



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN

Proyecto Innovador

Diseño del pavimento rígido el tramo de carretera colegio Takashi-Retén

Para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Br. Eliezer Francisco Mejía García

Br. Vicente Urbina Orozco

Br. Kevin Javier Duarte Fenly

Tutora:

Ing. Jinelka Adelina Blanco Francis

Bilwi, Puerto Cabezas RACCN, 2021

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMA DE
LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN**

Proyecto Innovador

**Diseño del pavimento rígido el tramo de carretera colegio
Takashi-Retén**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Br. Eliezer Francisco Mejía García

Br. Kevin Javier Duarte Fenly

Br. Vicente Urbina Orozco

Tutora:

Ing. Jinelka Adelina Blanco Francis

Bilwi, Puerto Cabezas RACCN, 2021

A DIOS por ser fuente de mi inspiración, mi fuerza y fortaleza quien me cuida y protege día a día para cumplir con cada una de las metas que me propongo en la vida, que ha estado al lado mío todo este trayecto de los cinco años de sacrificio y dedicación, que gracias a su voluntad obtendré el reconocimiento que tanto soñé y he deseado con toda el alma, el que cuando me sentía solo siempre estaba ahí resguardándome con su inmenso amor y misericordia, dándome la confianza que seguirá al lado mío hasta lograr la meta más grande que quiera alcanzar.

A mis padres Sergio Francisco Mejía Watler y María Milena García Artola por todo el apoyo que me han brindado desde mi nacimiento e instruyéndome siempre por el buen camino y enseñarme a luchar por todo lo que quiero, que con esfuerzo constante, cotidiano y persistente se pueden lograr todos los objetivos en la vida.

A mi tutora y cada uno de los docentes que nos impartieron clases durante los cinco años de estudio por compartir sus conocimientos y brindar información para el fortalecimiento de nuestros conocimientos, y tener una buena base de conocimiento.

Br. Eliezer Francisco Mejía García

Primeramente, expresando mi gran gratitud a mi Dios todo poderoso por haberme dado la vida, salud y fuerza de seguir adelante en rumbos difíciles, y por tanto en poder profundizar más a la vida, fortalecerme e inspirarme mucho más día a día hacia el cuidado de mi señor todo poderoso.

Un agradecimiento perdurable a la facultad de Ingeniería civil de la URACCAN, que me abrió las puertas para formarme como un profesional. A mis profesores que pacientemente ilustraron con sus conocimientos.

También agradezco mucho a mis compañeros y compañeras, por compartir experiencias inolvidables dentro y fuera de las aulas durante nuestra vida universitaria.

De igual manera, agradezco infinitamente a mis familiares que se preocuparon de mi formación académica, especialmente a mis padres, que desde el primer día de mi educación me ayudaron a alcanzar mis metas deseadas y siempre alentando mi formación profesional. Los amo mucho.

Finalizando agradezco mucho a mi tutora Ing. Jinelka Adelina Blanco Francis, quien estuvo dispuesta a ayudarme durante todo el desarrollo de esta tesis.

Br. Kevin Javier Duarte Fenly

A **Dios Todopoderoso** por dejarme haber llegado hasta este punto y por haberme dado salud, sabiduría, perseverancia, por guiar mis pasos para culminar este proyecto académico y manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis metas y prioridades, además de su infinita bondad y amor. A **nuestra madre la Virgen madre de Dios y madre nuestra**, intercesora ante Dios Padre porque nos brinda su inmenso amor cada día.

A mi **madre Layda Orozco Keltan**, mi refugio, una mujer luchadora, trabajadora y mi mayor inspiración para seguir siempre adelante; a quien le debo todo el éxito que hoy en día tengo por haber cumplido una etapa más de mi vida y que por su apoyo incondicional de todos estos años se ha hecho posible el sueño de ser un profesional de la Ingeniería Civil.

A mi **hermano Ronald Picado Orozco** por siempre brindarme su apoyo y ser el mejor ejemplo de lucha y superación.

También les agradezco a los responsables de becas de la URACCAN-BILWI a la Rectora **Alta Hooker**, al Vicerrector General **Msc. Yuri Zapata Weeb** y Vicerrector del Recinto PhD. **Enrique Cordón Suarez** por su apoyo con mi beca interna y sus consejos que me ayudaron a lo largo de los 5 años de estadía en la universidad.

En general a todos aquellos que de alguna u otra manera contribuyeron a que nuestro proyecto llegara a su fin, **docentes, inspectores, responsable de bienestar estudiantil, cocineras de URACCAN, amigos, compañeros**, confiando en nosotros, animándonos y aportándonos de sus conocimientos.

Br. Vicente Urbina Orozco

AGRADECIMIENTO

A **Dios todo poderoso** por darnos la vida, la salud e iluminar nuestros conocimientos y darnos la fuerza que necesitamos para poder culminar con la elaboración de nuestro proyecto.

A la **Universidad De Las Regiones Autónomas De La Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN)** por habernos abierto las puertas y permitimos educarnos en sus aulas, que, con el apoyo desinteresado, paciencia y sabiduría de los señores profesores que estuvieron prestos a compartir sus conocimientos contribuyendo a nuestra formación profesional.

A nuestra tutora **Ing. Jinelka Adelina Blanco Francis** por su paciencia, el ánimo que nos brindó y por su atenta colaboración en este trabajo, por sus comentarios en todo el proceso de elaboración de este proyecto y sus acertadas correcciones.

A **nuestras familias** por haber fomentado en nosotros el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastan para agradecerlas su apoyo, comprensión y sus consejos en los momentos difíciles; esperamos no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Finalmente, agradecemos también a nuestros compañeros y amigos por habernos permitido convivir dentro y fuera del salón de clases durante todos los semestres de nivelación periodo **2015-2019**.

Br. Eliezer Francisco Mejía García

Br. Kevin Javier Duarte Fenly

Br. Vicente Urbina Orozco

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

TABLA DE CONTENIDOS	PÁGINAS
PORTADA	
Dedicatoria.....	I
Agradecimiento de los Autores.....	IV
Resumen.....	V
Datos Generales del Proyecto.....	VI
Resumen del Proyecto.....	VII
I. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN CONTEXTUAL.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
3.1 Objetivo General.....	4
3.2 Objetivo Específico.....	4
IV. METODOLOGÍA.....	5
4.1. El método deductivo.....	5
4.2. El método de análisis.....	5
4.3. El método de síntesis.....	5
4.4. El área de estudio.....	6
4.4.1. El procedimiento con el cual se desarrolló el presente proyecto.....	6
4.4.1.1. Visita técnica del sitio.....	6
4.4.1.2. Estudio de tránsito.....	6
4.4.1.3. Estudios de suelos.....	6
4.4.1.4 Diseño geométricos de pavimento rígido.....	6
V. ESTUDIO DE MERCADO.....	7
5.1. Análisis de la Oferta.....	7
5.1.1. Costos generalizados de viaje (CGV).....	8
5.2. Proyección de la Oferta.....	9
5.3. Análisis de la Demanda.....	10
5.3.1. Transporte de carga.....	10
5.3.2. Transporte particular.....	10
5.3.3. Peatones.....	11

5.3.4. Área de influencia del camino.....	11
5.3.5. Tramificación.....	12
5.3.6. Beneficiarios directo.....	13
5.3.7. Beneficiarios Indirecto.....	13
VI. ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO.....	14
6.1. Localización del proyecto.....	14
6.1.1. Macro localización.....	14
6.1.2. Micro localización.....	15
6.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	16
6.2.1. Características del terreno.....	16
6.2.2. Descripción del levantamiento topográfico.....	16
6.2.3. Materiales.....	17
6.2.4. Trabajo de Gabinete.....	17
6.3. ESTUDIO GEOLOGICO.....	30
6.3.1. Trabajo de campo.....	30
6.3.2. Trabajos de Laboratorios.....	30
6.3.3. California Bearing Ratio (C.B.R.).....	31
6.3.4. Análisis de los resultados obtenidos.....	32
6.3.5. Resultado de suelo Muestra 1.....	35
6.3.6. Resultado de Suelo Muestra 2.....	41
6.3.7. Resultado del laboratorio Muestra 3.....	46
6.4. ESTUDIO HIDROLOGICO.....	52
6.4.1. El método utilizado para determinar el caudal de diseño (Qd).....	52
6.4.2. El Método Racional.....	54
6.4.3. El coeficiente de escorrentía ponderado (Cp.) está dado por la siguiente relación:.....	54
6.4.4. Período de retorno.....	55
6.4.5. Plano Intercuencias del Tramo de Carretera Colegio Takashi-Retén.....	63
6.5. ESTUDIO DE TRANSITO.....	64
6.5.1. Cálculo de Factor Pico Horario.....	65
6.5.2. Cálculo de V15 teórico.....	65
6.5.3. Cálculo de Promedio Diario Semanal.....	65
6.5.4. Cálculo de Desviación Estándar Muestral.....	66

6.5.5. Cálculo de Desviación Estándar Poblacional Estimada $\sigma \Lambda$	66
6.5.6. Tránsito Promedio Diario Anual.....	66
VII. ESTUDIO DE DISEÑO GEOMÉTRICO.....	80
7.1. Determinación de la superficie y el eje de la vía.....	80
7.2. Trazado de curvas horizontales.....	81
7.3. Datos de diseño de las curvas horizontales.....	82
7.4. Fórmula AASHTO T-93.....	83
7.5. Variables de diseño respecto al tiempo.	84
7.5.1. Periodo de Diseño.....	84
7.6. Parámetros a Considerar en el Método AASTHO93.....	84
7.6.1. Volúmenes de Camiones.....	84
7.6.2. Peso de Camiones.....	84
7.6.3. Ejes Simples Equivalentes de 18klb a lo largo del Período de Diseño.	84
7.6.4. Cálculo de los ESAL's.....	85
7.6.5. Factor Equivalente de Carga.....	85
7.6.6. Factor de Camión.	85
7.6.7. Factor de Distribución por Dirección.....	85
7.6.8. Factor de Distribución por Carril.	85
7.6.9. Desviación Normal Estándar Z_r	86
7.6.10. Error Estándar Combinado S	86
7.6.11. Espesor Tentativo D	86
7.6.12. Variación del Índice de Serviciabilidad ΔPSI	86
7.6.13. Coeficiente de drenaje.....	86
7.6.14. Coeficiente de Transmisión de Carga (J).....	86
7.6.15. Módulo de Elasticidad del Concreto E_c	87
7.6.16. Módulo de Rotura ($S'c$).	87
7.7. Resultado Para el Diseño AASHTO.....	88
VIII. ESTUDIO DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y LEGALES.....	97
8.1. Aspectos organizativos.	97
8.2. Los directivos “de alto nivel” jerárquico.....	98
8.3. El jefe de proyecto.....	99
8.4. El equipo de proyecto.....	100

8.5. Aspectos legales.....	101
8.6. Leyes y Normativas	101
8.6.1. Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo (Ley 290):.....	101
8.6.2. La Ley 290	101
8.6.3. El Arto. 25 de la Ley 290.....	101
8.6.4. Ley 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales	101
8.7. Sistema de evaluación ambiental.....	102
8.7.1 Arto. 27 Los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad	102
8.7.2. Ley 40 y Ley 261 Ley de Municipios y sus Reformas	103
8.7.3. Ley Especial Para el uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la infraestructura (Ley 730)	103
8.7.4. Ley de Aguas Nacionales (Ley 620)	103
8.7.5. Ley de Derecho de Vía. Decreto No. 46	104
8.7.6. Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación (Decreto No. 1142)	104
8.7.7. Código Laboral de Nicaragua (Ley 185)	105
8.8. Decretos Ejecutivos	105
8.8.1. Sistema de Evaluación Ambiental, Decreto No. 76 – 2006.....	105
8.8.2. Categoría Ambiental I	105
8.8.3. Categoría Ambiental II	105
8.8.4. Categoría Ambiental III	106
8.9. Normativas.....	106
8.9.1. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense	106
8.9.2. Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Material de Préstamo.....	107
IX. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO.....	108
9.1. Resumen de costos constructivos por actividades del pavimento rígido utilizando base granular sin tratar.	109
9.2. Cronograma de Actividades.....	111
X. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	116
10.1. Identificación de Acciones impactantes en las diferentes Etapas del Proyecto.	117

10.2. Identificación de impactos potenciales en la fase de construcción y operación del Camino.....	120
10.3. Valoración y Análisis de los Impactos Ambientales en Base a las Matrices	127
10.4. Valoración y análisis de la Matriz de valoración de impacto	127
XI. LISTA DE REFERENCIAS.....	129
XII. ANEXOS.....	130
12.1. Fotografías del Campo.....	130
12.2. Matriz de Actividades	132
12.3. Cuadro de Análisis de Involucrados.....	133
12.4. Aval del o la Tutora	134
12.5. Aval Consentimiento Previo, Libre e Informado	135
12.6. Aval de Devolución.....	136
12.7. Planos de Pavimento Rígido el Tramo de Carretera Colegio Takashi Retén.	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tramo en estudio.....	11
Figura 2. Macro localización.....	14
Figura 3. Micro localización.....	15
Figura 4. Determinación de la superficie y el eje de la vía.....	80
Figura 5. Creación de superficie en Civil 3D.....	81
Figura 6. Elementos de Curva: Alineamiento Horizontal.....	81
Figura 7. Velocidad de Diseño en Civil 3D.....	83
Figura 8. Cálculo de Espesor de Pavimento con Método AASHTO 93.....	94

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Numero de Golpes, Muestra 1.....	40
Diagrama 2. Numero de Golpes, Muestra 2.....	45
Diagrama 3. Numero de Golpes, Muestra 3.....	50
Diagrama 4. Métodos y Condiciones para Derminar el caudal de Diseño. ...	53
Diagrama 5. Organización de un proyecto.....	98

ÍNDICE GRAFICAS

Gráfica 1: CGV proyectado en el camino colegio Takashi-Reten	10
Grafica 2. Muestra 1, Capa 1, Fase 1	37
Grafica 3. Muestra 1, Capa 2, Fase 2	38
Grafica 4. Muestra 1, Capa 3, Fase 3	39
Grafica 5. Ensayo de Compactación Muestra 1.....	40
Grafica 6. Muestra 2, Capa 1, Fase 1.	42
Grafica 7. Muestra 2, Capa 2, Fase 2.	43
Grafica 8. Muestra 2, Capa 3, Fase 3.	44
Grafica 9. Ensayo de Compactación Muestra 2.....	45
Grafica 10. Muestra 3, Capa 1, Fase 1.	47
Grafica 11. Muestra 3, Capa 2, Fase 2.	48
Grafica 12. Muestra 3, Capa 3, Fase 3.	49
Grafica 13. Ensayo de Compactación Muestra 3.....	50
Grafica 14. Transito Diario Semanal.....	72
Grafica 15. Transito Diario.....	73
Grafica 16. Resumen del Transito Promedio Diario Semanal	75
Grafica 17. Volumen Hora Pico.	75
Grafica 18. Comportamiento de Tránsito en 15 minutos	76
Grafica 19. Cronograma por Actividad.....	114
Grafica 20. Impactos por componente.	127
Grafica 21. Sumatoria de los Valores de Impactos por componente.	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas del camino.....	7
Tabla 2. Factor de Topografía y Rugosidad	8
Tabla 3. Velocidad promedio de recorrido	9
Tabla 4. Longitud de los tramos del camino.....	12
Tabla 5. Levantamiento Topográfico del tramo de carretera Colegio Takashi Retén	18
Tabla 6. Especificaciones ASTM para Ensaye de Suelos.....	30
Tabla 7. En base a los resultados obtenidos, las muestras se clasificaron de acuerdo al sistema ASTM D – 3282. (Ver tabla de especificaciones y clasificación).....	31
Tabla 8. Resultado de Suelo Muestra 1	35
Tabla 9. Muestra 1, Capa 1 Fase 1	37
Tabla 10. Muestra 1, Capa 2, Fase 2	38
Tabla 11. Muestra 1, Capa 3, Fase 3	39
Tabla 12. Resultado de Suelo Muestra 2.	41
Tabla 13. Muestra 2, Capa 1, Fase 1.	42
Tabla 14. Muestra 2, Capa 2, Fase 2.	43
Tabla 15. Muestra 2, Capa 3, Fase 3.	44
Tabla 16. Resultado de Suelo Muestra 3.	46
Tabla 17. Muestra 3, Capa 1, Fase 1.	47
Tabla 18. Muestra 3, Capa 2, Fase 2.	48
Tabla 19. Muestra 3, Capa 3, Fase 3.	49
Tabla 20. Intensidades de lluvia.....	55
Tabla 21. Periodo de retorno	55
Tabla 22. Los resultados obtenidos de la estación meteorológica del municipio de Puerto Cabezas.	57
Tabla 23. Cuento Vehicular.....	67
Tabla 24. Resumen del Aforo Vehicular a la semana.....	72
Tabla 25. Transito Diario Semanal.	72
Tabla 26. Transito Diario.....	73
Tabla 27. Transito Promedio Diario Semanal.....	74
Tabla 28. Resumen del Transito Promedio Diario Semanal	74

Tabla 29. Volumen Hora Pico.	75
Tabla 30. Comportamiento de Tránsito en 15 minutos	76
Tabla 31. Cálculo de índice medio diario semanal (IMDS)	76
Tabla 32. Índice medio diario Anual (IMDA)	77
Tabla 33. Valores de k para distintos niveles de confiabilidad son:	78
Tabla 34. Velocidad de Diseño en dependencia del TPDA	82
Tabla 35. Periodo de Diseño	84
Tabla 36. Nivel de Confiabilidad	90
Tabla 37. Variable (Z) y la confiabilidad (R)	90
Tabla 38. Variable (Z) y la confiabilidad (R)	91
Tabla 39. Variable (Z) y la confiabilidad (R)	91
Tabla 40. K Subrasante	92
Tabla 41. Módulo de Ruptura del Concreto	93
Tabla 42. Módulo de Ruptura Coeficiente de Transferencia de Carga	93
Tabla 43. Módulo de Ruptura Coeficiente de Drenaje	94
Tabla 44. Módulo de Ruptura Diseño de Pasadores	95
Tabla 45. Costo de Materiales /M. Obra/Maquinaria. Pavimento Rígido.	109
Tabla 46. Continuidad de la Tabla Anterior	110
Tabla 47. Cronograma del Proyecto	111
Tabla 48. Cronograma Financiero por Actividad	115
Tabla 49. Identificación de Actividades en las diferentes Etapas del Proyecto	117
Tabla 50. Posibles Factores Ambientales del Medio a Ser Impactados como Resultado de la Ejecución del Proyecto	118
Tabla 51. Acciones Impactantes del Proyecto	121
Tabla 52. Matriz de impactos generados en cada una de las fases del proyecto	122
Tabla 53. Valores de los Atributos de Impactos	126
Tabla 54. Impactos por componente.	127

RESUMEN

El presente Informe, comprende todos los criterios y estudios técnicos necesarios para la realización del proyecto orientado al “Diseño geométrico de una estructura de pavimento rígido el tramo de carretera colegio Takashi-Retén” con una longitud de 2.894 km en la Ciudad de Bilwi Puerto Cabezas, empleando el Método de la AASHTO-T 93 y el Nic-2000. De modo que este soporte las cargas a las que será sometido diariamente y a las proyectadas durante su periodo de diseño.

El documento está constituido por tres partes: la primera conformada por los aspectos introductorios y metodológicos, la segunda conformada por el desarrollo del proyecto y la tercera que comprende las conclusiones.

Por otra parte, el desarrollo del documento está integrado por III capítulos:

Capítulo I: Aspectos metodológicos e introductorios, este a como su nombre lo indica comprende todos los procedimientos desarrollados en los pasos introductorios de la formulación del proyecto como tal, dentro de los cuales tenemos: introducción, descripción contextual, análisis del problema con sus causa y efectos, justificación del proyecto, objetivos (general y específicos).

Capítulo II: los estudios técnicos correspondientes de topografía, geotécnico, hidrológico, tránsito y diseño geométrico, para el diseño de una estructura de rodamiento con pavimento rígido.

Capítulo III: Diseño de la estructura de rodamiento con pavimento rígido, se identifican a través de los estudios mencionados anteriormente, el número estructural (SN) al que estará sometido la estructura de pavimento durante el período de vida útil propuesto y posteriormente determinar los espesores de capa a utilizar para el correcto funcionamiento de la vía, mediante el programa de ecuaciones AASHTO T-93.

Conclusiones: Las conclusiones se fundamentan en los resultados obtenidos en los estudios anteriores y el diseño. Al final del documento se muestran las referencias bibliográficas, así como todos los anexos relacionados con el desarrollo de este estudio.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto:	Diseño del pavimento rígido el tramo de carretera colegio Takashi-Retén
Participantes/Involucrados:	Br. Eliezer Francisco Mejía García Br. Vicente Urbina Orozco Br. Kevin Javier Duarte Fenly
Monto Total de Proyecto:	U\$ 4,907,241.15 (Cuatro millones novecientos siete mil doscientos cuarenta y uno punto quince dólares.)
Entidad a Cargo de su Ejecución:	La entidad encargada a cargo de la ejecución es la Alcaldía de Bilwi y el Gobierno Regional Autónomo Costa Caribe Norte (GRACCN).
Fecha de Inicio y Finalización:	Lunes dieciséis de agosto del año dos mil veinte uno al jueves veinte ocho de abril del año dos mil veinte dos (lun 16/08/21- jue 28/04/22) .

RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto diseño geométrico de pavimento rígido en el tramo de carretera colegio Takashi-Retén ciudad de Bilwi Puerto Cabezas, posee una longitud de 2.894 Km y una sección transversal de 11.6 m de ancho. La información longitudinal correspondiente a este, fue obtenida a través de un estudio técnico (Topográfico).

Se eligió la alternativa de pavimento rígido debido a que hoy en día este tipo de superficie está siendo usado con más frecuencia en Nicaragua, ya que ofrece diversas ventajas en su construcción y mantenimiento, de igual manera se consideró esta opción debido a la notable susceptibilidad del pavimento flexible y semirrígidos a las consideraciones climáticas y geotécnicas que se presentan en la zona.

A sí mismo, este proyecto está destinado a satisfacer la demanda que presenta la vía diseñando una estructura de pavimento que cumpla con las normas correspondientes de diseño y permita un fácil acceso a todos sus usuarios, mejorando la superficie de rodamiento, permitiendo a los usuarios obtener ahorros en costos de operación vehicular y la notable disminución en los tiempos de recorrido como también mayor eficiencia, seguridad, comodidad y economía.

El objetivo primordial de este proyecto es diseñar una estructura de pavimento rígido que cumpla con los parámetros y especificaciones exigidos por el Nic-2000 y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), en el tramo de carretera Takashi -Reten.

El proyecto formulado beneficiara, directamente a los pobladores tanto de los barrios que se sitúan en el tramo como también de la ciudad de Bilwi y en general todos los usuarios de la vía, dándoles una mayor comodidad y seguridad a la hora de viajar.

En cuanto a los resultados esperados del proyecto se menciona una mejora de accesibilidad física, lo que contribuirá a reducir el tiempo de movilización de viajes a mercados, colegios, servicios sanitarios y aumentar las oportunidades de negocio. Y también, un crecimiento del ingreso de los hogares a largo plazo, como también incremento en el valor de las propiedades que se ubican a orillas de la vía del proyecto.

El proyecto contempla la construcción de pavimento rígido en un tramo longitudinal de 2.894 Km y una sección transversal de 11.6 m, esta se realiza en tres fases que son; prefactibilidad, factibilidad, diseños definitivos y su ejecución y las principales actividades son: a) obras provisionales, preliminares b) Movimiento de tierra, c) Colocación de Base y mejoramiento de subrasante, d) Pavimentación, e) Obras de drenaje, g) Otros.

También el proyecto antes mencionado tendrá un costo de **U\$ 4,907,241.15**

Aproximadamente.

El financiamiento del proyecto se obtiene a través de la asignación de fondos Presupuestaria de la Alcaldía Municipal de Bilwi y el Gobierno Regional.

En cuanto a los Indicadores financieros, del proyecto se resume en base al estudio financiero como también de la oferta y la demanda, que es el principio básico sobre el que se basa una economía de mercado.

No obstante, la ejecución del proyecto propuesto puede ser ejecutada tanto por la alcaldía de Bilwi o un contratista que gane la licitación.

Como parte del proyecto se realizó el estudio de impacto ambiental, con el propósito de prevenir esos impactos negativos en cuanto a; rápido deterioro y destrucción de la estructura del suelo existente a través de los movimientos de tierra y en particular la construcción de explanaciones (terraplenes, explanadas o plataformas) destrucción de la capa vegetal, el agua, paisaje, atmosfera y afectaciones socio-culturales generados por la construcción de la vía, ya que crean el efecto barrera(dividen propiedades, varían la permeabilidad del suelo, afectan el drenaje natural, el modo de vida de los pobladores.

La forma de control y principales medidas llevadas a cabo en este proyecto para el impacto ambiental fueron de acuerdo a la fase de ejecución, operación y mantenimiento las cuales son: Instalación de planteles y campamentos, excavación de bancos de materiales, explotación de fuentes de agua, desvíos provisionales, construcción de obras de drenaje (Mayor, menor y obras complementarias), construcción de base, limpieza del derecho de vía.

I. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN CONTEXTUAL

Desde el punto de vista **político** la alcaldía municipal de Bilwi Puerto Cabezas juega un papel preponderante en la construcción y mejoramiento de las calles, especialmente en el tramo de carretera colegio **Takashi-Retén**, sitio donde se ubica la propuesta del proyecto formulada, ya que la institución encargada de la planificación, construcción y mantenimiento de las calles que se encuentran dentro de la ciudad, sigue siendo la institución estatal antes mencionada.

En cuanto a la descripción **económica**, en especial del sector transporte, es indispensable el diseño y la construcción de un pavimento rígido en este tramo de carretera en estudio, por ser una de las vías más transitadas convirtiéndose así un medio de transporte, a través de la cual circula gran parte de la economía de esta ciudad, siendo una vía de mayor acceso para la distribución de mercancías y transporte de pasajeros que se movilizan hacia dentro o fuera de la ciudad dinamizando el transporte y el comercio.

Por otra parte, desde el punto de vista **social**, esta vía de comunicación es una estructura de vital importancia que promoverá el desarrollo socioeconómico del tramo en estudio; independientemente que esta sea una vía urbana forma parte de la infraestructura de desarrollo, fundamentándose sobre la base del crecimiento del campo agrícola y social, teniendo en cuenta que los productos agrícolas que se transportan circularan por esta vía debido a su corta longitud que presenta para ingresar a la ciudad,

También beneficiará a todo aquel que circule por esta vía ya sea a través de un vehículo, motocicleta, o peatón, también una vez que inicie el proceso constructivo esta generará empleos para muchos ciudadanos que viven a lo largo de este tramo.

Finalmente, se realizó el análisis del impacto ambiental en el tramo carretera colegio Takashi-Retén para determinar el grado de afectación al ecosistema y que impacto positivo genera el proyecto formulado hacia el contexto actual, teniendo en cuenta que sobre este tramo de influencia se ubican 5 bares, 5 talleres, 1 hospedaje y un lugar de acumulación de basuras o basureros, estos cuatro datos son factores claves en el análisis ya que estos demandan un alto número de consumos de productos y acumulación de desechos, que luego son almacenados en lugares específicos del barrio muy cercanas a la calle sin respetar el derecho de vía, estos en el caso de los bares.

Así mismo, los talleres de mecánicas también generan contaminación producto del uso de hidrocarburos o derivados del petróleo que son desechados y arrojados al aire libre. Es importante mencionar que las entidades encargadas de proteger y regular los recursos naturales y del medio ambiente son la Alcaldía y el MARENA.

En resumen, este proyecto se caracteriza por generar impactos positivos para las personas que habitan en la zona determinada, ya que dicha obra facilitara una mayor seguridad peatonal, permitiendo una mejor organización en el tránsito vehicular y mejorando el paisaje urbanístico de la zona, también tiene como finalidad reducir la contaminación del tramo evitando dejar zonas de aspecto poco urbanizado (sin pavimentar), que puedan incentivar a los transeúntes (viajantes) a arrojar y/o acumular elementos de desecho (basura) en dicho tramo, generando la decadencia de la conciencia social por cuidar el ambiente en el cual nos desarrollamos.

II. JUSTIFICACIÓN

El propósito de este proyecto es diseñar una superficie de rodamiento que le permita a los usuarios obtener un beneficio expresado en ahorro de tiempo de viaje y facilidad de transporte.

Por otro lado, es importante llevar a cabo el proyecto porque a través de este se dará solución a la problemática que presenta la vía en la actualidad, identificando los principales componentes que afectan el deterioro tales como (Mal drenaje, mala calidad de relleno, mala compactación del terreno, falta de mantenimiento anual entre otros), teniendo en cuenta estos factores, podemos de esa manera ejecutar acciones que permitan mejorar la Calidad de la vía.

De igual manera el proyecto sirve para asegurar las condiciones de transitabilidad, y seguridad vial de una forma permanente, para así facilitar el desarrollo de las actividades socioeconómicas de la zona, reducir los tiempos de viajes y costos de transporte.

Así mismo está orientado a reducir el déficit de la calle incorporando en cierta medida beneficio para la sociedad local en términos de aumento del flujo vehicular y comodidad de los usuarios. Es recomendable también que se conozca los recursos que se van a obtener, para esto debe limitarse la zona de influencia, clasificar instituciones que se beneficiarían, si la propuesta se concreta. La producción agrícola y ganadera actual, costos de transporte, ingresos por habitante, son elementos que hacen que la necesidad de tener una arteria de comunicación en óptimas condiciones, crezca al ritmo del número de usuarios.

Sin embargo, el estudio del eje vial contribuye de una manera significativa a un desarrollo más acelerado del proceso de urbanización que se lleva a cabo actualmente en la zona de influencia, reduciendo el tiempo de traslado de los productos hacia los centros de comercialización, beneficiando los diferentes sectores y disminuyendo los costos de operación vehicular lo cual mejora directamente las condiciones de vida de la población.

III. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo General

- Diseñar una estructura de pavimento rígido que cumpla con los parámetros y especificaciones exigidos por el Nic-2000 y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), en el tramo de carretera Reten-Takashi.

3.2 Objetivo Específico

Realizar estudios técnicos previos al proyecto (topográfico, geotécnico, hidrológico y de tránsito) para el mejoramiento de la vía.

Diseñar en base a la norma AASHTO T-93, el espesor del pavimento rígido.

Elaborar el presupuesto del proyecto y cronograma de ejecución de la obra.

IV. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó bajo una investigación descriptiva según el nivel de profundidad, porque se describieron los pasos para el diseño de pavimentos rígidos. Mediante observaciones y visitas de campo realizados se recopilaron datos que sirvieron de pauta para enfocar con prioridad la situación de la construcción de la vía en la ciudad de Bilwi del municipio de Puerto Cabezas.

Por otra parte, la investigación tiene el enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Cuantitativo porque se recopila información estadística, así como la determinación de las cantidades de material de construcción a utilizar y cualitativo porque se basa en la recopilación teórica de datos del sitio del proyecto en el caso de observaciones.

Según el tiempo de ocurrencia la investigación fue **prospectiva**, puesto que a medida que se iba investigando se obtuvo información relativa al método de AASHTO T-93 y Nic-2000, que servirá para implementarlos en futuros proyectos.

4.1. El método deductivo, se utilizó para abordar los conocimientos relacionados a las estructuras de concreto hidráulico y diseñar con el método antes mencionado.

4.2. El método de análisis, permitió investigar, seleccionar y procesar la información bibliográfica consultada y confeccionar la metodología. Asimismo, se hizo uso de este método para examinar las pruebas de laboratorios de suelos que se utilizaron en el diseño de pavimento.

4.3. El método de síntesis, contribuyó a redactar las conclusiones en cuanto a la selección del espesor adecuado para el pavimento según el tipo de suelo, así como las conclusiones del informe final.

4.4. El área de estudio con la que se trabajó, se localiza en el tramo de carretera Takashi-Retén en la ciudad de Bilwi Puerto Cabezas.

4.4.1. El procedimiento con el cual se desarrolló el presente proyecto se desglosa en 3 etapas principales, las cuales se describen de manera breve en que consistió cada una de ellas:

4.4.1.1. Visita técnica del sitio.

Se visitó el tramo objeto en estudio para la toma de fotografías de la condición actual de los niveles de terreno, con respecto al de las entradas a las casas y condiciones económicas presentes.

4.4.1.2. Estudio de tránsito:

En esta fase se realizó el conteo vehicular a fin de calcular el tránsito promedio diario, semanal y anual. Se determinó la tasa anual de crecimiento del tránsito y período de diseño con el fin de obtener el factor anual de crecimiento requerido para calcular el tránsito de diseño. Con ayuda de las tablas de cargas de vehículos y el tránsito de diseño, se procedió a calcular los ejes equivalentes de carga requeridos por la AASHTO T-93.

4.4.1.3. Estudios de suelos:

Esta etapa comprende los trabajos de campo (sondeos manuales), ensayos de laboratorio (granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR), a las muestras obtenidas en los sondeos.

4.4.1.4. Diseño geométrico de pavimento rígido:

El diseño geométrico debe garantizar la operación homogénea a través de su trazo y, de esta manera, la comodidad y seguridad a los distintos usuarios. Es también importante comprender que el diseño geométrico vial no es una disciplina independiente en la proyección de una vía, sino que interactúa, e incluso depende, de otras áreas técnicas de la ingeniería como son: el tránsito, la geotecnia, la hidráulica, la hidrología; además de otras profesiones como: la geología, el medio ambiente, la economía y sociología de la región.

V. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado, es uno de los estudios más importantes y complejos que deben realizarse para la evaluación de proyectos, ya que, define el medio en el que habrá de llevarse a cabo el proyecto. En este estudio se analiza el mercado en base a la oferta y la demanda o entorno del proyecto, teniendo en cuenta que el objetivo del análisis de oferta es determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio.

5.1. Análisis de la Oferta

El transporte se puede considerar un bien como cualquiera en el mercado y como tal, está sujeto a las leyes de la oferta y la demanda. En este mercado la oferta está conformado por las vialidades, es decir, por la infraestructura caminera por donde circulan los vehículos. Las características físicas y operacionales de las vialidades determinan el costo generalizado de viaje (CGV) para cada tipo de usuarios.

Las características físicas y operaciones del camino

El camino en estudio es una terracería en malas condiciones con base de balastre de mala calidad o arcilla.

Tabla 1. Características físicas del camino

Longitud	2.894 km
Número del carril	2 (uno por sentido)
Perfil de terreno	Plano
Ancho de la corona	8 a 10 m
Acotamiento	Inexistente, el límite de la corona colinda con propiedad privada.
Índice internacional de rugosidad (IIR)	1

Fuente: Autores. Observación directa en visita de campo el tramo colegio Takashi-Reten

En terrenos de tipo R1, según se define en la Tabla 6 del RNC 07, el factor de topografía y rugosidad, FTR, se tomará en todos los casos igual a 1.

Tabla 2. Factor de Topografía y Rugosidad

Tipos de terreno (Figura)	α	δ , m
R1 Escasas o nulas obstrucciones al flujo de viento, como en campo abierto	0.099	245
R2 Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones	0.128	315
R3 Zona típica urbana y suburbana. El sitio está rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura o por áreas arboladas y no se cumplen las condiciones del Tipo R4	0.156	390
R4 Zona de gran densidad de edificios altos. Por lo menos la mitad de las edificaciones que se encuentran en un radio de 500 m alrededor de la estructura en estudio tiene altura superior a 20 m	0.17	455

Fuente: Reglamento Nacional de Construcción 2007.

5.1.1. Costos generalizados de viaje (CGV)

Es el valor monetario de los costos de operación de los vehículos (incluye el desgaste del vehículo y consumo de lubricantes, llantas y refracciones entre otros) más el tiempo de viaje de los usuarios de la vía de circulación.

A pesar de que la vía presenta condiciones muy aceptables de transporte una vez que se le da mantenimiento, la terracería desprende polvo al paso de los vehículos, el cual se posa en las viviendas y en las plantas aledañas especialmente en las épocas de verano y en las épocas de inviernos el paso de los vehículos en especial de tránsito pesado, con lleva a la generación de baches o hundimientos y charcos, que se traduce en los altos costos de transporte, demora en los tiempos de viaje, aumento de precio de los productos, falta de urbanismo, etc.

Durante la visita de campo, se observó que el polvo afecta a los pobladores que radican en el tramo de la vía a una distancia de hasta 50 metros y en épocas de invierno afectando más a ciertos tramos específicos de la vía con distancias menores.

En este estudio se adoptó el escenario conservador donde en promedio el área de afectación a cada lado tiene 35 metros de ancho producto del polvo eminente, distribuidos a lo largo de la vía.

Los costos de circulación por el camino (CGV) son diferentes según el tamaño de los vehículos. Una de las variables que determinan su magnitud por tipo de vehículo, es la velocidad promedio de recorrido. En el cuadro siguiente se observa las velocidades que los vehículos alcanzan según la temporada del año estimadas mediante información directa con transportistas de la que circulan por la vía y recorridos de campo.

