UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE (ADOQUINADO) DEL TRAMO DE CARRETERA COMALAPA - CUAPA DE LA ESTACION 6+000 – 8+100 DEL DEPARTAMENTO DE CHONTALES DEL AÑO 2017.

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Ricardo Luis Araujo Barrantes.

Br. Melvin Alexander Benavides Duarte.

Br. Walter Antonio Gaytan Alvarez.

Tutor

Ing. Juan Carlos Mendoza.

Managua, Octubre 2017.

Dedicatoria.

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios y a la Virgen maría quienes han sido mi gran apoyo espiritual, para seguir adelante en todas las dificultades que se han presentado a lo largo de mi vida y me han permitido culminar con esta etapa importante de mi formación profesional.

A mis abuelos, **Albanydia Agurcía** y **Luís Barrantes**, quienes han sido como mis padres, y que desde pequeño me criaron y aconsejaron de la mejor manera, estando presentes en cada etapa que he superado en mi vida.

A mis padres, **Karen Barrantes** y **Ricardo Araujo,** que siempre han estado velando por mi bienestar, que con sus consejos me han mostrado como ser una mejor persona.

A mis familiares y demás personas, **Martin Barrantes, Yubelqui Ponce, Jeanncarlos Luna y Xochilt Rayo, Norma Jimenez** que estuvieron cerca de mi formación apoyándome y brindándome su cariño.

A mis amistades de infancia, **Carlos Ortega, Marcos Betanco, Francisco Valladares, Nadir Fernández, Caleb Fernández, Arnoldo García, Jurgen Hernández, Irma Morales y Luis Espinoza,** quienes han estado presentes en toda mi vida compartiendo buenos y malos momentos.

A mis amigos y compañeros de Universidad, **Melvin Benavidez, Walter Gaytan, David Castellón, Byron Mayorga, Roberto Aguilar, Roberto Lacayo y Honeyker López,** con quienes juntos salimos adelante durante nuestra formación universitaria y han hecho de esto una de las mejores etapas de mi vida.

Ricardo L. Araujo Barrantes.

DEDICATORIA

A:

Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme salud y la sabiduría necesaria para lograr mis objetivos, y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este transcurso.

A mi madre Johana Duarte, por su apoyo y amor incondicional, por creer en mí como nadie más lo hizo, por sus consejos, por hacerme ver y corregir mis faltas y celebrar mis triunfos, por estar ahí cuando más la necesité, por su motivación en mis momentos de flaqueza, y por todos los sacrificios que tuvo que hacer por mí.

A mi padre Anastasio Benavides, por confiar en mí y por el apoyo brindado durante todo el transcurso de mi carrera, por darme la oportunidad de tener una excelente educación y convertirme en lo que siempre quise.

A mis tías Antonia Benavides, Martha Bravo y Juana Bravo; por su apoyo incondicional y por estar pendientes siempre de mí. Y a mis demás familiares que me apoyaron de muchas maneras durante este transcurso.

A mis amigos por todos los momentos buenos y malos que pasamos juntos, por las tareas y proyectos que realizamos que veíamos imposibles pero que al final los terminábamos.

Melvin A. Benavides.

Dedicatoria.

Primeramente, dedico este trabajo a Dios que me ha permitido gozar de vida y es mi gran apoyo espiritual, para seguir siempre adelante en las adversidades que se presentan en mi vida y por permitirme culminar esta etapa de mi formación profesional.

A mis padres, **Donald Blas** y Yad**ira Álvarez**, que siempre han estado velando por mi bienestar y gracias a sus consejos me han enseñado a ser mejor persona.

A mis abuelos **Francisca Calero** y **Juan Alberto Gaitán**, los cuales han sido como mis padres, que siempre han estado pendiente en toda etapa de mi vida, apoyándome y brindando sus consejos.

También a mis familiares y demás personas, **Junior Gaitán**, **Pedro Gaitán**, D**onald**, **Gaitán**, **Alejandra Blas**, **Brando Blas**, **Joseling Blas, Veronica Guido** y de manera especial a una persona que es importante **Jessica Pozo**, quienes han estado presente en mi formación apoyándome y brindándome su cariño.

A mis amigos y compañeros de Universidad, **Melvin Benavidez, Ricardo Araujo, David Castellón, Byron Mayorga, Roberto Aguilar, Roberto Lacayo y Honeyker López,** con quienes juntos salimos adelante durante nuestra formación universitaria y han hecho de esto una de las mejores etapas de mi vida.

De manera muy especial dedico este trabajo a mi papa **Donald Blas** que siempre me apoyo incondicionalmente en toda mi formación y a mi abuelo **Juan Gaitán** que, aunque ya no está presente en esta vida, siempre estará en mi corazón sé que desde el cielo me ayudara y cuidaras siempre.

Walter Gaytan.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente damos infinitamente gracias a Dios, por habernos dado fuerza, paciencia y valor para lograr este objetivo tan anhelado en nuestras vidas.

Damos gracias a nuestros padres por el apoyo brindado durante todo este transcurso, por sus consejos y motivación, también por todos los sacrificios que tuvieron que hacer por nosotros.

Agradecemos al Ministerio de Transporte e Infraestructura por habernos apoyado en la selección de nuestro tema y brindarnos toda la información necesaria para poder llevarla a cabo.

A la Universidad Nacional de Ingeniería y sus docentes por todos los conocimientos brindados a lo largo de nuestra carrera.

A nuestro tutor el Ing. Juan Carlos Mendoza por sus consejos y tiempo brindado hacia nosotros, para poder culminar con nuestro trabajo monográfico.

Ricardo Araujo, Melvin Benavides, Walter Gaytan.

Resumen Ejecutivo.

Generalidades:

La realización del estudio topográfico estuvo a cargo del consorcio CONDISA-DYSCONCSA, la cual consistió en levantar 16.15 km de vía. Toda la información nos fue brindada por la Dirección General de Vialidad del MTI como material de apoyo al estudio. De los 16.15 km totales, solo se seleccionaron 2.1 km (Est. 6+000 – 8+100), para este trabajo monográfico; debido a que es el tramo que más curvas presenta, tanto horizontales como verticales.

Estudios de Suelo:

Se hicieron estudios de suelos y bancos de materiales, los cuales consistieron en la ejecución de 22 sondeos manuales de 0.30*0.30*1.50 m aproximadamente de sección transversal y profundidad a cada 100 m y 3 calicatas por banco de 1.50*1.50*3 m, todo con el fin de obtener muestras alteradas para su análisis posterior en laboratorio.

Los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo los procedimientos estándares descritos en las normas internacionales ASTM. El proceso de la realización de todo el estudio de suelo fue llevado a cabo por el consorcio CONDISA-DYSCONCSA en el cual formamos parte del personal de ejecución.

Estudios de tránsito:

En el estudio de tránsito se hicieron trabajos de conteo de tráfico y encuestas origen-destino por espacios de 7 días y un día respectivamente durante 12 horas (6:00am-6:00pm) con el fin de conocer la cantidad y el tipo de tráfico que circula por la zona para posteriormente estimar el TPDA, tomando como referencia los respectivos factores para ajustar los resultados obtenidos.

El TPDA calculado para el año base 2017, se proyectó para un periodo de diseño de 20 años, utilizando una tasa de crecimiento estimada del 3% encontrándose así el TPDA del tránsito normal, tránsito atraído y tránsito generado, proyectados al año 2039, los cuales fueron utilizados para calcular el tránsito de diseño.

Diseño de Estructura de Pavimento:

Se realizó el diseño de espesores de pavimento, basándose en el método AASHTO 93 para pavimentos flexibles (adoquín), en función de los ejes equivalentes (ESAL) para el periodo de diseño y la calidad de los suelos de las terracerías según los CBR de diseño, utilizando el software EQ. AASHTO-93 para la determinación del número estructural (SN). Cabe mencionar que el pavimento adoquines se considera como un pavimento flexible para efectos de diseño según el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos en su sección "5.2.4 Superficie de Rodadura en Pavimentos Flexibles"

Diseño Geométrico:

Se hizo el diseño geométrico del tramo de carretera Comalapa – Cuapa de la Est. 6+000 a la 8+100, basándose en la normativa AASHTO 2011 y con el programa AutoCAD Civil 3D, el cual incluyo la definición de cada uno de los principales criterios de diseño.

Las curvas horizontales se diseñaron con radios mayores al mínimo a excepción de una de ellas que opera con el radio mínimo. En esta etapa se calculó el peralte requerido y sobre ancho en las curvas, así como también su transición.

El diseño de curvas verticales se hizo respetando los controles de diseño de curvas verticales convexas para distancia de visibilidad de parada y rebase y para curvas verticales cóncavas también con sus respectivos controles de diseño.

En el diseño de la sección transversal se hizo en base las especificaciones de la AASHTO 2011 y las condiciones que presenta el camino.

Take Off:

Se realizó el take off en base a los resultados de movimiento de tierra y de cantidad materiales que conforman la sección trasversal, dados en el reporte del programa Civil 3D, para la estimación de cantidades de obras.

Conforme a los Volúmenes de Materiales obtenidos, se calcularon las cantidades específicas de cada material, es decir, número de adoquines, bolsas de cemento; metros cúbicos de arena, grava y agua.

