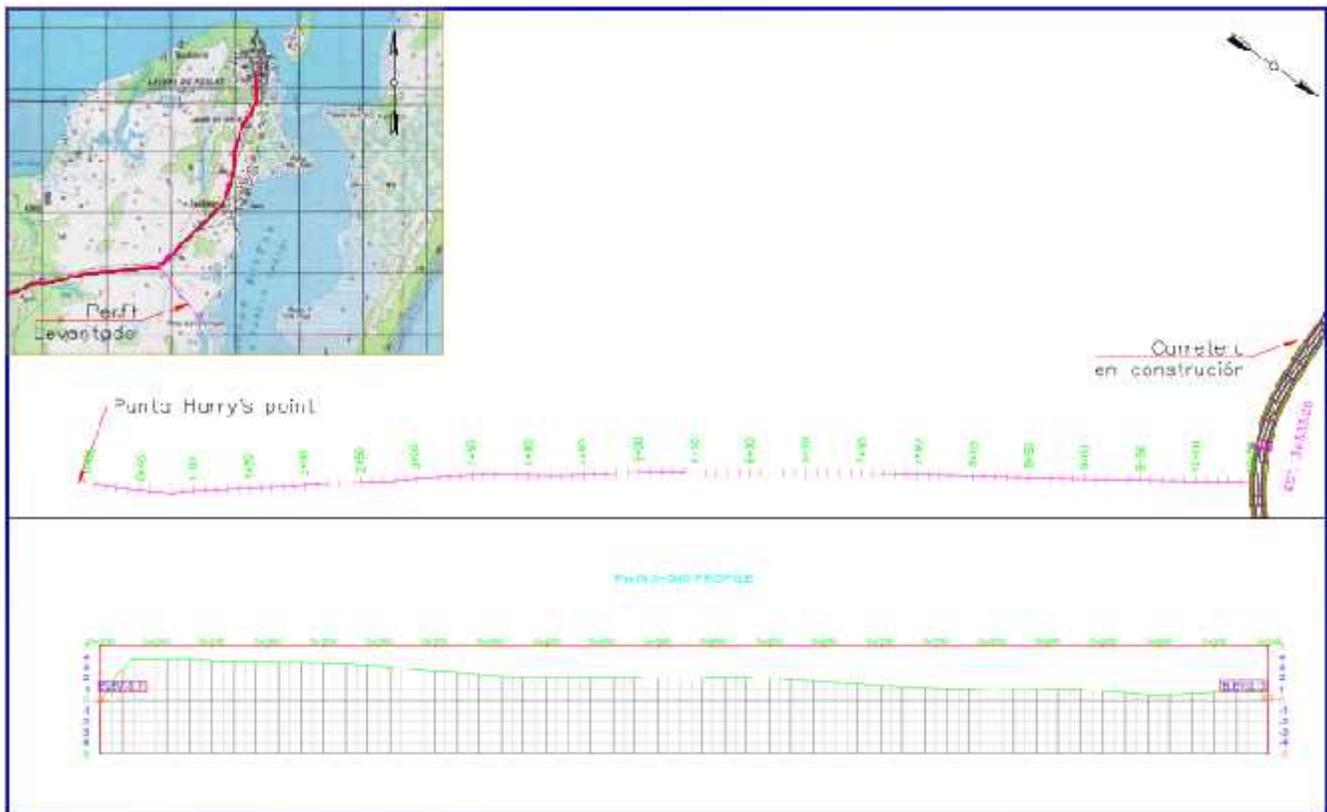


TOPOGRAFIA DE DETALLE EN TRAMO DE CARRETERA EST.3+000 A LA EST.4+000

ANEXO D



PERFIL LEVANTADO DE POSIBLE CANAL DE DESCARGA



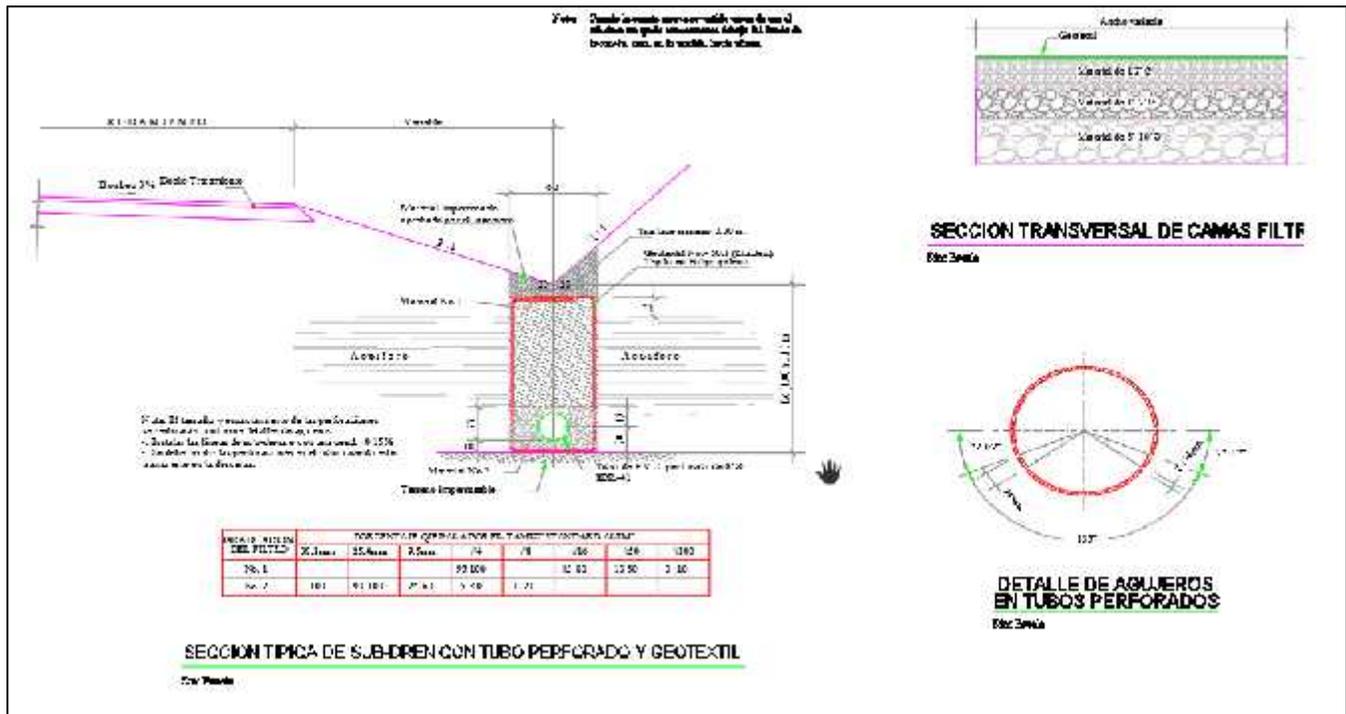
PLANTA PERFIL DE POSIBLE CANAL DE DESCARGA

ANEXO F

PROPUESTA DE SECCION TRANSVERSAL DE CANAL DE DESCARGA



ANEXO G



ANEXO H

PRECIPITACIONES DEL MES DE DICIEMBRE DEL 2016 EN PLUVIOMETRO UBICADO EN LA PROPIEDAD DEL SEÑOR JEFFERSON ARTETA												
	nov-16		Nov - Dic 2016		Dic 2016 - Enero 2017		Enero - Febrero 2017		Febrero - Marzo 2017		Marzo - Abril 2017	
	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm	Días	mm
1	12	26	16	6	16	25	16	25	16	0	16	0
2	13	11	17	3	17	16	17	16	17	0	17	13
3	14	21	18	22	18	8.5	18	8.5	18	1	18	15
4	15	7	19	30	19	19	19	19	19	1.5	19	12.5