Tabla 3. Velocidad promedio de recorrido

Velocidad Promedio de Recorrido							
Velocidades promedio (km/hr)							
Época	Particular	3 ton		15 ton		21 ton.	
		Vacío	Lleno	vacío	Lleno	Vacío	Lleno
Lluvias	30	32	12	20	15	17	14
Secas	34	36	16	24	19	21	17

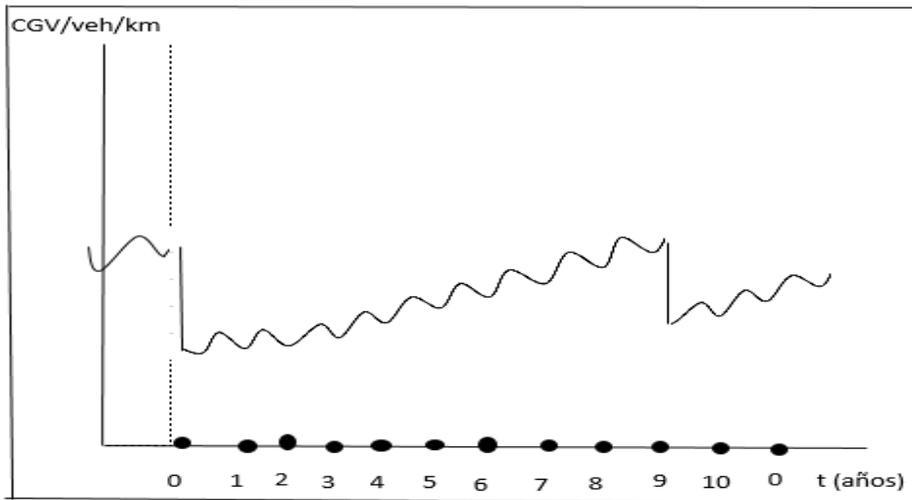
Fuente: Autores. Medición directa en campo.

5.2. Proyección de la Oferta

La proyección de la oferta consiste en considerar al paso del tiempo los cambios en las condiciones físicas del camino y como consecuencia de ello, los CGV.

Debido a que el camino es reparado cada 10 meses a un año, se puede pensar que en el periodo en que no hay reparaciones, el deterioro es progresivo. De manera gráfica se podía considerar que el CGV de los usuarios del camino en la situación actual se comportaría con el paso del tiempo según se muestra en la figura siguiente.

Gráfica 1: CGV proyectado en el camino colegio Takashi-Reten



Fuente: Elaborado Autores.

Las crestas de las curvas de CGV en cada año representan los costos de viaje en temporada de lluvias, mientras los valles representan los CGV de la temporada de secas.

5.3. Análisis de la Demanda

La demanda de una vialidad se conforma por los usuarios del mismo. Los viajes son la expresión física de la demanda de una vialidad, el costo que enfrenta cada uno de los vehículos que viaja constituye el CGV. En este caso, la demanda se compone de varios tipos de usuarios:

5.3.1. Transporte de carga

Son los vehículos que llevan productos desde la capital y resto de los municipios hacia la ciudad de Bilwi. Asimismo, en esta categoría se incluyen los vehículos de transporte colectivo que llevan pasajeros hacia dentro y fuera de la ciudad que circulan en el tramo en estudio.

5.3.2. Transporte particular

Se refiere a vehículos de los propietarios que transitan por el camino y no llevan carga incluyendo las motocicletas. Aparte de éstos, una mínima parte del transporte particular son habitantes del tramo antes mencionado.

5.3.3. Peatones

El peatón es el individuo que, sin ser conductor, transita a pie por espacios públicos. Son también peatones quienes empujan o arrastran un coche de niño o de impedido o cualquier otro vehículo sin motor de pequeñas dimensiones, los que conduce a pie o ciclo o ciclomotor de dos ruedas y los impedidos que circulan al paso en silla de ruedas, con o sin motor.

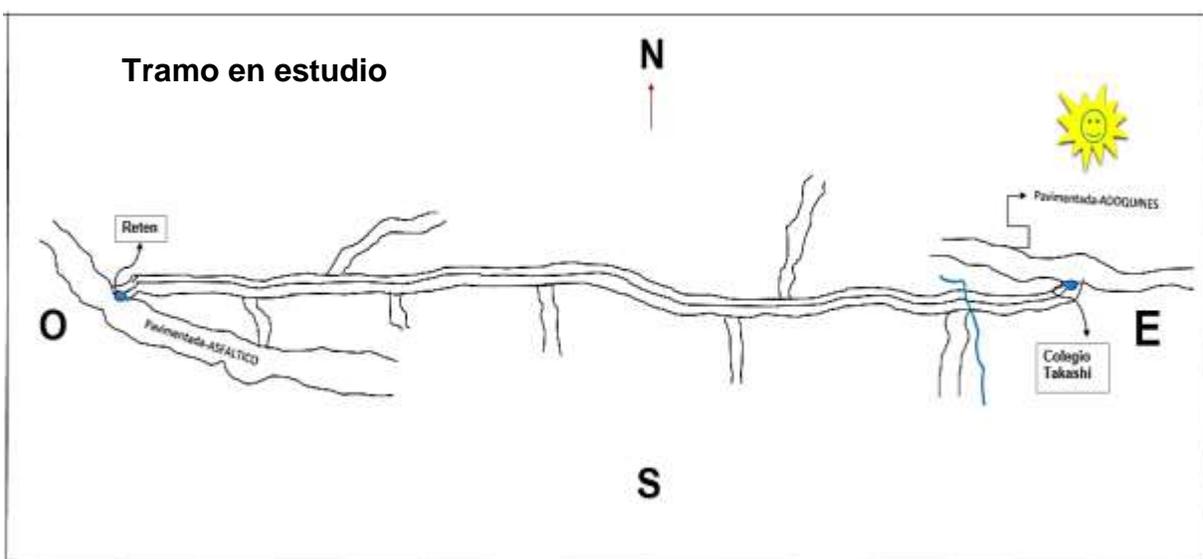
Una vez tipificado el tipo de usuarios del camino, se requiere identificar hasta donde abarca su zona de influencia, pues de ello depende la certeza en el número de vehículos que se calcula que circulan por la vialidad.

5.3.4. Área de influencia del camino.

El área de influencia del camino Colegio Takashi- Reten, está definida como la extensión de tierra cuya producción productos y personas se transportan a través de la vialidad. Para definir los límites del área de influencia, se recorrió el lugar y se platicó con habitantes de los barrios que conforman el tramo y transportistas.

Del lado este de la vialidad, como se observa en la figura, el área de influencia está delimitada por el colegio Takashi que funciona como punto de origen, que intercepta a la calle principal pavimentada que conduce a la terminal de Buses.

Figura 1. Tramo en estudio.



Fuente: Elaboración Autores.

Al oeste, el área de influencia del camino está delimitada por el punto final denominado Reten en donde los productos y servicios que llegan a la ciudad lo hacen a través de él. Investigando a cerca de la distribución de los predios al norte y sur del camino, se observó que quienes más lo utilizan son unos pocos propietarios de vehículos que se encuentran al margen del camino, en total el área de influencia es 57,200 metros cuadrados incluyendo el derecho de vía.

5.3.5. Tramificación.

De acuerdo al estudio de tránsito el número de vehículos que circulan a lo largo de la viabilidad o tramo colegio Takashi-Reten no es uniforme, la razón es porque en épocas de invierno el flujo vehicular disminuye debido al deterioro y malas condiciones de transporte que presenta la vía, afectando en particular a los vehículos más livianos o automóviles, pero aun teniendo en cuenta esta dificultad los vehículos de carga pesada (C2, C3, T3-S2, T3-S3) y los vehículos de transporte colectivo o auto buses prefieren desplazarse por esta vía teniendo en cuenta la corta distancia que presenta para ingresar a la ciudad en comparación a la otra vía existente, lo que demanda un mayor flujo vehicular cuando esta vía cuenta con las condiciones óptimas de transporte.

Tabla 4. Longitud de los tramos del camino.

Longitud de los tramos del camino.	
Tramo	Longitud (Km)
Reten Colegio Takashi	2.894
Reten Entrada Lam Laya	4.500

Fuente: Elaboración Autores.

5.3.6. Beneficiarios directo

El proyecto formulado beneficiará directamente a los pobladores de los barrios que se sitúan en el tramo y en general todos los habitantes de la ciudad de Bilwi, recibiendo los resultados del proyecto cuando estos sean capaces de transportarse de manera fácil y rápido hacia a las comunidades, municipios y departamentos ya sea atreves de vehículos, motocicletas y por supuesto beneficiando a los peatones que transiten por la vía dándoles una mayor comodidad y seguridad a la hora de viajar.

5.3.7. Beneficiarios Indirecto

Los beneficiarios indirectos serán todos los ciudadanos que viven a lo largo de la vía y los que vienen de otros lugares tales como municipios y/o comunidades vecinas que se dedican a la compra y venta de productos que a su vez requieren de servicios de transportes públicos (Autos, jeep, cam. pickups, Buses, Camiones de Carga), privados (Rastras T3-S3, T3-S2, C2, C3) para transportar sus productos hacia la ciudad, en especial los productos alimenticios, materiales de construcción entre otros.

De acuerdo a los datos obtenidos a través de los diferentes estudios realizados se establece que la mejor solución a la problemática que presenta la vía es la implementación de un pavimento rígido o concreto hidráulico teniendo en cuenta que las características del suelo donde se emplazara la vía es de mala calidad y eso con lleva a un deterioro a corto plazo de las carreteras y de los pavimentos tanto rígidos como semirrígidos.

Sumado a eso tenemos que el tránsito pesado, es uno de los factores más principales que contribuyen al deterioro y constante mantenimiento y en el caso de carecer de una asistencia adecuada se produce un rápido deterioro de los pavimentos, en especial el pavimento semirrígido y flexible como también la vía sin pavimentar.

No obstante, el pavimento rígido ofrece mejores beneficios si se toman en cuenta muchos factores antes mencionados durante el proceso de investigación. Las ventajas o beneficios que el pavimento rígido nos ofrece en comparación a los otros tipos de pavimentos son; bajo costo anual, alta capacidad, más seguridad, fácil construcción, poco mantenimiento etc.

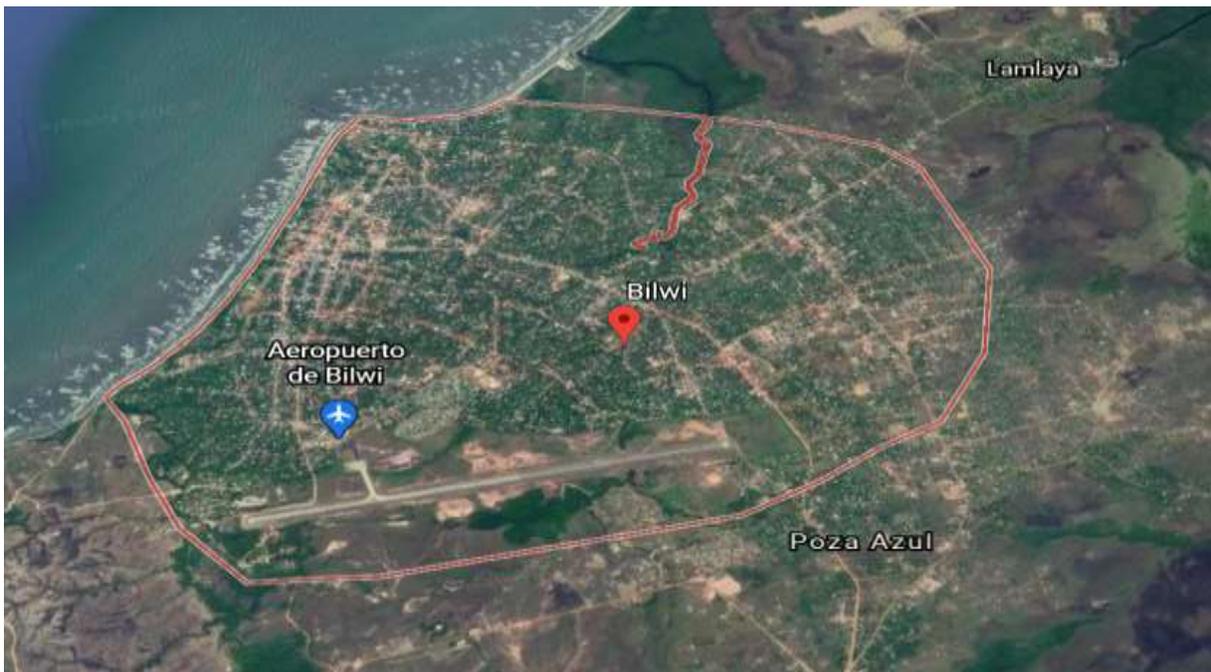
ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO.

6.1. Localización del proyecto.

6.1.1. Macro localización.

El proyecto se ubica en la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), específicamente en el municipio de Puerto Cabezas, cuya cabecera municipal es la Ciudad de Bilwi. Puerto Cabezas se encuentra a 536 kilómetros de Managua y se ubica entre las coordenadas 14° 01' latitud norte y 83° 23' longitud Oeste. Cabe destacar que Puerto Cabezas es el segundo puerto en importancia en El Caribe de Nicaragua. Es principalmente un pueblo de pescadores ubicado cerca del extremo Noreste del país.

Figura 2. Macro localización.



Fuente: Autores. Google Earth

6.1.2. Micro localización

El área donde se ejecutará el proyecto está ubicada en el tramo de la carretera colegio Takashi- Retén ciudad de Bilwi Puerto cabeza Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, esta vía concurre con el barrio nueva Jerusalén (punto de inicio) y el Retén (punto final) lugar donde concurren 4 vías muy importantes.

Geográficamente el punto de inicio se ubica en las coordenadas $14^{\circ}2'12.7''$ latitud norte, $83^{\circ}23'49.3''$ longitud oeste, el punto final contiene las coordenadas de $14^{\circ}3'39.2''$ latitud norte, $83^{\circ}24'1.32''$ longitud oeste.

Figura 3. Micro localización.



Fuente: Autores. Google Earth

6.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El estudio topográfico es el conjunto de diversas operaciones realizadas con instrumentos especiales, cuya finalidad es la determinación de la posición relativa de los puntos localizados sobre la vía en estudio, el levantamiento topográfico del proyecto vial nos permitió representar el terreno mediante tres planos fundamentales: un plano del eje de la carretera (alineamiento horizontal), un plano de perfil longitudinal y un plano de secciones transversales.

Los mismos que un conjunto nos proporcionan una representación tridimensional del proyecto, para realizar los diseños de rasantes y cajas de la sección transversales. Esta metodología la aplicamos al camino existente cuyo alineamiento está relativamente definido.

6.2.1. Características del terreno

La zona en que se ha realizado el levantamiento se considera un terreno plano por poseer pendientes a lo largo de su longitud menores o iguales al 5%, la mayoría de su longitud se encuentra despejada por lo que facilitó el levantamiento topográfico, es decir, que no se encuentran grandes cantidades de árboles o cualquier otro obstáculo que dificultara el trabajo a realizar.

6.2.2. Descripción del levantamiento topográfico

El levantamiento se realizó el día lunes 3 de agosto del año 2020, empezando a las 8 de la mañana con el principal objetivo de obtener los puntos y coordenadas para de esta manera poder trazar nuestro eje de carretera así mismo poder diseñar una vía con aspectos necesarios, teniendo en cuenta la seguridad vial. El levantamiento topográfico tiene como inicio el punto 1 colegio Takashi con una elevación de 7 msnm y punto final 438 Reten con elevación de 17 msnm ubicado a 2.894 km de longitud del punto 1.

6.2.3. Materiales:

- ❖ GPSmap-Gamin 62S
- ❖ Estación total (TRIMBLE M3)
- ❖ Wincha
- ❖ 3 prismas
- ❖ Cámara
- ❖ Libreta de Campo
- ❖ Lapicero
- ❖ AutoCAD-Civil 3D

6.2.4. Trabajo de Gabinete

Finalmente, una vez obtenido todos los datos levantados se realizó el trabajo de Gabinete, que es el paso siguiente al levantamiento de campo, en este trabajo se efectúa el procesamiento de datos con Software especializado el cual procesa los datos de campo obtenidos.



Tabla 5. Levantamiento Topográfico del tramo de carretera Colegio Takashi Retén

Estación Total "TRIMBLE M3"
 Coordenadas Pto Inicio: N=241125, E=1553113, Z= 7
 Coordenada Pto Final: N=240792, E=1555789, Z=17
 Fecha: 03/08/2020
 Lugar: Bilwi, Puerto Cabezas, RACCN

Nº	Norte(X)	Este (Y)	Elevación (Z)	Longitud
1	241125	1553113	7	20 m
2	241123	1553110	7	20 m
3	241122	1553107	7	20 m
4	241105	1553117	7	20 m
5	241106	1553120	7	20 m
6	241108	1553123	7	20 m
7	241092	1553135	7	20 m
8	241090	1553132	7	20 m
9	241088	1553130	7	20 m
10	241075	1553144	6	20 m
11	241076	1553147	6	20 m
12	241078	1553149	7	20 m
13	241065	1553163	6	20 m
14	241063	1553162	6	20 m
15	241061	1553160	6	20 m
16	241047	1553174	6	20 m
17	241049	1553176	6	20 m
18	241051	1553178	6	20 m
19	241037	1553192	6	20 m
20	241035	1553190	6	20 m
21	241033	1553189	6	20 m
22	241020	1553203	5	20 m
23	241021	1553205	5	20 m
24	241023	1553206	6	20 m
25	241009	1553221	5	20 m
26	241007	1553219	5	20 m
27	241005	1553217	5	20 m
28	240991	1553231	4	20 m
29	240994	1553233	5	20 m
30	240996	1553236	5	20 m
31	240981	1553250	4	20 m
32	240979	1553248	4	20 m
33	240977	1553245	4	20 m
34	240963	1553259	4	20 m
35	240965	1553262	4	20 m
36	240967	1553264	4	20 m
37	240953	1553279	5	20 m
38	240950	1553276	5	20 m
39	240948	1553273	5	20 m
40	240935	1553288	5	20 m

41	240937	1553290	5	20 m
42	240940	1553293	5	20 m
43	240927	1553308	6	20 m
44	240924	1553305	6	20 m
45	240921	1553303	6	20 m
46	240910	1553320	6	20 m
47	240913	1553322	6	20 m
48	240915	1553323	6	20 m
49	240905	1553340	6	20 m
50	240902	1553339	6	20 m
51	240899	1553337	6	20 m
52	240890	1553356	7	20 m
53	240894	1553357	7	20 m
54	240897	1553359	7	20 m
55	240890	1553377	7	20 m
56	240887	1553376	7	20 m
57	240883	1553374	7	20 m
58	240877	1553394	7	20 m
59	240881	1553395	7	20 m
60	240884	1553396	7	20 m
61	240879	1553415	8	20 m
62	240875	1553414	8	20 m
63	240871	1553413	8	20 m
64	240865	1553432	8	20 m
65	240870	1553433	8	20 m
66	240874	1553434	8	20 m
67	240869	1553453	8	20 m
68	240864	1553453	8	20 m
69	240860	1553452	8	20 m
70	240854	1553471	9	20 m
71	240858	1553471	9	20 m
72	240862	1553472	9	20 m
73	240856	1553491	9	20 m
74	240852	1553491	9	20 m
75	240848	1553491	9	20 m
76	240841	1553510	9	20 m
77	240846	1553510	9	20 m
78	240849	1553509	9	20 m
79	240843	1553528	9	20 m
80	240839	1553529	9	20 m

81	240834	1553529	9	20 m
82	240827	1553548	8	20 m
83	240832	1553547	8	20 m
84	240837	1553547	9	20 m
85	240830	1553566	8	20 m
86	240826	1553566	8	20 m
87	240821	1553567	8	20 m
88	240815	1553587	8	20 m
89	240819	1553585	8	20 m
90	240823	1553585	8	20 m
91	240816	1553603	8	20 m
92	240812	1553604	8	20 m
93	240807	1553605	8	20 m
94	240799	1553624	8	20 m
95	240805	1553623	8	20 m
96	240810	1553622	8	20 m
97	240804	1553641	8	20 m
98	240798	1553642	8	20 m
99	240794	1553642	8	20 m
100	240788	1553663	8	20 m
101	240793	1553661	8	20 m
102	240797	1553659	8	20 m
103	240792	1553678	8	20 m
104	240786	1553680	8	20 m
105	240781	1553682	8	20 m
106	240775	1553700	8	20 m
107	240780	1553699	8	20 m
108	240784	1553698	8	20 m
109	240778	1553716	7	20 m
110	240774	1553718	7	20 m
111	240768	1553719	7	20 m
112	240762	1553737	7	20 m
113	240767	1553736	7	20 m
114	240770	1553736	7	20 m
115	240764	1553755	7	20 m
116	240760	1553756	7	20 m
117	240757	1553756	7	20 m
118	240750	1553776	7	20 m
119	240754	1553775	7	20 m
120	240758	1553774	7	20 m

121	240752	1553793	8	20 m
122	240747	1553793	8	20 m
123	240743	1553794	8	20 m
124	240737	1553813	8	20 m
125	240741	1553812	8	20 m
126	240744	1553811	8	20 m
127	240739	1553830	8	20 m
128	240735	1553832	8	20 m
129	240730	1553833	8	20 m
130	240725	1553852	8	20 m
131	240729	1553851	8	20 m
132	240733	1553850	8	20 m
133	240727	1553869	7	20 m
134	240723	1553870	7	20 m
135	240719	1553870	7	20 m
136	240712	1553889	7	20 m
137	240717	1553889	7	20 m
138	240721	1553888	7	20 m
139	240715	1553907	7	20 m
140	240711	1553908	7	20 m
141	240706	1553908	7	20 m
142	240699	1553928	6	20 m
143	240704	1553927	6	20 m
144	240708	1553925	6	20 m
145	240703	1553943	6	20 m
146	240697	1553945	7	20 m
147	240692	1553946	7	20 m
148	240685	1553966	7	20 m
149	240690	1553964	7	20 m
150	240696	1553962	7	20 m
151	240691	1553982	7	20 m
152	240686	1553983	7	20 m
153	240681	1553985	7	20 m
154	240675	1554003	8	20 m
155	240680	1554003	8	20 m
156	240683	1554002	7	20 m
157	240679	1554021	8	20 m
158	240675	1554022	8	20 m
159	240670	1554023	8	20 m
160	240665	1554043	8	20 m

161	240670	1554041	8	20 m
162	240674	1554040	8	20 m
163	240669	1554059	9	20 m
164	240665	1554060	9	20 m
165	240660	1554062	9	20 m
166	240654	1554083	9	20 m
167	240660	1554080	9	20 m
168	240665	1554077	9	20 m
169	240660	1554098	10	20 m
170	240656	1554099	10	20 m
171	240651	1554101	10	20 m
172	240646	1554120	10	20 m
173	240651	1554119	10	20 m
174	240655	1554117	10	20 m
175	240650	1554136	10	20 m
176	240645	1554138	10	20 m
177	240641	1554139	11	20 m
178	240634	1554158	11	20 m
179	240639	1554157	11	20 m
180	240643	1554155	11	20 m
181	240637	1554174	11	20 m
182	240633	1554175	11	20 m
183	240628	1554177	11	20 m
184	240620	1554195	11	20 m
185	240625	1554194	11	20 m
186	240630	1554194	11	20 m
187	240624	1554212	11	20 m
188	240619	1554213	11	20 m
189	240615	1554214	11	20 m
190	240609	1554234	12	20 m
191	240614	1554233	12	20 m
192	240617	1554231	12	20 m
193	240614	1554250	12	20 m
194	240610	1554252	12	20 m
195	240605	1554254	12	20 m
196	240603	1554274	12	20 m
197	240607	1554272	12	20 m
198	240610	1554270	12	20 m
199	240609	1554290	12	20 m
200	240605	1554292	12	20 m

201	240601	1554294	13	20 m
202	240599	1554315	13	20 m
203	240602	1554312	13	20 m
204	240605	1554310	12	20 m
205	240606	1554329	12	20 m
206	240603	1554332	12	20 m
207	240600	1554335	12	20 m
208	240603	1554354	12	20 m
209	240606	1554352	12	20 m
210	240608	1554349	12	20 m
211	240610	1554369	12	20 m
212	240607	1554372	12	20 m
213	240605	1554374	12	20 m
214	240607	1554395	12	20 m
215	240611	1554391	12	20 m
216	240613	1554389	12	20 m
217	240617	1554408	12	20 m
218	240614	1554411	12	20 m
219	240611	1554414	12	20 m
220	240615	1554433	12	20 m
221	240618	1554431	12	20 m
222	240621	1554428	12	20 m
223	240623	1554446	13	20 m
224	240621	1554450	13	20 m
225	240618	1554453	13	20 m
226	240626	1554472	13	20 m
227	240628	1554469	13	20 m
228	240629	1554465	13	20 m
229	240638	1554483	13	20 m
230	240637	1554487	13	20 m
231	240635	1554490	13	20 m
232	240645	1554507	13	20 m
233	240647	1554504	13	20 m
234	240649	1554501	13	20 m
235	240660	1554517	14	20 m
236	240658	1554520	14	20 m
237	240657	1554523	14	20 m
238	240668	1554540	14	20 m
239	240670	1554537	14	20 m
240	240671	1554534	14	20 m

241	240681	1554551	15	20 m
242	240680	1554554	15	20 m
243	240679	1554557	15	20 m
244	240688	1554575	15	20 m
245	240690	1554571	15	20 m
246	240692	1554568	15	20 m
247	240700	1554587	15	20 m
248	240698	1554589	15	20 m
249	240696	1554592	15	20 m
250	240704	1554610	15	20 m
251	240706	1554608	15	20 m
252	240708	1554605	16	20 m
253	240715	1554624	15	20 m
254	240713	1554626	15	20 m
255	240710	1554630	15	20 m
256	240714	1554649	15	20 m
257	240717	1554646	15	20 m
258	240720	1554643	15	20 m
259	240725	1554662	15	20 m
260	240721	1554665	15	20 m
261	240718	1554668	15	20 m
262	240723	1554689	15	20 m
263	240726	1554685	15	20 m
264	240728	1554682	15	20 m
265	240732	1554702	15	20 m
266	240729	1554705	15	20 m
267	240727	1554707	15	20 m
268	240729	1554728	14	20 m
269	240732	1554725	14	20 m
270	240735	1554722	14	20 m
271	240738	1554742	14	20 m
272	240734	1554745	14	20 m
273	240729	1554748	14	20 m
274	240729	1554767	14	20 m
275	240734	1554764	14	20 m
276	240738	1554762	14	20 m
277	240733	1554783	14	20 m
278	240728	1554784	14	20 m
279	240725	1554785	14	20 m
280	240718	1554804	14	20 m

281	240722	1554803	14	20 m
282	240726	1554802	14	20 m
283	240719	1554821	15	20 m
284	240716	1554822	15	20 m
285	240712	1554822	15	20 m
286	240705	1554842	15	20 m
287	240709	1554841	15	20 m
288	240713	1554840	15	20 m
289	240708	1554858	15	20 m
290	240703	1554860	15	20 m
291	240699	1554861	15	20 m
292	240696	1554881	15	20 m
293	240700	1554879	15	20 m
294	240703	1554878	15	20 m
295	240699	1554897	15	20 m
296	240695	1554899	14	20 m
297	240690	1554901	14	20 m
298	240684	1554920	14	20 m
299	240689	1554918	14	20 m
300	240693	1554917	14	20 m
301	240689	1554936	14	20 m
302	240684	1554937	14	20 m
303	240680	1554939	14	20 m
304	240674	1554958	14	20 m
305	240679	1554957	14	20 m
306	240683	1554955	14	20 m
307	240679	1554975	14	20 m
308	240674	1554976	14	20 m
309	240669	1554978	14	20 m
310	240664	1554998	14	20 m
311	240669	1554996	14	20 m
312	240673	1554994	14	20 m
313	240668	1555013	13	20 m
314	240664	1555015	14	20 m
315	240660	1555017	14	20 m
316	240656	1555037	14	20 m
317	240659	1555035	13	20 m
318	240663	1555033	13	20 m
319	240660	1555052	14	20 m
320	240655	1555054	14	20 m

321	240651	1555056	14	20 m
322	240646	1555076	14	20 m
323	240651	1555074	14	20 m
324	240656	1555071	14	20 m
325	240652	1555091	14	20 m
326	240647	1555093	14	20 m
327	240641	1555095	15	20 m
328	240637	1555114	15	20 m
329	240642	1555112	15	20 m
330	240647	1555111	15	20 m
331	240643	1555130	15	20 m
332	240637	1555132	15	20 m
333	240632	1555133	15	20 m
334	240628	1555153	15	20 m
335	240632	1555151	15	20 m
336	240637	1555149	15	20 m
337	240633	1555169	15	20 m
338	240628	1555170	16	20 m
339	240623	1555172	16	20 m
340	240618	1555193	16	20 m
341	240623	1555190	16	20 m
342	240628	1555189	16	20 m
343	240624	1555208	16	20 m
344	240619	1555209	16	20 m
345	240614	1555210	16	20 m
346	240610	1555231	17	20 m
347	240615	1555229	16	20 m
348	240620	1555227	16	20 m
349	240618	1555246	16	20 m
350	240612	1555249	16	20 m
351	240607	1555252	17	20 m
352	240606	1555273	17	20 m
353	240612	1555269	16	20 m
354	240616	1555267	16	20 m
355	240615	1555288	16	20 m
356	240611	1555289	16	20 m
357	240606	1555291	17	20 m
358	240609	1555312	16	20 m
359	240613	1555309	16	20 m
360	240617	1555307	16	20 m

361	240622	1555325	16	20 m
362	240619	1555328	16	20 m
363	240615	1555331	16	20 m
364	240622	1555350	16	20 m
365	240626	1555347	16	20 m
366	240629	1555344	16	20 m
367	240635	1555363	16	20 m
368	240632	1555366	16	20 m
369	240628	1555369	17	20 m
370	240634	1555388	17	20 m
371	240638	1555385	17	20 m
372	240641	1555382	16	20 m
373	240647	1555401	17	20 m
374	240644	1555404	17	20 m
375	240641	1555406	17	20 m
376	240648	1555425	17	20 m
377	240651	1555422	17	20 m
378	240654	1555420	17	20 m
379	240661	1555438	17	20 m
380	240657	1555441	17	20 m
381	240654	1555444	18	20 m
382	240661	1555463	18	20 m
383	240664	1555461	18	20 m
384	240667	1555458	18	20 m
385	240674	1555476	18	20 m
386	240671	1555479	18	20 m
387	240667	1555482	18	20 m
388	240674	1555500	18	20 m
389	240677	1555498	18	20 m
390	240680	1555496	18	20 m
391	240687	1555515	18	20 m
392	240684	1555517	18	20 m
393	240681	1555520	18	20 m
394	240689	1555539	18	20 m
395	240692	1555536	18	20 m
396	240694	1555533	18	20 m
397	240702	1555551	17	20 m
398	240699	1555554	17	20 m
399	240696	1555557	18	20 m
400	240702	1555576	17	20 m

401	240705	1555573	17	20 m
402	240709	1555570	17	20 m
403	240715	1555589	17	20 m
404	240712	1555592	17	20 m
405	240709	1555595	17	20 m
406	240716	1555614	17	20 m
407	240719	1555611	17	20 m
408	240722	1555608	17	20 m
409	240729	1555627	17	20 m
410	240726	1555630	17	20 m
411	240723	1555632	18	20 m
412	240729	1555651	18	20 m
413	240732	1555649	18	20 m
414	240736	1555646	18	20 m
415	240743	1555664	18	20 m
416	240739	1555667	18	20 m
417	240736	1555670	18	20 m
418	240744	1555688	18	20 m
419	240747	1555686	18	20 m
420	240750	1555683	18	20 m
421	240758	1555701	18	20 m
422	240755	1555704	18	20 m
423	240752	1555706	18	20 m
424	240759	1555725	18	20 m
425	240762	1555722	18	20 m
426	240765	1555720	18	20 m
427	240772	1555738	18	20 m
428	240769	1555741	18	20 m
429	240766	1555744	18	20 m
430	240773	1555763	18	20 m
431	240776	1555760	18	20 m
432	240779	1555758	17	20 m
433	240787	1555776	17	20 m
434	240783	1555779	17	20 m
435	240779	1555782	17	20 m
436	240783	1555797	17	20 m
437	240787	1555793	17	20 m
438	240792	1555789	17	20 m

Fuente: Elaboración Autores. Estación Total (2020).

La realización del levantamiento topográfico de 2,894 ml de pavimento rígido se desarrolló dentro del marco del trabajo propuesto. A la vez los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las características correspondientes que conllevaron a la culminación exitosa de dicho levantamiento.

Con el levantamiento topográfico se obtuvo los puntos de las coordenadas X, Y y Z, estos puntos se obtuvieron a distancia de 20 metros, donde cada sección contiene tres puntos levantados, dos en los extremos de la sección y uno en el eje de cada sección de la vía.

Toda la información obtenida se ha procesado empleando programas como Civil 3D y AutoCAD para modelar superficies topográficas, obtener las curvas de nivel, sección transversal, realización del perfil longitudinal y el cálculo de corte relleno del material que se encuentre a lo largo del tramo de la vía del proyecto.

De acuerdo al estudio realizado y los datos obtenidos, que se muestran en la tabla 5 del estudio topográfico, significa que el tramo del proyecto es un terreno plano, ya que no presenta elevación de gran magnitud y la pendiente relativa es menor a 5%.

6.3. ESTUDIO GEOLOGICO.

En esta parte se presentan los resultados del estudio de suelos, efectuado a lo largo de la vía urbana de 2.894 km del tramo de carretera colegio Takashi- Reten del Municipio de Puerto Cabezas. Estos datos se obtuvieron del estudio geotécnico realizado los días lunes y martes de la primera semana de marzo del año en curso.

6.3.1. Trabajo de campo.

Consistió en la ejecución sistemática de perforaciones en el terreno con el objeto de determinar la cantidad, extensión de los diferentes tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla) y la forma como estos están dispuestos en estratos.

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de sondeos manuales, con una profundidad de 0.50 a 1 metro, distribuidos a lo largo del tramo en estudio. En todos los sondeos realizados fueron tomadas muestras de suelos encontrados, las cuales fueron trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis.

6.3.2. Trabajos de Laboratorios.

Las muestras obtenidas en los sondeos realizados se sometieron a los siguientes ensayos de laboratorio, de acuerdo a las especificaciones ASTM cada uno de los procedimientos y criterios tomados con anterioridad en la propuesta del proyecto.

Tabla 6. Especificaciones ASTM para Ensaye de Suelos.

Tipo de ensayo	Especificación ASTM
Análisis granulométrico de los suelos	D-423
Limite liquido de los suelos	D – 423
Limite plástico e índice de plasticidad	D – 424
California Bearing Ratio (C.B.R.)	D – 18 83
Ensayo de compactacion (proctor)	T-99

Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 7. En base a los resultados obtenidos, las muestras se clasificaron de acuerdo al sistema ASTM D – 3282. (Ver tabla de especificaciones y clasificación).

Clasificación General		Materiales Granulares que el 35% o menos del total pasa el tamiz N° 200						Materiales Limo – Arcillosos más del 35% del total pasa el tamiz N°200					
Clasificación de Grupo		A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
		A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5	A - 7 - 6
% Que Pasa Tamiz N°	10	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	30 máx.	50 máx.	51 min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Límites de Atterberg	Límite Líquido (LL)	-	-	-	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	41 min.
	Índice Plástico (IP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	11 min.
Índice de Grupo		0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	20 máx.
Características del Material		Fragmentos de Grava, Arena y Piedra		Arena Fina	Limo Arcilloso, Gravilla y Arena				Suelo Limoso		Suelo Arcilloso		
Calificación		Excelente a Bueno						Regular a Malo					

Fuente: Road Administration Clasification System (ASTM D – 3282).

6.3.3. California Bearing Ratio (C.B.R.)

Dos suelos diferentes constituidos por partículas diferentes, alcanzan densidades secas y humedades óptimas diferentes en el ensayo de compactación, por ello se hace necesario un parámetro adicional que considere la capacidad de soporte del suelo en sí mismo para esas condiciones de compactación.

El CBR es obtenido como la relación de la carga unitaria (por pulgada cuadrada), para lograr una cierta profundidad de penetración dentro de la muestra de suelo compactada a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria, requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

El ensayo de CBR es ejecutado sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo determinado utilizando el ensayo de compactación Próctor estándar, se compactan dos moldes de suelo:

Uno para penetración inmediata y otro para penetración después de dejarlo saturar por un período de 96 horas; este último se sobrecarga con un peso similar al del pavimento, pero en ningún caso menor que 4.5 kg. Es necesario durante este período tomar registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente.

En ambos ensayos, se coloca una sobrecarga sobre la muestra de la misma magnitud de la que se utiliza durante el ensayo de expansión. El ensayo sobre la muestra saturada cumple dos propósitos:

- Dar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura.
- Dar indicación de la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

6.3.4. Análisis de los resultados obtenidos

Una vez obtenidos los reportes técnicos de campo y los resultados de laboratorio las muestras tomadas en los sondeos, se conoció que pertenecen a suelos granulares y en algunas fases con un porcentaje mínimo o cuasi nulo de arcilla, los cuales se detallan a continuación:

Suelos granulares: Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos según el sistema de clasificación de la AASHTO pertenecen a los grupos A – 1, A – 2 y A – 3. Los que a su vez se consideran como muy buenos o buenos para ser utilizados en terracería de estructuras de pavimento.

Los suelos granulares que se encontraron en el informe de laboratorio que proporcionó el laboratorio de suelos y agua de la URACCAN se describen a continuación:

A – 1 – a: La fase 2 de la muestra 1 pertenece a este sub – grupo, este tipo de suelo está conformado por fragmentos de grava, piedra y arena con o sin material ligante bien graduado. Cabe señalar que el valor de índice de plasticidad (IP) corresponden a 6 respectivamente. El índice de grupo (IG) para este tipo de suelos es cero.

A – 1 – b: La fase 1 de la muestra 1, la fase 3 de la muestra 2 y la fase 1 de la muestra 3 pertenecen a este sub – grupo, estos tipos de suelos están conformados por arena gruesa bien graduado con o sin material ligante. El valor de índice de plasticidad (IP) corresponde a 6, respectivamente. El índice de grupo (IG) para este tipo de suelos es cero.

A-3: La fase 3 de la muestra 1, la fase 1 y 2 de la muestra 2 y las fases 2 y 3 de la muestra 3 pertenecen a este subgrupo estos tipos de suelo están conformados por arena fina y se les califica de excelente a bueno, el índice plástico se designa con NP (no plástico) por lo que su índice de grupo es cero (0).