TABLA DE CONTENIDO.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION. 1

1.2 ANTECEDENTES. 2

1.3 JUSTIFICACION. 3

1.4 OBJETIVOS. 4

Objetivo General: 4

Objetivos Específicos: 4

CAPITULO II. ESTUDIO DE SUELO 5

2.1 Introducción. 5

2.2 Exploración y muestreo. 5

2.3 Clasificación de los suelos. 6

2.3.1 Clasificación de los suelos según AASHTO 6

2.3.2 Clasificación unificada de suelos (SUCS) 8

2.4 Propiedades físico-mecánicas de los suelos 9

2.4.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de los suelos. 9

2.4.2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los suelos. 10

2.5 Sondeos Manuales Sobre la Línea. 11

2.6 Sondeos de los Bancos de Materiales. 13

2.7 Resultados de los Ensayos de Laboratorios. 13

2.7.1 Sondeos Manuales Sobre la Línea. 13

2.7.2 Sondeos de los Bancos de Materiales. 15

2.8 Estabilización de los Materiales de Bancos Existentes. 17

CAPITULO III. ESTUDIO DE TRANSITO. 19

3.1 Introducción 19

3.2 Volumen de Tránsito 20

3.2.1 Volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD) 20

3.3 Tipos de Estaciones de Conteo Vehicular. 21

3.4 Composición del Tránsito 21

3.5 Tipos de Tránsito. 22

3.6 Tasa de Crecimiento (TC). 23

3.7 Proyecciones de Tránsito. 23
3.8 Trabajo de campo y presentación de resultados. 23
3.8.1 Estación de mayor cobertura asociada al camino en estudio. 24
3.8.2 Cálculo de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) 25
3.8.3 Tasa de Crecimiento para Proyecciones de Tráfico 26
3.8.4 Proyección del tránsito normal. 32
3.8.5 Proyección del tránsito generado. 33
3.8.6 Tránsito Atraído. 34
3.8.6.1 Análisis de encuestas Origen – Destino. 36
3.8.6.2 Proyección del tránsito atraído. 37
3.8.7 Tránsito Total 38
3.8.8 Clasificación Funcional. 39
3.8.9 Tránsito de Diseño. 40
3.8.9.1 Cálculo del Tránsito de Diseño. 40
CAPITULO IV. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO. 42
4.1 Introducción 42
4.2 Diseño de pavimento de adoquines. 43
4.3 Metodología de Diseño (AASHTO 93). 44
4.3.1 Parámetros de Diseño 45
4.3.1.1 Variables de Tiempo 45
4.3.1.1.1 Periodo de Diseño 45
4.3.1.2 Variables en función del tránsito 46
4.3.1.2.1 Tránsito en Ejes Equivalentes o ESAL (W_{18}) 46
4.3.1.2.2 Confiabilidad (R) 49
4.3.1.2.3 Desviación Estándar Normal del Error Combinado en la Predicción del Tráfico y Comportamiento Estructural (ZR) 49
4.3.1.2.4 Desviación Estándar Global (So). 50
4.3.1.2.5 Calidad o Índice de Serviciabilidad 51
4.3.1.2.6 Módulo de Resiliencia Efectivo de la Sub rasante (Mr) 51
4.3.1.2.6.1 Determinación del CBR de Diseño. 52
4.3.1.2.7 Número Estructural (SN). 53
4.3.1.2.7.1 Determinación de los Coeficientes Estructurales. 54

4.3.1.2.7.1.1 Coeficiente estructural a_1 para Adoquín de Concreto. 54
4.3.1.2.7.1.2 Coeficiente Estructural a2 de la base..... 54
4.3.1.2.7.1.3 Coeficiente de Drenaje (m_i). 54
4.5 Determinación del Número Estructural Requerido y espesores de las capas de Pavimento. 55
CAPITULO V. DISEÑO GEOMÉTRICO. 57
5.1 Introducción 57
5.2 Componentes principales del diseño geométrico: 57
5.2.1 Vehículo de Diseño. 57
5.2.2 Tipo de terreno. 58
5.2.3 Tasa de Sobre Elevación o Peralte. 59
5.2.4 Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz. 59
5.2.5 Factor Máximo de Fricción Lateral. 61
5.2.6 Distancia de visibilidad. 62
5.2.6.1 Distancia de visibilidad de parada. 62
5.2.6.1.1 Determinación de Distancia de Visibilidad de Parada. 65
5.2.6.2 Distancia de Visibilidad de Rebase (D_{vr}): 65
5.2.6.2.1 Determinación de las Distancias de Visibilidad de Rebase. 67
5.2.7 Pendiente Transversal o Bombeo. 67
5.2.8 Pendiente Longitudinal Máxima. 67
5.2.9 Alineamiento Horizontal. 68
5.2.9.1 Transición de Sobre-elevación. 68
5.2.9.2 Tipos de curvas. 70
5.2.9.3 Sobre Ancho en Curvas. 72
5.2.9 Alineamiento Horizontal en el programa Civil 3D. 73
5.2.10 Alineamiento Vertical. 76
5.2.10.1 Tangentes Verticales. 76
5.2.10.2 Tipos de pendientes: 76
5.2.10.3 Curvas Verticales. 77
5.2.10.3.1 Tipos de Curvas Verticales. 78
5.2.10.4 Controles de diseño: distancia visual de parada y rebase. 79
5.2.11 Alineamiento vertical en el programa Civil 3D. 82
5.2.12 Sección transversal. 83

5.2.12.1 Definición de la Sección Transversal Típica de la Vía y los Elementos que la Conforman. 85
CAPITULO VI. TAKE-OFF DEL PROYECTO (Cantidades de obra) 89
6.1 Introducción 89
6.2 Movimiento de tierra. 89
6.3 Cortes y Rellenos 89
6.4 Bancos de Materiales. 90
6.5 Calculo de materiales a utilizar en la sección típica: 90
6.6 Realización del Take off (Cantidades de Obras) 91
6.6.1 Descripción de estimado de cantidades de obras. 91
6.6.1.1 Movimiento de tierra. 91
6.6.1.2 Estructura de pavimento. 91
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96
8.1 Conclusiones. 96
8.2 Recomendaciones. 99
BIBLIOGRAFÍA. 101

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Porcentaje total por tipo de suelo según su índice de grupo 14

Tabla 2: Resistencia de Bancos de Materiales Estabilizados con Cemento18

Tabla 3: Resumen de Conteo Vehicular por Periodo de 12hrs 1er Estación. 24

Tabla 4: Resumen de Conteo Vehicular por Periodo de 12hrs 2da Estación. 24

Tabla 5: TPDA 1er Estación de Conteo Vehicular. 25

Tabla 6: TPDA 2da Estación de Conteo Vehicular..... 26

Tabla 7: TPDA Promedio Final. 26

Tabla 8: Variables a Considerar Para Definir la Tasa de Crecimiento 27

Tabla 9: Proyección del Tránsito Normal. 33

Tabla 10: Tránsito Generado. 34

Tabla 11: vehículos Encuestados. 35

Tabla 12: Flujos Según Origen o Destino. 35

Tabla 13: Diferencia de Distancias Camoapa - Cuapa 36

Tabla 14: Porcentaje de vehículos No considerados en las Encuestas. 36

Tabla 15: Tránsito Atraído de Encuestas Origen – Destino por Vehículo para el año 2015. 37

Tabla 16: Proyección del Tránsito Atraído. 38

Tabla 17: Tránsito Total. 39

Tabla 18: Clasificación Funcional de las Carreteras. 39

Tabla 19: Factor de Distribución por Dirección (Fd) 40

Tabla 20: Factor de Distribución por Carril (Fc) 40

Tabla 21: Resultados de Tránsito de Diseño por Tipología Vehicular. 41

Tabla 22: Periodos de Diseño..... 45

Tabla 24: Niveles de Confiabilidad Sugeridos Para Caminos Según su Clasificación Funcional..... 49

Tabla 25: Equivalencia entre R y Z_R 50

Tabla 26: Valores de Desviación Estándar Global (So)..... 50

Tabla 29: Tipos de Terreno en Función a las Pendientes Naturales..... 58

Tabla 30: Tasa de Sobre Elevación o Peralte..... 59

Tabla 31: Velocidades de Diseño en km/h, en función del TPDA y de la Topografía del Terreno. 60

Tabla 32: Radios mínimos, en función de la velocidad de Diseño..... 61

Tabla 33: Distancia de visibilidad de Parada en Caminos planos..... 63

Tabla 34: Distancia de Visibilidad de Parada en Caminos con pendiente. . 64

Tabla 35: Distancia de Visibilidad de Rebase. 66

Tabla 36: Pendiente Longitudinal Máxima. 68

Tabla 37: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para..... 79

Distancia de Visibilidad de Parada 79

Tabla 38: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para..... 80

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento..... 80

Tabla 39: Control de Diseño para Curva Vertical en Columpio. 81

Tabla 40: Criterios De Diseño... 88

Tabla 41: Ubicación y Longitud de Vigas Transversales. 94

Tabla 42: Resumen de Cantidades de Obra Totales. 95

INDICE DE ANEXOS

GENERALIDADES

Figura 7: Macro y Micro Localización del Proyecto. I

Figura 8: Inicio del Tramo Est. 6+000. I

Figura 9: Fin del Tramo Est. 8+100. II

Figura 10: Conteo Vehicular. II

Figura 11: Sondeo Manual Est. 6+000. III

Figura 12: Sondeo Manual Est. 8+100. III

Figura 13: Exploración Banco de Material la Mata. III

Figura 14: Almacenamiento y Secado al Sol de Muestras. IV

Figura 15: Ensayo de Proctor y CBR. IV

ESTUDIO DE SUELOS

Tabla 43: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE SONDEOS SOBRE LA LINEA DE ESTUDIO V

Tabla 44: RESULTADOS DE CBR DE SONDEO SOBRE LA LINEA. VIII

Tabla 45: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE BANCO DE MATERIALES. IX

Tabla 46: Resultados de CBR en Banco de Materiales. X

Figura 16: Perfiles Estratigráficos de sondeos XI

ESTUDIOS DE TRANSITO

Figura 17: Localización en el Tramo de las Estaciones de Aforo Vehicular y de Encuestas Origen – Destino. XII

Figura 18: Carretera NIC 37A. XII

Tabla 47: Tipología y Descripción Vehicular. XIII

Tabla 48: Estación de Mayor Cobertura Asociada al Tramo. XIV

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico MTI. XIV

Tabla 49: Factores de Ajuste Para el TPDA. XIV

Tabla 50: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo EMC 1802 XV

Tabla 51: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo ECD 714 XV

Tabla 52: Incidencia de la Pobreza Extrema por Hogar Según Municipio XVI

Tabla 53: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo ECD 703 XVI

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Tabla 54: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt = 2,0. XVII

Tabla 55: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem, Pt = 2,0 XVIII

Tabla 56: Tipología vehicular y cargas permisibles por tipo de vehículo.....XIX

Grafica 10: Relación entre el coeficiente estructural (a_2) para base tratada con cemento y distintos parámetros resistentes. XX

DISEÑO GEOMETRICO

Tabla 58: Velocidades de diseño en km/h, en función del TPDA y de la Topografía del Terreno. XXI

Tabla 59: Radio Mínimo y Coeficiente de Fricción Lateral en Base a Velocidad de Diseño y Peralte Máximo. XXII

Tabla 60: Pendiente Longitudinal Maxima. XXII

Figura 21: Creación de Superelevación en Civil 3D.....XXIV

Tabla 61: Peralte Requerido en una Curva. XXV

Tabla 62: Longitud de Transición Runoff XXVI

Tabla 63: Tabla Resumen de Alineamiento Horizontal.....XXVII

Tabla 64: Tabla Resumen de Alineamiento Vertical. XXVIII

Figura 22: Sección Transversal típica. XXIX

Tabla 65: Valores Mínimos de Anchos de Calzadas de Rodamiento y Franjas de Hombros. XXX

Figura 23: Sección típica. XXX

Figura 24: Computación de Materiales en Civil 3D. XXXI

TAKE OFF (CANTIDADES DE OBRA)

Tabla 66: Reporte de Volumenes de Movimiento deTierra.....XXXII

Tabla 67: Reporte de Volúmenes de Materiales.....XXXVI

Tabla 68: Diferentes Dosificaciones del Mortero. LX

Tabla 69: Diferentes Dosificaciones del Concreto. LX

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION.