5	16	6	20	4	20	1.5	20	1.5	20	0	20	10.5
6	17	3	21	6	2	3.5	2	3.5	21	0	21	36
7	18	22	22	0	3	3	3	3	22	0	22	1.5
8	19	30	23	19	4	5.5	4	5.5	23	11.5	23	0
			24	73	5	2	5	2	24	0	24	0
			25	14	6	1	6	1	25	0	25	0
			26	5.5	7	0.5	7	0.5	26	0	26	1
			27	21.5	8	5	8	5	27	0	27	0
			28	1.5	9	0	9	0	28	0	28	0
			29	1.8	10	6	10	6	1	5	29	3
			30	9	11	1.5	11	1.5	2	0	30	0
			1	21.5	12	0	12	0	3	0	31	0
			2	2	13	15	13	15	4	0	1	0
			3	3.5	14	2	14	2	5	0	2	6
			4	1.5	15	1.5	15	1.5	6	0	3	1
			5	3					7	0	4	1
			6	5					8	10	5	1.5
			7	70					9	3	6	0
			8	35					10	2	7	0
			9	100					11	8	8	1
			10	40					12	6	9	0
			11	75					13	1	10	0
			12	70					14	0	11	0
			13	34					15	7	12	0
			14	3							13	0
			15	1							14	0
											15	0
			PRECIPITACIONES DE DICIEMBRE DEL 2016 EN LAGUNA DE PERLA									

ANEXO I