Suelos Finos: se considera como fino cuando más del 35% del material pasa el tamiz No 200. Estos suelos constituyen los grupos **A – 4, A – 5, A – 6 y A – 7** se caracterizan como malos para ser utilizados como material de terracería en estructuras de pavimento, en este estudio no se encontraron muestras con un alto porcentaje de finos, pero se definen los conceptos a continuación.

A – 4: Todos los suelos que pertenecen a este sub – grupo cuyas características son limosas poco o nada plástico, que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz N° 200. Además, incluyen en este grupo las mezclas de limos con grava y arenas hasta en un 64%.

A-5: Los suelos comprendidos en este subgrupo son semejantes a los del anterior, pero contiene material micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un límite líquido elevado.

A – 6: La principal composición típica de este sub- grupo es arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos deben pasar el tamiz N°. 200 pero se incluyen también las mezclas arcillo arenosa cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan, generalmente, grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

A – 7: Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6 pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados.

La clasificación y las características de los suelos ensayados se muestran detalladamente en tabla de resultados en anexo. El método seleccionado para la determinación del CBR de diseño, fue el de las secciones homogéneas. Este método consiste generalmente en agrupar muestras con las mismas características.

Se realizó un estudio a lo largo del alineamiento de la vía con el fin de identificar la extensión y la condición de los diferentes tipos de suelos que se encuentren, esto se realiza mediante perforaciones como mínimo 50 cm bajo el nivel de subrasante, en intervalos definidos de acuerdo con la variabilidad del terreno, la longitud y la importancia del proyecto.

A partir de las clasificaciones de los suelos de subrasante encontrados se elabora un perfil estratigráfico. Se determina la longitud en la cual predomina cada suelo y se delimitan áreas homogéneas de tipo longitudinal para efectos de diseño teniendo en cuenta el tránsito del proyecto.

El valor de CBR de diseño utilizado para la sub – rasante es de 53% obtenido a un 95% de compactación Próctor estándar.

El método AASHTO-1993 sugiere que se utilice un valor de $MR=45\text{Kg/cm}^2$ para la superficie de rodamiento en el pavimento rígido.

6.3.5. Resultado de suelo Muestra 1.



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE
(URACCAN)



Fecha: 14-04-2021

Tabla 8. Resultado de Suelo Muestra 1.

LABORATORIO DE AGUA Y SUELOS

ANÁLISIS DEL SUELO # A&S - 006-2021

FECHA DE LA MUESTRA: 14 de Marzo 2021						
FECHA DE RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO: 16 de Marzo 2021						
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Tramo de Carretera, Colegio Takashi-Retén						
Puerto Cabezas, RACCN						
A SOLICITUD DE: Estudiantes Finalistas de Ing. Civil: Vicente, Eliezer, Kevin						
RESULTADOS						

Parámetros	U/M	M1F1	M1F2	M1F3	TODO	Observaciones
HUMEDAD NATURAL	%	x	x	x	6.68	
CLASIFICACION SUCS	s/m	SW	GW	SP	xxx	Gravas y Arenas bien graduadas; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.
CLASIFICACION AASHTO	s/m	A-1-b	A-1-a	A-3	xxx	
ESTRUCTURA	s/m	G/M	G/M	G/M	G/M	Granular /Migoso
CONSISTENCIA	s/m	Suelto	Suelto	Suelto	Suelto	http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
PROFUNDIDAD	m	0.30	0.60	0.90	-	
Densidad aparente	Mg/ m ³	x	x	x	1430	
Densidad seca Máxima	Mg/m ³	x	x	x	1780	
Contenido de Humedad Óptima	%	x	x	x	15.80	
LIMITE LÍQUIDO, LL	%	x	x	x	39	Los Suelos Gruesos NO presentan plasticidad
LIMITE PLÁSTICO, LP	%	x	x	x	18.6	
INDICE PLÁSTICO	%	x	x	x	22.4	

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Observaciones:

Es un suelo compuesto de varias capas de grava y balastre, que se han compactado en mayor o menor grado con el paso del tiempo en este tramo de carretera sobre un terreno arenoso-arcilloso, cuenta con un buen drenaje. El ensayo granulométrico indica una distribución bien graduada de gravas y arena en las primeras dos capas (0.30 m y 0.60 m) con un alto contenido de grava y arena y muy poco finos (limo, arcilla), una estructura granular/migosa y de consistencia suelta.

Se da fe únicamente de la muestra presentada y analizada.

Se practicó un Ensayo de Granulometría a cada una de las capas o fracciones de las muestras recibidas, es decir 3.

Limitaciones:

Las pruebas de plasticidad y Próctor Estándar se realizaron con la combinación o sumatoria de las tres fases o capas. Ya que para hacerlo de forma individual no había suficiente material.

Atentamente;

MSc. Allan Taylor Tórrez

Responsable del Laboratorio de Agua y Suelos/ URACCAN-Bilwi.

Referencias:

- 1.- Guía para la Clasificación del Suelo, FAO. Pdf.
- 2.- Tabla de Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO
- 3.- Ensayo de Granulometría, Próctor Estándar y Límites de Attenberg

Codificación de las muestras:

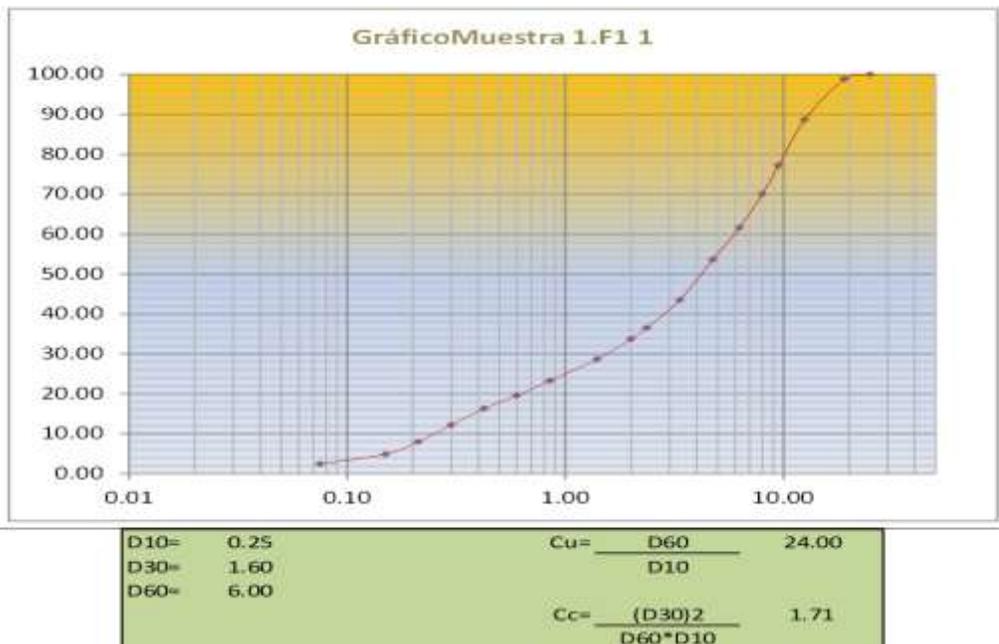
1. M1F1 = A&S - 004-2021
2. M1F2 = A&S - 006-2021
3. M1F3 = A&S - 006-2021

Tabla 9. Muestra 1, Capa 1 Fase 1

MUESTRA 1 FASE 1			
Ítem	Tamiz/mm	%RetAcc	%AcumuladoQPasa
1	25.00	0.00	100.00
2	19.00	1.20	98.80
3	12.50	11.40	88.60
4	9.50	22.90	77.10
5	8.00	30.00	70.00
6	6.30	38.40	61.60
7	4.75	46.39	53.61
8	3.35	56.49	43.51
9	2.36	63.52	36.48
10	2.00	66.30	33.70
11	1.40	71.34	28.66
12	0.85	76.73	23.27
13	0.60	80.40	19.60
14	0.43	83.70	16.30
15	0.30	87.83	12.17
16	0.21	91.99	8.01
17	0.15	95.12	4.88
18	0.08	97.56	2.44

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 2. Muestra 1, Capa 1, Fase 1



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 10. Muestra 1, Capa 2, Fase 2

MUESTRA 1 CAPA 2 F 2						
MUESTRA 1,Capa2, F2		Masa=	1666.65		100	
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	RetenidoAcumulado	Acumul.Q.Pasa	%Acumul.Retenido	%Acumul.Q.Pasa
1	25.000	204.00	204.00	1462.65	12.24	87.76
2	19.000	40.63	244.63	1422.02	14.68	85.32
3	12.500	140.43	385.06	1281.59	23.10	76.90
4	9.500	167.51	552.57	1114.08	33.15	66.85
5	8.000	102.70	655.27	1011.38	39.32	60.68
6	6.300	138.98	794.25	872.40	47.66	52.34
7	4.750	107.12	901.37	765.28	54.08	45.92
8	3.350	129.81	1031.18	635.47	61.87	38.13
9	2.360	87.39	1118.57	548.08	67.11	32.89
10	2.000	38.59	1157.16	509.49	69.43	30.57
11	1.400	66.34	1223.50	443.15	73.41	26.59
12	0.850	76.69	1300.19	366.46	78.01	21.99
13	0.600	57.27	1357.46	309.19	81.45	18.55
14	0.425	53.06	1410.52	256.13	84.63	15.37
15	0.300	70.08	1480.60	186.05	88.84	11.16
16	0.212	62.26	1542.86	123.79	92.57	7.43
17	0.150	53.12	1595.98	70.67	95.76	4.24
18	0.075	40.93	1636.91	29.74	98.22	1.78
	FONDO	29.74	0.00	0.00	100.00	0.00
	SUMATOTAL	1666.65				

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 3. Muestra 1, Capa 2, Fase 2



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 11. Muestra 1, Capa 3, Fase 3

MUESTRA 1, 3ra Capa Masa= 2,146.98							
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	PesoQPasa	%Retenido	%AcumuladoRetenido	%QPasa	%AcumuladoQpasa
1	25	0.00	2146.98	0	0	100.00	100.00
2	19	29.01	2117.97	1.35	1.35	98.65	98.65
3	12.5	181.98	1935.99	8.48	9.83	90.17	90.17
4	9.5	115.24	1820.75	5.37	15.2	84.81	84.81
5	8	105.15	1715.60	4.9	20.1	79.91	79.91
6	6.3	141.16	1574.44	6.58	26.68	73.33	73.33
7	4.75	137.12	1437.32	6.39	33.07	66.95	66.95
8	3.35	186.80	1250.52	8.7	41.77	58.25	58.25
9	2.36	154.14	1096.38	7.18	48.95	51.07	51.07
10	2	80.18	1016.20	3.73	52.68	47.33	47.33
11	1.4	198.18	818.02	9.23	61.91	38.10	38.10
12	0.85	211.35	606.67	9.84	71.75	28.26	28.26
13	0.6	120.71	485.96	5.62	77.37	22.63	22.63
14	0.425	121.33	364.63	5.65	83.02	16.98	16.98
15	0.3	121.63	243.00	5.62	88.64	11.32	11.32
16	0.212	99.32	143.68	4.59	93.23	6.69	6.69
17	0.15	66.23	77.45	3.06	96.29	3.61	3.61
18	0.075	35.65	41.80	1.65	97.94	1.95	1.95
	FONDO	41.80	0.00		100	0	0.00
	SUMATOTA	2146.98					

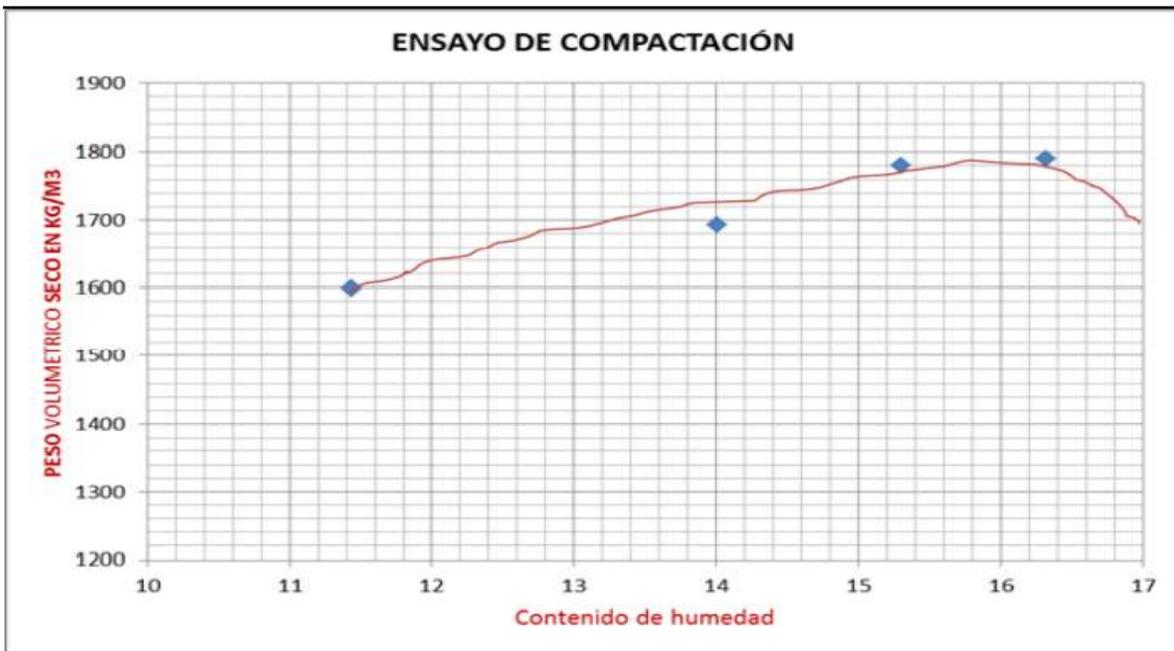
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 4. Muestra 1, Capa 3, Fase 3



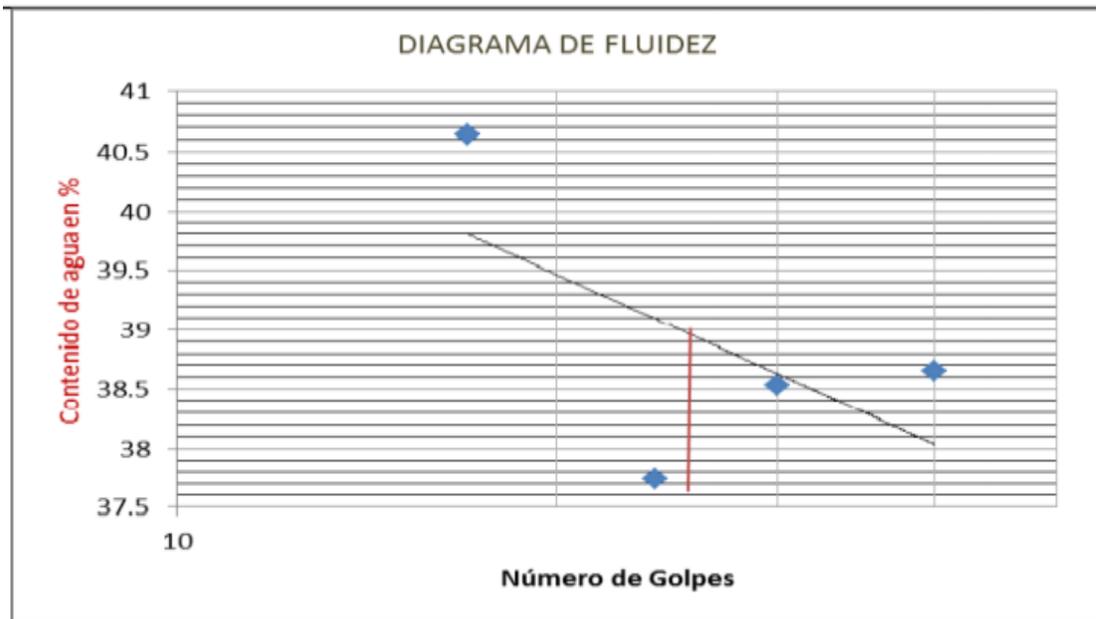
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 5. Ensayo de Compactación Muestra 1.



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Diagrama 1. Numero de Golpes, Muestra 1



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

6.3.6. Resultado de Suelo Muestra 2.



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE
(URACCAN)



Fecha: 14-04-2021

Tabla 12. Resultado de Suelo Muestra 2.

LABORATORIO DE AGUA Y SUELOS

ANALISIS DEL SUELO # A&S - 006-2021

FECHA DE LA MUESTRA: 14 de Marzo 2021						
FECHA DE RECEPCION EN EL LABORATORIO: 16 de Marzo 2021						
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Tramo de Carretera, Colegio Takashi-Retén Retén						
Puerto Cabezas, RACCN						
A SOLICITUD DE: Estudiantes Finalistas de Ing. Civil: Vicente, Eliezer, Kevin						
RESULTADOS						
Parámetros	U/M	M2F1	M2F2	M2F3	TODO	Observaciones
HUMEDAD NATURAL	%	x	x	x	6.68	
CLASIFICACION SUCS	s/m	SP	SP	GP	xxx	Arenas mal graduadas (capa 1 y 2), grava mal graduada, capa3; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.
CLASIFICACION AASHTO	s/m	A-3	A - 3	A - 1 - b	xxx	
Coefficiente de Uniformidad	ad	23.6	34.2	33.9	xxx	
Coefficiente de Curvatura	ad	0.43	0.81	3.49	xxx	
ESTRUCTURA	s/m	G/M	G/M	G/M	G/M	Granular /Migoso
CONSISTENCIA	s/m	Suelto	Suelto	Suelto	Suelto	http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
PROFUNDIDAD	m	0.30	0.60	0.90	-	
Densidad aparente	Mg/ m3	x	x	x	1430	
Densidad seca Máxima	Mg/m3	x	x	x	1780	Del ensayo de compactación Próctor Std
Contenido de Humedad Óptima	%	x	x	x	16.00	Del Ensayo de compactación Próctor Std
LIMITE LIQUIDO, LL	%	x	x	x	25.2	
LIMITE PLÁSTICO, LP	%	x	x	x	18.9	
INDICE PLASTICO	%	x	x	x	6.3	

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Observaciones:

Es un suelo compuesto de varias capas de grava y balastre, que se han compactado en mayor o menor grado con el paso del tiempo en éste tramo de carretera sobre un terreno arenoso-arcilloso, cuenta con un buen drenaje. El ensayo granulométrico indica una distribución pobremente graduada de arena principalmente y grava en las primeras dos capas (0.30 m y 0.60 m) con un alto contenido de arena, seguida de grava y muy pocos finos, (limo, arcilla), una estructura granular/migosa y de consistencia suelta; mientras la capa 3, tiene mayor cantidad de grava, seguida de arena y muy poco fino.

Se da fe únicamente de la muestra presentada y analizada.

Se practicó un Ensayo de Granulometría a cada una de las capas o fracciones de las muestras recibidas, es decir 3.

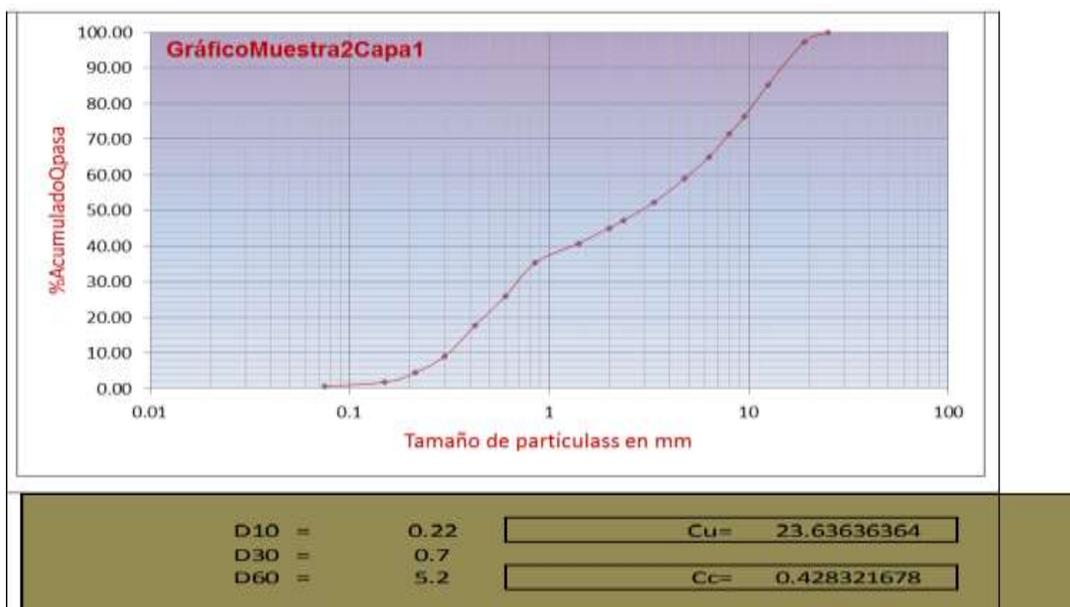
Limitaciones: Las pruebas de plasticidad y Próctor Estándar se realizaron con la combinación o sumatoria de las tres fases o capas. Ya que para hacerlo de forma individual no había suficiente material.

Tabla 13. Muestra 2, Capa 1, Fase 1.

MUESTRA #2, 1ra Capa F1, Masa= 1479.33 g					
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	PesoKPasa	%PesoRetenido	%PesoKPasa
1	25	0.00	1479.33	0.00	100.00
2	19	40.40	1438.93	2.73	97.27
3	12.5	176.76	1262.17	11.95	85.32
4	9.5	132.99	1129.18	8.99	76.33
5	8	71.70	1057.48	4.85	71.48
6	6.3	97.53	959.95	6.59	64.89
7	4.75	89.32	870.63	6.04	58.85
8	3.35	97.53	773.10	6.59	52.26
9	2.36	74.80	698.30	5.06	47.20
10	2	32.14	666.16	2.17	45.03
11	1.4	63.92	602.24	4.32	40.71
12	0.85	80.26	521.98	5.43	35.28
13	0.6	139.71	382.27	9.44	25.84
14	0.425	120.71	261.56	8.16	17.69
15	0.3	127.30	134.26	8.61	9.08
16	0.212	68.58	65.68	4.64	4.44
17	0.15	39.58	26.10	2.68	1.76
18	0.075	18.20	7.90	1.23	0.53
	FONDO	7.90	0.00		

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 6. Muestra 2, Capa 1, Fase 1.



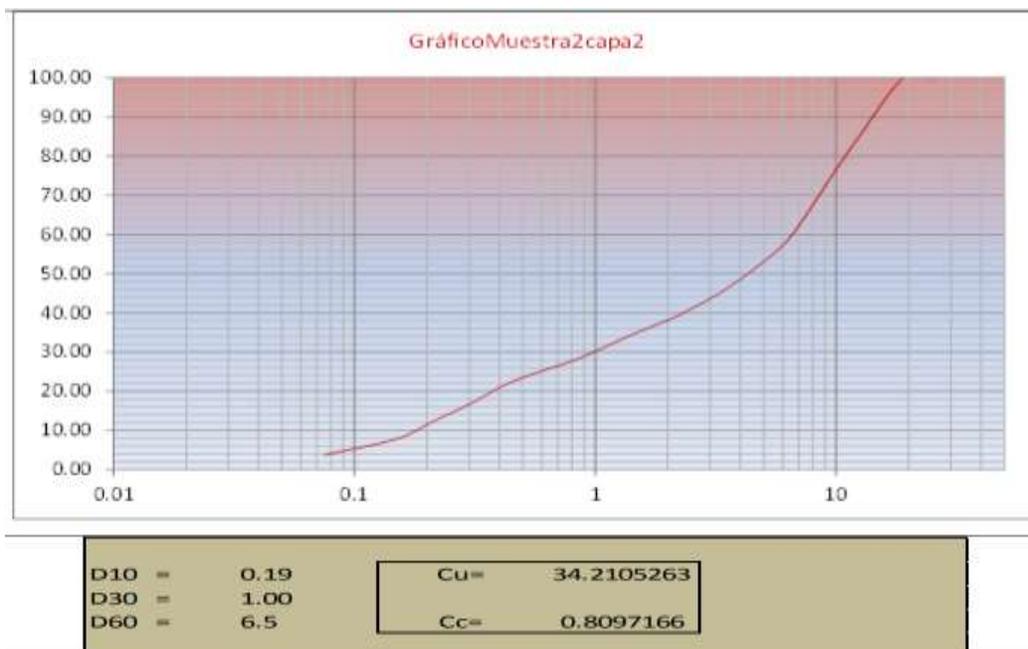
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 14. Muestra 2, Capa 2, Fase 2.

MUESTRA 2, 2da Masa= 2176.55 g							
Item	Tamiz/mm	P.Retenido	PesoKPassa	Fr. Retenido	%Retenido	%Acumul.Retenido	%Acumul.Q.Pasa
1	25	0.00	2176.55	0.000	0.00	0.00	100.00
2	19	0.00	2176.55	0.000	0.00	0.00	100.00
3	12.5	322.10	1854.45	0.148	14.80	14.80	85.20
4	9.5	230.89	1623.56	0.106	10.61	25.41	74.59
5	8	152.67	1470.89	0.070	7.01	32.42	67.58
6	6.3	196.54	1274.35	0.090	9.03	41.45	58.55
7	4.75	142.45	1131.90	0.065	6.54	48.00	52.00
8	3.35	144.53	987.37	0.066	6.64	54.64	45.36
9	2.36	112.20	875.17	0.052	5.15	59.79	40.21
10	2	45.24	829.93	0.021	2.08	61.87	38.13
11	1.4	84.30	745.63	0.039	3.87	65.74	34.26
12	0.85	129.87	615.76	0.060	5.97	71.71	28.29
13	0.6	67.84	547.92	0.031	3.12	74.83	25.17
14	0.425	74.95	472.97	0.034	3.44	78.27	21.73
15	0.3	110.52	362.45	0.051	5.08	83.35	16.65
16	0.212	94.90	267.55	0.044	4.36	87.71	12.29
17	0.15	97.27	170.28	0.045	4.47	92.18	7.82
18	0.075	89.28	81.00	0.041	4.10	96.28	3.72

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 7. Muestra 2, Capa 2, Fase 2.



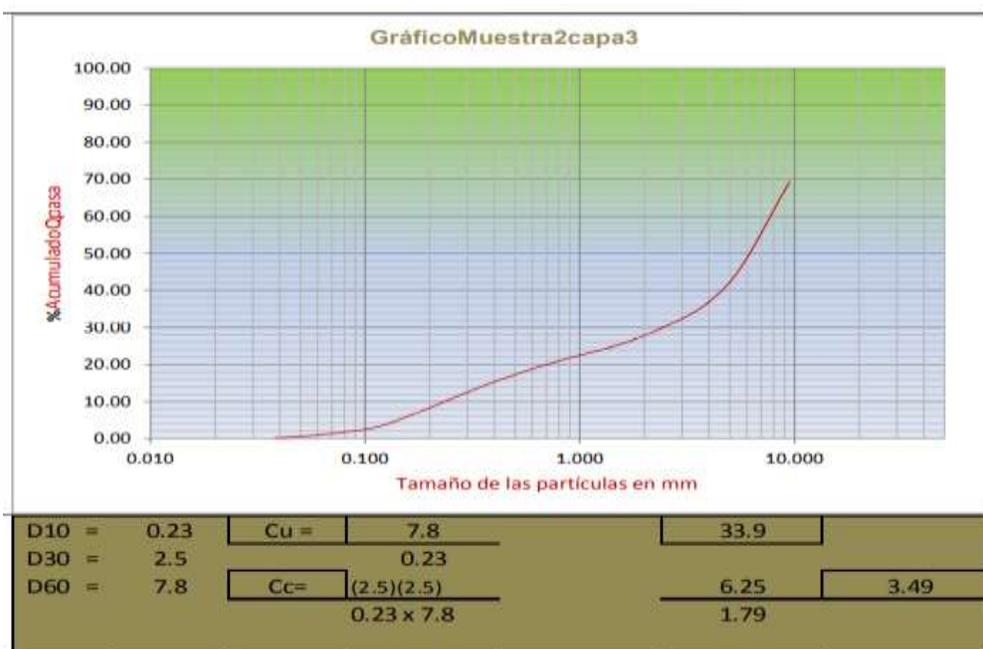
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 15. Muestra 2, Capa 3, Fase 3.

MUESTRA 2, 3ra Ca Masa= 1323.68 g							
Item	Tamiz/mm	PesoReteni	PesoQPasa	FraccionRet.	%Retenido	%Acumul.Ret.	%AcumuladoQPasa
1	9.500	406.92	916.76	0.307	30.74	30.74	69.26
2	4.750	376.99	539.77	0.285	28.48	59.22	40.78
3	2.000	172.08	367.69	0.130	13.00	72.22	27.78
4	0.850	83.58	284.11	0.063	6.31	78.53	21.46
5	0.600	34.72	249.39	0.026	2.62	81.16	18.84
6	0.425	38.95	210.44	0.029	2.94	84.10	15.90
7	0.300	43.75	166.69	0.033	3.31	87.41	12.59
8	0.150	94.90	71.79	0.072	7.17	94.57	5.42
9	0.106	36.48	35.31	0.028	2.76	97.33	2.67
10	0.063	22.04	13.27	0.017	1.67	99.00	1.00
11	0.045	9.04	4.23	0.007	0.68	99.68	0.32
12	0.038	2.62	1.61	0.002	0.20	99.88	0.12
	FONDO	1.61	0.00	0.001	0.12	100.00	0.00

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 8. Muestra 2, Capa 3, Fase 3.



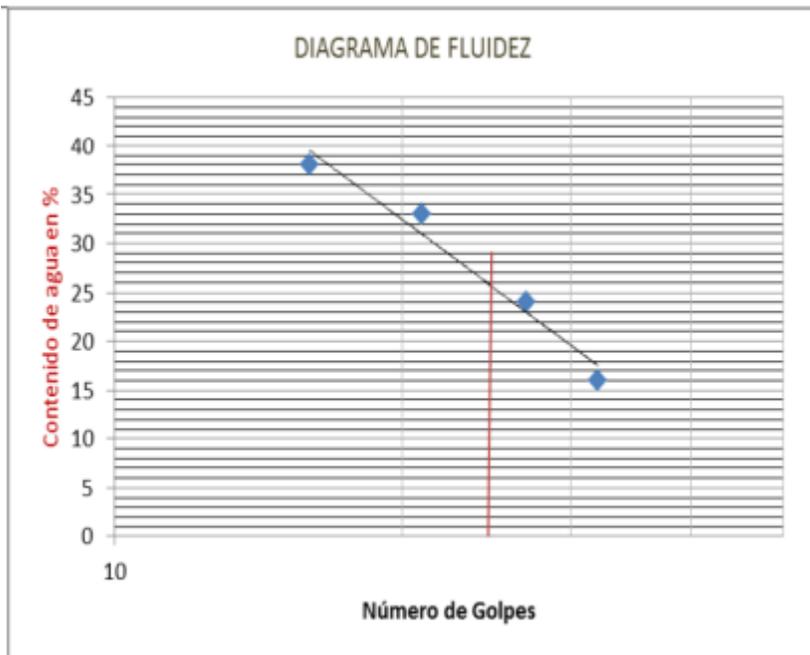
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 9. Ensayo de Compactación Muestra 2.



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Diagrama2. Numero de Golpes, Muestra 2



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

6.3.7. Resultado del laboratorio Muestra 3.



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE
(URACCAN)



Fecha: 14-04-2021

Tabla 16. Resultado de Suelo Muestra 3.

LABORATORIO DE AGUA Y SUELOS

ANALISIS DEL SUELO # A&S - 012-2021

FECHA DE LA MUESTRA: 14 de Marzo 2021						
FECHA DE RECEPCION EN EL LABORATORIO: 16 de Marzo 2021						
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Tramo de Carretera, Colegio Takashi-Retén						
Puerto Cabezas, RACCN						
A SOLICITUD DE: Estudiantes Finalistas de Ing. Civil: Vicente, Eliezer, Kevin						
RESULTADOS						
Parámetros	U/M	M3F1	M3F2	M3F3	TODO	Observaciones
HUMEDAD NATURAL	%	x	x	x	7.68	
CLASIFICACION SUCS	s/m	GP	SP	SP	xxx	Arenas mal graduadas (capa 1 y 2), grava mal graduada, capa3; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos.
CLASIFICACION AASHTO	s/m	A-1- b	A - 3	A - 3	xxx	
Coefficiente de Uniformidad	ad	12	11.7	17.4	xxx	
Coefficiente de Curvatura	ad	0.48	0.4	0.7	xxx	
ESTRUCTURA	s/m	G/M	G/M	G/M	G/M	Granular /Migoso
CONSISTENCIA	s/m	Suelto	Suelto	Suelto	Suelto	http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
PROFUNDIDAD	m	0.30	0.60	0.90	-	
Densidad aparente	Mg/ m3	x	x	x	1430	
Densidad seca Máxima	Mg/m3	x	x	x	1710	Del ensayo de compactación Próctor Std
Contenido de Humedad Optima	%	x	x	x	17.00	Del Ensayo de compactación Próctor Std
LIMITE LIQUIDO, LL	%	x	x	x	31	
LIMITE PLÁSTICO, LP	%	x	x	x	19.1	
INDICE PLASTICO	%	x	x	x	11.9	

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórriz

Observaciones:

Es un suelo compuesto de varias capas de grava y arena, que se han compactado en mayor o menor grado con el paso del tiempo en éste tramo de carretera sobre un terreno arenoso-arcilloso, cuenta con un drenaje regular. El ensayo granulométrico indica una distribución pobremente graduada de grava, en la capa 1 (.30 m) y arena en las capas (0.60 m y 0.90 m) con un alto contenido de arena, seguida de grava y muy pocos finos, (limo, arcilla), una estructura granular/migosa y de consistencia suelta.

Se da fe únicamente de la muestra presentada y analizada.

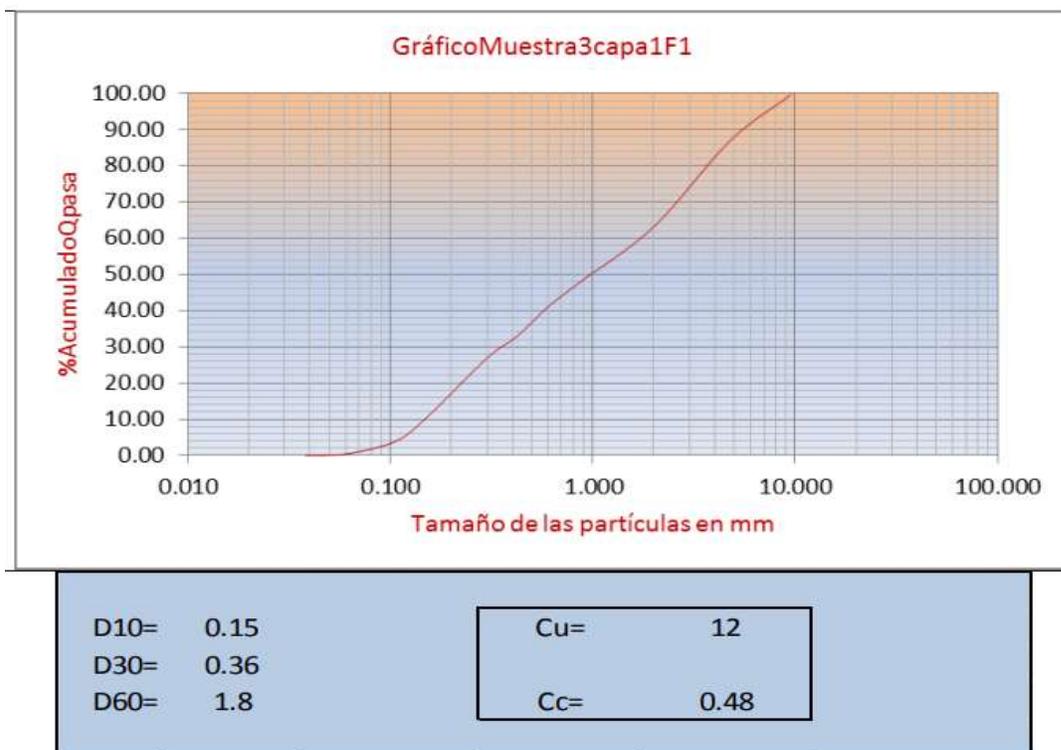
Se practicó un Ensayo de Granulometría a cada una de las capas o fracciones de las muestras recibidas, es decir 3.

Tabla 17. Muestra 3, Capa 1, Fase 1.

MUESTRA 3, 1ra C Masa= 1433 g						
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	PesoQPasa	%Retenido	%AcumuladoRetenido	%AcumuladoQPasa
1	9.500	6.13	1426.87	0.43	0.43	99.57
2	4.750	182.65	1244.22	12.75	13.18	86.83
3	2.000	339.78	904.44	23.71	36.89	63.12
4	0.850	223.12	681.32	15.57	52.46	47.55
5	0.600	93.90	587.42	6.55	59.01	40.99
6	0.425	114.58	472.84	8.00	67.01	33.00
7	0.300	87.88	384.96	6.13	73.14	26.86
8	0.150	237.80	147.16	16.59	89.73	10.27
9	0.106	91.68	55.48	6.40	96.13	3.87
10	0.063	47.86	7.62	3.34	99.47	0.53
11	0.045	7.12	0.50	0.50	99.97	0.03
12	0.038	0.50	0.00	0.03	100.00	0.00
	FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 10. Muestra 3, Capa 1, Fase 1.