Nicaragua cuenta con una red vial de 24,172 km, de acuerdo al inventario realizado (2015) por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), de los cuales el 10.19% son asfaltados, 5.25% adoquinado, 0.63% de concreto hidráulico, el resto está sin pavimentar. Dentro de estos últimos tenemos 40.49% que corresponden a camino de todo tiempo, donde se incluye el camino que conecta a los Municipios de Comalapa y Cuapa del departamento de Chontales, su inicio (Estación 0+000) es donde finaliza el adoquinado del Municipio de Comalapa y el final, donde inicia el adoquinado del Municipio de Cuapa (16.15m aproximadamente). Las comunidades que atraviesa el tramo son: El Cangrejal, Las Palmas, Villa Hermosa, Matayagual.

El presente estudio consiste en la realización del diseño geométrico considerando la ASSHTO 2011 y las normas centroamericanas SIECA y el diseño de espesores de pavimento por el método de la AASHTO 93, basándose en trabajos de campo y de gabinete. En el trabajo de campo se destacan el estudio de tráfico y estudio de suelos. Dentro del estudio de tráfico tenemos los conteos vehiculares, encuestas de origen y destino; y dentro del estudio de suelo tenemos, sondeos exploratorios, durante los cuales se tomarán muestras alteradas representativas y serán ensayadas en laboratorios de acuerdo a las normas ASTM para la determinación de las propiedades físicas-mecánica, para posteriormente proponer un pavimento semiflexible (adoquinado), debido a que es el más factible en el aspecto económico y, por su fácil y rápida ejecución con respecto a otros tipos de pavimentos, según la necesidad de la alcaldía del municipio.

Con la realización de este proyecto, se promoverá el desarrollo socio-económico del país y específicamente del área de influencia del proyecto, facilitando el intercambio comercial y el acceso a los centros de desarrollo social, educación y de salud pública; además de promover la implementación de la Infraestructura vial de apoyo a la producción.

1.2 ANTECEDENTES.

El municipio de Comalapa cuenta con 12 comunidades que poseen transporte colectivo de forma irregular lo que trae problema a la población que inciden en la producción. El municipio a lo interno cuenta con carreteras y caminos rurales que están en regular estado todo el tiempo y se comunica con sus comunidades a través de camino reales, callejones y veredas; entre las vías de comunicación existentes están la carretera pavimentada al Rama que cruza 20 km, la carretera Comalapa- Camoapa con 13 km de longitud, y la carretera Comalapa -Cuapa.

Este último tramo empieza en el km 131 desde Managua (Comalapa) y termina en el km 154 (Cuapa), ver anexos pág. I-IV; el camino corresponde a la red vial básica debido a que tiene un rol trascendente para flujos de tránsito, y se ha clasificado desde hace mucho tiempo también como un camino vecinal, ya que una de sus principales funciones es brindar acceso a propiedades adyacentes al lugar, las cuales carecen de facilidades de transporte. El camino tiene una longitud aproximadamente de 16.15 km con un ancho promedio de 4.5 m, la mayor parte del tramo de la superficie de rodamiento se encuentra en condiciones de malas a regulares, clasificándolo como todo tiempo (el trazo geométrico no ha sido diseñado, ajustándose más que todo a la topografía natural del terreno); con excepción de los últimos 890 metros los cuales son revestidos según datos de la Dirección de Inventario Vial del MTI.

Este trabajo monográfico nace del problema existente en el tramo Comalapa-Cuapa, el cual no presenta un diseño óptimo y seguro, que afecta la comunicación entre los municipios y comunidades aledañas.

Topográficamente el terreno del camino tiene sectores ondulados y montañosos cuyas pendientes varían entre 2.62% hasta 26.18%, siendo la pendiente promedio de todo el tramo de 11.48% según el levantamiento topográfico brindado por el MTI; la sección de derecho de vía, varía entre los 10 a 15m de ancho.

1.3 JUSTIFICACION.

La elaboración del diseño para el mejoramiento del camino Comalapa – Cuapa, brindaría mejoras a la red de carreteras, que conectan a los principales polos económicos del país, para el acopio y distribución de los diferentes productos de consumo nacional y de exportación, promoviendo de esta manera el desarrollo económico y turístico del país, disminuyendo el tiempo de viaje del tráfico de forma eficaz y segura, y por ende reduciendo los costos de operación vehicular y de transporte para los movimientos locales de las personas y productos. Por lo que los sectores productivos, servicios y comercio, resultarán beneficiados directamente, dinamizando la economía de los municipios; promoviendo la incorporación de la producción de la zona, beneficiando al incremento del Producto Interno Bruto (PIB) del país.

El Gobierno de Nicaragua (GON), y la empresa privada, mediante un Programa de Adoquinado de caminos rurales, tiene como objetivo, dotar de Infraestructura vial a los municipios y comunidades con un alto potencial de desarrollo económico social, en este caso nos encontramos en presencia de un tramo ganadero, agrícola, incluido el cultivo de café, rubros que constituyen un peso importante para las exportaciones y el consumo interno, por lo que dotar a estos municipios de la infraestructura vial requerida, es de vital importancia. Debido a esto el Ministerio de Transporte e Infraestructura ya tiene considerado llevar a cabo la realización de estudios para la construcción de este tramo en los próximos años.

1.4 OBJETIVOS.

Objetivo General:

- Realizar diseño geométrico y estructura de pavimento de adoquines del tramo de carretera COMALAPA – CUAPA de la estación 6+000 – 8+100 del departamento de chontales en el año 2017.

Objetivos Específicos:

- Realizar estudio de suelo y bancos de materiales, para la determinación de sus propiedades físicas – mecánicas, en el tramo en estudio, mediante sondeos exploratorios y ensayos en laboratorios, basados en la ASTM (American Society for Testing and Materials).
- Analizar el tránsito vehicular para establecer las características de diseño de la carretera mediante conteo vehicular y estimaciones de tráfico a futuro.
- Efectuar el diseño de espesores de pavimento con adoquines, para un comportamiento óptimo de resistencias a los esfuerzos producidos por cargas vehiculares, AASHTO 93.
- Diseñar la geometría de la línea del proyecto, para la elaboración de los planos, perfiles y la rasante, mediante el software Civil 3D 2017 basado en la AASHTO 2011.
- Elaborar take-off del proyecto (Carretera Comalapa - Cuapa, Est. 6+000 - 8+100) mediante la estructura de pavimento diseñada.

CAPITULO II. ETUDIOS DE SUELO

CAPITULO ll. ESTUDIO DE SUELO

2.1 Introducción.

Desde el punto de vista de la ingeniería, el suelo es sustrato físico sobre el que se realizan obras, del que importan las propiedades físico-mecánico, formado por partículas sólidas discretas con líquidos y gases que ocupan los espacios entre ellas.

El suelo está formado por tres fases: la líquida, la sólida y la gaseosa. En la mayor parte de los suelos, la fase sólida la forman partículas minerales que constituyen el esqueleto estructural en el que se absorben el humus y/o las partículas orgánicas. Entre las partículas de la fase sólida existen espacios porosos. Los espacios porosos son llenados con la fase líquida y gaseosa, juntamente.

La fase líquida consiste, principalmente, en agua procedente de las precipitaciones, existiendo como películas que rodean a los espacios porosos más pequeños. Los espacios porosos más grandes, a menos que el suelo esté saturado de agua, los llenan los gases.

2.2 Exploración y muestreo.

La importancia de la exploración y el muestreo de un suelo radican entre otras cosas, el obtener muestras representativas, para posteriormente realizar pruebas de laboratorio necesarias para llevar a cabo un buen diseño. Mediante las cuales se determinen las propiedades físicas y mecánicas de dicho suelo en estudio según la necesidad del proyecto, ubicando así la naturaleza del problema con más factibilidad de ocurrir y plantear las mejores soluciones posibles.

El método de exploración para la obtención de muestras en el diseño de espesores de pavimentos y geometría de las carreteras son los sondeos manuales en la línea del proyecto y en casos de bancos de materiales, los pozos a cielo abierto y sondeos a profundidad.

2.3 Clasificación de los suelos.

Es el ordenamiento de los diferentes suelos en grupos, que tienen propiedades semejantes. El propósito es facilitar las actitudes de un suelo por comparación con otros de la misma clase cuyas propiedades se conocen.

Los métodos de clasificación son:

- Sistema de clasificación de los suelos según ASTM D-3282, AASHTO M-145
- Sistema de clasificación de los suelos según SUCS según ASTM D 2487-11

2.3.1 Clasificación de los suelos según AASHTO

En este método los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2,…A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices Nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz N.º 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelo:

- Suelos granulares: (con no más del 35% que pasa por el tamiz Nº 200), estos suelos forman los grupos A-1, A-2, A-3.
  - Grupo A-1: Corresponde a una mezcla bien graduada de gravas, arenas (gruesa y fina) y finos no plásticos o muy plásticos. También se incluyen en este grupo las mezclas bien graduadas de gravas y arenas sin finos.
  - Sub-grupo A-1-a: Incluye los suelos con predominio de gravas, con o sin material fino bien graduado
  - Sub-grupo A-1-b: Incluye suelos constituidos principalmente por arenas gruesas, con o sin material fino bien graduado.
  - Grupo A-2: Este grupo comprende a todos los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz Nº 200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A-3, debido a que el porcentaje de finos o la plasticidad de estos (o ambas cosas) están por encima de los límites fijados para dichos grupos. Por todo esto, este grupo contiene una gran variedad de suelos granulares que estarán entre los correspondientes a los grupos A-1 y A-3 y a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

- Sub-grupos A-2-4 y A-2-5: En estos subgrupos se incluyen los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz N.º 200 y cuya fracción que pasa por el tamiz N.º 40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5, de suelos limosos. En estos subgrupos están incluidos los suelos compuestos por grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices de plasticidad por encima de las limitaciones del grupo A-1, y los suelos compuestos por arena fina con una proporción de limo no plástico que excede la limitación del grupo A-3.
- Sub-grupos A-2-6 y A-2-7: En estos subgrupos se incluyen suelos como los descritos para en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, excepto que los finos contienen arcilla plástica con tienen las características de los grupos A-6 y A-7.
- Grupo A-3: Corresponde, típicamente, a suelos constituidos por arena fina de playa o de duna, de origen eólico, sin finos limosos o arcillosos o con una pequeña cantidad de limo no plástico. También incluyen este grupo, los depósitos fluviales de arena fina mal graduada con pequeñas cantidades de arena gruesa o grava.

- Suelos finos: Son suelos limo-arcillosos que tienen más del 35% que pasa el tamiz Nº 200. A este tipo de suelos les corresponde los grupos (A-4, A-5, A-6, A-7)
  - Grupo A-4: El suelo típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz Nº 200. También se incluyen en este grupo los suelos constituidos por mezclas de suelo fino limosos y hasta un 64% de gravas y arenas.
  - Grupo A-5: El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-4, salvo que suele tener carácter diatomáceo o micáceo, y pueden ser muy compresibles, como indica su elevado límite líquido.
  - Grupo A-6: El suelo típico de este grupo es un suelo arcilloso plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz

N.º 200. También se incluyen en este grupo las mezclas de suelo fino arcilloso y hasta un 64% de gravas y arenas. Estos suelos, experimentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

- Grupo A-7: El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-6, salvo que tiene las características de elevado límite líquido del grupo A-5, y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen.
- Sub-grupo A-7-5: Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido y que pueden ser altamente compresibles, además de estar sujetos a importantes cambios de volumen.
- Sub-grupo A-7-6: Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad elevado en relación con el límite líquido y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes.

2.3.2 Clasificación unificada de suelos (SUCS)

Sistema concebido para permitir la identificación de los suelos en el terreno, los agrupa de acuerdo a su comportamiento como material para construcción en función de sus propiedades de granulometría y plasticidad.

- **Suelos gruesos:**

Son aquellos suelos que más del 50% de las partículas son retenidas en el tamiz Nº 200. Un suelo grueso será grava, si la mayor parte de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz Nº 4 y se considera como arena en el caso contrario.

- **Suelos finos:**

Son aquellos suelos que más del 50% de las partículas pasan el tamiz Nº 200. Para distinguir si la fracción fina es de carácter limoso o arcilloso, se emplea carta de plasticidad de casa grande.

2.4 Propiedades físico-mecánicas de los suelos

Las propiedades físico - mecánicas son las características usadas para la selección de los materiales, para las especificaciones de construcción y para el control de calidad.

2.4.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de los suelos.

- Determinación del contenido de humedad (ASTM D 2216, AASHTO T 265).

Este ensayo consiste en determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso seco.

- Determinación del límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) (ASTM D 4318, AASHTO T 89, T90).

L.L= Es el contenido de humedad que tiene un suelo al momento de pasar de estado plástico a un estado líquido.

L.P= Es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo. En este estado el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, existen cambios de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Con los valores de LL y LP determinamos el índice de plasticidad (IP) que se define como la diferencia entre estos dos límites.

- Análisis granulométrico (ASTM D 422, AASHTO T 88).

Análisis de tamaños de partícula efectuado sobre las muestras de suelos. Consiste en hacer pasar la muestra por una serie de tamices de diferentes aberturas.

- Ensayos de compactación en laboratorio Proctor Estándar y Modificado

Se llama compactación al proceso de aplicación de carga sobre una mezcla de suelo con su consecuente reducción de volumen y aumento de densidad.

Es conveniente la compactación de un suelo ya que reduce su compresibilidad, incrementa su resistencia al esfuerzo cortante y lo hace más impermeable. Por medio de estos ensayos en el laboratorio se determina la densidad seca máxima y la humedad óptima.

- Para Proctor Estándar Modificado ASTM D 1557, AASHTO T 180.
- Para Proctor Estándar ASTM D 698, AASHTO T 99.

2.4.2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los suelos.

Los ensayos de resistencia miden la capacidad actual de los materiales para resistir deformaciones. Existen diferentes métodos para medir la resistencia de los suelos que se han sometido a cargas dinámicas de tránsito:

- Valor soporte california (CBR).

El índice de california es una media de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas.

Su objeto es simular las condiciones de saturación a las cuales van a estar sometidos los suelos de una carretera, obteniendo de esta forma las condiciones más críticas a las que va a estar sometido por acción de cargas vehiculares.

- CBR de campo ASTM D 4429.
- CBR de laboratorio ASTM D 1883, AASHTO T 193.

El procedimiento para la determinación del valor de soporte del suelo radica en medir la resistencia que afronta un suelo al momento de que este está siendo ensayado, es decir, un pistón de 3 pulg.^{2} de área penetra en una muestra de suelo de 6 pulg. de diámetro y 5 pulg. de altura, a una velocidad de 1.27 mm/min. Las fuerzas necesarias para que el pistón penetre en la muestra de suelo se miden en intervalos de penetración. El valor de CBR se calcula con la siguiente ecuación:

$$CBR = \frac{\text{Carga que produce una penetración de 2.5mm en el suelo}}{\text{Carga que produce una penetración de 2.5 mm en la muestra patrón}}$$

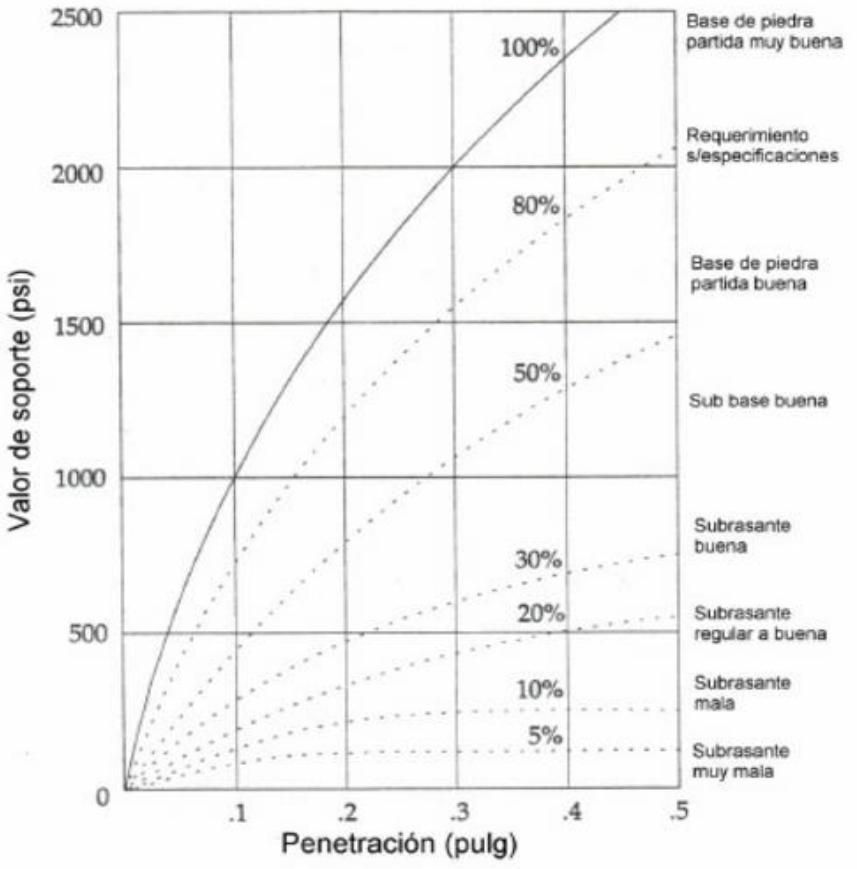
Ecuación 1

El CBR se mide en porcentaje, el cual es muy variable, 2 a 3 % para arcillas plásticas a 70 % o más para materiales granulares de buena calidad.

En la gráfica 1 de la página 12 se muestran curvas de penetración para diferentes tipos de suelos, además el uso conforme al valor generado del CBR, como por ejemplo para los valores de CBR que radican entre el 5 al 10% se consideran de

muy mala a mala calidad respectivamente para ser consideradas como sub-rasantes, a como se muestra en la gráfica siguiente:

Gráfica 1: Curvas de Penetración CBR para Distintos Tipos de Suelos.



Fuente: Diseño de pavimento AASHTO 93, Versión Editada y Traducida al español por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, 1998.

2.5 Sondeos Manuales Sobre la Línea.

Con el fin de conocer los materiales que conforman la estructura del camino actual y determinar sus propiedades físicas-mecánicas básicas, se realizaron sondeos manuales sobre la longitud del camino, ubicados de forma alterna centro, izquierda y derecha de la línea central. Las dimensiones de los sondeos fueron de 0.30 m de diámetro aproximadamente con una profundidad de 1.50 metros y el espaciamiento entre ellos fue aproximadamente de 100 metros (10 sondeos por Kilometro), habiéndose realizado un total de 22 sondeos.

De las excavaciones de estos sondeos, se fueron tomando muestras continuas en cada uno, dando como total 54 muestras extraídas de los diferentes estratos de suelos encontrados las cuales se derivan de la clasificación del material en el sitio, visualmente y al tacto de acuerdo a la normativa ASTM D 2488-00 (“Practice for description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure”1). Luego, a las mismas muestras además de la clasificación de campo, se registró en fichas de identificación la siguiente información de cada muestra; Proyecto, Localización, Sondeo N.º, Muestra N.º, Profundidad, Estacionamiento, clasificación de campo y la fecha que fueron almacenadas (esta información también se plasmó en un cuaderno de registro). Las muestras obtenidas de los sondeos fueron almacenadas en bolsas de plástico y/o en sacos dependiendo de las pruebas a realizar en ellas y de la importancia de su traslado, para posteriormente ser trasladadas al laboratorio.