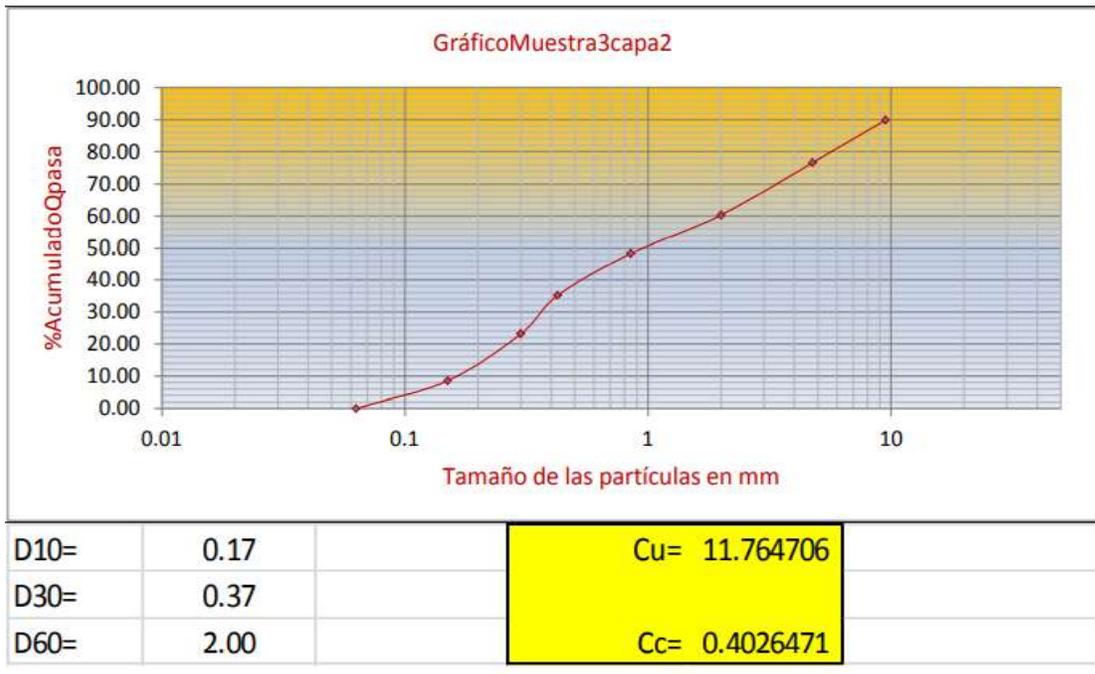
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 18. Muestra 3, Capa 2, Fase 2.

MUESTRA 3, 2ra Capa F/ Masa= 1374.67 g						
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	PesoKPasa	%Retenido	%AcumuladoRetenido	%AcumuladoQPasa
1	9.5	139.59	1235.08	0.1015	0.1015	89.85
2	4.75	181.98	1053.10	0.1324	0.2339	76.61
3	2	224.64	828.46	0.1634	0.3973	60.27
4	0.85	164.40	664.06	0.1196	0.5169	48.31
5	0.425	180.80	483.26	0.1315	0.6484	35.15
6	0.3	165.01	318.25	0.1200	0.7684	23.15
7	0.15	200.81	117.44	0.1461	0.9145	8.54
8	0.063	117.44	0.00	0.0854	1.0000	0.00
	FONDO	0.00				

Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 11. Muestra 3, Capa 2, Fase 2.



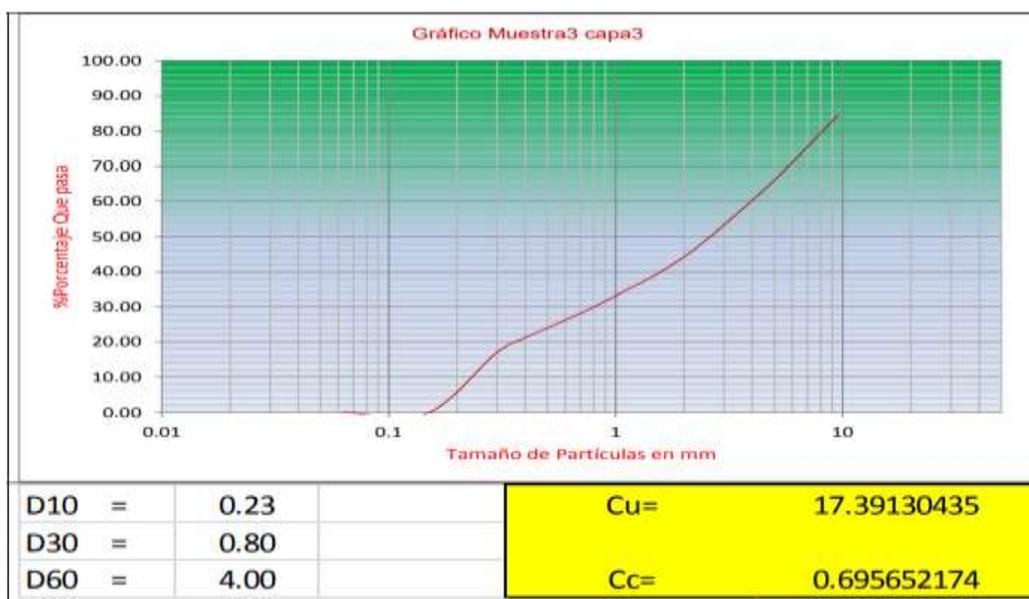
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Tabla 19. Muestra 3, Capa 3, Fase 3.

MUESTRA #3, Masa= 1567.20 g						
Item	Tamiz/mm	PesoRetenido	PesoQPasa	Acumul.Retenido	%Acumul.Retenido	%Acumul.Q.Pasa
1	9.5	244.40	1322.80	244.40	15.59	84.41
2	4.75	308.91	1013.89	553.31	35.31	64.69
3	2	319.81	694.08	873.12	55.71	44.29
4	0.85	210.68	483.40	1083.80	69.16	30.84
5	0.425	139.40	344.00	1223.20	78.05	21.95
6	0.3	78.18	265.82	1301.38	83.04	16.96
7	0.15	265.82	0.00	1567.20	100.00	0.00
8	0.063	0.00	0.00	1567.20	0.00	0.00
	FONDO	0.00	0.00			0.00
	SUMATOTAL	1567.20				

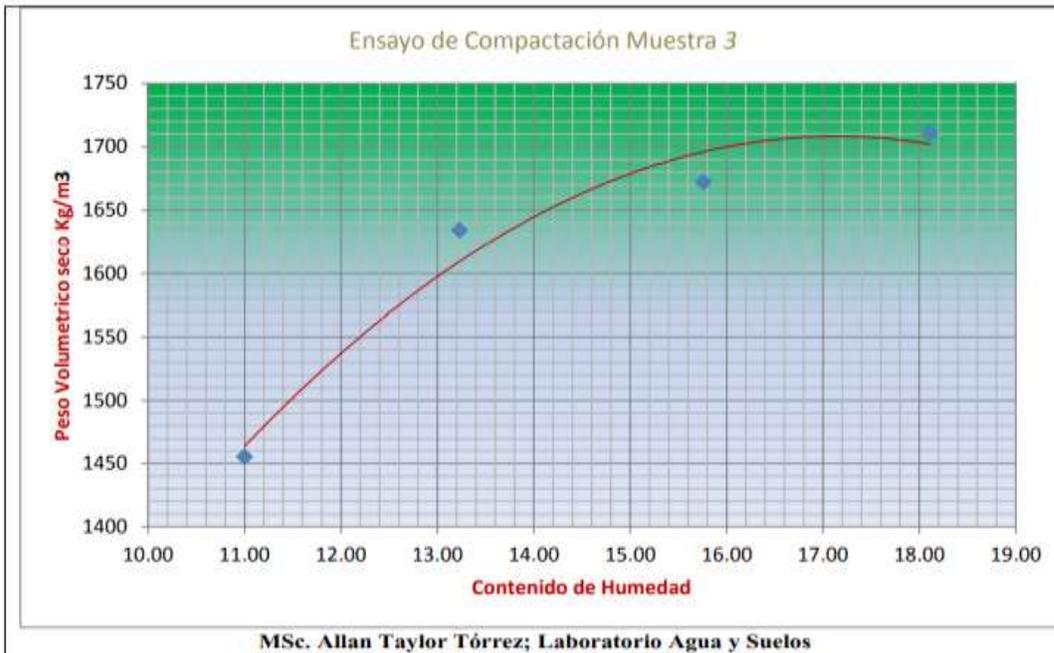
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 12. Muestra 3, Capa 3, Fase 3.



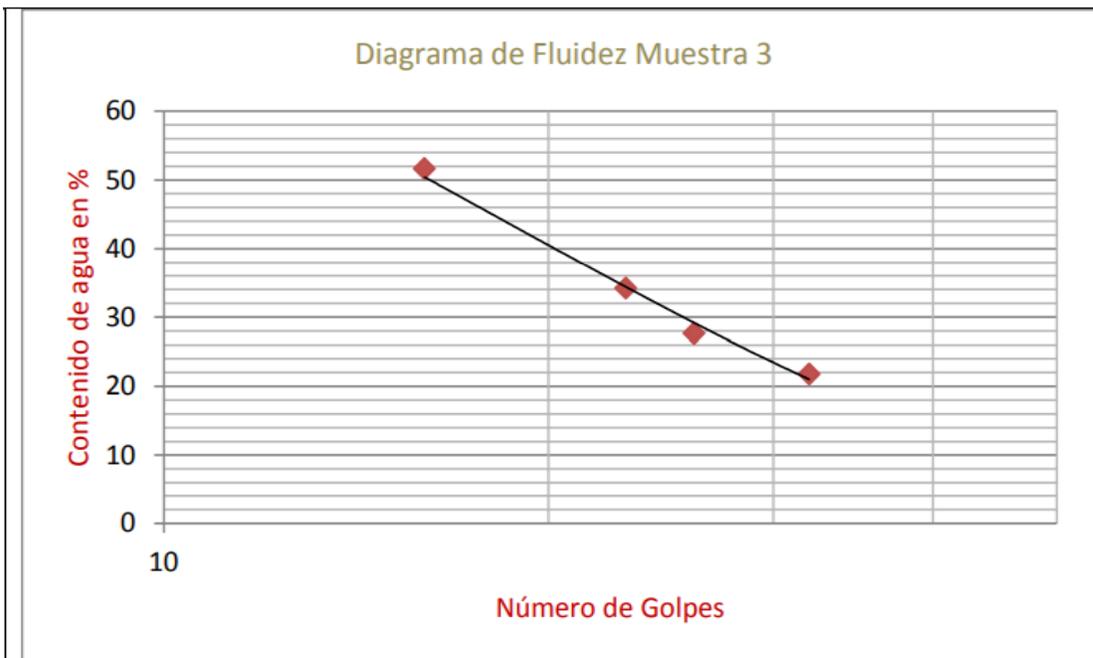
Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Grafica 13. Ensayo de Compactación Muestra 3.



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Diagrama 3. Numero de Golpes, Muestra 3



Fuente: Responsable del Laboratorio de Agua Suelo. MSc. Allan Taylor Tórrez

Los ensayos realizados en este estudio en base a la norma ASTM tales como análisis granulométrico, límite líquido de los suelos, índice de la plasticidad y el ensayo de compactación proctor estándar entre otros, nos muestran en general que son suelos granulares, ya que contienen 35% o menos del material fino que pasa por tamiz N°200.

Estos suelos según el sistema de clasificación de la AASHTO pertenecen del grupo A-1, A-2 y A-3. De acuerdo al informe del laboratorio de aguas y suelos, las muestras analizadas en el tramo de la vía pertenecen al subgrupo A-1-a, A-1-b y A-3 con una calificación de excelente a bueno para ser utilizado en el diseño de la base de pavimento del proyecto.

En primera instancia, para la presentación de las muestras obtenidos se utilizó el mismo formato en todas las muestras, donde se presentan los parámetros y sus resultados como también sus observaciones, para el estudio de granulometría por tamizado se realizaron tablas que muestran en las columnas correspondientes, el tamiz y su abertura en milímetro, porcentaje retenido acumulado, porcentaje acumulado que pasa, peso retenido, retenido acumulado que pasa entre otros. Para luego llegar a graficar las curvas granulométricas.

Las curvas granulométricas en estudio de suelo nos ayudan a representar gráficamente la variación del tamaño granular en las muestras ya que los gráficos que tienen un comportamiento perpendicular indican uniformidad en los diámetros granular de la muestra y las curvas que tienen un comportamiento casi en 45° significa que tienen mucha variación en el diámetro de la muestra.

6.4. ESTUDIO HIDROLOGICO

Los estudios de un proyecto de drenaje de caminos en una ciudad dan inicio con la necesidad de los usuarios de la vía de una obra hidráulica de drenaje y la buena voluntad de las autoridades locales, municipales de servir a su población. En este estudio se hizo uso de la **Guía hidráulica para el diseño de estructuras de drenaje en caminos rurales** emitida por el MTI, también se realizó visita al lugar de estudio para conocer las características de la cuenca y otros datos relevantes para poder evaluar las condiciones actuales del drenaje existente.

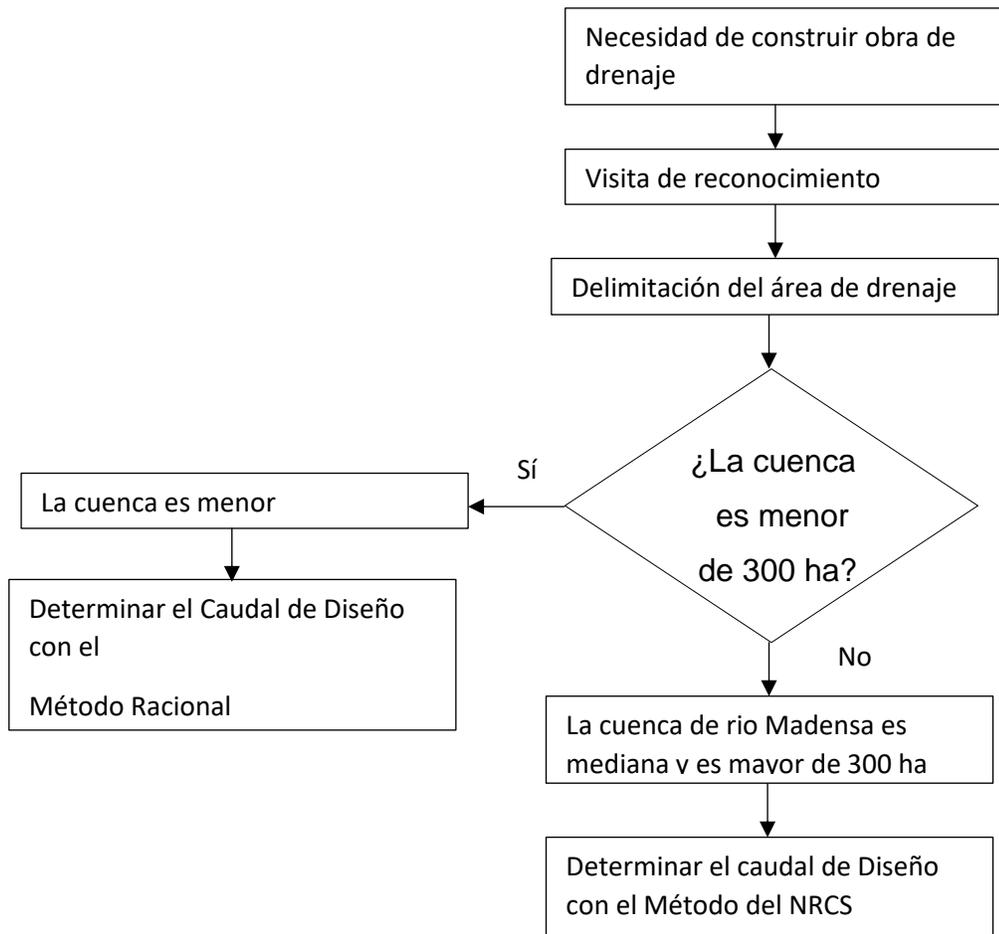
También se realizaron visitas tanto en la estación meteorológica de la ciudad de Bilwi como también en el lugar de emplazamiento del drenaje, los días 25 y 26 de febrero, a través de los datos obtenidos se procedió hacer los cálculos respectivos.

6.4.1. El método utilizado para determinar el caudal de diseño (Qd) de una cuenca pequeña, es el Método Racional, presentado por Emil Kuichling en 1889 y mejorado posteriormente por otros.

Este método asume que el caudal máximo para un cruce dado, se alcanza cuando la totalidad del área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante una duración de precipitación igual al tiempo de concentración.

El método de cálculo a aplicar para determinar el caudal de diseño está en parte en función de su cuenca de drenaje. El Diagrama siguiente inicia con la necesidad de la población de una obra hidráulica de drenaje. Obligadamente los encargados tienen que visitar el sitio donde se requiere la obra y realizar la visita de reconocimiento. Requiere que caudal cruza por el lugar y tiene que delimitar el área de drenaje. Luego se debe tomar la decisión para elegir, en base al tamaño de la cuenca, el método que se usará para calcular el caudal de diseño (Qd).

Diagrama 4. Métodos y Condiciones para Determinar el caudal de Diseño.



Fuente: Guía hidráulica diseño de drenaje en estructuras

Por otra parte, cabe señalar que en este estudio el método a utilizar para el cálculo de caudal de diseño es mediante el método racional, teniendo en cuenta que el área de la cuenca es menor de 300 ha.

En Resumen, se llevó acabo el Reconocimiento de Campo en el rio Madensa ya que este se encuentra ubicado de forma transversal en el tramo del proyecto, este estudio se realizó con la finalidad de obtener la información necesaria para luego determinar el área del rio y el caudal de diseño, para ello también se llevaron a cabo las siguientes actividades de acuerdo a la guía hidráulica diseño de drenaje en estructuras.

a) Se obtuvo a mano mapa escala 1:8,000 de INETER, de la zona del camino.

- b) Trazamos en él la cuenca o las cuencas de drenaje antes de la visita.
- c) Se realizo recorridos de la línea del camino identificando el cruce o los cruces de interés en el mapa.
- d) Se observó en el cruce el NAMO (nivel de aguas máximas observadas).
- e) Se observó también de manera directa si hay socavación o erosión en las márgenes o depósito de sedimentos.
- f) Se tomaron las coordenadas del sitio.
- g) Se registro la información colectada en un cuaderno especial del reconocimiento.
- h) Se obtuvieron fotos del lugar.
- i) Se tomo una sección del rio como primer dato de topografía.
- j) Se observó la cobertura vegetal de la cuenca.
- k) Debido a la existencia de obra en el cruce y se requiere renovar, se anotó el tamaño de la obra, también se preguntó a los vecinos cómo ha funcionado.

6.4.2. El Método Racional está representado por la siguiente ecuación:

$$Qd = C.I.A$$

Donde; Qd caudal de diseño en m³ /s l, intensidad de la lluvia en mm/hora para una duración igual al tiempo de concentración (Tc). Las intensidades se obtienen de INETER, pueden ser como la ecuación para encontrar los coeficientes A, área de drenaje de la cuenca, en hectárea (ha), se obtiene de mapas del INETER. Cp, coeficiente ponderado de escorrentía, adimensional.

6.4.3. El coeficiente de escorrentía ponderado (Cp.) está dado por la siguiente relación:

En donde Ai y Ci corresponden a las áreas parciales y los coeficientes de los diferentes tipos de cubierta y pendiente y el AT área total que es las sumas de áreas parciales.

Tabla 20. Intensidades de lluvia

Intensidades de lluvia, en milímetros por hora									
Estación	$I = A / (t+d)^b$				Estación	$I = A / (t+d)^b$			
	Tr	A	d	b		Tr	A	d	b
Puerto Cabezas	2	1570.084	16	0.813	Bluefields	2	1768.075	15	0.821
Código:47002	5	1068.61	11	0.684	Código:61006	5	994.789	7	0.658
Tipo: HMP	10	886.184	8	0.619	Tipo:HMP	10	1123.062	8	0.649
14°02'40" LatN	15	783.722	6	0.581	11°59'20" Lat N	15	919.208	5	0.597
83°22'30" Long W	25	695.603	4	0.541	83°46'35" Long w	25	882.464	4	0.572
Elev: 20	50	673.4	3	0.514	Elev: 20	50	858.302	3	0.546
Periodo:1971-2003	100	598.875	1	0.472	Periodo:1971-2003	100	832.358	2	0.521

Fuente: Guía hidráulica diseño de drenaje en estructura de drenaje en caminos

6.4.4. Período de retorno

Recorriendo la bibliografía especializada en la instrucción de carretera **Guía hidráulica diseño de drenaje en estructuras**, se establece el periodo de retorno mínimo.

En nuestro caso será de 25 años.

Tabla 21. Periodo de retorno

Tipo de obra	periodo de retorno
Baden (estándar y trapezoidal)	2 años
Alcantarillas	15 años
Cajas para cuencas menores	15
Cajas para cuencas mayores	25
Vados con tuberías	2 años
Puentes	25 años

Fuente: Guía hidráulica de diseño de drenaje

Primeramente, se calculará el tiempo de concentración (T) que será el necesario para que el agua precipitada en el sistema de drenaje llegue a la carretera. Se necesitará conocer el cause principal (Km) y la pendiente media (m/m). la formula a emplear lo siguiente:

Qd = C. I. A El coeficiente de escorrentía tiene un promedio de **C= 0.85** para el diseño de Pavimento.

Encontrar T que es iguala al Tiempo de Concentración para llevar el cálculo de Intensidad

L: Longitud de la cuenca en km

J: Es la pendiente de la cuenca en m/m

$$T = 0.3 * \left(\frac{L}{J^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$T = 0.3 * \left(\frac{0.5}{0.025^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$T = 0.357\text{hrs (21.44 min)}$$

$$I = \frac{A}{(T+d)^b} \quad A, d \text{ y } b, \text{ coeficientes determinados, para curva IDF}$$

$$I = \frac{695.603}{(0.357+4)^{0.541}}$$

$$I = 313.7335 \text{ mm/hr } (8.71481 \times 10^{-05} \text{ m/s})$$

$$A = 7 \text{ ha } (70,000 \text{ m}^2)$$

$$Q = C. I. A$$

$$Q = (0.85) \times (8.71481 \times 10^{-05} \text{ m/s}) \times (70,000 \text{ m}^2)$$

$$Q = 5.1853 \text{ m}^3/\text{s}$$

A continuación, se muestra

Tabla 22. Los resultados obtenidos de la estación meteorológica del municipio de Puerto Cabezas.

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER						TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL						ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE ENERO 2020										
Dia	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitación mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N.Bajas Nh	Vientos (m/s)				Presión a Nivel de la Estación			Presión a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocío				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	30.3	23.6	26.4	25.0	24.6	90	23.2	0.0	2.7	4.6	6.2	5	2.9	4	2 E	1011.1	1012.5	1009.5	1012.3	1013.7	1010.7	
02	30.3	21.6	26.6	24.9	24.3	88	22.9	0.0	3.5	3.0	10.2	4	2.5	5	2 E	1010.9	1012.5	1009.4	1012.1	1013.7	1010.6	
03	30.3	22.3	27.7	25.5	24.7	87	23.5	0.0	5.0	6.5	9.5	4	2.8	4	2 E	1012.5	1014.6	1010.2	1013.7	1015.8	1011.4	
04	30.6	22.5	26.8	25.3	24.8	89	23.7	0.0	4.2	5.5	8.5	4	2.7	4	2 E	1014.9	1016.3	1013.0	1016.1	1018.0	1014.2	
05	30.4	24.2	26.3	24.7	24.1	88	22.6	6.2	4.0	4.0	5.7	5	4.4	7	3 N	1015.2	1017.1	1013.0	1016.4	1018.3	1014.2	
06	30.2	23.9	26.3	24.8	24.4	89	22.9	5.4	3.5	3.0	5.6	4	3.8	5	2 N	1012.8	1014.8	1010.5	1014.0	1016.0	1011.7	
07	30.2	22.3	25.5	24.0	23.4	89	21.7	1.2	4.3	5.0	6.2	5	4.0	5	2 N	1013.6	1015.5	1011.7	1014.8	1016.7	1012.9	
08	29.9	21.9	25.5	23.7	23.0	87	21.2	14.1	3.4	3.1	6.0	5	4.0	7	2 N	1014.5	1016.8	1012.7	1015.7	1018.0	1013.9	
09	29.6	23.4	26.6	24.9	24.3	88	22.9	8.9	3.1	2.3	2.8	5	3.9	6	2 E	1012.9	1014.8	1011.6	1014.1	1016.0	1012.8	
10	30.3	25.1	28.2	26.2	25.6	86	24.6	1.1	4.8	4.9	7.9	5	3.3	5	2 E	1011.1	1012.6	1009.2	1012.3	1013.7	1010.4	
11	29.9	25.0	28.0	25.9	25.1	85	24.0	5.6	5.8	4.6	6.3	5	4.3	5	3 E	1011.1	1013.0	1009.7	1012.2	1014.2	1010.8	
12	30.3	24.6	28.2	26.0	25.3	84	24.1	4.2	6.3	6.9	8.1	4	4.8	6	3 E	1012.3	1013.8	1010.7	1013.4	1014.9	1011.8	
13	29.7	24.8	27.5	25.4	24.7	85	23.3	1.0	4.5	5.4	8.0	5	4.2	5	3 E	1012.7	1014.1	1011.4	1013.8	1015.3	1012.6	
14	30.2	25.5	27.9	25.6	24.8	83	23.4	0.3	6.7	6.8	9.1	5	6.7	9	5 E	1012.3	1014.2	1010.3	1013.5	1015.3	1011.5	
15	30.0	22.4	26.3	24.4	23.7	86	22.0	25.2	6.1	7.2	6.2	5	5.1	7	2 E	1011.9	1013.2	1010.7	1013.0	1014.4	1011.8	
16	30.0	22.8	26.6	24.8	24.2	87	22.7	7.6	2.7	5.1	7.9	6	3.7	5	2 E	1011.7	1013.2	1010.5	1012.9	1014.4	1011.7	
17	29.2	25.7	27.1	25.8	25.4	90	24.3	2.3	4.1	3.1	2.4	5	4.9	6	3 E	1011.6	1012.9	1010.5	1012.8	1014.1	1011.7	
18	30.1	25.8	27.5	26.1	25.7	90	24.8	5.3	7.6	5.9	7.9	4	4.9	7	2 E	1011.9	1013.6	1010.5	1013.1	1014.7	1011.7	
19	30.0	23.8	26.9	25.8	25.4	92	24.3	0.2	4.9	3.7	8.9	5	3.7	7	2 E	1011.7	1013.5	1009.8	1012.9	1014.7	1011.0	
20	29.7	22.6	25.9	24.7	24.3	91	22.9	0.1	3.8	5.1	9.0	5	3.8	6	2 N	1012.7	1014.1	1011.4	1013.9	1015.3	1012.6	
21	31.0	22.6	26.3	24.9	24.1	90	23.0	0.0	5.0	6.0	9.1	4	4.0	6	2 N	1012.6	1014.2	1010.5	1013.8	1015.4	1011.7	
22	29.5	21.6	24.4	22.8	22.2	88	20.1	0.0	5.8	5.5	5.7	5	4.6	6	3 N	1012.9	1014.2	1010.8	1014.1	1015.4	1012.0	
23	28.9	19.5	23.8	22.5	22.0	90	20.0	0.0	4.2	3.5	6.0	4	2.9	4	2 E	1011.8	1013.4	1010.0	1013.0	1014.6	1011.2	
24	29.8	20.3	24.6	23.1	22.5	89	20.6	0.0	4.7	6.0	10.3	3	3.0	4	2 N	1012.5	1014.7	1010.6	1013.7	1015.9	1011.8	
25	28.9	18.6	23.8	22.6	22.2	91	20.2	0.0	4.6	4.5	10.6	5	3.1	5	2 N	1013.9	1015.3	1012.1	1015.1	1016.5	1013.3	
26	29.2	18.6	24.3	23.0	22.5	90	20.4	0.0	4.7	4.5	11.0	2	2.9	4	2 E	1013.5	1015.5	1011.6	1014.7	1016.7	1012.8	
27	28.6	19.7	25.2	23.7	23.2	89	21.5	0.0	3.2	6.0	8.4	3	2.2	3	2 E	1012.4	1014.3	1010.9	1013.6	1015.5	1012.1	
28	29.2	20.8	26.2	23.5	22.5	81	20.4	0.0	3.7	4.5	10.3	4	2.6	3	2 E	1011.2	1012.5	1009.2	1012.4	1013.7	1010.4	
29	29.6	21.7	26.4	24.2	23.3	83	21.5	0.0	4.7	4.5	10.1	4	2.3	4	2 SE	1010.9	1012.7	1009.4	1012.1	1013.9	1010.6	
30	29.4	20.7	26.2	24.3	23.6	86	21.9	0.0	3.6	6.0	10.4	3	2.1	3	2 E	1010.8	1012.3	1009.5	1012.0	1013.5	1010.7	
31	29.9	22.0	27.1	25.3	24.7	87	23.4	1.0	3.3	4.9	8.3	6	3.3	5	2 E	1011.5	1012.7	1009.9	1012.7	1013.9	1011.1	
Suma	925.2	699.9	816.1	763.4	744.6	2718.0	698.0	89.7	138.5	151.6	242.6	138.0	113.4	162.0	71.0 E	31383.4	31494.9	31330.8	31420.2	31472.2	31367.7	
Media	29.8	22.4	26.3	24.6	24.0	87.6	22.4	2.9	4.2	4.5	6.9	4.2	3.4	4.9	2.2 E	1012.4	1014.0	1010.7	1013.6	1015.2	1011.9	
Max	31.0	25.8	28.2	26.2	25.7	92.0	0.0	25.2	7.6	7.2	11.0	6.0	6.7	9.0	5.0 E	1015.2	1017.1	1013.0	1016.4	1018.3	1014.2	
Min	28.6	18.6	23.8	22.5	22.0	81.0	20.0	0.0	2.7	2.3	2.4	2.0	2.1	3.0	2.0 E	1010.8	1012.3	1009.2	1012.0	1013.5	1010.4	

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER							TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL							ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE FEBRERO 2020								
Dia	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitación n mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N. Bajos Nh	Vientos (m/s)				Presión a Nivel de la Estación			Presión a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocío				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	29.1	22.6	25.7	24.6	24.2	91.0	22.8	0.7	2.8	3.6	3.8	5	2.6	3.0	2 E	1012.9	1014.1	1011.5	10147.1	1015.3	1012.7	
02	29.3	21.7	26.4	24.9	24.4	89.0	23.0	3.2	4.4	4.9	10.2	5	1.5	4.0	2 E	1012.5	1014.4	1010.8	1013.7	1015.6	1012.0	
03	29.3	23.5	26.5	25.3	24.8	90.0	23.5	2.6	4.9	5.1	9.0	5	4.1	6.0	2 E	1011.3	1012.7	1009.8	1012.5	1013.9	1011.0	
04	29.6	22.7	26.6	25.1	24.6	89.0	23.3	0.0	3.9	6.0	10.2	5	2.8	4.0	2 E	1011.4	1012.7	1010.1	1012.1	1013.9	1011.3	
05	29.8	20.9	26.5	25.0	24.5	89.0	23.2	0.0	5.6	5.5	8.7	5	3.0	5.0	2 E	1011.8	1013.4	1010.1	1013.0	1014.6	1011.3	
06	29.6	21.6	26.5	25.1	24.7	90.0	23.4	0.0	5.1	5.0	10.5	5	3.3	5.0	2 E	1011.9	1013.2	1010.6	1013.1	1014.4	1011.8	
07	29.9	22.5	26.3	24.9	24.4	89.0	23.0	0.0	4.1	6.0	10.0	5	2.7	4.0	2 E	1011.5	1010.5	1010.4	1012.7	1013.7	1011.6	
08	30.1	24.6	26.9	25.5	25.0	86.0	23.8	1.3	5.5	4.2	8.7	5	3.7	7.0	2 E	1012.5	1014.1	1010.0	1013.7	1015.3	1012.2	
09	30.3	23.7	26.9	25.4	24.9	89.0	23.7	0.3	6.6	7.1	8.6	5	5.3	8.0	2 NE	1013.4	1015.1	1012.0	1014.6	1016.3	1013.2	
10	30.0	23.8	26.8	25.3	24.8	89.0	23.5	0.0	5.3	6.3	7.4	5	2.9	5.0	2 E	1012.7	1014.0	1011.3	1013.9	1015.2	1210.5	
11	29.9	25.1	27.0	25.7	25.3	90.0	24.1	2.3	5.5	5.5	9.5	5	4.0	5.0	2 E	1011.5	1013.2	1010.0	1012.7	1014.4	1011.2	
12	29.5	25.5	27.0	26.0	25.7	92.0	24.7	7.8	4.5	6.6	7.4	5	3.6	5.0	2 E	1011.4	1012.4	1010.0	1012.6	1013.6	1011.2	
13	29.7	22.6	26.3	24.5	23.8	87.0	22.2	0.0	3.8	4.8	8.6	5	2.6	4.0	2 E	1012.1	1013.8	1010.7	1013.3	1015.0	1011.9	
14	30.3	22.5	26.0	24.6	24.0	89.0	22.5	0.0	4.1	5.0	9.8	4	3.1	5.0	2 E	1011.3	1013.0	1010.0	1012.5	1014.2	1011.2	
15	30.3	21.3	25.6	24.4	24.0	91.0	22.5	0.0	4.2	5.0	10.9	4	4.1	5.0	2 E	1010.6	1012.6	1008.7	1011.8	1013.8	1009.9	
16	30.0	21.0	26.3	25.1	24.6	91.0	23.4	0.0	3.3	6.0	10.6	3	2.3	4.0	2 E	1009.9	1011.9	1008.1	1011.1	1013.1	1009.3	
17	30.3	25.8	27.6	26.1	25.6	89.0	24.6	0.0	4.0	6.5	10.6	5	3.1	5.0	2 SE	1011.1	1012.9	1008.9	1012.3	1014.1	1012.1	
18	31.0	26.1	28.2	26.2	25.5	86.0	24.6	9.7	4.9	6.5	9.7	4	3.7	5.0	2 E	1012.5	1014.1	1011.1	1013.7	1015.3	1012.3	
19	30.3	24.8	28.0	25.4	24.5	81.0	23.0	0.0	6.7	8.4	9.7	5	3.7	5.0	3 E	1010.7	1014.7	1013.3	1013.9	1015.8	1012.4	
20	30.0	20.9	25.9	24.4	23.8	89.0	22.3	5.5	5.0	5.0	9.6	5	3.3	5.0	2 E	1011.2	1013.0	1009.6	1012.4	1016.2	1010.8	
21	30.0	24.7	27.6	26.3	25.9	90.0	25.0	3.1	5.1	6.2	7.4	5	5.7	5.0	2 E	1010.7	1012.2	1009.4	1011.9	1013.4	1010.6	
22	30.2	25.1	27.4	26.0	25.5	89.0	24.5	0.8	5.0	5.2	6.5	6	4.6	5.0	3 E	1011.5	1012.2	1010.2	1012.7	1014.0	1011.0	
23	29.9	24.9	27.5	25.7	25.1	87.0	23.9	0.1	5.4	5.0	9.8	5	3.6	5.0	3 E	1011.9	1010.9	1010.4	1013.1	1014.5	1011.6	
24	30.2	26.0	27.6	25.3	24.6	84.0	23.2	0.0	6.9	7.1	8.7	5	4.5	5.0	2 E	1012.4	1013.3	1011.0	1013.1	1015.4	1012.2	
25	30.5	25.3	27.8	25.3	24.4	82.0	22.9	0.0	8.0	8.0	8.4	5	5.1	7.0	3 E	1013.6	1014.2	1011.3	1014.8	1016.7	1012.5	
26	30.8	25.2	27.7	25.6	24.9	85.0	23.6	4.1	6.6	8.0	9.7	4	5.7	8.0	3 E	1014.0	1015.5	1012.6	1015.2	1016.8	1013.8	
27	30.0	23.8	27.0	26.0	25.7	93.0	24.8	1.3	6.2	7.5	6.0	5	4.4	7.0	2 E	1013.0	1015.7	1011.4	1014.2	1016.9	1012.6	
28	29.7	24.8	27.0	26.0	25.6	93.0	24.7	1.8	6.0	7.5	8.9	6	3.9	6.0	3 E	1012.3	1014.7	1010.9	1013.5	1014.8	1012.1	
Suma	839.6	663.0	752.6	709.7	694.8	2479.0	659.7	44.6	143.4	167.5	248.9	136.0	102.9	147.0	62.0 E	28333.6	28374.5	28294.2	37501.2	28416.2	28526.3	
Media	30.0	23.6	26.9	25.3	24.8	88.4	23.5	1.6	5.1	5.7	8.5	4.8	3.4	5.0	2.2 E	1011.9	1013.4	1010.5	1046.8	1014.9	1017.7	
Max	31.0	26.1	28.2	26.3	25.9	93.0	25.0	9.7	8.0	8.4	10.9	6.0	5.7	8.0	3.0 E	1014.0	1015.7	1013.3	10147.1	1016.9	1210.5	
Min	29.1	20.9	25.6	24.4	23.8	81.0	22.2	0.0	2.8	3.6	3.8	3.0	1.5	3.0	2.0 E	1009.9	1010.5	1008.1	1011.1	1013.1	1009.3	