Las muestras fueron sometidas a ensayos de laboratorios para determinar su humedad natural, distribución de tamaños (Granulometría) y propiedades plásticas, es decir, su Límite Liquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad. Luego en base a estos resultados, se procedió a efectuar la clasificación definitiva del material, de acuerdo al sistema AASHTO M-145 (Classification of Soils and Soil Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes); para después ser agrupadas por tipos de suelos, afines representativos de todos los suelos encontrados. Dependiendo de estos procedimientos previos se determina su densidad seca máxima y humedad óptima empleando la metodología Proctor Estándar para materiales existentes (Sub-rasante), y consecuentemente determinar las resistencia o valor relativo soporte (CBR) a 90%, 95% y 100% de compactación del Proctor antes mencionado. Este valor es de fundamental importancia para el diseño de la nueva estructura del pavimento del camino.

2.6 Sondeos de los Bancos de Materiales.

La exploración y el muestreo de los bancos de materiales, se realizó en general por la apertura de tres (3) pozos a cielo abierto (PCA) de 1.5m x 1.5m de sección y hasta 3.0m de profundidad máximo, ubicados de forma distribuida en el área de no explotación para confirmación del tipo de material y recolección de muestras, también se tomaron muestras directamente en la zona de explotación del banco y/o de acopios existentes en los mismos, de manera que pudiera representar todo el banco en el laboratorio.

En total se localizaron tres (3) Bancos ya explotados, se recuperaron doce (12) muestras representativas de los materiales encontrados. Todas estas muestras obtenidas durante todo el proceso de exploración fueron perfectamente identificadas en el campo, adecuadamente almacenadas y transportadas al laboratorio.

Se tomaron muestras representativas por cuarteo en el laboratorio, de las muestras recolectadas en campo de los bancos de préstamo y se les determino su humedad natural, Granulometría, Límite Liquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad y su debida clasificación de suelos. También se les determinó su densidad seca máxima, humedad óptima y CBR, usando en este caso la metodología del Proctor Modificado. Posteriormente se efectuaron mezclas de muestras representativas de los bancos de materiales con cemento hidráulico en diferentes proporciones, para valorar su incremento de resistencia o capacidad soporte y decidir su posible ejecución o realización.

Nota: El proceso de la realización de todo el estudio de suelo fue llevado a cabo por el consorcio CONDISA-DYSCONCSA en el cual formamos parte del personal de ejecución.

2.7 Resultados de los Ensayos de Laboratorios.

2.7.1 Sondeos Manuales Sobre la Línea.

En base a los resultados de laboratorio se puede afirmar que los tipos de suelo predominantes en el proyecto son:

Tabla 1: Porcentaje total por tipo de suelo según su índice de grupo

Tipo de suelo	Índice de grupo	Porcentaje total
A-2-7	(0,1),	38.9%
A-2-4	(0),	16.7%
A-2-6	(0,1)	11.11%
A-7-6	(4,5,7,8,9)	9.26%
A-7-5	(17,19,28,31)	7.41%
A-2-5	(0)	3.70%
A-7-5	(4,7)	3.70%
A-1-b	-	3.70%
A-1-a	-	1.85%
A-7-6	(40)	1.85%
A-4(8)	(8)	1.85%

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

En la mayor parte del tramo (estación 6+000 hasta 7+700), predomina en los estratos superficiales el tipo de suelo A-2-7(0,1) que es un material compuesto generalmente por grava arcillosa con arena, llegando a alcanzar profundidades hasta de 1.50m, otro material que predomino pero en menor cantidad al anterior fue el A-2-4 (0) el cual se compone de grava limosa con arena el cual se encontró generalmente a los primeros 0.50m, hasta los 0.70m, este se encuentra de manera dispersa en el tramo (estación 6+400, 6+900, 7+000, 7+700 8+000 y 8+100) de igual manera se encontró el tipo de suelo A-2-6(0,1) el cual se compone de arena arcillosa con grava por lo general se encuentra en los primeros estratos a pocas profundidades variando desde 0.20 - 0.80m los suelos anteriormente mencionados la AASHTO los clasifica de excelente a bueno.

Entre los estacionamientos 6+300 – 6+600 se encontró manto rocoso a pocas profundidades (0.60m-0.80m) así como también en las estaciones comprendidas entre 7+000 – 7+500 donde se encuentra entre los 0.50m y los 0.85m.

En los estacionamientos finales (7+800 y 7+900), los tipos de suelos que más se encontraron son el A-7-5 que está compuesto de arcillas plásticas, presentando índices de grupo variables (4,7,17,19,28,31) y el A-7-6, este último llegándose a encontrar a profundidades de 0.5m hasta los 1.50 y desde 0.80 hasta los 1.50m en las estaciones 7+800 y 8+100 respectivamente, habiendo también presencia de estos suelos (A-7-5 y A-7-6) en estaciones anteriores pero con menos frecuencia, presentando índice de grupos variables entre (4,5,7,8,9 y 40). Estos dos últimos tipos de suelos mencionados la ASSHTO los clasifica de regular a malo.

Para tener una mejor visión y comprensión de los tipos de suelos que conforman el camino ver anexo pág. XI, figura 16 del perfil estratigráfico. En la tabla 43 pág. V, se muestran los resultados de laboratorios de los ensayos de sondeos que se realizaron sobre la línea de estudio; de igual forma en el anexo pág. VIII, tabla 44, se muestra de forma detallada el valor de soporte (CBR) que poseen los suelos predominantes en el camino los cuales son muy bajos. Para el tipo de suelo A-2-7(0,1), el CBR tiene valores entre el 4.19, 6.11, 17.02%, al 90, 95 y 100% Proctor estándar respectivamente el resto de los tipos de suelos presentan también valores bajos de CBR con excepción del A-2-4 que presenta CBR de 13.17, 26.33, 40.44%, al 90, 95 y 100% Proctor estándar

2.7.2 Sondeos de los Bancos de Materiales.

- **El Banco No. 1**, denominado El Pique es de tendencia privada, la propietaria es la Señora Silvia Miranda. Este Banco de materiales se encuentra ubicado en el Km 129.4 banda derecha hacia Comalapa, a una distancia de 2 Km de la línea del proyecto, actualmente se encuentra en explotación. En este se realizaron 3 calicatas a una profundidad promedio de 3 m y distribuidas en toda el área del Banco. Este Banco posee dos tipos de materiales, uno que clasifica como A-2-7 (0) pasando entre el 5% y 35% la malla No. 200 con límite líquido entre el 44% y 53% e índice de plasticidad entre el 11% y 13%, y el otro tipo de material clasifica como A-1-a pasando el 4% la malla No. 200 con límite líquido del 40% e

índice de plasticidad del 6%. Estos materiales se consideran como excelentes a buenos para caminos según la AASHTO.

- **El Banco No. 2**, denominado La Mata es de tendencia privada, el propietario es el señor Uriel Duarte. Este Banco de materiales se encuentra ubicado en el estacionamiento 2+400 banda derecha hacia Cuapa, a una distancia de 100 m de la línea del proyecto, actualmente se encuentra en explotación. Se realizaron 3 calicatas a una profundidad promedio de 3 m, distribuidas en toda el área del Banco. Este Banco posee un tipo de material que clasifica como A-2-7 (0) pasando entre el 10% y 21% la malla No. 200 con límite líquido entre el 42% y 49% e índice de plasticidad entre el 13% y 15%. Este tipo de suelo se considera como excelente a bueno para caminos según la AASHTO.
- **El Banco No. 3**, José María García es de tendencia privada, el propietario lleva el mismo nombre. Este Banco de materiales se encuentra ubicado en el estacionamiento 11+500 banda derecha hacia Cuapa, a una distancia de 350 m de la línea del proyecto, actualmente se encuentra en explotación. Se realizaron 3 calicatas a una profundidad promedio de 3 m, distribuidas en toda el área del Banco. Este Banco posee cuatro tipos de materiales, uno que clasifica como A-2-7 (0) pasando el 19% la malla No. 200 con límite líquido entre del 45% e índice de plasticidad del 18%, otro tipo de material que se encuentra clasifica como A-2-6 (0) pasando entre el 5% y 20% la malla No. 200 con límite líquido entre el 36% y 40% e índice de plasticidad entre el 11% y 14%, tipo A-1-a pasando el 2% la malla No. 200 con límite líquido del 41% e índice de plasticidad del 11% y finalmente tipo A-7-6 (10) pasando el 61% la malla No. 200 con límite líquido del 47% e índice de plasticidad del 18%, este último material no se considera apto para utilizase en la construcción de caminos según la AASHTO y que por lo tanto debe ser cuidadosa la explotación de dicho Banco.

En general todos los resultados obtenidos de los ensayos en materiales de bancos de préstamo localizados e investigados, se pueden ver en detalle resumidos en el anexo página IX, tabla 45.

2.8 Estabilización de los Materiales de Bancos Existentes.

La estabilización tiene como objetivo controlar la expansión de los suelos, reducir la plasticidad (IP), incrementar la resistencia, disminuir la compresibilidad y disminuir la permeabilidad, así como la erosión. Los aditivos estabilizadores que más se recomiendan utilizar, en dependencia del tipo de suelos analizado, son los siguientes:

- Cemento: para suelos granulares con algo de fino.
- Cal: para suelos arcillosos.
- Cenizas más cal: para suelos granulares.
- Asfalto: para suelos granulares, arenosos y limosos.

Los bancos estudiados presentan condiciones para ser tratados o estabilizados con cemento ya que en estado natural no cumplen el CBR mínimo establecido en la NIC 2000 de 80% al 95% de compactación. Ver anexo pág. X, tabla 46.