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER						TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL							ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE MARZO 2020									
Dia	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitacio n mm	Evaporacion		B. Solar hrs/dc	N.Bajas Nh	Vientos (m/s)				Presion a Nivel de la Estacion			Presion a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocio				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	29.8	22.2	25.7	24.5	24.1	92	22.6	7.5	3.1	5.4	5.8	5	2.2	5	2/E	1012.2	1013.7	1011.0	1013.4	1014.9	1012.2	
02	30.2	23.4	26.7	25.6	25.2	91	24.0	0.0	3.7	7.4	7.2	5	4.2	6	2/E	1012.0	1013.8	1010.7	1013.2	1015.0	1011.9	
03	29.9	24.4	27.1	25.7	25.2	89	24.1	0.0	5.1	6.0	9.6	5	2.6	4	2/E	1011.4	1013.4	1010.1	1012.8	1014.6	1011.3	
04	30.2	23.0	27.2	25.4	24.8	87	23.5	0.0	4.5	5.3	10.1	4	2.6	5	2/E	1012.4	1013.0	1010.0	1012.6	1014.2	1011.2	
05	30.6	25.9	27.5	25.5	24.9	86	23.6	0.0	6.3	8.8	9.8	5	3.6	5	2/E	1014.6	1014.2	1010.6	1013.6	1015.4	1011.8	
06	31.4	24.5	27.4	25.2	24.5	85	23.1	0.0	7.2	8.5	10.1	5	4.3	6	2/E	1014.2	1016.7	1012.7	1015.7	1017.8	1013.9	
07	31.1	22.9	27.1	25.3	24.6	86	23.3	0.0	6.6	6.5	9.3	4	4.7	7	2/NE	1012.2	1016.2	1012.8	1015.4	1017.4	1014.0	
08	30.5	22.8	27.3	25.3	24.6	85	23.2	0.0	5.2	8.5	9.8	5	3.3	5	2/E	1011.0	1014.2	1010.4	1013.4	1015.3	1011.6	
09	30.7	25.7	27.7	25.7	25.0	85	23.8	0.1	7.2	7.5	9.1	5	3.8	5	2/E	1012.3	1012.3	1009.6	1012.2	1013.4	1010.8	
10	30.8	25.7	27.9	25.7	25.0	85	23.8	4.2	6.6	6.1	10.3	4	3.2	4	2/E	1012.7	1014.1	1010.9	1013.5	1015.2	1012.1	
11	30.7	24.6	27.8	26.2	25.6	88	24.7	0.0	5.9	9.2	10.0	5	4.3	5	3/E	1012.4	1014.4	1011.2	1013.9	1015.5	1012.4	
12	30.5	25.8	27.7	25.8	25.1	86	24.0	0.4	6.3	8.5	9.4	5	3.7	5	3/E	1011.2	1014.1	1010.9	1013.6	1015.2	1012.1	
13	30.2	24.0	27.3	25.4	24.7	86	23.3	1.6	5.8	6.1	10.7	5	3.6	5	2/E	1011.3	1012.7	1009.6	1012.4	1013.9	1010.8	
14	30.0	25.4	26.3	24.6	24.0	87	22.5	1.6	6.6	7.4	6.2	5	3.3	5	2/E	1012.0	1012.7	1009.9	1012.5	1013.9	1011.1	
15	30.5	23.4	27.6	25.0	24.1	82	22.5	0.0	5.8	6.7	10.7	5	3.9	5	3/E	1012.4	1013.6	1010.9	1013.2	1014.8	1012.1	
16	30.9	25.7	27.7	24.5	23.4	80	21.5	0.0	8.4	7.7	10.5	4	4.3	6	3/E	1011.7	1014.4	1011.0	1013.6	1015.5	1012.2	
17	31.2	23.4	27.3	24.5	23.4	80	21.6	0.3	7.6	8.8	10.5	5	4.4	6	2/E	1012.0	1013.5	1009.7	1012.9	1014.6	1010.9	
18	30.7	21.8	26.8	23.9	22.8	80	20.8	0.0	5.8	8.2	9.8	5	3.1	5	2/E	1012.4	1013.5	1010.4	1013.2	1014.7	1011.6	
19	30.1	20.7	26.3	23.2	22.0	79	19.9	0.0	5.8	6.0	10.5	4	2.7	4	2/E	1012.8	1013.9	1011.3	1013.6	1015.1	1012.5	
20	30.9	20.1	25.9	23.5	22.6	84	20.6	0.0	5.2	8.0	8.4	4	3.8	6	2/E	1013.1	1014.5	1010.6	1014.0	1015.7	1011.8	
21	31.1	19.9	26.1	23.2	22.1	80	20.0	0.0	4.8	7.0	10.5	4	2.3	4	3/E	1013.5	1014.3	1011.2	1014.3	1015.5	1012.4	
22	32.1	20.5	26.5	22.1	20.1	71	17.7	0.0	8.7	7.0	11.0	4	6.2	9	2/W	1013.7	1014.9	1011.7	1014.7	1016.1	1012.9	
23	30.7	18.5	25.8	22.2	20.6	76	18.4	0.0	7.5	9.0	11.0	3	3.4	5	2/E	1013.6	1015.2	1012.1	1014.9	1016.4	1013.3	
24	30.6	20.7	26.2	23.6	22.6	82	20.6	0.0	4.2	10.0	10.4	4	2.7	3	2/E	1011.7	1015.2	1011.9	1014.8	1016.1	1013.1	
25	31.0	20.9	26.6	24.1	23.1	82	21.3	0.0	5.8	7.0	9.9	4	3.4	5	2/E	1011.3	1013.0	1010.1	1012.9	1013.9	1011.3	
26	31.2	21.6	26.9	23.9	22.8	80	20.8	1.7	6.8	10.0	10.3	4	4.1	5	2/E	1012.0	1012.8	1009.6	1012.5	1014.5	1010.8	
27	32.2	22.6	26.9	24.1	23.1	81	21.2	0.0	6.2	9.7	10.1	5	4.3	7	2/E	1013.2	1013.4	1010.5	1013.2	1016.0	1011.7	
28	29.7	20.8	25.1	23.4	22.8	89	20.9	1.9	5.1	5.4	4.4	5	4.3	6	2/W	1012.8	1014.8	1011.5	1014.4	1015.2	1012.7	
29	31.8	19.0	25.0	22.1	21.0	81	18.7	0.0	7.4	8.0	10.6	3	3.4	6	2/W	1011.8	1014.0	1010.9	1014.0	1014.5	1012.1	
30	30.1	17.8	25.0	23.5	23.1	90	21.4	0.0	6.2	8.5	11.1	3	3.0	4	2/E	1010.4	1013.3	1009.7	1013.0	1014.5	1010.5	
31	30.4	19.8	26.4	23.9	22.9	83	20.7	0.0	5.6	6.0	11.4	3	2.5	4	2/E	1010.4	1012.5	1008.9	1012.1	1013.7	1010.1	
Suma	951.8	697.5	828.8	756.6	729.8	2598.0	678.1	19.3	187.0	234.2	298.5	136.0	111.2	162	67/E	31380.7	31432.3	31332.4	31419.5	31468.5	31369.2	
Media	30.7	22.3	26.7	24.4	23.5	83.6	21.7	0.7	6.7	7.3	9.2	4.3	3.4	5.0	2.1/E	1012.3	1013.9	1010.7	1013.5	1015.1	1011.9	
Max	32.2	25.9	27.9	26.2	25.6	92.0	24.7	7.5	8.7	10.0	11.4	5.0	6.2	9.0	3.0/E	1014.6	1016.7	1012.8	1015.7	1017.8	1014.0	
Min	29.7	17.8	25.0	22.1	20.1	71.0	17.7	0.0	3.1	5.3	4.4	3.0	2.2	3.0	2.0/E	1010.4	1012.3	1008.9	1012.1	1013.4	1010.1	

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER							TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL							ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE ABRIL 2020								
Dia	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitación n mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N. Bajos Nh	Vientos (m/s)				Presión a Nivel de la Estación			Presión a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocío				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	29.8	21.6	27.3	24.7	24.2	89	22.7	2.2	4.7	9.1	6.4	5	3.3	5	3 E	1011.8	1013.3	1010.2	1013.0	1014.5	1011.4	
02	30.9	23.8	28.0	25.5	24.9	86	23.6	0.0	4.5	6.5	8.1	5	2.9	4	2 E	1013.5	1015.4	1011.5	1014.7	1016.6	1012.7	
03	31.3	24.7	27.8	25.7	24.8	84	23.6	3.7	6.4	9.3	10.1	4	3.8	5	2 E	1014.6	1016.3	1013.1	1015.8	1017.4	1014.3	
04	31.1	24.3	27.5	25.5	24.7	82	23.4	0.2	6.4	7.0	8.7	5	4.3	6	2 E	1013.6	1015.3	1012.0	1014.7	1016.5	1013.2	
05	30.6	24.2	27.5	24.9	24.0	79	22.4	0.0	5.7	10.0	3.9	6	2.8	4	2 E	1012.3	1013.7	1010.6	1013.5	1014.8	1011.8	
06	30.9	22.0	28.0	24.7	23.7	78	21.9	0.0	6.1	7.0	10.6	5	3.5	5	2 E	1012.2	1013.6	1010.7	1013.4	1014.8	1011.9	
07	31.1	26.5	26.0	24.9	23.8	88	22.1	0.0	6.5	10.0	10.5	5	3.9	5	2 E	1012.1	1013.5	1010.5	1013.2	1014.6	1011.7	
08	29.9	21.9	27.9	24.5	23.9	80	22.3	2.7	3.4	4.9	1.7	6	2.8	3	2 E	1011.2	1012.1	1010.1	1012.4	1013.3	1011.3	
09	30.6	25.1	27.6	25.1	24.1	84	22.5	0.0	5.7	6.9	10.4	4	3.8	5	2 E	1009.7	1011.3	1007.8	1010.9	1012.5	1009.0	
10	31.3	24.4	27.6	25.3	24.5	84	23.1	0.1	5.0	8.0	7.1	5	2.8	4	2 S	1009.2	1010.8	1007.6	1010.4	1012.0	1008.8	
11	30.9	23.7	28.7	25.3	24.4	80	23.0	0.0	4.2	6.1	7.7	5	2.5	3	2 E	1008.4	1009.6	1007.2	1009.6	1010.8	1008.4	
12	31.8	26.7	28.6	25.8	24.8	82	23.6	0.0	6.7	8.5	10.4	5	3.1	4	2 E	1008.9	1010.1	1007.7	1010.0	1011.3	1008.9	
13	31.2	27.0	28.5	26.0	25.0	82	23.8	0.0	6.4	9.0	9.4	5	4.0	5	3 E	1009.1	1010.6	1007.4	1010.3	1011.7	1008.5	
14	31.4	26.8	28.7	26.0	25.1	81	23.9	0.0	5.3	8.0	8.8	5	2.5	3	2 SE	1009.6	1011.4	1008.1	1010.8	1012.6	1009.2	
15	31.8	26.7	27.9	26.0	25.0	83	23.8	0.0	6.4	8.0	9.2	5	3.3	4	2 E	1011.1	1012.7	1009.7	1012.2	1013.9	1010.9	
16	31.9	26.0	28.3	25.5	24.6	74	23.3	2.7	6.4	9.0	8.6	5	3.8	5	2 E	1011.8	1013.7	1010.3	1013.0	1015.0	1011.5	
17	31.2	23.9	28.3	24.5	23.1	76	21.2	0.0	6.1	7.5	10.8	5	2.6	3	2 E	1010.3	1013.9	1009.5	1012.0	1013.2	1010.7	
18	31.0	26.2	28.3	24.8	23.5	78	21.7	0.0	8.2	9.5	9.5	4	3.3	4	2 E	1009.9	1012.1	1008.5	1011.1	1012.9	1009.7	
19	31.4	23.5	27.9	25.2	24.0	82	22.4	0.0	7.7	6.0	10.7	5	3.5	5	2 E	1010.2	1011.8	1008.4	1011.4	1013.5	1009.5	
20	31.3	23.7	27.1	25.3	24.4	82	22.9	0.3	6.3	9.5	8.7	5	2.9	4	2 E	1012.5	1012.3	1010.9	1013.7	1015.3	1012.1	
21	31.3	22.7	27.5	24.5	23.5	79	21.8	6.8	5.8	6.8	8.3	4	3.8	6	2 E	1012.9	1014.1	1011.5	1014.1	1015.3	1012.7	
22	31.4	23.1	27.7	24.4	23.7	79	21.4	0.0	6.5	8.6	10.4	5	3.5	5	2 E	1012.1	1014.1	1010.6	1013.3	1014.5	1011.8	
23	31.2	22.5	27.8	24.7	23.6	79	21.9	0.0	7.3	9.0	11.3	4	3.3	5	2 E	1011.5	1013.3	1010.0	1012.6	1013.8	1011.2	
24	31.0	22.7	28.5	24.7	24.1	78	21.9	0.0	6.6	9.0	10.6	4	3.0	4	2 E	1010.3	1010.2	1009.0	1011.5	1012.9	1010.3	
25	31.3	24.8	28.8	24.3	24.7	79	22.6	0.0	6.5	10.0	10.0	4	2.9	4	2 E	1010.3	1011.8	1008.7	1011.5	1012.7	1010.2	
26	31.7	26.7	28.7	25.7	25.3	82	23.3	0.0	6.7	9.0	10.9	4	2.8	3	2 E	1010.7	1011.6	1008.5	1011.9	1013.4	1010.0	
27	31.9	23.7	29.2	26.1	25.8	82	24.2	0.0	5.9	8.0	10.8	5	3.2	5	3 E	1010.1	1010.3	1008.6	1011.3	1012.9	1009.8	
28	32.2	26.9	29.3	26.6	24.1	81	24.9	0.0	6.5	8.0	9.4	5	2.8	3	2 E	1009.8	1011.8	1008.6	1010.9	1012.3	1009.6	
29	32.4	27.0	29.0	26.4	25.0	80	24.5	0.0	7.7	8.5	10.0	5	4.8	5	4 E	1010.1	1011.2	1009.0	1011.2	1013.3	1009.7	
30	32.3	25.6	27.1	26.0	25.0	79	23.7	3.3	8.0	9.1	8.9	4	5.4	8	3 E	1010.6	1012.3	1009.1	1011.8	1013.5	1010.2	
Suma	938.1	738.4	841.1	758.6	731.3	2432.0	687.4	22.0	185.6	245.8	271.9	143.0	100.9	134	66 E	30330.4	30374.2	30285.4	30366.2	30411.8	30321.0	
Media	31.3	24.5	28.0	25.3	24.4	80.9	22.9	0.8	6.6	8.0	7.8	4.7	3.3	4.2	2.1 E	1011.0	1012.5	1009.5	1012.2	1013.7	1010.7	
Max	32.4	27.0	29.3	26.6	25.8	89.0	24.9	6.8	8.2	10.0	11.3	6.0	5.4	8.0	4.0 E	1014.6	1016.3	1013.1	1015.8	1017.4	1014.3	
Min	29.8	21.6	26.0	24.3	23.1	74.0	21.2	0.0	3.4	4.9	1.7	4.0	2.5	3.0	2.0 E	1008.4	1009.6	1007.2	1009.6	1010.8	1008.4	

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER						TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL							ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE MAYO 2020									
Dia	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitación n mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N.Bajas N/h	Vientos (m/s)				Presión a Nivel de la Estación			Presión a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocío				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	32.0	27.3	28.8	26.6	25.4	84	25.0	0.0	6.6	8.9	9.4	6	4.8	6	3 E	1010.1	1011.3	1008.4	1011.2	1010.4	1009.5	
02	31.8	27.0	29.2	26.5	25.6	82	24.6	0.0	6.7	7.0	9.7	5	4.8	6	4 E	1010.0	1011.4	1008.9	1011.2	1012.5	1010.1	
03	31.6	27.5	28.8	26.2	26.0	85	25.3	0.4	6.2	11.0	2.0	4	4.4	6	3 E	1009.6	1010.9	1008.2	1010.7	1012.1	1009.3	
04	29.9	27.1	28.6	26.9	26.4	88	25.8	0.0	3.9	5.4	0.0	5	3.6	5	3 E	1009.1	1010.7	1007.9	1010.3	1011.8	1009.7	
05	32.2	27.2	29.0	26.8	26.2	85	25.5	0.0	4.1	9.0	7.2	4	4.3	5	3 E	1008.5	1009.8	1006.8	1009.6	1010.9	1007.9	
06	31.9	27.3	29.1	26.6	25.7	83	24.8	0.0	4.6	8.0	10.2	4	4.2	6	3 E	1009.8	1011.9	1007.9	1011.0	1013.0	1009.0	
07	31.9	26.9	29.1	26.5	25.7	82	24.7	0.0	4.9	10.5	8.4	5	3.4	5	3 E	1010.2	1011.3	1009.3	1011.4	1010.4	1010.5	
08	32.1	26.8	29.1	26.5	25.6	82	24.6	0.0	6.6	7.5	8.9	4	4.2	5	3 E	1008.9	1010.2	1007.7	1010.0	1011.4	1009.0	
09	31.6	27.7	28.9	26.5	25.8	84	24.6	0.0	5.2	10.9	8.9	5	3.1	5	2 E	1009.1	1010.3	1006.7	1011.3	1011.4	1008.9	
10	31.8	27.7	29.2	26.8	26.1	84	24.9	1.1	4.7	8.0	9.8	5	3.8	5	2 E	1008.6	1010.0	1007.4	1009.8	1011.1	1007.8	
11	32.0	27.7	29.1	26.8	26.1	84	25.4	0.2	4.1	9.0	6.3	4	3.4	5	2 E	1008.2	1012.2	1007.4	1009.8	1011.3	1008.5	
12	31.7	27.7	29.0	26.8	26.3	85	25.4	1.3	3.9	4.9	11.7	5	3.3	5	2 E	1008.9	1010.7	1007.8	1010.0	1011.4	1008.5	
13	32.0	27.6	29.2	27.0	26.4	85	25.4	0.6	5.4	9.6	6.3	5	2.8	4	2 E	1009.5	1010.9	1007.6	1010.6	1011.8	1008.9	
14	32.2	27.5	29.6	27.2	26.0	84	25.8	0.0	5.9	11.0	10.1	5	3.1	4	3 E	1009.4	1010.2	1007.8	1010.6	1012.0	1008.7	
15	32.1	27.3	29.4	26.9	25.3	83	25.8	0.0	4.3	7.0	5.3	5	3.1	4	3 E	1009.0	1010.5	1007.0	1010.7	1011.3	1008.5	
16	31.4	24.0	29.2	26.3	24.9	80	25.3	0.0	4.5	7.0	3.6	5	3.3	4	2 E	1009.4	1010.1	1007.2	1010.5	1011.6	1008.9	
17	32.2	23.5	29.4	26.1	24.6	78	24.2	0.0	5.1	10.0	9.3	5	3.3	5	2 E	1009.0	1010.4	1007.9	1010.1	1011.3	1008.1	
18	32.3	25.0	29.3	25.8	24.6	76	23.7	0.2	6.6	10.0	6.5	5	3.8	5	2 E	1009.2	1010.2	1007.2	1010.3	1011.5	1008.3	
19	32.0	27.3	29.0	25.8	23.1	78	23.2	7.6	5.2	9.7	3.7	5	4.0	5	3 E	1009.0	1009.1	1006.6	1010.2	1011.4	1009.0	
20	29.2	24.0	26.2	24.2	23.3	86	23.2	62.2	2.3	2.6	3.7	5	2.8	5	2 E	1008.7	1010.3	1009.9	1009.9	1011.0	1008.4	
21	28.2	23.5	26.6	24.0	23.4	86	21.8	35.5	0.7	2.6	0.3	6	3.1	4	2 E	1007.9	1009.9	1008.0	1009.1	1010.3	1007.8	
22	30.1	25.0	25.4	24.3	22.8	83	21.5	131.8	0.5	1.3	0.5	5	4.1	5	3 E	1008.4	1010.1	1008.1	1009.6	1011.5	1008.1	
23	26.9	23.7	25.4	23.7	23.0	87	21.7	176.6	0.5	2.7	0.1	6	2.4	3	2 E	1009.0	1011.3	1007.7	1010.2	1011.1	1009.2	
24	26.2	23.6	26.0	23.8	22.8	85	21.2	25.2	0.9	2.3	0.0	5	3.3	5	2 E	1009.0	1010.3	1009.1	1010.2	1011.3	1009.3	
25	29.2	24.0	24.6	23.6	23.2	84	20.8	24.4	1.9	0.5	0.0	5	3.0	5	2 E	1009.3	1010.7	1008.3	1010.5	1012.5	1008.9	
26	26.7	23.5	26.8	25.4	24.9	89	21.1	37.5	0.5	0.4	0.0	6	2.4	3	2 N	1010.2	1009.1	1009.7	1011.4	1012.5	1010.3	
27	26.3	23.7	27.8	26.1	25.6	92	20.9	2.9	0.6	0.6	0.0	6	2.3	3	2 N	1009.3	1009.7	1006.7	1009.3	1011.9	1009.5	
28	29.8	23.2	28.8	26.8	26.2	80	21.3	1.0	1.4	0.6	7.6	4	2.7	3	2 E	1008.0	1009.9	1007.0	1009.2	1010.3	1007.9	
29	31.0	24.7	28.8	26.7	26.6	88	23.7	4.7	2.1	3.5	6.2	4	4.2	4	2 E	1008.5	1009.8	1007.7	1009.7	1010.9	1007.9	
30	31.2	26.8	28.6	26.7	23.0	86	24.6	6.0	2.9	5.7	7.6	4	2.5	3	3 S	1008.8	1009.7	1006.5	1009.9	1011.0	1008.1	
31	31.3	27.3	28.9	24.8	23.0	85	25.5	6.0	3.6	5.8	6.0	5	2.5	3	2 S	1008.7	1009.1	1008.9	1011.9	1011.0	1008.3	
Suma	950.8	803.1	876.9	804.7	773.6	2603.0	741.3	525.2	116.4	193.0	169.3	152.0	106.0	141	76 E	31281.3	31322.0	31243.3	31320.2	31353.9	31272.8	
Media	30.5	25.7	28.2	25.9	25.0	83.8	23.7	18.8	4.2	2.3	5.5	4.8	3.3	4.4	2.4 E	1009.1	1010.4	1007.8	1010.3	1011.4	1008.8	
Max	32.3	27.7	29.6	27.2	26.6	92.0	25.8	176.6	6.7	11.0	11.7	6.0	4.8	6.0	4.0 E	1010.2	1012.2	1009.9	1011.4	1013.0	1010.5	
Min	26.2	23.2	24.6	23.6	22.8	76.0	20.8	0.0	0.5	0.4	0.0	4.0	2.3	3.0	2.0 E	1007.9	1009.1	1006.5	1009.1	1010.3	1007.8	

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES INETER							TABLA CLIMÁTICA DE RESUMEN MENSUAL						ESTACIÓN BILWI, PUERTO CABEZAS EL MES DE JUNIO 2020									
Día	Temperatura °C					Humedad Relativa %	T. Vapor mm	Precipitación mm	Evaporación		B. Solar hrs/dc	N.Bajas Nh	Vientos (m/s)				Presión a Nivel de la Estación			Presión a Nivel del Mar		
	Max	Min	Med	Th	P. rocío				Piche ml	Tanque mm			Med	Max	Min	Rumb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb	Med. Mb	Max. Mb	Min. Mb
01	31.7	27.5	29.3	27.2	26.5	86	26.0	0.0	4.3	6.0	10.3	4	3.2	5	2	SE	1008.8	1010.5	1007.1	1010.0	1011.7	1008.2
02	31.4	27.1	29.1	26.9	26.2	84	25.5	0.0	5.0	6.5	11.1	5	2.7	3	2	E	1009.0	1010.1	1007.4	1010.2	1011.3	1008.6
03	31.3	27.2	29.3	27.2	26.5	86	26.0	3.2	4.8	7.0	11.2	4	3.4	5	2	E	1009.7	1010.9	1008.5	1010.8	1012.1	1009.6
04	32.1	26.0	29.3	27.2	26.6	86	26.1	0.0	5.1	8.1	10.3	6	3.8	5	2	E	1010.1	1011.5	1008.9	1011.2	1012.6	1010.1
05	32.1	26.8	29.4	27.0	26.3	84	25.6	0.6	4.3	6.0	10.7	4	3.6	5	3	E	1009.6	1010.8	1008.3	1010.8	1011.9	1009.4
06	31.7	26.3	29.2	26.8	26.0	83	25.2	0.0	4.3	6.6	11.4	5	3.5	4	2	E	1009.3	1010.3	1007.9	1010.5	1011.5	1009.1
07	31.9	27.7	29.4	27.1	26.3	84	25.7	0.5	5.3	7.0	9.6	5	3.9	5	2	E	1008.7	1009.7	1007.3	1009.8	1010.9	1008.4
08	32.0	27.8	29.6	27.4	26.7	85	26.3	21.0	4.7	6.2	10.0	6	3.1	4	2	E	1008.9	1010.5	1007.4	1010.1	1011.7	1008.5
09	31.6	25.2	29.1	26.8	26.0	84	25.2	29.5	4.7	5.8	10.4	4	4.1	6	3	E	1010.1	1011.4	1008.9	1011.3	1012.6	1010.1
10	31.8	24.5	29.2	26.8	26.1	84	25.3	0.2	4.7	6.3	5.6	6	4.3	6	3	E	1010.6	1012.1	1009.3	1011.8	1013.3	1010.5
11	31.8	27.7	29.1	26.9	26.1	84	25.4	7.4	5.3	5.2	3.8	5	3.3	5	2	E	1010.8	1012.4	1009.9	1012.0	1013.5	1011.1
12	29.6	23.5	26.6	25.1	24.6	89	23.3	31.3	3.3	2.8	0.0	5	4.0	6	2	E	1011.0	1012.7	1009.7	1012.1	1013.9	1010.9
13	31.1	23.4	28.2	25.7	24.9	83	23.6	0.5	4.1	5.3	9.0	5	4.0	6	3	E	1011.8	1013.3	1009.7	1013.0	1014.5	1011.8
14	30.2	25.3	27.9	26.1	25.5	87	24.4	13.0	2.3	4.7	3.8	5	2.4	4	2	E	1011.6	1012.9	1010.6	1013.0	1014.1	1010.9
15	31.1	25.3	28.7	26.3	25.6	83	24.6	0.7	4.2	5.1	8.8	5	2.8	4	2	E	1011.3	1012.7	1009.8	1012.8	1013.8	1010.9
16	31.3	26.7	29.1	26.5	25.7	82	24.7	2.5	5.0	7.0	10.2	5	2.5	4	2	E	1010.3	1011.4	1009.8	1012.4	1012.5	1010.3
17	31.1	26.2	29.2	27.0	26.3	86	25.7	0.2	4.7	7.7	9.5	5	4.2	5	3	E	1010.0	1011.2	1009.2	1011.5	1012.3	1009.8
18	31.4	27.1	29.0	26.7	26.0	84	25.2	3.2	5.9	6.5	6.8	5	4.5	7	3	E	1010.2	1011.1	1008.7	1011.1	1012.2	1010.6
19	31.6	25.9	28.6	26.4	25.7	85	24.8	23.6	5.3	4.9	5.6	5	4.1	7	2	E	1009.7	1010.7	1009.4	1011.4	1011.9	1009.6
20	31.4	25.5	28.6	24.5	25.8	85	25.0	3.1	4.6	5.0	4.2	5	5.5	7	3	E	1009.0	1010.5	1008.4	1010.9	1011.7	1009.6
21	30.1	27.1	28.5	26.6	26.4	86	25.1	1.0	4.7	2.7	0.0	5	4.4	7	3	E	1010.3	1011.7	1009.0	1011.4	1012.9	1010.2
22	31.5	26.8	29.0	26.8	26.1	84	25.3	0.5	5.6	5.4	6.1	5	5.3	6	4	E	1011.0	1012.3	1010.1	1012.2	1013.5	1011.2
23	31.5	26.9	29.1	26.6	25.7	82	24.8	0.0	5.7	7.0	8.5	5	5.2	7	3	E	1011.8	1012.7	1010.7	1012.9	1013.8	1011.8
24	31.3	24.8	28.3	26.0	25.2	84	24.1	13.0	6.3	6.6	8.8	4	4.9	7	2	NE	1011.1	1012.5	1009.9	1012.3	1013.6	1011.0
25	28.0	23.8	26.1	25.0	24.6	92	23.3	63.8	2.1	2.6	0.0	6	2.2	3	2	E	1010.9	1012.2	1009.5	1012.1	1013.4	1010.1
26	31.2	23.8	28.8	27.0	26.4	87	25.9	0.0	4.4	5.5	4.3	5	4.8	7	3	E	1010.4	1011.5	1009.0	1011.6	1012.7	1010.1
27	31.5	27.1	29.0	27.0	26.3	86	25.6	0.0	6.4	6.0	6.1	5	6.7	9	4	E	1010.5	1011.5	1009.4	1011.6	1012.7	1010.5
28	31.4	26.3	28.4	26.5	25.9	87	25.1	15.0	5.8	7.5	5.7	5	4.3	5	2	E	1010.1	1011.1	1008.6	1011.3	1012.3	1009.7
29	31.1	24.6	28.3	26.8	26.3	89	25.7	1.5	4.0	5.4	2.9	5	3.8	5	2	E	1010.2	1011.5	1009.1	1011.4	1012.7	1010.3
30	31.5	25.9	28.9	27.0	26.4	86	25.7	1.5	4.5	5.9	8.6	4	4.3	6	3	E	1011.0	1012.3	1009.7	1012.2	1013.5	1010.9
Suma	937.3	779.8	862.3	796.9	778.7	2557.0	754.2	236.8	141.4	174.3	213.3	148.0	118.8	165	75	E	30307.8	30346.0	30271.2	30345.7	30381.1	30303.8
Media	31.2	25.9	28.7	26.5	25.9	85.2	25.1	8.5	5.1	5.4	7.1	4.9	3.7	5.1	2.4	E	1010.3	1011.5	1009.0	1011.5	1012.7	1010.1
Max	32.1	27.8	29.6	27.4	26.7	92.0	26.3	63.8	6.4	8.1	11.4	6.0	6.7	9.0	4.0	E	1011.8	1013.3	1010.7	1013.0	1014.5	1011.8
Min	28.0	23.4	26.1	24.5	24.6	82.0	23.3	0.0	2.1	2.6	0.0	4.0	2.2	3.0	2.0	E	1008.7	1009.7	1007.1	1009.8	1010.9	1008.2

Fuente: La estación meteorológica Bilwi, municipio Puerto Cabezas.

UBICAR PLANO N.26. EN TAMAÑO A3

El estudio hidrológico ofreció las herramientas necesarias para la proyección adecuada de los elementos de drenaje de la vía, en el tramo del proyecto. También permitió la estimación del caudal de diseño, como también diseñar las obras de drenaje que permitan controlar y eliminar el exceso de agua de lluvia que caiga sobre la losa de pavimento, esto con el fin que no puedan comprometer la estabilidad de la estructura del pavimento y de acuerdo con las exigencias hidrológicas del área en estudio, sin afectar el drenaje natural de la zona, ni la propiedad adyacente.

También es importante mencionar que para la estimación del caudal de diseño de las obras que constituyen el sistema de drenaje proyectado de la vía, se partió del análisis de la información hidrológica y meteorológica que proporciono la estación meteorológica Bilwi, Municipio de Puerto Cabezas.

Esta información se obtuvo a través de una serie de tablas donde cada una contenía datos correspondientes a un mes o 30 días, la información de las tablas contenía la temperatura, humedad relativa, temperatura de vapor, precipitación, velocidad del viento entre otros. Estos datos también son importantes para la colocación del concreto de la losa del pavimento y los sistemas de drenaje como las cunetas, ya que el concreto tiene una temperatura de colocación y en base a los datos proporcionados por la estación meteorológica, podemos de esa manera monitorear la temperatura (14-32 grados centígrados) adecuada para la colocación de la mezcla y evitar la evaporación como también la erosión del concreto fresco.

6.5. ESTUDIO DE TRANSITO

El tránsito es uno de los factores más importante para el diseño de pavimento ya que este nos proporciona el número de vehículos actuales que circulan en el tramo de estudio y posteriormente el tránsito de diseño que permitirá establecer las cargas que soportará la carretera. Un aspecto importante para determinar las cargas que actuaran en el pavimento es la determinación de la tasa vehicular por tipo de vehículo, la cual se estima en base a las condiciones poblacionales y económicas de la zona de influencia de la carretera.

Los métodos que se utilizan para el diseño de pavimento como lo es la norma de diseño AASHTO T 93 se caracteriza en transformar los diferentes tipos de vehículos en un eje estándar equivalente en el periodo de diseño (ESAL).

Las cargas circulantes en el sitio de estudio se determinaron por medio de aforos vehiculares realizados en la zona con un período de duración de 12 horas, durante los días de semana. Los resultados del conteo vehicular fueron sometidos a un análisis con el fin de proponer un diseño de pavimento que cumpla con los requerimientos y las necesidades proyectadas.