Las pruebas de resistencia se realizaron con especímenes de suelo – cemento, con dosificaciones del 6 y 10% en el caso de banco No.1; debido a la poca resistencia obtenida al 6% y a la similitud de los suelos encontrados en los diferentes bancos, se decidió probar con una dosificación inicial más alta (7%) en los bancos restantes, las muestras fueron sometidas a curado de 48 horas a temperatura de 50°C, procedimiento que está basado en el concepto de “madurez de mezclas con cemento” los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2: Resistencia de Bancos de Materiales Estabilizados con Cemento

Mezcla No.	Banco	% Cemento	Bolsas por m^3	Peso Vol. Seco (kg/m^3)	Resistencia 7 días (kg/cm^2)
1	No. 1 El Pique	6	2.06	1463	6.16
		10	3.49	1483	20.55
2	No. 2 La Mata	7	2.42	1526	11.52
		10	3.59	1578	37.05
3	No. 3 José María Garcia	7	2.60	1581	14.38
		10	3.65	1551	22.48

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Basados desde el punto de vista económico se considera solamente la incorporación de la capa base para la cual se seleccionó el banco No. 2 La Mata el cual será dosificado al 10% con cemento alcanzando una resistencia de 37.05 kg/cm^2 (527 psi), dicho valor se utilizará ´para el cálculo del coeficiente estructural a_2 correspondiente a la capa base utilizando la metodología de diseño de la AASHTO 93. El banco de material seleccionado posee la mayor resistencia con respecto a los otros bancos, cumpliendo a demás con el requisito mínimo de resistencia para bases estabilizadas, presentado en la NIC 2000 el cual es de $21kg/cm^2$. El volumen estimado de explotación para dicho banco es de 97000 m^3.

CAPITULO III. ESTUDIOS DE TRANSITO

CAPITULO lll. ESTUDIO DE TRANSITO.

3.1 Introducción

Para diseñar un proyecto vial, es de suma importancia efectuar un estudio de tránsito, tanto de personas como de vehículos, a fin de proyectar una carretera cómoda, rápida y segura.

La determinación de la demanda de tránsito es un elemento fundamental para el estudio y valoración de las intervenciones en caminos y carreteras tanto para la ejecución de mantenimiento como de rehabilitación, reconstrucción y construcción de nuevos tramos viales. Los estudios de la demanda de transporte tienen la importancia de representar el soporte para tomar decisiones sobre los siguientes aspectos específicos a la hora de realizar un proyecto:

1. Necesidades impuestas por la capacidad del Proyecto.
2. Especificaciones del diseño geométrico y estructural de la vía en horizontes de 10, 15 y 20 años.
3. Ocurrencia de accidentes, señalización horizontal y vertical.
4. elaboración de los estudios socioeconómicos y ambientales con tratamiento de diferentes alternativas.
5. etc.

Es necesario recalcar que la demanda de transporte se define por medio del indicador del Tránsito Promedio Diario Anual. TPDA y se complementa con los resultados del estudio de origen y destino que define los parámetros del comportamiento del tráfico, sus orígenes, sus destinos, tipos de vehículos utilizados, etc.

La demanda de tráfico forma los siguientes componentes:

a) Volúmenes de tráfico que en la actualidad se desplazan sobre la vía existente con orígenes y destinos dentro y fuera de ella.
b) Tráfico que genera la actividad productiva en las zonas de influencia directa e indirecta que con el tiempo sufrirá incrementos por actividades naturales de la población y provocados por financiamientos a proyectos que se ejecuten a través de la vida útil de la obra vial.

3.2 Volumen de Tránsito

El tránsito que circula por una infraestructura vial no es uniforme a través del tiempo ni con respecto al espacio, ya que hay variaciones de un mes a otro, variaciones diarias, variaciones horarias, variaciones en intervalos de tiempo menor a la hora y variaciones en la distribución del tránsito en los carriles, dependiendo de estas duraciones, se obtienen los siguientes volúmenes totales o absolutos:

- Tránsito Anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan por un tramo de una vía dada durante un año.
- Tránsito Mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan por un tramo de una vía dada durante un mes.
- Tránsito Semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan por un tramo de una vía dada durante una semana.
- Tránsito Diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan por un tramo de una vía dada durante un día.

Estas variaciones son el reflejo de las actividades sociales y económicas de la zona en estudio. Es de suma importancia considerar estas fluctuaciones en la demanda del tránsito si se desea que las infraestructuras viales sean capaces de dar cabida a las demandas vehiculares máximas.

3.2.1 Volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD)

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedio diarios se clasifican en:

- Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):

$$TPDA = \frac{TA}{365} \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

- Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM):

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$ **Ecuación 3**

- Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS):

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$ **Ecuación 4**

3.3 Tipos de Estaciones de Conteo Vehicular.

a) Estaciones de mayor cobertura (EMC): Se realizan aforos 3 veces al año divididos en tres cuatrimestres debido al alto costo de ejecución, realizando conteos clasificados durante 7 días consecutivos cada uno las 24 horas, lográndose obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que no es más que el promedio de los periodos. Estas estaciones permiten un conocimiento de las variaciones típicas del tráfico (estacionales, semanales y diarias) y de la frecuencia de las intensidades horarias a lo largo del año.
b) Estaciones de corta duración (ECD): Su función es conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales para establecer unas leyes que puedan aplicarse a un grupo de estaciones similares o afines. Generalmente son realizadas en caminos de adoquinado y asfalto, en donde el TPDA es mayor de 300 pero menor a la de una estación de mayor cobertura.
c) Estación de conteo sumaria (ECS): Son estaciones con volúmenes menores a un TPDA de 300 vehículos. Se realiza como mínimo un aforo anual durante 12 horas diarias (6 a.m. - 6 p.m.) en periodos de tres días, generalmente en todo el trascurso del año.

3.4 Composición del Tránsito.

Es la relación porcentual entre el volumen de tránsito correspondiente a cada diferente tipo de vehículos, expresado en función del volumen de tránsito total.

Para el levantamiento de información en campo es necesario tener en cuenta las características de los vehículos, ya que difieren unos de otros, actualmente en nuestro país hay gran variedad de vehículos, para simplificar es conveniente agruparlos en cuatro categorías:

- Vehículos Livianos: Son todos los vehículos de dos ejes y cuatro ruedas, tales como: automóviles, camionetas y camiones de dos ejes con ruedas traseras sencillas y motos.
- Pesados de pasajeros: Son todos los vehículos cuya función es transportar personas; tales como: microbuses medianos y grandes, y buses.
- Pesados de carga: Su función es transportar cargas pesadas, entre estos vehículos están: camiones de dos ejes igual o mayores a cinco toneladas, camiones de tres ejes y vehículos articulados.
- Otros: vehículos agrícolas y de construcción, así como moto taxis, y carretas movilizadas por fuerza animal.

3.5 Tipos de Tránsito.

Cuando se lleva a cabo la construcción o mejora de una carretera, se tiene la existencia de un tránsito de vehículos, previo a las obras de construcción o modernización, a este se le conoce como tránsito normal, y conforme a pase el tiempo el tránsito que circula por esa carretera aumentara de acuerdo a una tasa de crecimiento, de acuerdo a estas observaciones se ha determinado la existencia de tres tipos de tránsito relacionado con cualquier proyecto:

a) Tránsito Normal: Es aquel que circula normalmente por la carretera. El crecimiento normal del tránsito es el incremento del volumen debido al aumento en número y uso de vehículos de motor.
b) Tránsito Generado: Es aquel tránsito que no se hubiese presentado sin el proyecto; aparecen gracias a la disminución de los costos de operación de los vehículos y debido al mejoramiento en el uso del suelo adyacente al camino.
c) Tránsito Atraído: Corresponde a aquel existente en otras vías de transporte como rutas alternas, ríos, ferrocarriles o aviones, que dada la reducción de los costos de operación en la nueva carretera se transfiere a esta.

3.6 Tasa de Crecimiento (TC).

Es el valor expresado en porcentaje que define el incremento anual del volumen de tránsito en una vía, para la determinación de este valor se puede extrapolar los datos históricos del flujo vehicular de la zona y la demanda de transporte existente, aunque en algunos casos no se cuenta con dichos registro, por lo que se requiere el uso de otras variables representativas y vinculadas al crecimiento de transporte tales como: el producto interno bruto del país (PIB), el consumo de hidrocarburos nacional, el incremento poblacional de la zona, el parque vehicular del sitio, etc.

3.7 Proyecciones de Tránsito.

Consiste en determinar el volumen de tránsito total que circulará por cierta vía en un periodo de diseño específico, se calcula con la siguiente expresión:

$$Tn = To * (1+r)^n$$ **Ecuación 5**

Donde:

Tn = Tránsito en cualquier año n.

To = Tránsito en el año cero (inicial).

r = Tasa de crecimiento vehicular.

n = Periodo de diseño.

3.8 Trabajo de campo y presentación de resultados.

En el presente estudio se ubicaron dos estaciones de conteo y clasificación vehicular sobre el tramo para tener una mejor visión sobre lo que es el tránsito actual de la zona, dichas estaciones fueron asignadas de la siguiente manera: la primera a 300m del municipio de Comalapa y la segunda a 300m del municipio de Cuapa, ambas sobre la línea del camino. Los conteos se realizaron en un período 12 horas, comprendido entre el lunes 20 de marzo del 2017 al domingo 27 de marzo del 2017 de 6:00am a 6:00pm. Ver anexos pág. XII y XIII, figura 17 y tabla 47.

El análisis del conteo dio como resultado que tanto como en la primera y segunda estación el tipo de vehículo que predomina son motos con un 50% y en segunda instancia las camionetas con un 33% y 29% respectivamente, en ninguna de las

dos estaciones de conteo se observaron vehículos de transporte de pasajeros. Las horas en las que mayor demanda de vehículos hay, son las primeras horas de la mañana (6 a.m. – 9 a.m.) y las últimas horas de la tarde (4 p.m. – 6 p.m.)

A continuación, se presentan las tablas de resumen para cada estación de conteo:

Tabla 3: Resumen de Conteo Vehicular por Periodo de 12hrs 1er Estación.

	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
LUNES	47	4	3	32	0	0	0	5	2	2	3	98
MARTES	45	3	2	31	0	0	0	4	1	3	2	91
MIÉRCOLES	42	4	3	28	0	0	0	4	1	1	2	85
JUEVES	47	2	3	30	0	0	0	5	0	2	3	92
VIERNES	52	4	4	34	0	0	0	4	3	2	3	106
SÁBADO	46	3	4	26	0	0	0	4	1	3	3	90
DOMINGO	31	1	2	23	0	0	0	2	2	1	2	64
TOTAL	310	21	21	204	0	0	0	28	10	14	18	626
TPD SEMANA	44	3	3	29	0	0	0	4	1	2	3	89
%TPD SEMANA	50	3	3	33	0	0	0	4	2	2	3	100

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Tabla 4: Resumen de Conteo Vehicular por Periodo de 12hrs 2da Estación.