Los periodos dentro de una hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10, 15 minutos utilizándose este último con mayor frecuencia. El factor pico horario es:

6.5.1. Cálculo de Factor Pico Horario

$$FPH = \frac{VHP}{4 \times V15}$$

6.5.2. Cálculo de V15 teórico

$$V15 = VHP \times 30\%$$

6.5.3. Cálculo de Promedio Diario Semanal

$$TPDS = \frac{T_S}{5}$$

6.5.4. Cálculo de Desviación Estándar Muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}}$$

6.5.5. Cálculo de Desviación Estándar Poblacional Estimada σ^\wedge

$$\sigma^\wedge = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

6.5.6. Tránsito Promedio Diario Anual

El TPDA se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un periodo de un año

$$TPDA = TPDS \pm k\sigma^\wedge$$

Tabla 23. Conteo Vehicular

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas			DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA							DÍA: Lunes						
HORA (AM)	Bicicleta	Moto	Vehiculos Livianos			Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga						TOTAL
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros	
06:00-06:15	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
06:15-06:30	1	5	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
06:30-06:45	4	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
06:45-07:00	4	4	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14
07:00-07:15	5	8	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
07:15-07:30	3	5	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	14
07:30-07:45	4	6	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	15
07:45-08:00	7	8	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21
08:00-08:15	8	12	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	27
08:15-08:30	4	8	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15
08:30-08:45	1	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
08:45-09:00	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
09:00-09:15	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
09:15-09:30	3	7	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14
09:30-09:45	6	5	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	17
09:45-10:00	5	5	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	17
10:00-10:15	4	8	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
10:15-10:30	1	7	10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20
10:30-10:45	6	12	5	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	26
10:45-11:00	4	10	10	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	29
11:00-11:15	1	7	7	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
11:15-11:30	6	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
11:30-11:45	4	6	6	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	19
11:45-12:00	1	6	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
12:00-12:15	4	4	7	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	19
12:15-12:30	0	3	7	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
12:30-12:45	2	5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
12:45-01:00	9	9	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	24
01:00-01:15	1	7	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	13
01:15-01:30	2	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
01:30-01:45	3	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
01:45-02:00	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
02:00-02:15	4	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	15
02:15-02:30	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
02:30-02:45	3	6	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17
02:45-03:00	2	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
03:00-03:15	3	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	16
03:15-03:30	3	7	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	18
03:30-03:45	3	2	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	14
03:45-04:00	5	7	5	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	21
04:00-04:15	4	6	7	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20
04:15-04:30	2	4	6	0	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	17
04:30-04:45	1	7	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	14
04:45-05:00	4	7	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18
05:00-05:15	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
05:15-05:30	0	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
05:30-05:45	3	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
05:45-06:00	1	4	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
TOTAL	153	277	183	12	44	0	0	18	10	14	8	5	0	1	8	733

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas							DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA					DÍA: Martes					TOTAL
HORA (AM)	Bicicleta	Moto	Vehículos Livianos			Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga							
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros		
06:00-06:15	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	7	
06:15-06:30	1	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
06:30-06:45	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7	
06:45-07:00	2	3	2	6	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	17	
07:00-07:15	2	5	7	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	20	
07:15-07:30	2	4	6	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	22	
07:30-07:45	1	2	4	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	
07:45-08:00	3	1	7	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17	
08:00-08:15	1	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	
08:15-08:30	2	4	10	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27	
08:30-08:45	3	1	7	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21	
08:45-09:00	0	6	8	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	22	
09:00-09:15	1	4	6	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	19	
09:15-09:30	3	1	6	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16	
09:30-09:45	2	4	4	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	
09:45-10:00	3	0	3	7	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	16	
10:00-10:15	4	2	5	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	
10:15-10:30	4	9	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	
10:30-10:45	0	1	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
10:45-11:00	1	2	2	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11	
11:00-11:15	0	7	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	
11:15-11:30	1	2	4	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	
11:30-11:45	2	2	3	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	
11:45-12:00	0	5	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
12:00-12:15	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
12:15-12:30	0	4	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	
12:30-12:45	1	6	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14	
12:45-01:00	4	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	14	
01:00-01:15	2	6	4	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18	
01:15-01:30	0	7	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	12	
01:30-01:45	1	2	6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	11	
01:45-02:00	0	7	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12	
02:00-02:15	1	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
02:15-02:30	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
02:30-02:45	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
02:45-03:00	0	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	11	
03:00-03:15	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
03:15-03:30	2	6	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	
03:30-03:45	1	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	
03:45-04:00	3	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	16	
04:00-04:15	6	7	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	21	
04:15-04:30	5	2	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	16	
04:30-04:45	4	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
04:45-05:00	8	3	6	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	
05:00-05:15	5	2	3	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	
05:15-05:30	7	3	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	23	
05:30-05:45	2	3	7	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	
05:45-06:00	1	3	2	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	15	
TOTAL	97	177	205	118	43	0	1	10	10	14	15	5	2	2	8	707	

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas						DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA						DÍA: Miércoles					TOTAL
HORA (AM)	Bicicleta	Moto	Vehiculos Livianos			Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga							
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros		
06:00-06:15	4	8	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
06:15-06:30	1	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
06:30-06:45	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
06:45-07:00	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
07:00-07:15	3	7	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14
07:15-07:30	6	5	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	17
07:30-07:45	5	5	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	17
07:45-08:00	4	8	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
08:00-08:15	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08:15-08:30	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
08:30-08:45	6	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14
08:45-09:00	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10
09:00-09:15	1	7	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	14
09:15-09:30	4	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	18
09:30-09:45	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
09:45-10:00	0	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13
10:00-10:15	3	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	12
10:15-10:30	1	4	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	13
10:30-10:45	1	7	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	14
10:45-11:00	4	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	18
11:00-11:15	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
11:15-11:30	0	7	2	2	0	0	0	0	0	6	7	3	1	0	0	0	28
11:30-11:45	3	4	2	0	1	0	0	1	0	5	2	6	0	0	0	0	24
11:45-12:00	2	3	0	0	0	0	1	0	0	4	6	4	3	0	0	0	23
12:00-12:15	3	7	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	15
12:15-12:30	4	3	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	12
12:30-12:45	4	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	12
12:45-01:00	0	3	1	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	8
01:00-01:15	1	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	11
01:15-01:30	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	8
01:30-01:45	2	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	11
01:45-02:00	1	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
02:00-02:15	0	1	2	0	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	9
02:15-02:30	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
02:30-02:45	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
02:45-03:00	4	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	10
03:00-03:15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
03:15-03:30	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	6
03:30-03:45	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
03:45-04:00	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
04:00-04:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04:15-04:30	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
04:30-04:45	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04:45-05:00	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	9
05:00-05:15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05:15-05:30	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
05:30-05:45	3	5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	11
05:45-06:00	5	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
TOTAL	103	184	70	15	24	0	3	14	19	21	26	19	10	6	11	525	

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas			DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA							DÍA: Jueves						
HORA (AM)	Bicicleta	Moto	Vehiculos Livianos			Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga						TOTAL
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros	
06:00-06:15	4	8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	16
06:15-06:30	1	6	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
06:30-06:45	1	4	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12
06:45-07:00	2	4	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	11
07:00-07:15	3	7	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	16
07:15-07:30	6	5	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	16
07:30-07:45	5	5	4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	17
07:45-08:00	4	8	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
08:00-08:15	1	7	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	19
08:15-08:30	6	12	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	25
08:30-08:45	0	5	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12
08:45-09:00	2	4	3	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	13
09:00-09:15	2	6	4	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
09:15-09:30	1	3	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9
09:30-09:45	3	6	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	15
09:45-10:00	6	7	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20
10:00-10:15	5	2	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
10:15-10:30	4	6	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
10:30-10:45	8	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10:45-11:00	5	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11
11:00-11:15	7	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11:15-11:30	2	3	7	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	17
11:30-11:45	1	4	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11:45-12:00	1	7	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	14
12:00-12:15	4	7	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18
12:15-12:30	1	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	11
12:30-12:45	0	7	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	13
12:45-01:00	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
01:00-01:15	2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
01:15-01:30	3	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
01:30-01:45	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
01:45-02:00	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
02:00-02:15	4	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10
02:15-02:30	3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	7
02:30-02:45	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
02:45-03:00	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9
03:00-03:15	7	0	2	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	13
03:15-03:30	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9
03:30-03:45	4	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7
03:45-04:00	4	4	3	0	1	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	17
04:00-04:15	5	8	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19
04:15-04:30	3	5	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
04:30-04:45	4	6	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	16
04:45-05:00	7	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
05:00-05:15	8	12	4	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27
05:15-05:30	0	7	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	12
05:30-05:45	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	9
05:45-06:00	2	2	3	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	12
TOTAL	169	207	147	17	37	0	5	13	5	18	18	4	0	2	7	649

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas			DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA								DÍA: Viernes						
HORA (AM)	Bicicleta	Moto	Vehiculos Livianos				Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga						TOTAL
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros		
06:00-06:15	4	5	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	15
06:15-06:30	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
06:30-06:45	3	6	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17
06:45-07:00	2	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11
07:00-07:15	3	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	16
07:15-07:30	3	7	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	18
07:30-07:45	3	2	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	14
07:45-08:00	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	16	
08:00-08:15	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	
08:15-08:30	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
08:30-08:45	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	9	
08:45-09:00	4	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	11	
09:00-09:15	7	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	16	
09:15-09:30	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
09:30-09:45	5	4	2	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	17	
09:45-10:00	6	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
10:00-10:15	8	12	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	26	
10:15-10:30	4	8	1	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	
10:30-10:45	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12	
10:45-11:00	1	4	5	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	
11:00-11:15	2	4	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	11	
11:15-11:30	3	7	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	
11:30-11:45	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
11:45-12:00	5	5	4	5	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	24	
12:00-12:15	4	8	2	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	25	
12:15-12:30	1	7	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
12:30-12:45	6	12	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	25	
12:45-01:00	2	4	2	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	14	
01:00-01:15	3	7	1	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21	
01:15-01:30	6	5	2	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	21	
01:30-01:45	5	5	4	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	20	
01:45-02:00	4	8	2	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	23	
02:00-02:15	1	7	10	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	
02:15-02:30	6	12	5	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	29	
02:30-02:45	4	10	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	
02:45-03:00	1	7	7	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26	
03:00-03:15	6	8	4	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	28	
03:15-03:30	4	6	6	4	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	24	
03:30-03:45	1	6	5	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	20	
03:45-04:00	0	5	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	
04:00-04:15	0	5	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	
04:15-04:30	0	4	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	
04:30-04:45	1	6	4	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	
04:45-05:00	4	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
05:00-05:15	2	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
05:15-05:30	0	7	3	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	14	
05:30-05:45	1	2	6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	
05:45-06:00	0	7	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
TOTAL	166	272	163	100	33	0	4	11	10	18	6	10	0	2	14	809	

Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 24. Resumen del Aforo Vehicular de la semana

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas					DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA					DÍA: Lunes, Martes, Miércoles Jueves y Viernes						
DÍA	VEHICULOS DE PASAJEROS										VEHICULOS DE CARGA				OTROS VEH.	TOTAL VEH.
	Vehiculos Livianos					Pesadas de Pasajeros					Pesadas de Carga					
	Bicicleta	Moto	Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros	
LUNES	153	277	183	12	44	0	0	18	10	14	8	5	0	1	8	733
MARTES	97	177	205	118	43	0	1	10	10	14	15	5	2	2	8	707
MIÉRCOLES	103	184	70	15	24	0	3	14	19	21	26	19	10	6	11	525
JUEVES	169	207	147	17	37	0	5	13	5	18	18	4	0	2	7	649
VIERNES	166	272	163	100	33	0	4	11	10	18	6	10	0	2	14	809
TOTAL (TD)	688	1117	768	262	181	0	13	66	54	85	73	43	12	13	48	3423

Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 25. Transito Diario Semanal.

DÍA	TOTAL, VEH.
LUNES	733
MARTES	707
MIÉRCOLES	525
JUEVES	649
VIERNES	809
TOTAL (TD)	3423

Fuente: Elaboración Autores.

Grafica 14. Transito Diario Semanal.



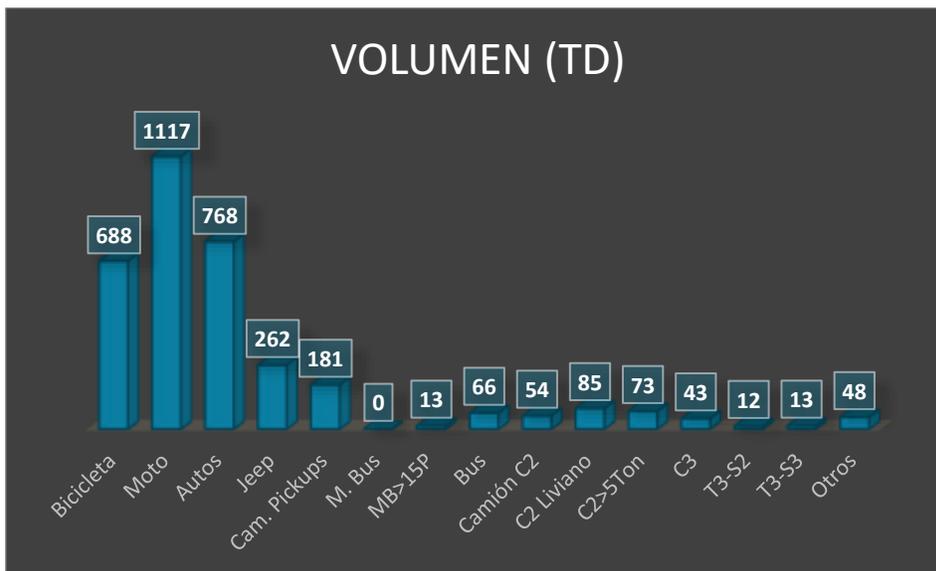
Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 26. Transito Diario.

TIPO DE VEH.	VOLUMEN (TD)
Bicicleta	688
Moto	1117
Autos	768
Jeep	262
Cam. Pickups	181
M. Bus	0
MB>15P	13
Bus	66
Camión C2	54
C2 Liviano	85
C2>5Ton	73
C3	43
T3-S2	12
T3-S3	13
Otros	48

Fuente: Elaboración Autores.

Grafica 15. Transito Diario.



Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 27. Transito Promedio Diario Semanal

UBICACIÓN: Tramo de Carretera Reten-Colegio Takashi BILWI Puerto Cabezas						DURACIÓN: 12 HORAS AL DIA				DÍA: Lunes, Martes, Miércoles Jueves y Viernes						
CONTEO VEHICULAR EN EL DIA DE LA SEMANA TRAMO RETEN- COLEGIO TAKASHI																
DÍA	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA					OTROS VEH.	TOTAL VEH.
	Vehiculos Livianos					Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga						
	Bicicleta	Moto	Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros	
LUNES	153	277	183	12	44	0	0	18	10	14	8	5	0	1	8	733
MARTES	97	177	205	118	43	0	1	10	10	14	15	5	2	2	8	707
MIÉRCOLES	103	184	70	15	24	0	3	14	19	21	26	19	10	6	11	525
JUEVES	169	207	147	17	37	0	5	13	5	18	18	4	0	2	7	649
VIERNES	166	272	163	100	33	0	4	11	10	18	6	10	0	2	14	809
TOTAL (TD)	688	1117	768	262	181	0	13	66	54	85	73	43	12	13	48	3423
TPDS	138	223	154	52	36	0	3	13	11	17	15	9	2	3	10	685

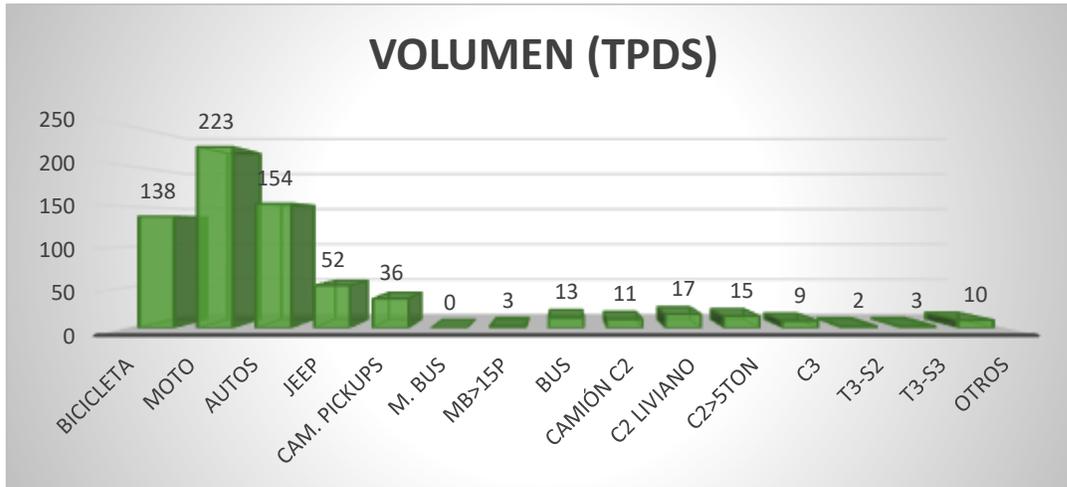
Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 28. Resumen del Transito Promedio Diario Semanal

TIPO DE VEH.	VOL. (TPDS)
Bicicleta	138
Moto	223
Autos	154
Jeep	52
Cam. Pickups	36
M. Bus	0
MB>15P	3
Bus	13
Camión C2	11
C2 Liviano	17
C2>5Ton	15
C3	9
T3-S2	2
T3-S3	3
Otros	10

Fuente: Elaboración Autores.

Grafica 16. Resumen del Transito Promedio Diario Semanal



Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 29. Volumen Hora Pico.

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	VHP
06:00-07:00	39	38	47	52	56	232
07:00-08:00	68	73	64	64	64	333
08:00-09:00	65	88	41	69	38	301
09:00-10:00	57	69	53	62	64	305
10:00-11:00	91	63	57	58	69	338
11:00-12:00	71	43	83	57	63	317
12:00-01:00	69	46	47	52	83	297
01:00-02:00	39	53	38	27	85	242
02:00-03:00	56	34	26	33	110	259
03:00-04:00	69	51	21	46	81	268
04:00-05:00	69	79	20	69	46	283
05:00-06:00	40	70	28	60	50	248

Fuente: Elaboración Autores.

Grafica 17. Volumen Hora Pico.



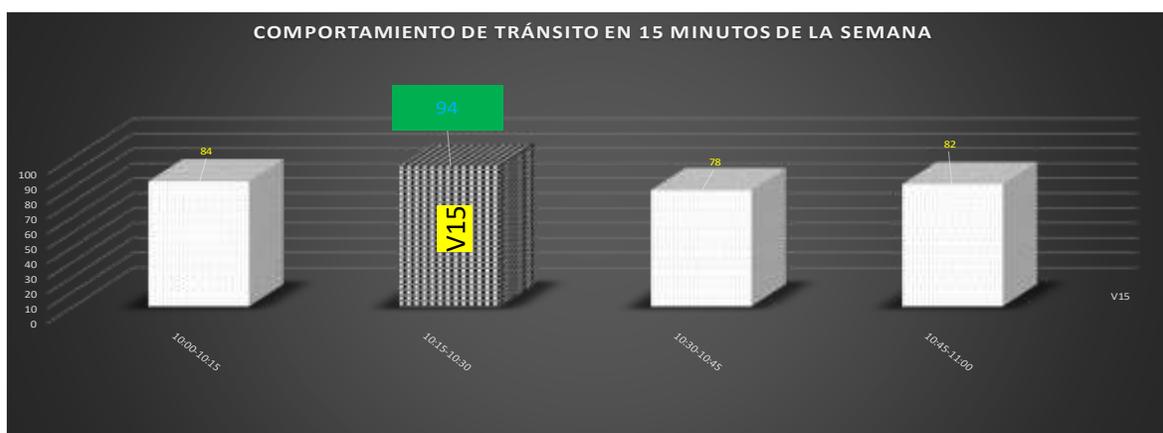
Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 30. Comportamiento de Tránsito en 15 minutos

HORAS EN 15 MINUTOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	V15
10:00-10:15	16	15	12	15	26	84
10:15-10:30	20	28	13	15	18	94
10:30-10:45	26	9	14	17	12	78
10:45-11:00	29	11	18	11	13	82

Fuente: Elaboración Autores.

Grafica 18. Comportamiento de Tránsito en 15 minutos



Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 31. Cálculo de índice medio diario semanal (IMDS)

TIPOS	Bicicleta	Moto	Vehículos Livianos			Pesadas de Pasajeros				Pesadas de Carga						TOTAL
			Autos	Jeep	Cam. Pickups	M. Bus	MB>15P	Bus	Camión C2	C2 Liviano	C2>5Ton	C3	T3-S2	T3-S3	Otros	
TDS	688	1117	768	262	181	0	13	66	54	85	73	43	12	13	48	3423
%	20.10%	32.63%	22.44%	7.65%	5.29%	0.00%	0.38%	1.93%	1.58%	2.48%	2.13%	1.26%	0.35%	0.38%	1.40%	100.0%
Nº DÍAS	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
IMDS	98.29	159.57	109.71	37.43	25.86	0.00	1.86	9.43	7.71	12.14	10.43	6.14	1.71	1.86	6.86	489

Fuente: Elaboración Autores.

Tabla 32. Índice medio diario Anual (IMDA)

TIPO DE VEHICULO	IMDA
AUTOS	852.48
JEEP	290.82
cam.pickups	200.91
MB>15P	14.43
BUS	73.26
CAMION C2	59.94
C2 liviano	94.35
C2>5TON	81.03
C3	47.73
T3-S2	13.32
T3-S3	14.43

Fuente: Elaboración Autores.

CALCULO DE FPH

$$PH = \frac{VHP}{4 \times V15} = \frac{338}{4 \times 94} = \frac{338}{376} = 0.8989$$

CACULO DE V15 TEORICO

$$V15 = VHP \times 30\% = 338 \times 0.3 = 101.40$$

$$PH = \frac{VHP}{4 \times V15} = \frac{338}{4 \times 101.4} = \frac{338}{405.6} = 0.8333$$

Cálculo de Promedio Diario Semanal

$$TPDS = \frac{T_s}{5} = \frac{3423}{5} = 685 \text{ Vehiculos/día}$$

Cálculo de Desviación Estándar Muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \frac{(733-685)^2 + (707-685)^2 + (525-685)^2 + (649-685)^2 + (809-685)^2}{5-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{45,060}{4}} = 107 \text{ Vehiculos/día}$$

Cálculo de Desviación Estándar Poblacional Estimada σ^{\wedge}

$$\sigma^{\wedge} = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right) = \frac{107}{\sqrt{5}} \left(\sqrt{\frac{365-5}{365-1}} \right) = 48 \text{ Vehiculos/día}$$

Tránsito Promedio Diario Anual

$$TPDA = TPDS \pm k\sigma^{\wedge}$$

Tabla 33. Valores de k para distintos niveles de confiabilidad son:

Niveles de Confiabilidad (%)	K
89.6	1.50
90.0	1.64
95.0	1.96
96.0	2.00
98.1	2.50

Fuente: Elaboración Autores.

$$TPDA = TPDS \pm k\sigma^{\wedge}$$

$$TPDA = 685 \pm (2.50)(48)$$

$$TPDA = 685 \pm 120$$

Por lo que los máximo y mínimo que pueden alcanzar TPDA son:

$$TPDA_{Máximo} = 685 + 120 = 805 \text{ Vehiculos/día}$$

$$TPDA_{Mínimo} = 685 - 120 = 565 \text{ Vehiculos/día}$$

En síntesis, el estudio de tránsito nos proporcionó el número de vehículos actuales que circulan en el tramo del proyecto, como a su vez la determinación del vehículo de diseño, que para este proyecto se tomó el (T3-S3). También permitió la determinación de la cantidad de ejes equivalentes (ESAL), Cabe señalar que este dato fue necesario a la hora de calcular el espesor de la losa del pavimento rígido del tramo de carretera colegio Takashi-Reten.

También por medio del estudio de tránsito se calculó el volumen total de vehículos que pasan por la vía en un periodo de 365 días (TPDA). Por otra parte, las tablas mostradas en este estudio reagrupan toda la información necesaria para el procedimiento de cálculo del factor pico horario, v_{15} teórico, promedio diario semanal, tránsito promedio diario anual entre otros.

En la tabla 24 (resumen del aforo vehicular semanal) se muestra el total de vehículos que pasaron en la semana, de lunes a viernes en intervalos de 8 horas diarias, por otra parte en la tabla 26 (tránsito diario) se muestra el tipo y volumen total de cada vehículo, la tabla 27 muestra el promedio diario semanal, también la tabla 29 muestra el volumen de hora pico este a base de cada hora de la semana y la tabla 30 muestra el comportamiento del tráfico cada 15 minutos, esto depende del volumen hora pico.

Así mismo en la grafica 14 se muestra el comportamiento del tráfico semanal es decir, mostrar el mayor tráfico que pasó en el día de la semana, al igual en la grafica 15 se muestra el volumen de diseño, esto a su vez sirve de base para diseñar el espesor de la losa con el mayor tamaño del vehículo, la grafica 17 se muestra la hora pico de la semana, este toma en cuenta cada hora de los días de la semana es decir, a qué hora pasó la mayor cantidad de vehículos en la semana, adicionalmente a esto la grafica 18 se muestra el comportamiento de tráfico de cada hora de la semana en 15 minutos.

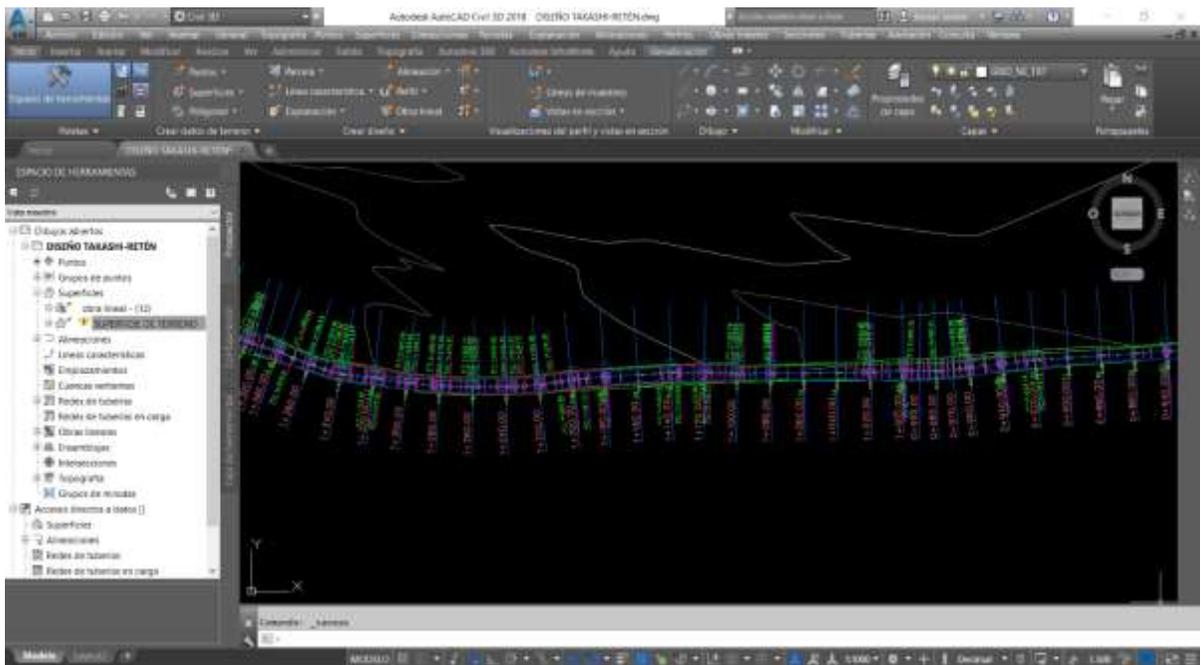
VI. ESTUDIO DE DISEÑO GEOMÉTRICO

En este capítulo se presenta el diseño geométrico de la vía en estudio desarrollado en su totalidad en los software CIVILCAD y AUTOCAD ya que se consideró este estudio como aspecto importante previo al diseño de la estructura de pavimento, al no poseer esta vía un estudio de Diseño geométrico el presente fue elaborado de manera concreta basándose en la normativa de la SIECA, AASHTO y el nic2000, el presente diseño toma a lo largo de la vía de 2.86km del tramo Colegio Takashi- Reten del Municipio de Puerto Cabezas.

7.1. Determinación de la superficie y el eje de la vía

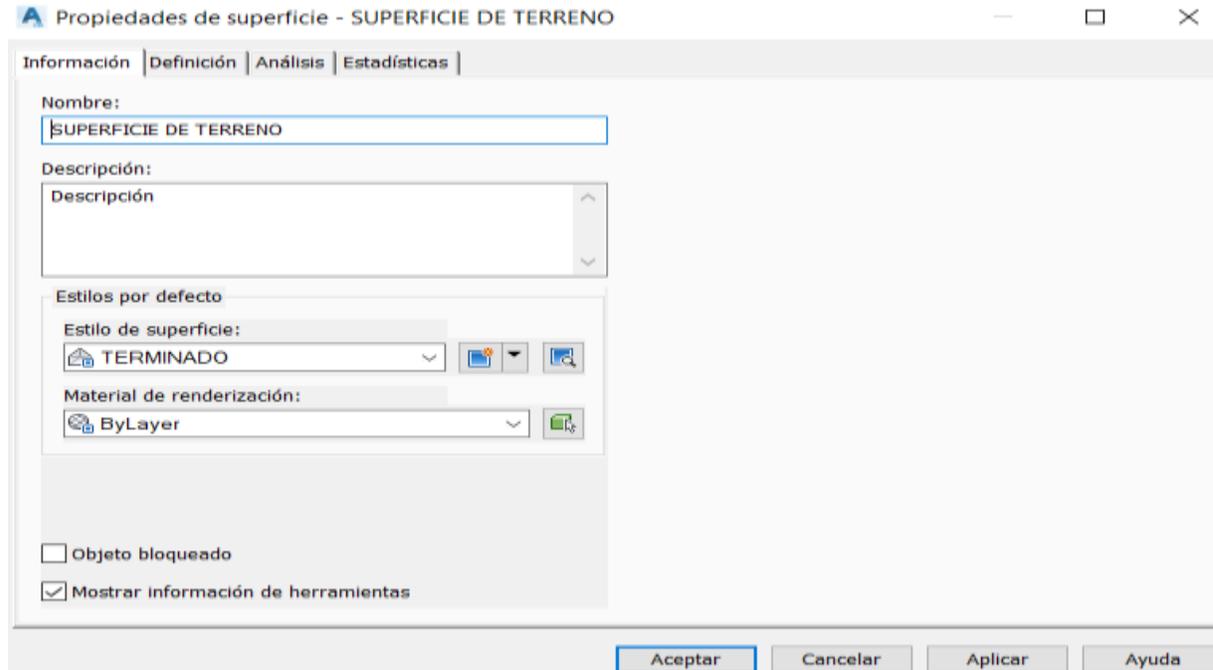
La superficie se generó por el levantamiento topográfico, es decir gracias a los puntos elevaciones y coordenadas obtenidas a través del estudio elaborado a lo largo del eje de la vía, posteriormente se definió la superficie automáticamente bajo el nombre de Terreno Natural y la definición de sus bordes y límites para obtener la superficie de trabajo. Para el trazado del eje central de la vía en este caso estará compuesto por el Eje 1 y por el Eje 2 compuesto por 1 calzada de 7 m y cada carril de 3.50 m de ancho.

Figura 4. Determinación de la superficie y el eje de la vía.



Fuente: Elaboración Autores. Civil 3D.

Figura 5. Creación de superficie en Civil 3D.



Fuente: Elaboración Autores. Civil 3D.

7.2. Trazado de curvas horizontales

En el trazado de curvas horizontales se identificaron y calcularon los parámetros de grados de curvatura, peralte de la curva, sobre ancho, longitud de transición, etc., además la velocidad de proyecto para cada curva se hizo en base al TPDA obtenido en el estudio de aforo realizado y en el que se trabajó con las normas del SIECA. A su vez para el trazado utilizamos en el Cálculo de velocidades de proyecto en curvas, el programa CivilCAD3D en las Curvas horizontales de diseño simple, es utilizado en el editor de la geometría del alineamiento.

Figura 6. Elementos de Curva: Alineamiento Horizontal.

ELEMENTOS DE CURVA : ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
NUMERO DE CURVA	RADIO	LONGITUD	DIRECCION	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
PI: 2	39.86	7.03	S55° 50' 48.33"W	(243268.39,1555746.70)	(243262.58,1555742.76)
PI: 1	254.48	28.44	S47° 35' 31.43"W	(243291.11,1555767.29)	(243270.12,1555748.12)

Fuente: Elaboración Autores. Civil 3D.

7.3. Datos de diseño de las curvas horizontales

La velocidad de proyecto tomada para el diseño de las curvas horizontales se tendrían que haber tomado a partir del tipo de relieve, zona y el TPDA proyectado para la vía, de acuerdo a esto la velocidad de proyecto sería de 70 km/hr, sin embargo debido a que nuestra ruta es una vía existente nos vimos obligados a tomar la decisión de modificar esta velocidad por una de 45 km/hr que sería de ahora en adelante la velocidad de diseño definitiva ya que después de haberse estructurado su revestimiento con pavimento rígido esta entraría en la clasificación de vía colectora secundaria con parámetros de diseños ya establecidos en la siguiente tabla.

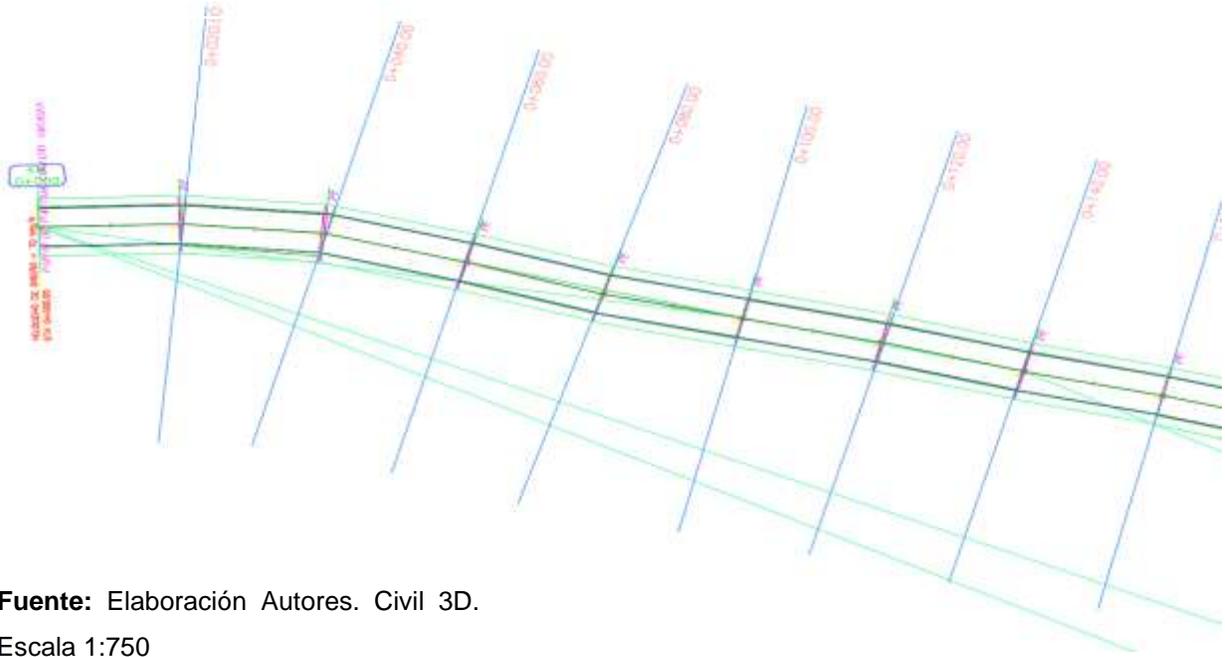
Tabla 34. Velocidad de Diseño en dependencia del TPDA

Velocidad de diseño (Vd) (Km/h)				
Tipo de terreno	TPDA			
	>20000	20000-10000	10000-3000	3000-500
Plano	110	90	80	70
Ondulado	90	80	70	60
Montañoso	70	70	60	50

Fuente: (SIECA, 2002)

A continuación, se presenta los resultados de cada parámetro y elemento de la curva para una velocidad de diseño de 70 km/hr. En el presente estudio de caso según el alineamiento y las condiciones del terreno es casi plano las curvas sencillas que se presentan es 1 presentando sus datos de composición de sus elementos a continuación (ver plano 9 planimétrico, datos de curvas horizontales):

Figura 7. Velocidad de Diseño en Civil 3D.



Fuente: Elaboración Autores. Civil 3D.

Escala 1:750

7.4. Fórmula AASHTO T-93

$$\begin{aligned}
 \text{Log}(W_{18}) = & Z_R \times S_O + 7.35 \times \text{Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\
 & + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log} \left[\frac{[S'_c \times C_d \times D^{0.75}] - 1.132}{215.63 \times J \times \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}} \right]} \right]
 \end{aligned}$$

Variable Z (Conf:R) Desvío Estándar Global Espesor
 Serviciabilidad Final Módulo de Rotura Coeficiente de drenaje
 Transferencia de Carga Módulo de elasticidad Módulo de reacción

7.5. Variables de diseño respecto al tiempo.

7.5.1. Período de Diseño.

El periodo de diseño es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento está en función de la proyección del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones del entorno se comiencen a alterar desproporcionadamente. (AASHTO93). La vida útil del pavimento, es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de Serviciabilidad.

Tabla 35. Período de Diseño.

Tipo de Carretera	Período de Diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30-50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20-50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15-25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10-20 años

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

7.6. Parámetros a Considerar en el Método AASTHO93.

7.6.1. Volúmenes de Camiones

Los camiones llevan distintas cargas, el uso del porcentaje de camiones para calcular el número de ejes equivalentes (ESAL's) debe ser hecho a partir de determinaciones precisas de los diferentes tipos de camiones en el flujo del tránsito (AASHTO93).

7.6.2. Peso de Camiones

Los factores necesarios que se deben conocer son: Peso Total del Camión Distribución por Ejes de este Peso. Ver en el resultado del diseño.

7.6.3. Ejes Simples Equivalentes de 18klb a lo largo del Período de Diseño.

Los ejes simples equivalentes es la cantidad pronosticada de repeticiones del Eje **18klb** de Carga Equivalente de 18 kips (8,16 ton = 80 kN) para un periodo determinado conforme el número de carriles en ambas direcciones para efectos de diseño, el tránsito que se debe de tomar en cuenta es el que utiliza el carril objeto de análisis (AASHTO93).

7.6.4. Cálculo de los ESAL's

El proceso de convertir un tránsito mixto en un número de ESAL's de 18000Lbs es una tarea compleja y fue desarrollado por el Road Test de AASTHO. El tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño queda la composición del tránsito. (Fonseca, 1998). La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga, denominados LEF por sus siglas en inglés ("Load Equivalen Factor") o Factor Equivalente de Carga (AASHTO93).

$$W18 = \sum EE_i \cdot Fca. 365$$

7.6.5. Factor Equivalente de Carga

El factor equivalente de carga (LEF) es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de Serviciabilidad causada por una carga de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 18000lb en el mismo eje (AASHTO93)

$$LEF = \frac{N^{\circ} \text{ de ESAL's } 18000lb \text{ que producen una pérdida de serviciabilidad}}{N^{\circ} \text{ de ejes de } X \text{ Lbs que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

7.6.6. Factor de Camión.

Los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total; de esta manera surge el concepto de Factor de Camión (F.C) que está definido como el número de ESAL's por vehículo (AASHTO93). A continuación, se muestra la manera del cálculo del Factor Camión

7.6.7. Factor de Distribución por Dirección.

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 0.5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección (MTI, Manual para la revisión de Diseños de Pavimentos, 2009).

7.6.8. Factor de Distribución por Carril.

Se define por el Carril de Diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL's. Para un camino de 2 carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril (MTI, Manual para la revisión de Diseños de Pavimentos, 2009).

7.6.9. Desviación Normal Estándar Z_r .

El tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un período de diseño sigue una ley de distribución normal con una media Mt y una desviación típica S . Esta desviación se calcula mediante la Tabla 8 mostrada en el diseño de pavimentos flexibles (AASHTO93).

7.6.10. Error Estándar Combinado S

El error estándar combinado es la variable que acota la variabilidad de todos los factores dentro de unos límites permisibles, con el fin de asegurar que la estructura del pavimento se comporte adecuadamente durante su periodo de diseño, Considerando las recomendaciones anteriores, se establece un valor 0.35 para Pavimentos de Concreto Hidráulico (AASHTO93).

7.6.11. Espesor Tentativo D

Es el valor del espesor tentativo de la capa de rodamiento que brinde el equilibrio de la ecuación básica de diseño de pavimento rígido. (AASHTO93).

7.6.12. Variación del Índice de Serviciabilidad ΔPSI

El índice de Serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, P Llego a un valor de 4.2 para pavimentos de concreto hidráulico. (AASHTO93).

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

7.6.13. Coeficiente de drenaje

Este depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje. Para el caso se definen varias calidades de drenaje, como se muestra en (AASHTO93).

7.6.14. Coeficiente de Transmisión de Carga (J)

La capacidad de una estructura de pavimento de concreto para transferir (distribuir) cargas a través de juntas o grietas es tomado en cuenta en el método AASHTO 93 por medio del coeficiente de transferencia de carga J (AASHTO93).

7.6.15. Módulo de Elasticidad del Concreto E_c

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tienen losas de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación (AASHTO93).

7.6.16. Módulo de Rotura (S'_c).

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, y controla el agrietamiento por fatiga del pavimento. El módulo de rotura de diseño es el valor medio determinado después de 28 días (AASHTO93).

Estimación a través de la resistencia de compresión del concreto.

$$S'_c = k \times (f'_c)^{0.5} \quad 7 < k < 12;$$

Donde: f'_c : *resistencia a compresión del concreto (psi).*

7.7. Resultado Para el Diseño AASHTO.

De acuerdo al conteo vehicular se hizo el cálculo de Ejes Equivalentes de 8.2 Ton.

$$\underline{W18 = \Sigma EE_i. Fca. 365}$$

B2- Bus

$$EE_{B2} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{S2}}{8.2}\right)^{4.1}; \quad P_{S1} = 7$$

$$EE_{B2} = 4.608 \quad P_{S2} = 11$$

Camión C2

$$EE_{CamC2} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{S2}}{8.2}\right)^{4.1}; \quad P_{S1} = 7$$

$$EE_{CamC2} = 4.608 \quad P_{S2} = 11$$

C2 Liviana

$$EE_{C2Liv.} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{S2}}{6.6}\right)^{4.1}; \quad P_{S1} = 3$$

$$EE_{C2Liv.} = 1.312 \quad P_{S2} = 7$$

Camión C3

$$EE_{C3} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{TA2}}{13.3}\right)^{4.1}; \quad P_{S1} = 7$$

$$EE_{C3} = 4.731 \quad P_{TA2} = 18$$

T3-S2

$$EE_{T3-S2} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{TA2}}{13.3}\right)^{4.0} + \left(\frac{P_{TA2}}{13.3}\right)^{4.0}; \quad P_{S1} = 5$$

$$EE_{T3-S2} = 4.50 \quad P_{TA2} = 16$$

$$P_{TA2} = 16$$

T3-S3

$$EE_{T3-S3} = \left(\frac{P_{S1}}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{P_{TA2}}{13.3}\right)^{4.0} + \left(\frac{P_{TR2}}{17.5}\right)^{4.0}; \quad P_{S1} = 5$$

$$EE_{T3-S3} = 4.12$$

$$P_{TA2} = 16$$

$$P_{TA2} = 20$$

$$\Sigma EE_i = (EE_{B2} \cdot B2 + EE_{C2} \cdot C2 + EE_{C2Liv} \cdot C2Liv + EE_{C3} \cdot C3 + EE_{T3-S2} \cdot T3 - S2 + EE_{T3-S3} \cdot T3 - S3)fd \cdot fc \cdot fp;$$

$$fd = 0.5$$

$$fp = 1$$

$$fc = 1$$

$$\Sigma EE_i = (1112.76)(1)(1)(0.5)$$

$$\Sigma EE_i = 556.38$$

Factor de crecimiento acumulado

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}; \quad r = 1.62 \%$$

$$n = 25 \text{ años (vida útil)}$$

$$Fca = 30.52$$

Ahora, Sustituir a la ecuación

$$W18 = \Sigma EE_i \cdot Fca \cdot 365$$

$$W18 = (556.38)(30.52)(365)$$

$$W18 = 6,197,961.924$$

Diseñar el espesor del pavimento rígido con los resultados obtenidos de los estudios anteriores con la ecuación AASHTO T-93.