	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
LUNES	51	6	5	30	0	0	0	5	3	2	3	105
MARTES	49	2	4	25	0	0	0	7	3	2	3	95
MIÉRCOLES	41	4	5	31	0	0	0	4	2	1	4	92
JUEVES	45	3	4	29	0	0	0	6	1	0	3	91
VIERNES	50	5	6	26	0	0	0	5	2	1	4	99
SÁBADO	45	2	5	22	0	0	0	6	2	0	3	85
DOMINGO	41	1	4	23	0	0	0	3	2	0	3	77
TOTAL	322	23	33	186	0	0	0	36	15	6	23	644
TPD SEMANA	46	3	5	27	0	0	0	5	2	1	3	92
%TPD SEMANA	50	4	5	29	0	0	0	6	2	1	4	100

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.1 Estación de mayor cobertura asociada al camino en estudio.

Para este estudio se debe determinar cuál EMC está asociada al tramo para proceder a cuantificar el TPDA, en el Anuario de Aforos de Tráfico, Año 2015, publicado por la Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos y Puentes de la Dirección General de Planificación del MTI, encontramos que la EMC asociada al tramo es la Número 1802 “San Marcos–Masatepe”, ya que la estación de conteo sumaria (ECS) número 714 “Las Lajitas – Cuapa – Comarca el Zancudo” (NIC-37A) pertenece a dicha estación de mayor cobertura. Ver anexo pág. XIV, tabla 48

3.8.2 Cálculo de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El procedimiento de cálculo utilizado para cuantificar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se describe a continuación.

- Tránsito Promedio Diario de 12 Horas: De la información de campo se obtienen los volúmenes de tráfico existente de 12 Horas en los puntos donde se efectuaron los conteos clasificados por tipo de vehículo.
- Expansión a 24 Horas: Los volúmenes de tráfico diario de doce horas se expanden a tráfico de 24 horas, para lo cual se utilizaron los Factores Día correspondientes al periodo de cuatrimestre de los levantamientos de las estaciones EMC asociada a cada tramo analizado, de acuerdo al anuario de tráfico del MTI 2015.
- Expansión a Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) y Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA): Obtenidos los TPD de 24 horas se procede a expandir a TPDS, para estos se utilizan los factores semana y fin de semana. Luego se multiplica el dato obtenido del TPDS por el factor expansión a TPDA y se obtiene el Tráfico Promedio Diario Anual. En nuestro caso el factor semana seria 1 para cada tipo de vehículo ya que el conteo se realizó durante una semana completa y el factor fin de semana no es utilizado por que también se contaron vehículos los días sábado y domingo. Ver anexo pág. XIV, tabla 49

A continuación, se muestra la tabla de TPDA para cada estación de conteo:

Tabla 5: TPDA 1er Estación de Conteo Vehicular.

	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
TPD SEMANA	44	3	3	29	0	0	0	4	1	2	3	89
FACTOR DIA	1.31	1.53	1.32	1.31	1.28	1.18	1.29	1.22	1.23	1	1.15	
FACTOR SEMANA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TPDS	58	5	4	38	0	0	0	5	1	2	3	116
FACTOR DE EXP.	1.02	1.01	1.06	1.03	1.02	1.02	1.00	0.98	0.90	1	1.12	
TPDA	59	5	4	39	0	0	0	5	1	2	4	119
%TPDA	49.61	3.91	3.54	33.02	0	0	0	4.04	0.93	1.69	3.26	100.00

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Tabla 6: TPDA 2da Estación de Conteo Vehicular.

	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
TPD SEMANA	46	3	5	27	0	0	0	5	2	1	3	92
FACTOR DIA	1.31	1.53	1.32	1.31	1.28	1.18	1.29	1.22	1.23	1	1.15	
FACTOR SEMANA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TPDS	60	5	7	35	0	0	0	6	2	1	3	119
FACTOR DE EXP.	1.02	1.01	1.06	1.03	1.02	1.02	1.00	0.98	0.90	1	1.12	
TPDA	61	5	7	36	0	0	0	6	2	1	4	122
%TPDA	50.00	4.10	5.74	29.51	0.00	0.00	0.00	4.92	1.64	0.82	3.28	100.00

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

De ambos TPDA se sacó el promedio por tipología vehicular para que dicho promedio fuera nuestro TPDA final.

A continuación, se muestra el TPDA final.

Tabla 7: TPDA Promedio Final.

	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
TPDA	60	5	6	38	0	0	0	5	2	2	4	122
%TPDA	49.18	4.10	4.92	31.15	0.00	0.00	0.00	4.10	1.64	1.64	3.28	100.00

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.3 Tasa de Crecimiento para Proyecciones de Tráfico

La determinación de la tasa de crecimiento se realizó analizando diferentes variables socioeconómicas que tienen una relación estrecha con el tráfico vehicular sobre el tramo en estudio. Las variables que se analizaron son: TPDA histórico de la ECS (714), el TPDA de la EMC asociada al tramo (1802), el Producto Interno Bruto (PIB), y el consumo de combustible del país tanto diésel como gasolina.

Como se mencionó una de las variables utilizadas es el Producto Interno Bruto (PIB) ya que a través de este indicador podemos observar el comportamiento general de la economía nacional, la cual está estrechamente ligada a los índices productivos y la situación económica de los habitantes. Una variable muy importante es el TPDA histórico de la ECS, sin embargo, en este tramo el inconveniente es que no se posee datos estadísticos históricos consistentes y anuales, lo que produce distorsión en los resultados del análisis, por esta razón se toma en cuenta también para el análisis el TPDA histórico de la EMC asociada al tramo. Cabe destacar que el punto donde el MTI realiza el conteo de la estación

de conteo sumaria no es dentro del camino Comalapa – Cuapa más sin embargo este camino pertenece a esta estación ya que dicho camino forma parte de la NIC 37A. Ver anexo pág. XII, figura 18

El proceso de revisión de las variables será el cálculo de logaritmo neperiano para las cuales se harán rectas de regresión lineal y posteriormente correlacionar entre si dichas variables, conociendo así su nivel de confianza, entre más cercano sea al 100% mayor será su reciprocidad, dando a conocer que variables deben ser tomadas en cuenta para escoger una tasa de crecimiento óptima.

A continuación, en la tabla 8 se muestran los datos de las variables consideradas en el análisis de la tasa de crecimiento.

Tabla 8: Variables a Considerar Para Definir la Tasa de Crecimiento

Años	TPDA ECS 714	TPDA EMC 1802	Consumo de Combustible	Producto Interno Bruto PIB	LN TPDA ECS 714	LN TPDA EMC 1802	LN Consumo de Combustible	LN PIB
1996	118	-	-	-	4.77	-	-	-
1997	-	2260	-	-	-	7.723	-	-
1999	164	2871	-	-	5.099	7.962	-	-
2002	213	3602	-	-	5.361	8.189	-	-
2004	-	3608	-	-	-	8.19	-	-
2006	-	-	4701	118837	-	-	8.455	11.68
2007	153	-	5325	124870	5.03	-	8.58	11.735
2008	232	4554	4952	129160	5.446	8.423	8.507	11.768
2009	-	4887	4918	124907.7	-	8.494	8.5	11.74
2010	234	4936	5127	130416.3	5.455	8.504	8.542	11.778
2011	-	5132	5367	138654	-	8.543	8.588	11.839
2012	-	6324	5611	147661	-	8.752	8.632	11.902
2013	-	6221	5788	154936	-	8.735	8.663	11.95
2014	405	6883	6147	162351	6.003	8.836	8.723	11.997
2015	458	7402	6797	170230	6.126	8.909	8.824	12.044
2016	-	-	7287	178236	-	-	8.893	12.09

La fuente de la tabla anterior es la siguiente:

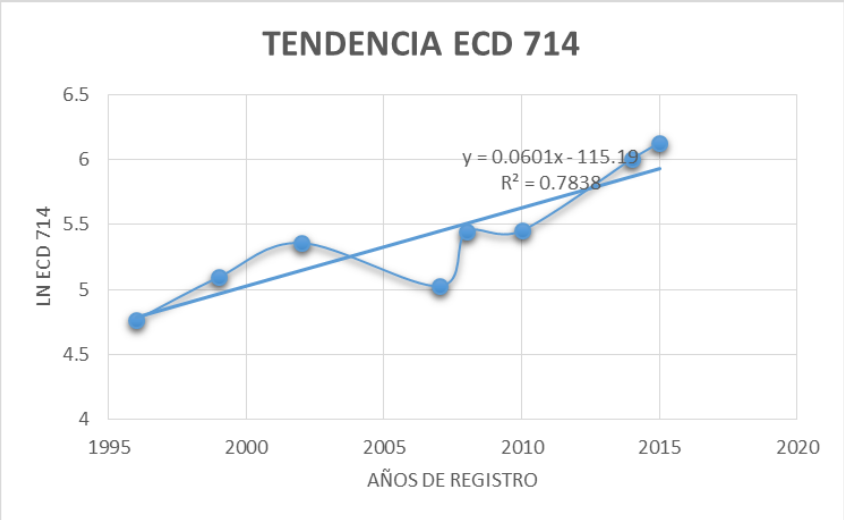
1. Los datos del producto interno bruto están expresados en millones de córdobas a su vez están basados en las estadísticas presentadas por el Banco Central de Nicaragua (BCN) mostradas en su página web para el periodo comprendido entre 2006-2016, siendo el año de referencia el 2006.