Descripción

- Autopista urbana nueva de primera importancia.
- 6,197,961.924 ejes equivalentes de 8.2 Ton.
- Suelo de subrasante granular con CBR = 53%
- Días promedios en los que llueve en el año = 180
- Calidad de drenaje: Regular
- Losa confinada lateralmente
- Ancho del carril = 3.50 m
- Módulo de Elasticidad del concreto = 4,000,000 psi

Encontrar las incógnitas para procesar el calculo

- 1) Determinación de los parámetros de confiabilidad

Tabla 36. Nivel de Confiabilidad.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0-99.99	80-99.99
Arterias principales	80.0-99.99	75.0-95.0
Colectoras	80.0-95.0	75.0-95.0
Locales	50.0-80.0	50.0-80.0

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

Tabla 37. Variable (Z) y la confiabilidad (R).

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.999
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.75

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$$R = 92\%; \quad Z_r = -1.405$$

2) Determinación Error Normal Combinado

Tabla 38. Variable (Z) y la confiabilidad (R).

Proyecto de pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40-0.50	0.30-0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobre capas	0.5	0.4

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$$S_o = 0.35$$

3) Calculo de Índice de Servicio

Tabla 39. Variable (Z) y la confiabilidad (R).

Tipo de vía	Serviciabilidad Final
Autopista	3.00
Colectores	2.50
Calles comerciales e industriales	2.25
calles residenciales y parqueaderos	2.00

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$$\Delta PSI = P_o - P_f \quad \text{donde, } P_o = 4.2$$

$$\Delta PSI = 4.20 - 3.00$$

$$\Delta PSI = 1.2$$

4) Cálculo del módulo de reacción de la subrasante

$$K = 46 + 9.08[\log(CBR)]^{4.34}; \quad CBR > 10\%$$

$$K = 46 + 9.08[\log(53\%)]^{4.34}$$

$$K = 142.6 \text{ MPa/m} = 525.314 \text{ pci}$$

5) Cálculo del módulo de reacción de la subrasante $T_2 = 685$

- ✓ Consideración para capa granular no tratada y consideración Base estabilizada con cemento.

Tabla 40. K Subrasante

K Subrasante		Carga granular no tratada							
		10 cm		15 cm		22.5 cm		30 cm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430
K Subrasante		Base estabilizada con cemento							
		10 cm		15 cm		22.5 cm		30 cm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	60	220	80	300	105	400	135	500
40	147	100	370	130	500	185	680	230	850
60	220	140	520	190	700	245	900	-	-

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

Resumiendo, tenemos;

- ✓ K de la Subrasante = 220 pci
- ✓ K de la Base granular = 180 pci
- ✓ K de la Base estabilizada = 700 pci

6) Cálculo del Módulo de Ruptura del Concreto ($S'c$)

Tabla 41. Módulo de Ruptura

Nivel de tránsito	Resistencia a la flexotracción (Mpa)
NT1	3.8
NT2	4.0
NT3	4.2

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$$S'c = 4.2 \text{ Mpa} = 609 \text{ psi}$$

7) Cálculo de Coeficiente de Transferencia de Carga

Tabla 42. Módulo de Ruptura

Condición	J
Junta con pasadores-Losa confinada	2.7
Junta con pasadores-Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores-Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores-Losa no confinada	4.4

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$$J = 2.7$$

8) Cálculo del Coeficiente de drenaje

Tabla 43. Módulo de Ruptura

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento esta expuesta a grados de humedad proxima a la saturación			
	Menos del 1%	1-5%	5-25%	Mas del 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy malo	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: AASHTO. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, 1993.

$Cd = 0.90$

Figura 8. Cálculo de Espesor de Pavimento con Método AASHTO 93

Planilla de Cálculo

W_{18} :
 S_0 :
 E_c :

Confiabilidad:
 Módulo de rotura del concreto: S'_c (psi):
 Módulo de Reacción: K (pci):

Índice de Serviciabilidad Inicial, P_0 :
 Coeficiente de drenaje: C_d :
[Pulsa aquí](#)

Índice de Serviciabilidad Inicial, P_f :
 Factor de Transferencia de Carga: J :
 Espesor de la losa de concreto, (pulg):

Fuente: Método AASHTO 1993

10) Modulación de la losa de concreto

✓ $L_{m\acute{a}x} = 1.25 \cdot b \rightarrow 1.25(3.50) = 4.4 \text{ m}$

✓ $L_{m\acute{a}x} = 25 \cdot h \rightarrow 25(0.24) = 6 \text{ m}$

✓ $L_{m\acute{a}x} = 6 \text{ m} \rightarrow 6 \text{ m}$

11) Dise\~no de Pasadores

Tabla 44. M\~odulo de Ruptura

Espesores de losa (cm)	Di\~ametro del pasador(")	Longitud del pasador (cm)	Separaci\~on entre barras (cm)
14- 15	3/4	35	30
16-18	7/8	35	
19-23	1	35	
21-23	1 1/8	40	
24-28	1 1/4	45	
26-28	1 3/8	45	
29-30	1 1/2	50	

Fuente: AASHTO. Gu\~ia para el dise\~no de estructuras de pavimento, 1993.

✓ Espesor de la Losa = 24 – 28 cm

✓ Di\~ametro del Pasador = 1 1/4"

✓ Longitud del Pasador = 45 cm

✓ Separaci\~on entre Barras = 30 cm

12) Dise\~no de barras de anclaje

✓ Espesor de la Losa = 24 cm

✓ Longitud 45 cm

✓ Barra de $\varnothing 3/8'' = 45 \text{ cm}$

Los resultados del diseño del pavimento rígido en base a la norma AASTHO T-93, nos indican que, para soportar una cantidad de 6,197, 961.924 ejes equivalentes de 8.2 toneladas, es necesario un espesor de losa de 24 cm, estas moduladas con una longitud máxima de 4.4m y un ancho de 3.50 m con una resistencia a la compresión del concreto de 4000 psi y un módulo de rotura(S'c) de 609 psi, con pasadores en las juntas transversales de 1 ¼ pulgada de diámetro con separación de 30cm y barras de anclaje de 3/8 pulgadas de diámetro con una longitud de 45 cm con un fy de 280 Mpa.

También en base a las normas de diseño y a los estudios técnicos del proyecto, estos muestran que es necesaria una base estabilizada con cemento ya que amplifica la resistencia de soporte de la losa y disminuye el espesor de la losa del pavimento, otra de las ventajas que ofrece la alternativa de pavimento rígido y por la cual se eligió fue su bajo costo de operación de la carretera, los pavimentos de concreto al tener una superficie plana alargan la vida de los vehículos evitando que se dañen y minimizando su mantenimiento.

El costo de consumo de combustible se reduce hasta un 20% para camiones tipo tráiler, también ofrece una facilidad de construcción, mejor durabilidad, resistencia al deterioro y a altas temperaturas, indeformabilidad y seguridad. En base a estas consideraciones se propone la alternativa de pavimento rígido como mejor solución a los desafíos que afronta el tramo de carretera colegio Takashi- Reten.

VII. ESTUDIO DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y LEGALES

8.1. Aspectos organizativos.

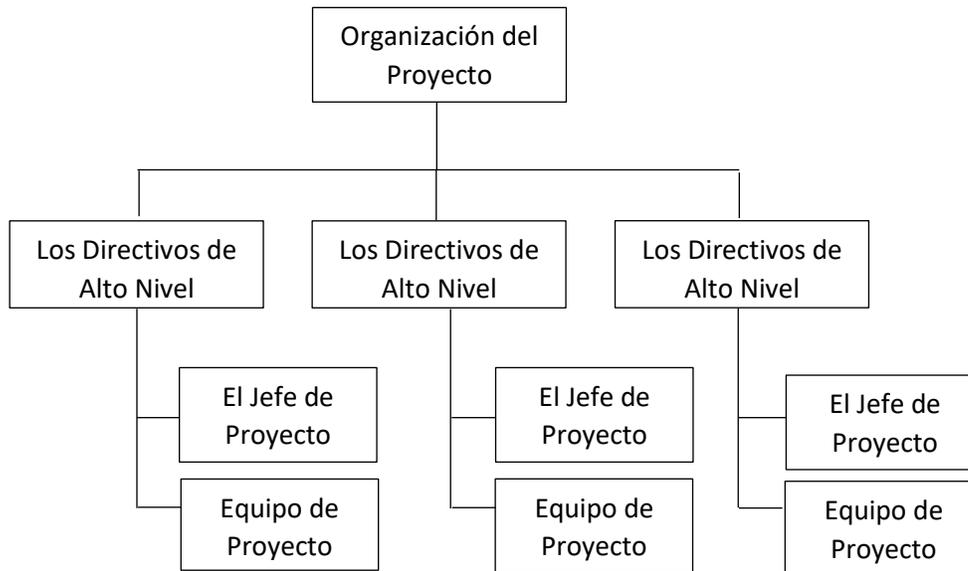
La organización de un proyecto constituye un esquema jerarquizado, sujeta a una serie de reglas y normas para ejecución y alcanzar con eficacia los objetivos, costos, plazos, calidad y seguridad. Para la consecución de los objetivos de forma coordinada, las actividades se agrupan en departamentos con una asignación de funciones y responsabilidades, donde “cada persona sepa la función, rol y actividad específica que debe cumplir”.

La organización interna para cada proyecto consta de niveles funcionales establecidos en un organigrama que establece órdenes y niveles jerárquicos con responsabilidades específicas, estableciendo interrelación entre las jerarquías, definidos a través de normas, directrices y reglamentos internos necesarios para alcanzar los objetivos. Cada empresa constructora tiene una forma propia de organizar sus obras, adaptándose a las particularidades de cada caso como en el de las vías o carreteras. Por lo que, hay diversos tipos de organización y obras.

La definición precisa del objetivo propuesto a alcanzar y la coordinación de las diferentes actividades. Esta etapa, es indispensable debido al grado de preparación y organización, así serán los resultados a obtener.

El propósito de establecer la organización del proyecto es asegurarse que todos los roles y responsabilidades han sido definidos y que todos los miembros del equipo sean identificados y comprometidos con el proyecto (ver Esquema siguiente).

Diagrama 5. Organización de un proyecto



Fuente: Guía no. 2 para los sistemas de protección ambiental en proyectos viales.

En particular, esta fase asegura la identificación del jefe de proyecto y por tanto la especificación de su autoridad y responsabilidad.

8.2. Los directivos “de alto nivel” jerárquico

Son responsables en el desarrollo del proyecto, autorizan proyectos, otorgan recursos, verifican los avances, solucionan problemas, etc. Toman las decisiones eficientes para la buena realización de los proyectos, asegurando durante su desarrollo que los resultados a alcanzar sean satisfactorios.

- Fijan la direccionalidad del proyecto y consiguen que las personas de su organización lo sigan: basándose en los objetivos y opiniones de personas de su organización.
- Seleccionan, forman y desarrollan personas capaces de llevar a la práctica esa visión y misión; los trabajos que se realizan en el proyecto, son ejecutados adecuadamente si se tiene el personal con capacidades, destreza y experiencia requeridas y necesitadas a partir del tipo de proyecto en particular; por ejemplo, en un puente de postensión.

- Estas personas crean, dan forma e influyen en cómo se hace el trabajo para asegurarse que se realiza de la mejor calidad posible: los directivos de alto nivel son los responsables de los distintos procedimientos por los que la organización ejecuta las actividades.

8.3. El jefe de proyecto

El jefe del proyecto estará encargado desde el comienzo oficial del mismo, debe poseer capacidad de liderazgo y comunicación; la habilidad de ganar el apoyo de los otros, lo cual dependerá “de su manera “de dirigir, aplicando

- Sus propias experiencias exitosas y previendo riesgos.
- Autoridad, ya que el personal del proyecto percibe que el jefe de proyecto tiene capacidades de dirección y liderazgo.
- Asignación de actividades y todos los recursos y cada una de las actividades del proyecto.
- Que los miembros del equipo entiendan y practiquen la gestión de proyectos, dentro de sus responsabilidades asumidas.
- Los recursos hacia el desarrollo y la ejecución del plan de proyecto, y realizar los ajustes de tiempo y costes necesarios para el cumplimiento del plan del proyecto.
- Mantener actualizada la información referente al proyecto.
- Integrarse a resolver los conflictos de toda índole dentro de lo concerniente a la ejecución de los proyectos.

El puesto de jefe del proyecto se declara oficialmente por escrito, estipulando una descripción detallada de sus funciones, roles y responsabilidad y grado de autoridad. Será necesario indicar los términos del jefe y su autoridad; por ejemplo, para resolver conflictos entre el personal de trabajo, “lógicamente” deberá consultar las instancias superiores.

El jefe de proyecto es responsable de la dirección general y de la coordinación del proyecto durante todas sus fases (actividades), alcanzando los resultados deseados dentro de un presupuesto establecido y en los plazos programados y de planificar, programar, negociar, comunicar, controlar y tomar decisiones.

El jefe de proyecto requiere de conocimientos, capacidades metodológicas, habilidades sociales, etc. para dirigir el proyecto de manera eficiente.

8.4. El equipo de proyecto

El equipo del proyecto tiene delimitadas sus responsabilidades y funciones, y es un responsable directo.

Algunas de las responsabilidades del equipo de proyecto son:

- Comprender el proceso de gestión de proyectos.
- Colaborar en la definición del plan de proyecto.
- Comprometerse en alcanzar el éxito del proyecto.
- Realizar eficientemente las tareas asignadas en cada una de las actividades del proyecto.
- Informar sobre el avance del proyecto y factores que puedan afectar el desarrollo de las diferentes actividades.

En cada proyecto, es necesario documentar toda la información correspondiente al equipo con el propósito de garantizar que las responsabilidades y roles fueron claramente establecidos. Todo proyecto de construcción civil, debe llevar registros en una bitácora en la que se documenten todo lo acontecido durante la ejecución del proyecto, sirviendo como respaldo y control y proyecto índice para futuros proyectos. Algunos de los factores claves para definir la organización del proyecto son:

- Designar, por escrito, al jefe de proyecto.
- Definir, por escrito, los roles, la autoridad y las responsabilidades del jefe de proyectos.

- Identificar el equipo de proyecto especificando sus roles y responsabilidades.
- Crear y publicar el listado de los miembros del equipo de proyecto.

8.5. Aspectos legales.

Son importantes en los proyectos de infraestructura vial los aspectos ambientales y sus regulaciones legales, así como los referidos a la expropiación de terrenos que estén ubicados sobre el trazado del proyecto. Se recomienda hacer una revisión exhaustiva de todos los elementos legales inherentes a la ejecución y posterior operación.

8.6. Leyes y Normativas

8.6.1. Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo (Ley 290):

8.6.1. La Ley 290 tiene por objeto determinar la organización, competencia y procedimientos del Poder Ejecutivo, el cual está integrado por el presidente de la República, el Vice-Presidente de la República, Ministerios de Estados, Entes Gubernamentales, Banco Central y Empresas Estatales.

8.6.2. El Arto. 25 de la Ley 290, establece que, al Ministerio de Transporte e Infraestructura, le corresponde dirigir, administrar y supervisar, en forma directa o delegada la conservación y desarrollo de la infraestructura de transporte.

8.6.3. Ley 217 Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Sus reformas Ley No. 647 y su Reglamento Decreto No. 9-96.

Esta ley, sus reformas y su reglamento establece el marco legal en relación al medio ambiente y los recursos naturales Establece las normas generales para regular la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales y asegurar el uso racional y sostenible de los mismos. Sus disposiciones son de orden público; es decir: de obligatorio cumplimiento y en materia de gestión ambiental, establece catorce instrumentos:

- ✓ Planificación y Legislación Ordenamiento Ambiental del Territorio

- ✓ Áreas Protegidas
- ✓ Permisos y Evaluaciones de Impacto Ambiental
- ✓ Sistema Nacional de Información Ambiental
- ✓ Educación, Divulgación y Desarrollo Científico y Tecnológico
- ✓ De los Incentivos
- ✓ Inversiones Públicas
- ✓ Fondo Nacional del Ambiente
- ✓ Declaración de Áreas Contaminadas y de las Emergencias Ambientales
- ✓ Pago por Servicios Ambientales
- ✓ Auditoría Ambiental
- ✓ Cambio Climáticos y su Gestión
- ✓ Seguridad por efecto de sustancias químicas

8.7. Sistema de evaluación ambiental

8.7.1. Arto. 27 Los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad, públicos o privados, de inversión nacional o extranjera, durante su fase de reinversión, ejecución, ampliación, rehabilitación o reconversión que por sus características pueden producir deterioro al medio ambiente o a los recursos naturales, conforme a la lista específica de las categorías de obras o proyectos que se establezcan en el Reglamento respectivo, deberán obtener previo a su ejecución, el Permiso Ambiental o Autorización Ambiental. Todo proyecto de desarrollo turístico o de uso urbanístico en zonas costeras deberá contar con el Estudio de Impacto Ambiental para obtener el permiso correspondiente.

Las obras o proyectos que requieran de Permiso Ambiental en base a lista específica, deberán de previo realizar un Estudio de Impacto Ambiental. El MARENA y los Consejos Regionales Autónomos están obligados a consultar el estudio con los organismos sectoriales competentes, así como con los gobiernos Municipales

respectivos. En caso de requerir una Autorización Ambiental, la obra, industria o proyecto será sometido a una Valoración Ambiental, so pena de Ley. Se prohíbe la fragmentación de las obras o proyectos para evadir la responsabilidad del Estudio en toda su dimensión. El proponente deberá presentar al MARENA el Plan Maestro de la Inversión Total del Proyecto.

8.7.2. Ley 40 y Ley 261 Ley de Municipios y sus Reformas

Establece que los Municipios son Personas Jurídicas de Derecho Público, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones y dispone en su **Arto 7** que “El Gobierno Municipal tendrá, entre otras, la competencia de la planificación, normación y control del uso del suelo y del desarrollo urbano, suburbano y rural.

Participar en conjunto con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales en la evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental de obras o proyectos que se desarrollen en el Municipio, previo al otorgamiento del permiso ambiental.

8.7.3. Ley Especial Para el uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la infraestructura (Ley 730)

La **Ley No. 730** publicada en la Gaceta No. 152 del 11/08/2010 tiene por objeto normar el uso y aprovechamiento racional de los bancos de materiales selectos o bancos de préstamo a nivel nacional aptos para la infraestructura de interés público y normar las relaciones de las Instituciones del estado, con los particulares respecto a la obtención de derechos sobre los recursos y la de los particulares entre sí que estén vinculados a la actividad minera.

En el Arto. 5 de la referida ley, se expresa que los permisos de las diversas instituciones serán de acuerdo al ámbito de su competencia.

La Unidad de Gestión Ambiental del Ministerio de Transporte e Infraestructura es la designada a desarrollar la supervisión del aprovechamiento del banco de materiales de acuerdo a lo dispuesto en el **Arto. 7**

8.7.4. Ley de Aguas Nacionales (Ley 620)

La Ley 620, tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo

y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

8.7.5. Ley de Derecho de Vía. Decreto No. 46

Esta Ley data de septiembre de 1952, y fue publicada en La Gaceta No. 223 del 29 de septiembre del mismo año.

Esta Ley clasifica las carreteras existentes y por construir en: a) Carreteras Internacionales, b) Carretera Interoceánica, c) Carreras Interdepartamentales y d) Carreteras Vecinales.

Básicamente establece que el Derecho de vía para las carreteras internacionales e interoceánicas, será de cuarenta metros, o sean veinte metros a cada lado del eje o línea media de las mismas; para las interdepartamentales y vecinales, veinte metros o sean diez metros a cada lado del eje o línea media.

8.7.6. Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación (Decreto No. 1142)

Esta Ley considera que el Patrimonio Cultural debe ser protegido por el Estado por medio de Leyes que garanticen su conservación y eviten su fuga al extranjero. Establece que se consideran bienes culturales: a) Paleontológicos, b) Arqueológicos, c) Históricos, d) Artísticos, e) Conjuntos urbanos o rurales, estos bienes culturales están bajo la salvaguarda y protección del Estado. El artículo 9 de la Ley, establece que cuando un organismo estatal o una persona natural o jurídica, nacional o extranjero, desarrollen proyectos de cualquier índole, en inmuebles, conjuntos urbanos o rurales y zonas arqueológicas o paleontológicas que estén comprendidas en esta Ley, deberán destinar el porcentaje estimado entre el 1 y el 10% del presupuesto total de las obras a realizarse, para el rescate, conservación o restauración, según el caso, de los bienes del Patrimonio Cultural que fueren afectados por la ejecución de las obras.

8.7.7. Código Laboral de Nicaragua (Ley 185)

En sus artículos 100 al 129, Título V. De la higiene y seguridad ocupacional y de los riesgos profesionales y Capítulo I. De la higiene y seguridad ocupacional, establece las disposiciones que en materia de higiene ocupacional y riesgos profesionales deben observar las empresas que se instalan en el país.

8.8. Decretos Ejecutivos

8.8.1. Sistema de Evaluación Ambiental, Decreto No. 76 – 2006

El Decreto 76 – 2006 fue aprobado por el ejecutivo en diciembre del 2006 que deroga al Decreto 45 – 96. El Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, está compuesto por:

1. La Evaluación Ambiental Estratégica y
2. Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades.

La Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades está compuesta por categorías ambientales, donde se incluye tres tipos de categorías:

8.8.2. Categoría Ambiental I: Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el Consejo Regional respectivo en coordinación con las Alcaldías Municipales y comunidades involucradas, emitirán sus consideraciones técnicas a MARENA expresadas en Resolución del Consejo Regional, para ser incorporadas en la Resolución Administrativas correspondiente.

8.8.3. Categoría Ambiental II: Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

8.8.4. Categoría Ambiental III: Será administrado por MARENA a través de las Delegaciones Territoriales, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales y Municipales pertinentes, según el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias (Decreto 33 – 95)

Este Decreto tiene por objetivo fijar los valores máximos permisibles o rangos de los vertidos líquidos generados por las actividades domésticas, industriales y agropecuarias que descargan a las redes de alcantarillado sanitario y cuerpos receptores. Prohíbe específicamente, la descarga de aguas residuales a las redes de alcantarillado sanitario cuando contengan contaminantes como hidrocarburos, plaguicidas entre otros.

8.9. Normativas

8.9.1. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 12 001 - 00. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes "NIC – 2000"

El Gobierno de Nicaragua oficializó las Especificaciones Generales para Construcción de Caminos, Calles y Puentes a través de la Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense, conocida como NIC – 2000. Esta NTON es el resultado de la revisión y actualización del libro del mismo nombre publicado en 1980.

Las Especificaciones NIC – 2000 son normativas en la administración y construcción de obras viales y deben ser incorporadas al Contrato, por referencia, si se quiere contar con una herramienta que comprometa y obligue a ambas partes contratantes con fuerza legal ante cualquier instancia judicial, o de arbitramento.

Además, las NIC – 2000 contiene disposiciones técnicas básicas para proteger el Medio Ambiente y los Recursos Naturales en la construcción de vías, que todo contratista tiene la obligación de cumplir, estableciendo que las NIC – 2000 son

complementario con las Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial (NABCV), puestas en vigencia por el MTI, como parte de los Documentos de Licitación y Contratación (DLC).

8.9.2. Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Material de Préstamo para la Construcción, NTON 05 016 2002.

Establece los criterios y especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente, durante el aprovechamiento de los bancos de materiales de construcción, también conocidos como bancos de préstamo. Esta norma establece la obligación de los interesados que requieran utilizar un Banco de materiales, de aplicar una solicitud de aprovechamiento ante la autoridad competente, y obtener el permiso de concesión para su aprovechamiento y cumplir con lo establecido en la ley 387 y su reglamento. Así mismo, todo interesado en aprovechar un Banco de materiales debe obtener una autorización ambiental emitido por MARENA, antes de proceder a desarrollar sus actividades de aprovechamiento.

Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras Viales. SIECA 2002 Mediante este Manual, se establecen las normas ambientales para las diferentes etapas en el desarrollo de carreteras, de tal manera que este sirve para cumplir sus objetivos, principalmente el desarrollo de proyectos viales ambientalmente sostenibles y económicamente sustentables. El manual se basa en el análisis de los aspectos institucionales y legales, relacionados con las Unidades de Gestión Ambiental dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica.

Tiene como finalidad fortalecer los aspectos normativos ambientales de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

VIII. ESTUDIO FINANCIERO Y ECONÓMICO

En esta sección del trabajo se establece las necesidades del proyecto en términos de costos, operación y las posibilidades de retribución en términos de ingresos o beneficios, a una y la forma como el proyecto financiara su ejecución. Cabe señalar que este proyecto por estar dentro de la ciudad de Bilwi se le considera una vía urbana, por lo que su ejecución puede ser realizada por la alcaldía municipal, gobierno regional.

Por otra parte, debemos de tener en cuenta que este proyecto de inversión pertenece al sector público lo que nos deja claro que no existe la posibilidad de retribución de ingresos económicos a corto plazo, lo que si garantiza la facilidad comodidad y seguridad de transporte para ingresar a la ciudad.

PROYECTO: Diseño del Pavimento Rígido el Tramo de Carretera Colegio Takashi-Retén.

UBICACIÓN: “Tramo de Carretera Colegio Takashi-Retén Ciudad Bilwi, Municipio Puerto Cabezas, RACCN”.

9.1. Resumen de costos constructivos por actividades del pavimento rígido utilizando base granular estabilizada con cemento.

Tabla 45. Costo de Materiales /M. Obra/Maquinaria. Pavimento Rígido.

CONCEPTO	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PRECIO TOTAL
240	Obras Provisoriales				C\$60,000.00
01	Cartel de Identificación de Obra de 2.40*3.60 m	Global	1	C\$10,000.00	C\$10,000.00
02	Oficinas y Almacenes	Global	1	C\$50,000.00	C\$50,000.00
250	Preliminares				C\$781,380.00
01	Limpieza Inicial	M ²	28940	C\$15.00	C\$434,100.00
02	Trazo y Nivelación	M ²	28,940.00	C\$12.00	C\$347,280.00
260	Movimiento de Tierras				C\$23,619,381.00
01	Descapote de 10cm	M ³	2894	60	C\$173,640.00
02	Excavación de la Vía	M ³	2894	160	C\$463,040.00
03	Botar Tierra sobrante de Excavación de la Base 15 cm	M ³	3,038.70	C\$350.00	C\$1,063,545.00
04	Escarificado de 10cm de Profundidad de Subrasante	M ²	20,258.00	C\$350.00	C\$7,090,300.00
05	Conformación y Compactación de Subrasante	M ²	20,258.00	C\$387.00	C\$7,839,846.00
06	Nivelación del Material Base	M ²	20258	345	C\$6,989,010.00
270	Carpeta de Rodamiento				C\$75,285,475.00
01	Carpeta de Concreto Hidráulico de 24cm de 4000 PSI con Mezcladora	M ³	4,861.92	C\$14,000.00	C\$68,066,880.00
2	Acarreo de Material Base Granular estabilizada	M ³	3038.7	C\$750.00	C\$2,279,025.00
3	Base Granular de 15 cm	ML	3038.7	C\$1,200.00	C\$3,646,440.00
4	Vibrado del Concreto	ML	2894	C\$150.00	C\$434,100.00
5	Formaleta de Acero	MI	2894	C\$200.00	C\$578,800.00
6	Pines de 3/4" de 0.6m	ML	2894	C\$45.00	C\$130,230.00
7	Sellado de Juntas	ML	7500	C\$20.00	C\$150,000.00
272	Hombros Ambos Lados				C\$9,747,276.00
1	Hombros	M ³	694.56	C\$14,000.00	C\$9,723,840.00
2	Cemento para Estabilización de Hombros	M ³	26.04	C\$900.00	C\$23,436.00

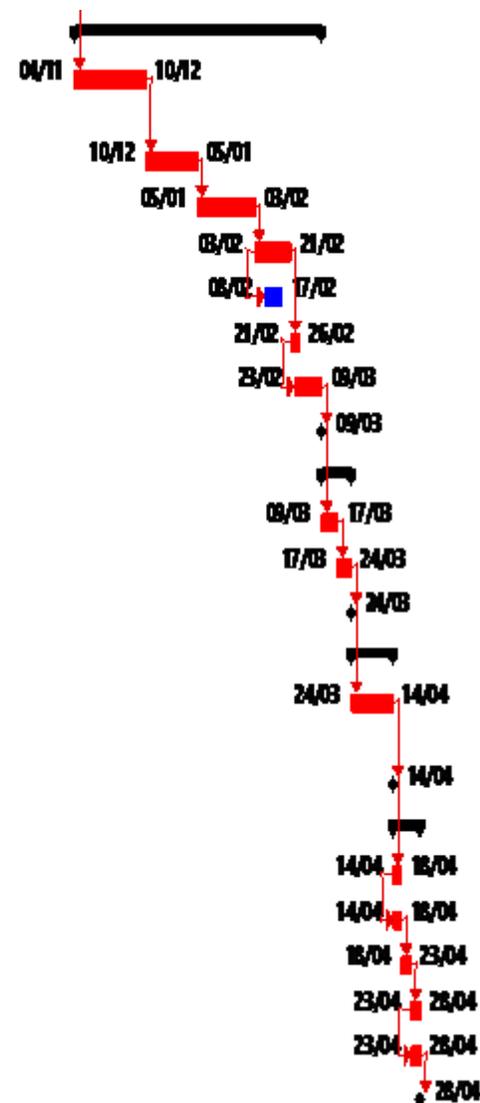
Fuente: Elaboración autores.

Tabla 46. Continuación de la tabla anterior.

290	Obras de Drenaje				C\$723,500.00
01	Drenaje lateral o cuneta de secciontriangular de 0.50m de ancho y espesor de 0.10m	ML	2894	C\$250.00	C\$723,500.00
290	Señalización Horizontal y Vertical				C\$287,314.00
01	Señalización de Postes de Kilometraje	C/U	3	1300.00	C\$3,900.00
02	Señalización de Reglamentación de 54plg x 36plg	C/U	2	4500.00	C\$9,000.00
03	Marcas del Pavimento Continuas (Líneas Amarillas)	ML	2000	85.00	C\$170,000.00
04	Marcas del Pavimento Continuas (Blancas)	ML	2894	16.00	C\$46,304.00
05	Marcas del Pavimento Discontinuas (Líneas Amarillas)	ML	894	65.00	C\$58,110.00
a.	TOTAL COSTO DIRECTO				C\$110,504,326.00
b.	Total de Costos Indirectos (% sobre a)			10	C\$11,050,432.60
c.	Administración (% sobre a+b)			10	C\$12,155,475.86
d.	Utilidades (% sobre a+b+c)			12	C\$16,045,228.14
e.	Sub Total (a+b+c+d)				C\$149,755,462.60
	IMPUESTOS				
f.	I.V.A (15% sobre e.)			15	C\$22,463,319.39
g.	Impuesto Municipales (1% sobre e)			1	C\$1,497,554.63
	PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (e+f+g)				C\$173,716,336.61

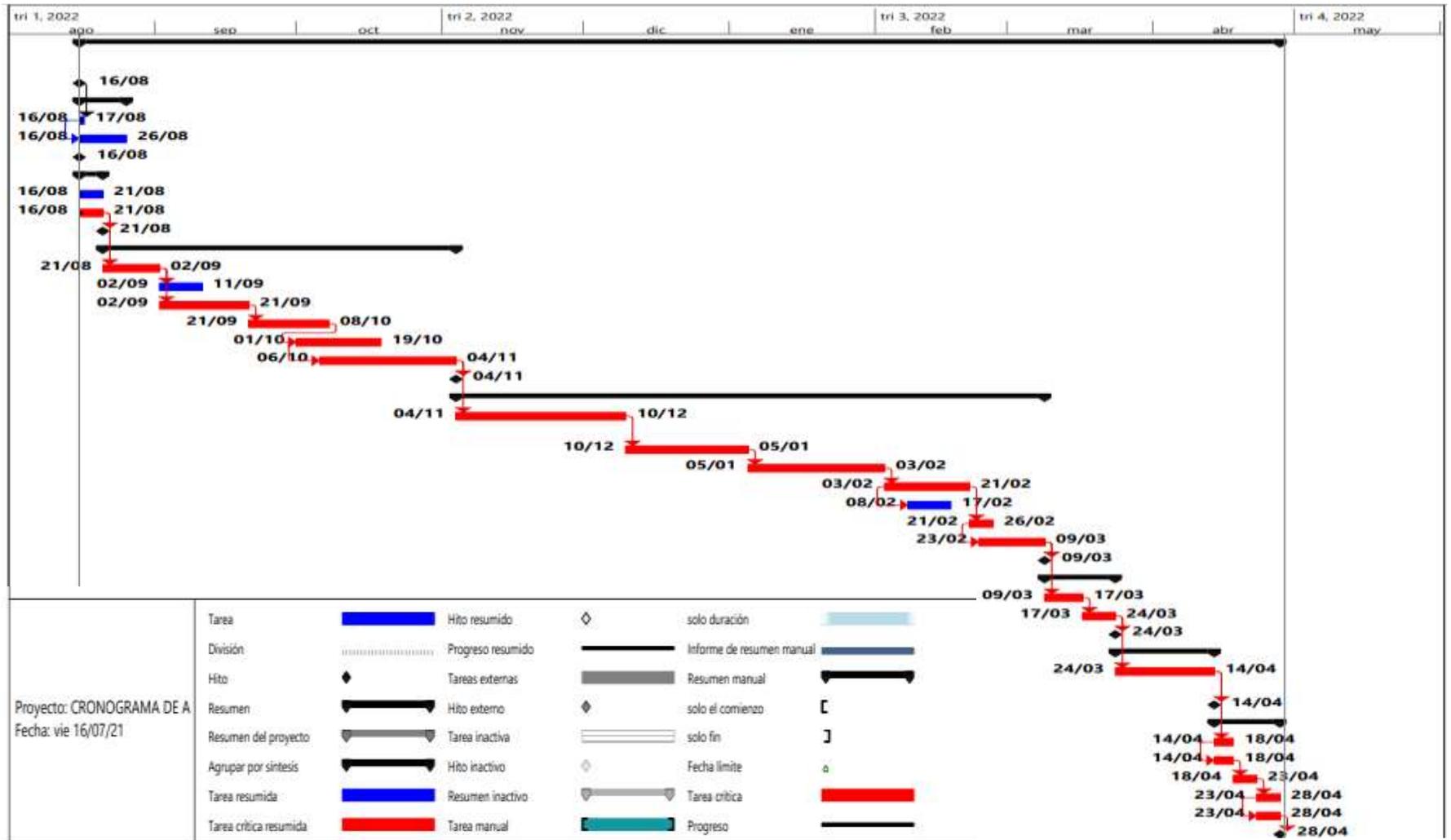
Fuente: Elaboración autores.

19	▣	CARPETA DE RODAMIENTO	194 días	jue 04/11/21	mié 03/03/22
20	▣	Carpeta de Concreto Hidráulico de 24cm de 4000 PSI con Mezcladora	20 días	jue 04/11/21	vie 10/12/21
21	▣	Acarreo de Material Base Granular estabilizada	20 días	vie 10/12/21	mié 05/01/22
22	▣	Base Granular de 15 cm	25 días	mié 05/01/22	jue 03/02/22
23	▣	Vibrado del Concreto	15 días	jue 03/02/22	lun 21/02/22
24	▣	Formaleta de Acero	0 días	mar 08/02/22	jue 17/02/22
25	▣	Pines de 3/4" de 0.6m	5 días	lun 21/02/22	sáb 26/02/22
26	▣	Sellado de Juntas	12 días	mié 23/02/22	mié 03/03/22
27	▣	FIN	0 días	mié 03/03/22	mié 03/03/22
28	▣	HOMBROS AMBOS LADOS	13 días	mié 03/03/22	jue 24/03/22
29	▣	Hombros	7 días	mié 03/03/22	jue 17/03/22
30	▣	Cemento para Estabilización de Hombros	6 días	jue 17/03/22	jue 24/03/22
31	▣	FIN	0 días	jue 24/03/22	jue 24/03/22
32	▣	OBRAS DE DRENAJE	18 días	jue 24/03/22	jue 14/04/22
33	▣	Drenaje lateral o cuneta de sección triangular de 0.50m de ancho y espesor de 0.10m	18 días	jue 24/03/22	jue 14/04/22
34	▣	FIN	0 días	jue 14/04/22	jue 14/04/22
35	▣	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	12 días	jue 14/04/22	jue 28/04/22
36	▣	Señalización de Postes de Kilometraje	3 días	jue 14/04/22	lun 18/04/22
37	▣	Señalización de Reglamentación de 54plg x 36plg	3 días	jue 14/04/22	lun 18/04/22
38	▣	Marcas del Pavimento Continuas (Lineas Amarillas)	5 días	lun 18/04/22	sáb 23/04/22
39	▣	Marcas del Pavimento Continuas (Blancas)	4 días	sáb 23/04/22	jue 28/04/22
40	▣	Marcas del Pavimento Discontinuas (Lineas Amarillas)	4 días	sáb 23/04/22	jue 28/04/22
41	▣	FIN DE OBRA DE EJECUCIÓN	0 días	jue 28/04/22	jue 28/04/22



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EL TRAMO DE CARRETERA COLEGIO TAKASHI-RETÉN	215 días?	lun 16/08/21	jue 28/04/22
2	✓	INICIO DE OBRA DE EJECUCIÓN	0 días	lun 16/08/21	lun 16/08/21
3		OBRAS PROVINCIONALES	9 días?	lun 16/08/21	jue 26/08/21
4		Cartel de Identificación de Obra de 2.40*3.60 m	1 día?	lun 16/08/21	mar 17/08/21
5		Oficinas y Almacenes	9 días	lun 16/08/21	jue 26/08/21
6	✓	FIN	0 días	lun 16/08/21	lun 16/08/21
7		PRELIMINARES	5 días	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
8		Limpieza Inicial	5 días	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
9		Trazo y Nivelación	5 días	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
10		FIN	0 días	sáb 21/08/21	sáb 21/08/21
11		MOVIMIENTO DE TIERRA	63 días	sáb 21/08/21	jue 04/11/21
12		Descapote de 10cm	10 días	sáb 21/08/21	jue 02/09/21
13		Excavación de la Vía	8 días	jue 02/09/21	sáb 11/09/21
14		Botar Tierra sobrante de Excavación de la Base 15 cm	15 días	jue 02/09/21	mar 21/09/21
15		Escarificado de 10cm de Profundidad de Subrasante	15 días	mar 21/09/21	vie 08/10/21
16		Conformación y Compactación de Subrasante	15 días	vie 01/10/21	mar 19/10/21
17		Nivelación del Material Base Granular estabilizada	25 días	mié 06/10/21	jue 04/11/21
18		FIN	0 días	jue 04/11/21	jue 04/11/21
19		CARPETA DE RODAMIENTO	104 días	jue 04/11/21	mié 09/03/22
20		Carpeta de Concreto Hidráulico de 24cm de 4000 PSI con Mezcladora	30 días	jue 04/11/21	vie 10/12/21
21		Acarreo de Material Base Granular estabilizada	20 días	vie 10/12/21	mié 05/01/22
22		Base Granular de 15 cm	25 días	mié 05/01/22	jue 03/02/22
23		Vibrado del Concreto	15 días	jue 03/02/22	lun 21/02/22
24		Formaleta de Acero	8 días	mar 08/02/22	jue 17/02/22
25		Pines de 3/4" de 0.6m	5 días	lun 21/02/22	sáb 26/02/22
26		Sellado de Juntas	12 días	mié 23/02/22	mié 09/03/22
27		FIN	0 días	mié 09/03/22	mié 09/03/22
28		HOMBROS AMBOS LADOS	13 días	mié 09/03/22	jue 24/03/22
29		Hombros	7 días	mié 09/03/22	jue 17/03/22
30		Cemento para Estabilización de Hombros	6 días	jue 17/03/22	jue 24/03/22
31		FIN	0 días	jue 24/03/22	jue 24/03/22
32		OBRAS DE DRENAJE	18 días	jue 24/03/22	jue 14/04/22
33		Drenaje lateral o cuneta de secciontriangular de 0.50m de ancho y espesor de 0.10m	18 días	jue 24/03/22	jue 14/04/22
34		FIN	0 días	jue 14/04/22	jue 14/04/22
35		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	12 días	jue 14/04/22	jue 28/04/22
36		Señalización de Postes de Kilometraje	3 días	jue 14/04/22	lun 18/04/22
37		Señalización de Reglamentación de 54plg x 36plg	3 días	jue 14/04/22	lun 18/04/22
38		Marcas del Pavimento Continuas (Líneas Amarillas)	5 días	lun 18/04/22	sáb 23/04/22
39		Marcas del Pavimento Continuas (Blancas)	4 días	sáb 23/04/22	jue 28/04/22
40		Marcas del Pavimento Discontinuas (Líneas Amarillas)	4 días	sáb 23/04/22	jue 28/04/22
41		FIN DE OBRA DE EJECUCIÓN	0 días	jue 28/04/22	jue 28/04/22

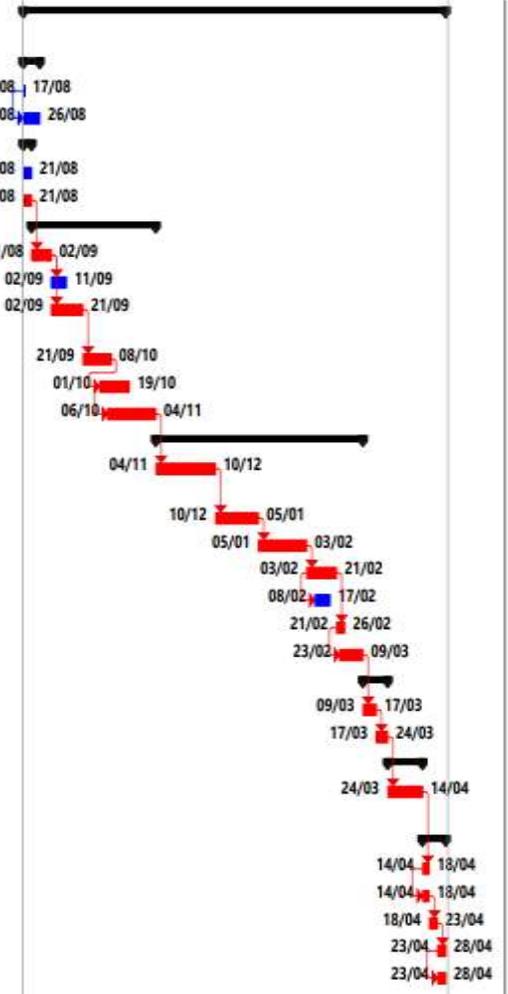
Gráfica 19. Cronograma por Actividades.



Fuente: Elaboración Autores. Project.

Tabla 48. Cronograma Financiero por Actividad

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Costo	Comienzo	Fin
1		DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EL TRAMO DE CARRETERA COLEGIO TAKASHI-RETÉN	215 días?	C\$110,504,326...	lun 16/08/21	jue 28/04/22
2		OBRAS PROVINCIONALES	9 días?	C\$60,000.00	lun 16/08/21	jue 26/08/21
3		Cartel de Identificación de Obra de 2.40*3.60	1 día?	C\$10,000.00	lun 16/08/21	mar 17/08/21
4		Oficinas y Almacenes	9 días	C\$50,000.00	lun 16/08/21	jue 26/08/21
5		PRELIMINARES	5 días	C\$781,380.00	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
6		Limpieza Inicial	5 días	C\$434,100.00	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
7		Trazo y Nivelación	5 días	C\$347,280.00	lun 16/08/21	sáb 21/08/21
8		MOVIMIENTO DE TIERRA	63 días	C\$23,619,381.00	sáb 21/08/21	jue 04/11/21
9		Descapote de 10cm	10 días	C\$173,640.00	sáb 21/08/21	jue 02/09/21
10		Excavación de la Vía	8 días	C\$463,040.00	jue 02/09/21	sáb 11/09/21
11		Botar Tierra sobrante de Excavación de la Base 15 cm	15 días	C\$1,063,545.00	jue 02/09/21	mar 21/09/21
12		Escarificado de 10cm de Profundidad de Sub	15 días	C\$7,090,300.00	mar 21/09/21	vie 08/10/21
13		Conformación y Compactación de Subrasante	15 días	C\$7,839,846.00	vie 01/10/21	mar 19/10/21
14		Nivelación del Material Base Granular estabiliz	25 días	C\$6,989,010.00	mié 06/10/21	jue 04/11/21
15		CARPETA DE RODAMIENTO	104 días	C\$75,285,475.00	jue 04/11/21	mié 09/03/22
16		Carpeta de Concreto Hidráulico de 24cm de 4000 PSI con Mezcladora	30 días	C\$68,066,880.00	jue 04/11/21	vie 10/12/21
17		Acarreo de Material Base Granular estabilizad	20 días	C\$2,279,025.00	vie 10/12/21	mié 05/01/22
18		Base Granular de 15 cm	25 días	C\$3,646,440.00	mié 05/01/22	jue 03/02/22
19		Vibrado del Concreto	15 días	C\$434,100.00	jue 03/02/22	lun 21/02/22
20		Formaleta de Acero	8 días	C\$578,800.00	mar 08/02/22	jue 17/02/22
21		Pines de 3/4" de 0.6m	5 días	C\$130,230.00	lun 21/02/22	sáb 26/02/22
22		Sellado de Juntas	12 días	C\$150,000.00	mié 23/02/22	mié 09/03/22
23		HOMBROS AMBOS LADOS	13 días	C\$9,747,276.00	mié 09/03/22	jue 24/03/22
24		Hombros	7 días	C\$9,723,840.00	mié 09/03/22	jue 17/03/22
25		Cemento para Estabilización de Hombros	6 días	C\$23,436.00	jue 17/03/22	jue 24/03/22
26		OBRAS DE DRENAJE	18 días	C\$723,500.00	jue 24/03/22	jue 14/04/22
27		Drenaje lateral o cuneta de secciontriangular de 0.50m de ancho y espesor de 0.10m	18 días	C\$723,500.00	jue 24/03/22	jue 14/04/22
28		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	12 días	C\$287,314.00	jue 14/04/22	jue 28/04/22
29		Señalización de Postes de Kilometraje	3 días	C\$3,900.00	jue 14/04/22	lun 18/04/22
30		Señalización de Reglamentación de 54plg x 3	3 días	C\$9,000.00	jue 14/04/22	lun 18/04/22
31		Marcas del Pavimento Continuas (Líneas Am	5 días	C\$170,000.00	lun 18/04/22	sáb 23/04/22
32		Marcas del Pavimento Continuas (Blancas)	4 días	C\$46,304.00	sáb 23/04/22	jue 28/04/22
33		Marcas del Pavimento Discontinuas (Líneas Amarillas)	4 días	C\$58,110.00	sáb 23/04/22	jue 28/04/22



Fuente: Elaboración Autores.

IX. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto consiste en proponer el diseño de pavimento rígido para mejorar y ampliar el tramo de carretera colegio Takashi- Reten, permitiendo el traslado de la producción y que los usuarios pueden movilizarse de forma segura.

Además, es un proyecto que por sus características está contemplado a provocar intervenciones en menor escala o de bajo impacto en los diferentes ecosistemas, es por ello que se realizara una valoración de impactos.

En el desarrollo del mismo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales y sociales que podrían presentarse durante las etapas o ciclos preliminares, construcción, operación y abandono del área intervenida por el proyecto. Los impactos potenciales identificados en el presente proyecto serán minimizados y/o evitados, con la implementación de las medidas de manejo ambiental y social.

En ese sentido se ha tomado en consideración el análisis de las actividades y estructuras del proyecto, considerados como potenciales generadores de impactos y los componentes socio-ambientales del ámbito de influencia del proyecto, susceptibles a sufrir impactos de forma directa e indirecta.

10.1. Identificación de Acciones impactantes en las diferentes Etapas del Proyecto.

A continuación, se enumeran las acciones Impactantes a ejecutarse en las obras constructivas del tramo colegio Takashi- Reten para la etapa de construcción como para operación de la misma.

Tabla 49. Identificación de Actividades en las diferentes Etapas del Proyecto

FASE DE CONSTRUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none">• Instalación de Planteles y Campamentos
<ul style="list-style-type: none">• Excavación y Terraplenado
<ul style="list-style-type: none">• Excavación de Bancos de Materiales
<ul style="list-style-type: none">• Explotación de Fuentes de Agua
<ul style="list-style-type: none">• Desvíos Previsionales y Obras Complementarias
<ul style="list-style-type: none">• Construcción de Obras de Drenaje (Mayor, Menor y Obras Complementarias)
<ul style="list-style-type: none">• Construcción de Base
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Puesta en Servicio del Proyecto
<ul style="list-style-type: none">• Operación del Drenaje Pluvial
<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento Preventivo y Correctivo de la Base
<ul style="list-style-type: none">• Limpieza del Derecho de la Vía
<ul style="list-style-type: none">• Mantenimiento de las Obras de Drenaje y Obras Complementarias.

Fuente: Guía No. 2 para los sistemas de protección ambiental en proyectos viales.

Tabla 50. Posibles Factores Ambientales del Medio a Ser Impactados como Resultado de la Ejecución del Proyecto.

Componente	Subcomponente	Factor	Definición
Físico	Geomorfología	Topografía	Cambios en las formas del terreno provocadas por la actividad de movimientos de tierra (excavación y terraplenado) y explotación de bancos de materiales principalmente.
	Aire	Emisión de Gases	Presencia en el aire de sustancias que alteran su calidad.
		Partículas en Suspensión	Afectación a la calidad de aire por material particulado durante el proceso constructivo de la vía.
		Nivel Sonoro	Generación de ruido relacionado con las actividades constructivas, operación y mantenimiento del proyecto de vía.
	Suelo	Contaminación	Degradación de la calidad del suelo por su uso combustibles, grasas, aceites, etc; para el mantenimiento de maquinaria
		Compactación	Comparación de suelo debido a circulación e intervención en las vías de acceso al proyecto.
	Agua	Agua Superficial	Alteración de la calidad de agua producto de las actividades constructivas del proyecto vial.
		Agua Subterránea	Alteración a la calidad y a la cantidad del agua subterránea, producto de las actividades constructivas y de funcionamiento del proyecto.
	Paisaje	Percepción Visual	Alteración del paisaje por la presencia temporal del campamento, desbroce vegetal.
	Clima	Inundación	De forma indirecta se producirá mayor velocidad en el escurrimiento de las aguas superficiales. Eso trae como consecuencia potencial sedimentación y erosión de suelos.
Deslizamiento		Probabilidad de ocurrencia de procesos de movimiento de masa de tierra debido a factores condicionantes Geomorfológicos, Naturales (precipitaciones, sismos) y antrópicos (corte de taludes en la fase de construcción).	

Biótico	Flora	Vegetación arbórea/arbustiva	Alteración de la cobertura vegetal existente en los predios aledaños al proyecto.
	Fauna	Desplazamiento de Especies	Alteración de su hábitat, fuentes alimenticias, sitios de refugio, sitios de reproducción y vida de las aves en la zona en la que se desarrollará el proyecto.
Socioeconómico	Población	Tráfico vehicular y peatonal	Interrupción temporal y alteración del tráfico de las vías de acceso durante la construcción y operación del proyecto.
		Accesos	Cierre parcial y temporal de caminos y accesos a propiedades y a la comunidad.
		Disposición de residuos orgánicos e inorgánicos	Contaminación de suelo debido a la incorrecta disposición de residuos de tipo orgánico e inorgánico generados por actividades adicionales de los obreros como alimentación y aseo; así como también por la disposición incorrecta de escombros y material de excavación procedente del proceso constructivo.
		Calidad de vida y bienestar	Alteración del bienestar ciudadano de las personas que habitan en el área de influencia.
		Infraestructura	Interrupción temporal de servicios para la construcción de la obra básica, cunetas, colocación y de alcantarillas.
		Relaciones Comunitarias	Afectación de relaciones comunitarias durante el proceso de indemnización y compensación de predios afectados. Posibles molestias generadas durante el proceso constructivo.
		Salud	Alteración de la Salud del personal que laborará en el proyecto.
		Seguridad	Riesgo a los que están expuestos los trabajadores y pobladores durante la construcción del proyecto.
		Accidentes	Riesgo de ocurrencia de accidentes por condiciones inseguras en los lugares de trabajo (falta de señalización, uso de equipos/implementos de protección personal.
	Empleo	Generación de fuentes de trabajo.	

Fuente: Guía No. 2 para los sistemas de protección ambiental en proyectos viales.

10.2. Identificación de impactos potenciales en la fase de construcción y operación del Camino

A continuación, se presentan los impactos potenciales identificados a través de la relación causa- efecto donde se muestran las acciones a ejecutar en las etapas de construcción y operación tomando en consideración las alteraciones o cambios que pueden generar en los diferentes factores ambientales del medio

Tabla 51. Acciones Impactantes del Proyecto

Componente	Subcomponente	Factor	Actividades	ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO													
				Código	Fase de Construcción								Fase de Operación y Mantenimiento				
					Instalación de Planteles y Campamentos	Abra y Destronque	Excavación y Terraplenado	Excavación de Bancos de Materiales	Explotación de Fuentes de Agua	Desvíos Previsionales y Obras Complementarias	Construcción de Obras de Drenaje (Mayor, Menor y Obras Complementarias)	Construcción de Base	Puesta en Servicio del Proyecto	Operación del drenaje Pluvial	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de la Base	Limpieza del Derecho de la Vía	Mantenimiento de las Obras de Drenaje y Obras Complementarias
					A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5
Físico	Geomorfología	Tografía	D1		X	X	X		X	X							
	Aire	Emisión de Gases	E1		X	X	X	X	X	X	X		X		X		
		Partículas en Suspensión	E2	X	X	X	X		X	X	X			X			
		Nivel Sonoro	E3	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Suelo	Contaminación	F1	X	X	X	X		X	X	X		X		X		
		Compactación	F2		X	X	X		X	X							
	Agua	Agua Superficial	G1	X	X	X	X	X	X	X	X		X				
		Agua Subterránea	G2			X					X						
	Paisaje	Percepción Visual	H1		X		X		X								
	Clima	Inundación	I1					X		X							
Inestabilidad de Laderas		I2			X				X								
Biótico	Flora	Vegetación Arbórea/Arbustiva	J1	X	X	X	X		X								
	Fauna	Desplazamiento de Especies	K1	X	X	X	X										
Socioeconómico	Población	Tráfico Vehicular y Peatonal	L1			X			X	X	X	X	X		X		
		Accesos	L2						X								
		Disposición de Residuos Orgánicos e Inorgánicos	L3	X	X	X			X	X	X		X	X	X		
		Calidad de Vida y Bienestar	L4				X	X	X		X						
		Infraestructura	L5			X			X	X							
		Relaciones Comunitarias	L6			X	X		X								
		Salud	L7			X	X			X	X		X		X		
		Seguridad	L8			X	X			X	X		X	X	X		
		Accidentes	L9			X	X		X	X	X		X	X	X		
		Empleo	L10	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		

Fuente: Observación de los autores

Tabla 52. Matriz de impactos generados en cada una de las fases del proyecto

Componente	Subcomponente	N°	Impactos	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				Importancia de Impacto	Nivel de Significancia		
				(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12								
				Impacto Perjudicial	Impacto Beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo Plazo	Medio Plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a Corto Plazo	Recuperable a Mediano Plazo	Recuperable a Largo Plazo	Irrecuperable	Simple (Sin Sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Severa	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta			Máxima	Total
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Percepción Social	I		S																											
Signo	IN	EX	MO	PE	RV	AC	EF	PR	PS																																		
AMBIENTAL																																											
Físico	Geomorfología	1	A2D1	(-)		2		1		4	2		2		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		-20	Bajo							
		2	A3D1	(-)		2			2		4	2		2				1		2		1		2		1		2		1		2		2		-24	Bajo						
		3	A4D1	(-)		2		1		4	4		4		4				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-27	Moderado					
		4	A6D1	(-)		1		1		4	1		1		1				2		1		1		2		1		2		1		2		2		-17	Bajo					
		5	A7D1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		2		1		2		1		2		2		-16	Bajo					
		6	A2E1	(-)		1		1		4	1		1		2				1		1		1		2		1		2		1		2		2		-17	Bajo					
		7	A3E1	(-)		1		1		4	1		1		1				2		1		1		1		1		1		1		1		1		-16	Bajo					
	8	A4E1	(-)		2		1		4	2		1		1				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-22	Bajo						
	9	A5E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	10	A6E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	11	A7E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		2		1		2		1		2		2		-16	Bajo						
	12	A8E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		2		1		2		1		2		2		-16	Bajo						
	13	B3E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		2		1		2		1		2		2		-16	Bajo						
	14	B5E1	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	15	A1E2	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	16	A2E2	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	17	A3E2	(-)		2		1		4	2		1		2				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-23	Bajo						
	18	A4E2	(-)		2		1		4	2		1		2				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-23	Bajo						
	19	A6E2	(-)		1		1		4	2		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-16	Bajo						
	20	A7E2	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	21	A8E2	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	22	B4E2	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	23	A1E3	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	24	A2E3	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						
	25	A3E3	(-)		2		2		4	2		1		2				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-25	Moderado						
	26	A4E3	(-)		2		1		4	2		1		2				2		2		1		2		1		2		1		2		2		-23	Bajo						
	27	A5E3	(-)		1		1		4	1		1		1				1		1		1		1		1		1		1		1		1		-15	Bajo						

Biótico		28	A6E3	(-)	1	2	4	1	1	2	1	1	1	-18	Bajo	
		29	A7E3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		30	A8E3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	Suelo	31	A1F1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		32	A2F1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		33	A3F1	(-)	2	1	4	2	2	2	2	2	1	1	-22	Bajo
		34	A4F1	(-)	2	1	4	2	2	2	2	2	1	1	-22	Bajo
		35	A6F1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		36	A7F1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		37	A8F1	(-)	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	-17	Bajo
		38	B3F1	(-)	1	1	4	1	2	2	1	1	1	1	-17	Bajo
		39	B5F1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		40	A2F2	(-)	2	2	4	2	1	2	1	1	2	2	-23	Bajo
		41	A3F2	(-)	1	2	4	2	2	2	1	1	2	2	-21	Bajo
		42	A4F2	(-)	1	2	4	2	2	2	1	1	1	1	-20	Bajo
		43	A6F2	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		44	A7F2	(-)	2	1	4	2	2	2	2	2	1	1	-22	Bajo
	Agua	45	A1G1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		46	A2G1	(-)	1	1	4	1	2	2	2	1	1	1	-18	Bajo
		47	A3G1	(-)	2	1	4	1	2	2	2	1	1	1	-21	Bajo
		48	A4G1	(-)	1	1	4	1	2	2	2	1	1	1	-18	Bajo
		49	A5G1	(-)	2	1	4	1	1	2	2	1	1	1	-20	Bajo
		50	A6G1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		51	A7G1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		52	A8G1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
		53	B2G1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		54	A3G2	(-)	1	1	4	2	2	2	2	1	1	1	-19	Bajo
		55	A8G2	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	Medio P.	56	A2H1	(-)	1	2	4	1	1	1	1	1	2	2	-18	Bajo
		57	A4H1	(-)	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	-16	Bajo
		58	A6H1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	Clima	59	A5I1	(-)	2	1	4	1	1	1	2	1	1	1	-19	Bajo
		60	A7I1	(-)	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-18	Bajo
		61	A5L2	(-)	2	1	4	2	1	2	1	1	1	1	-20	Bajo
		62	A7I2	(-)	2	1	4	2	1	2	1	1	1	1	-20	Bajo
	Flora	63	A1J1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
		64	A2J1	(-)	2	2	4	2	2	2	2	1	1	1	-24	Bajo

Fauna	65	A3J1	(-)	1	1	4	2	2	2	1	1	1	-18	Bajo
	66	A4J1	(-)	1	1	4	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
	67	A6J1	(-)	1	1	4	1	2	1	1	1	1	-16	Bajo
	68	A1K1	(-)	2	1	4	2	1	1	1	1	1	-19	Bajo
	69	A2K1	(-)	1	1	4	2	2	2	2	1	1	-19	Bajo
	70	A3K1	(-)	1	1	4	2	1	2	1	1	1	-17	Bajo
	71	A4K1	(-)	1	1	4	2	1	2	1	1	1	-17	Bajo
SOCIOECONÓMICO														
	72	A3L1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	73	A6L1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	2	-17	Bajo
	74	A7L1	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	2	-17	Bajo
	75	A8L1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-16	Bajo
	76	B1L1	(-)	1	2	4	4	2	1	4	4	2	28	Moderado
	77	B3L1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	78	B5L1	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	79	A6L2	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-16	Bajo
	80	A1L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	81	A2L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	82	A3L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	83	A6L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	84	A7L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-16	Bajo
	85	A8L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-16	Bajo
	86	B3L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	87	B4L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	88	B5L3	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	89	A4L4	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	90	A5L4	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	2	-16	Bajo
	91	A6L4	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	92	B1L4	(-)	1	3	4	4	4	2	4	4	4	38	Moderado
	93	A3L5	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	94	A6L5	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	95	A7L5	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	96	A3L6	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	97	A4L6	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	98	A6L6	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
	99	A3L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
	100	A4L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo

101	A7L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
102	A8L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
103	B3L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
104	B5L7	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
105	A3L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
106	A4L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
107	A7L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
108	A8L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
109	B3L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
110	B4L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
111	B5L8	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
112	A3L9	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
113	A4L9	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
114	A6L9	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
115	A7L9	(-)	1	1	4	1	1	2	1	1	1	-16	Bajo
116	A8L9	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
117	B3L9	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
118	B4L9	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
119	B5L9	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	-15	Bajo
120	A1L10	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	15	Bajo
121	A2L10	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	15	Bajo
122	A3L10	(-)	2	2	4	2	2	2	2	2	2	26	Moderado
123	A4L10	(-)	2	2	4	2	2	2	2	2	2	26	Moderado
124	A6L10	(-)	2	2	4	2	2	2	2	2	2	26	Moderado
125	A7L10	(-)	2	2	4	2	2	2	2	2	2	26	Moderado
126	A8L10	(-)	2	2	4	2	2	2	2	2	2	26	Moderado
127	B3L10	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	15	Bajo
128	B4L10	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	15	Bajo
129	B5L10	(-)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	15	Bajo

Fuente: Observación de los autores.

10.3. Valoración y Análisis de los Impactos Ambientales en Base a las Matrices

En este acápite se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la Matriz de valoración e importancia de impactos en las etapas de construcción y operación de la carretera.

10.4. Valoración y análisis de la Matriz de valoración de impacto

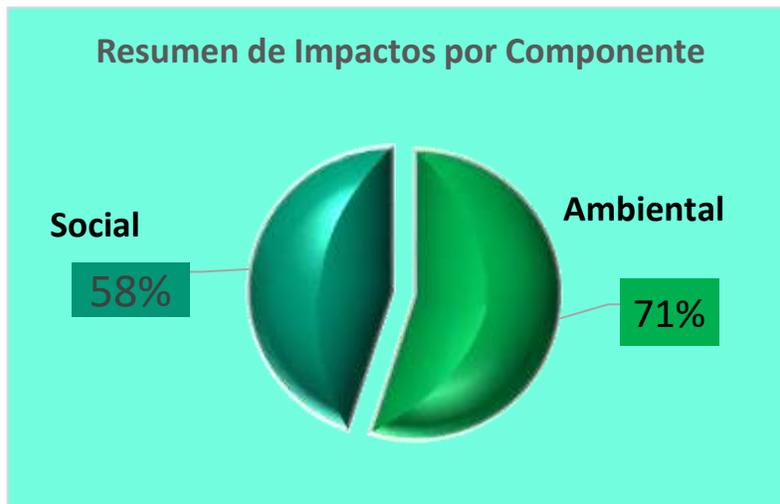
En la Matriz de Valoración de Impactos, se exponen cada uno de los impactos que puede generar en el proyecto y su valoración tanto en el componente ambiental como social, en las fases de Construcción, Operación y Mantenimiento.

Tabla 54. Impactos por componente.

Componente	N° Impactos	Sumatoria	Promedio	Significado
Ambiental	71	-1263	-17.79	Bajo
Social	58	-438	-7.55	Bajo
Total	129	-1701	-25.34	Bajo

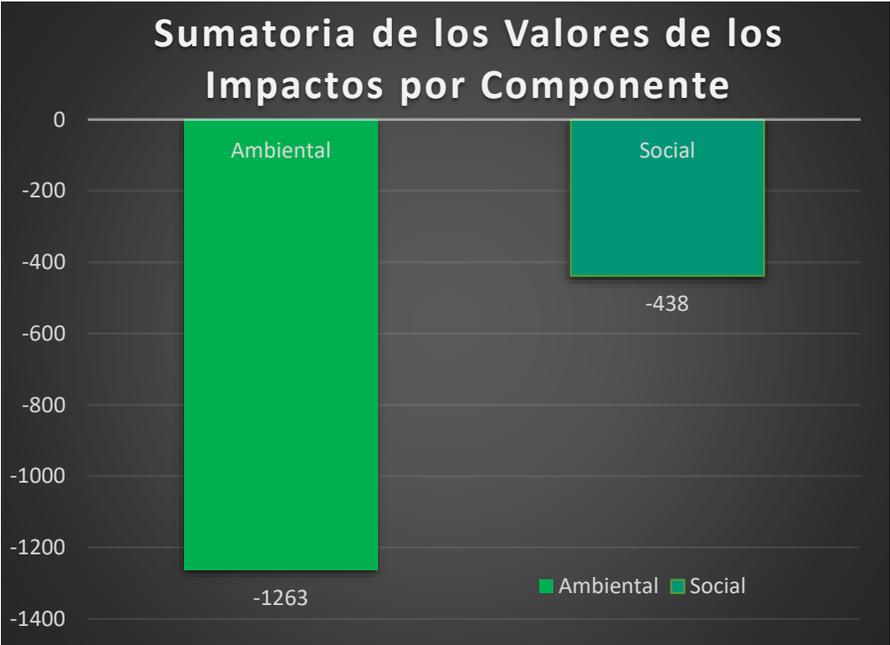
Fuente: Ley general del medio ambiente y los recursos naturales. Ley no. 217, 28 de octubre de 1994.

Grafica 20. Impactos por componente.



Fuente: Elaboración autores.

Grafica 21. Sumatoria de los Valores de Impactos por componente.



Fuente: Elaboración autores.

X. LISTA DE REFERENCIAS

1. AASHTO, 1993. "Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos".
2. Ministerio de Transporte e Infraestructura. Manual Para La Revisión De Costo y Presupuesto.
3. NIC. (2000). Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes.
4. Cisneros y Conrado 1976. Fondo especial de desarrollo banco central de Nicaragua. Normas generales de diseño, construcción y mantenimiento para caminos en parques nacionales y centros turísticos.
5. Unidad Ambiental del MCT, 1997. Guía No. 2 Para los sistemas de protección ambiental en proyectos viales.
6. Ley No. 217, 28 de Octubre de 1994. Ley general del medio ambiente y los recursos naturales.
7. MARENA 1998. Procedimientos para obtener permiso ambiental Serie: Evaluación de Impacto Ambiental Dirección General de Calidad Ambiental.
8. Norma ASTM C 136. Ensayo normalizado para análisis granulométrico.
9. Norma ASTM C 702. Método normalizado de cuarteo de materiales.
10. Norma ASTM D 6159-03. Método normalizado para ensayo DCP.
11. INV. ICPC. 2016. Manual de diseño de pavimentos de concreto par vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.
12. MTI. (2008). Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de drenaje menor.
13. MTI. (2008). Manual para Revisión de Estudios Geotécnicos.
14. Guía Hidráulica para el Diseño de Estructuras de Drenaje en Caminos Rurales.

XI. ANEXOS

12.1. Fotografías del Campo.





12.2. Matriz de Actividades

Objetivo General	Objetivo Específico	Fuente de Información	Instrumentos para Recopilar la Información	Forma de Procesar la Información	Análisis de Información	
Diseñar una estructura de pavimento rígido que cumpla con los parámetros y especificaciones exigidos por el Nic-2000 y la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), en el tramo de carretera Reten- Takashi.	Realizar estudios técnicos previos al proyecto (topográfico, geotécnico, hidrológico y de tránsito) para el mejoramiento de la vía.	Documentos, visita al sitio de proyecto, Visita a la Estación Meteorológica Bilwi, obtención de datos a través de la SERENA, Investigación por navegador.	Estación total, Trípode, Tabla de Campo, Hojas Blancas, Lapicero, Macana, Pala, Cinta Métrica, Bandeja, Balanza, Tamiz, horno.	Una vez obtenida la información necesaria esta es llevada a gabinete para luego presentarla de forma precisa y ordenada a través de gráficas, cuadros y planos.	La información recopilada es analizada y depurada correctamente para realizar todos los planos.	
	Diseñar el espesor del pavimento rígido, utilizando el método de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) 93.	ASHTO Nic-2000	T-93	Ordenador, Programa Office Excel, Bloc de Notas, Auto CAD Civil 3D, Auto CAD 2D 2020, Calculadora	Los datos obtenidos son procesados a través de programas especializados en diseños, que nos permiten diseñar el espesor de pavimento rígido y finalmente imprimirlos físicamente en hojas A-3.	Una vez diseñados los planos del proyecto estos se analizan de acuerdo a las normativas correspondientes de diseño, para asegurar el cumplimiento de estas.
	Elaborar el presupuesto del proyecto y cronograma de ejecución de la obra.	Curso Presupuesto de Carretera, Manual para la revisión de Costo y Presupuesto, como también el Inifom.		Ordenador Microsoft Excel Project	Una vez obtenidos los precios de los materiales correspondientes se procede a elaborar el costo presupuesto del proyecto a través del Excel y seguidamente se procede al cálculo del tiempo por cada actividad a través del Microsoft Project.	La información obtenida a través de la cotización de los materiales en las diferentes ferreterías, es analizada de forma adecuada para finalmente elaborar el presupuesto con los costos más económicos posibles y determinar el costo total del proyecto en base al cronograma de ejecución.

12.3. Cuadro de Análisis de Involucrados

Análisis de Involucrados			
Grupos	Intereses	Problemas Percibido	Recursos y Mandatos
Transportistas en General	Mejorar las condiciones actuales de la vía para el confort de los transportistas.	Falta de una carpeta de rodamiento adecuada por la mala calidad de relleno generando baches y hundimientos a lo largo del tramo perjudicando a los transportistas.	Contribuir con el pago de los impuestos en tiempo y forma para así dar mantenimiento a la via y mejorar las condiciones de deterioro que se generen al paso de la vida util del pavimento.
Usuarios de la Via ubicados a lo largo del tramo del proyecto	Mejorar las condiciones de movilidad y sanitaria.	Durante las epocas de invierno se generan estancamiento en la vía produciendo el aumento de mosquitos y en tiempos de verano al paso de los vehiculos se levantan grandes cantidades de polvo afectando plantas y personas ubicados a lo largo del tramo.	Contribuir con el manejo adecuado de los desechos y residuos.
Autoridades Municipales y Regionales	Elaborar una propuesta de proyectos y la creacion de planos topograficos y estructurales.	Falta de iniciativa por mejorar el urbanismo en la ciudad y ausencia de planos de la vía del proyecto.	Contribuir con los recursos economicos y tecnicos para la realizacion del mismo.

12.4. Aval del o la Tutora



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES DE LA COSTA
CARIBE NICARAGUENSE

URACCAN

AVAL DEL TUTOR

El tutor/a: Ing. Jinelka Adelina Blanco Franco por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Perfil
- b. Protocolo
- c. Informe Final ✓
- d. Artículo Técnico
- e. Otra forma de culminación (especifique):

A la investigación titulada: Diseño del Pavimento Rígido el Tramo de Carretera Colegio Takashi-Retén, desarrollada por el o los estudiantes: Eliezer Mejia Garcia, Vicente Urbina Orozco, Kevin Javier Duarte.

De la Carrera: Ingeniería Civil

Nombre y apellido del Tutor, Tutora: Ing. Jinelka Adelina Blanco Franco

Firma: 

Recinto: URACCAN-BILWI

Extensión: _____

Fecha: 18 de Julio del 2021

12.5. Aval Consentimiento Previo, Libre e Informado



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

AVAL CONSENTIMIENTO PREVIO, LIBRE E INFORMADO PARA INVESTIGAR Y PUBLICAR

El Territorio/Comunidad/Empresa/Barrio 100010 Jerusalem- del municipio de Puerto Cabezas por medio del presente escrito, otorga el consentimiento previo, libre e informado a URACCAN para que se realice la investigación titulada: Diseño de pavimento rígido el tramo de Carretera Colegio Takashi-Retén Con el objetivo de: Diseñar una estructura de pavimento rígido que cumpla con los parámetros y especificaciones técnicas. la cual se desarrollará del 01 de marzo 2020 al 30 de Junio 2020 Información que será utilizada única y exclusivamente con fines académicos.

Las instancias correspondientes autorizan la publicación de los resultados de la investigación, previa validación de los resultados en la comunidad/organización.

Nombre y apellido del representante: Sabero Pantin

Cargo: Coord. General de Juven Firma: [Firma]

Lugar: Puerto Cabezas Fecha: 30 de agosto 2020



12.6 Aval de Devolución



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA
CARIBE NICARAGUENSE
URACCAN

AVAL DE LA COMUNIDAD

El Territorio/Comunidad/Empresa/

Barrio Nueva Jerusalén Ciudad de Piwi del municipio
de Puerto Cabezas por medio del presente escrito,
otorga el siguiente aval:

Aval de validación de resultados

Aval de devolución de resultados

A la Creación, Recreación de Conocimientos, Saberes y Prácticas

titulada: Diseño del pavimento rígido en trazo de
Calletera Calleja Takashi - Retén.

_____, desarrollada por

el o

los siguientes docentes: _____

Estudiantes:

Eliczer Medina Garcia, Vicente Lachina Diaz
CA, Kevin Javier Duarte.

De la instancia (carrera, Instituto o Centro, área académica,
programa de posgrado): _____

Nombre y apellido del representante: Rubén Rentería Montez



Cargo: Procurador (MUNIC)

Firma: _____

Fecha: 13/10/2021

UBICAR PLANOS DE (N.1 HASTA N. 25) EN TAMAÑO A3.