2. Los datos históricos de consumo de combustible (gasolina más diésel) están expresados en miles de barriles siendo su fuente el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), datos mostrados también es su página web en la sección Estadísticas-hidrocarburos para el periodo comprendido entre 2006-2016

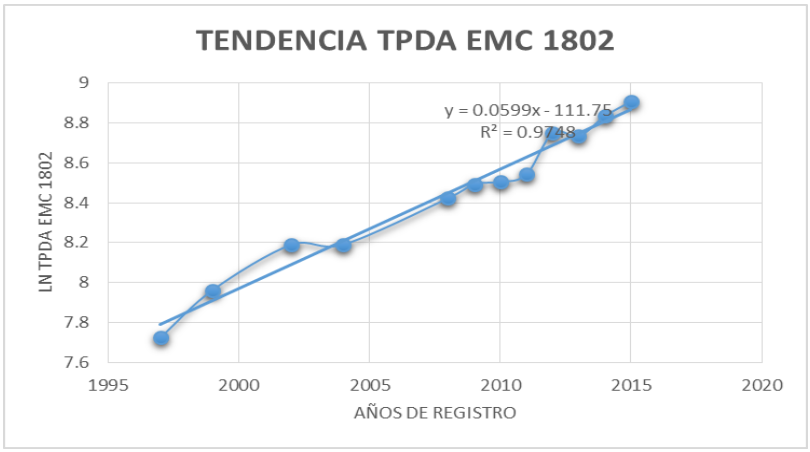
3. Registros históricos de tránsito para las estaciones de mayor cobertura (1802) y de conteo sumaria (714) fueron obtenidos del Anuario de Aforos de Tráfico del 2015 emitido por el MTI. Ver anexos C, tabla C.4 y C.5

A partir de los datos anteriores se elaboraron las rectas de regresión lineal de cada una de las variables para definir su tendencia a lo largo de los años, así como la correlación entre sí de dichas variables para luego realizar un análisis de las mismas y definir una tasa de crecimiento vehicular adecuada.

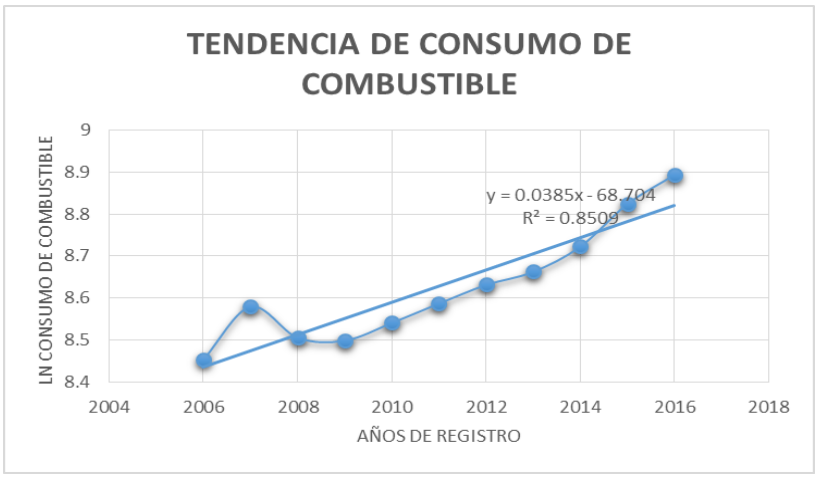
Gráfica 2: Tendencia Histórica de TPDA ECS 714.



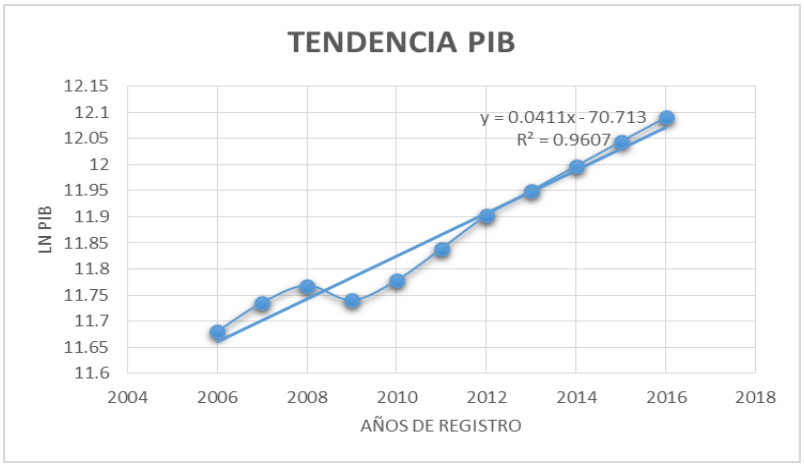
Gráfica 3: Tendencia Histórica TPDA EMC 1802.



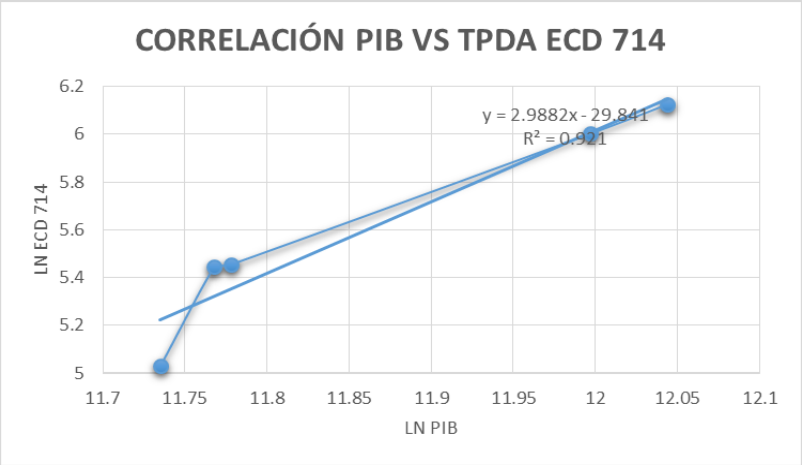
Gráfica 4: Tendencia Histórica de Consumo de Combustible (2006 – 2016)



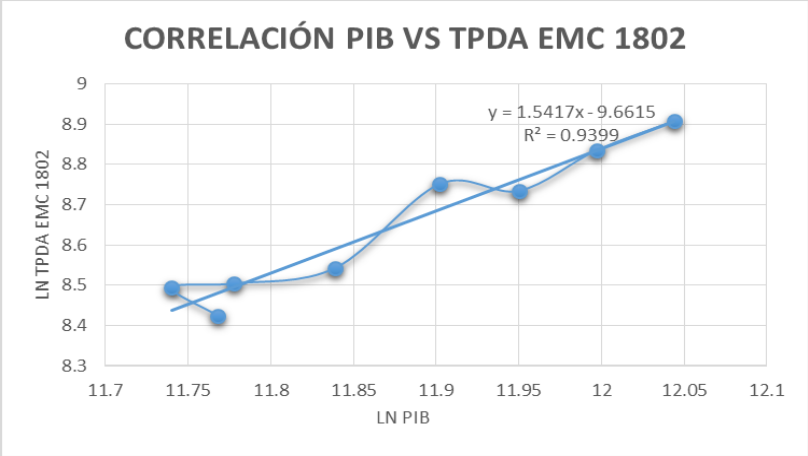
Gráfica 5: Tendencia Histórica del PIB (2006 – 2016)



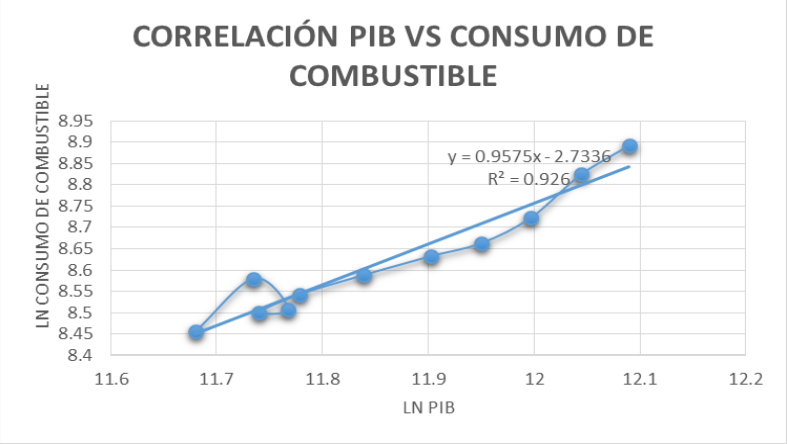
Gráfica 6: Correlación del PIB vs TPDA ECS 714



Gráfica 7: Correlación del PIB vs TPDA EMC 1802.



Gráfica 8: Correlación del PIB vs Consumo de Combustible.



De las gráficas anteriores se analiza lo siguiente:

1. La gráfica del TPDA histórico de la estación de conteo sumaria nos muestra un comportamiento lineal muy irregular, con una confiabilidad R^2 = 78%, teniendo este una tasa de crecimiento alta del 6%, esto debido a las mejoras realizadas a la infraestructura vial del sitio entre los años 2009 – 2010 lo que provocó un aumento del tráfico en comparación con años anteriores.

2. Los datos del TPDA EMC 1802 reflejan un excelente comportamiento lineal, teniendo un grado de confiabilidad alto R^2 = 97, con una tasa de crecimiento del 6%, esto debido a que atraviesa sitios turísticos como el mirador de Catarina, y a que es una vía de gran importancia debido a que une los municipios de San Marcos, Carazo con el departamento de Masaya.

3. En la gráfica 4 muestra los datos de consumo de combustible incluyendo diésel y gasolina, a nivel nacional, teniendo estos un comportamiento lineal bueno con una confiablidad de R^2 = 85% y una tasa de crecimiento del 3.85%.

4. Los datos de la gráfica de tendencia con respecto al producto interno bruto del país (PIB) desde el año 2006 a 2016, muestra un comportamiento lineal excelente con una confiabilidad R^2 = 96% y una tasa de crecimiento del 4%.

5. La gráfica de correlación entre el PIB y la ECS 714 presenta una excelente reciprocidad del 92% al igual que la correlación entre el PIB y la EMC 1802 con un 94%, significando que pueden ser variables a considerar para la selección de una tasa de crecimiento.

6. La correlación entre PIB y consumo de combustible nos da también una excelente reciprocidad del 92.6% para ser tomada en cuenta al seleccionar la tasa de crecimiento.

Partiendo de los análisis anteriores se concluye lo siguiente:

Todas las variables presentan una excelente correlación, pero en el análisis de las tendencias de cada una nos encontramos que la EMC 1802 posee una tasa de crecimiento muy alta (6%); por otra parte la ECS 714 si se encuentra cerca del camino, pero también posee una tasa de crecimiento del 6% con una confiabilidad regular (78%) esto debido a las mejoras que se hicieron en la vía a como se mencionó anteriormente por lo que ambas estaciones (EMC y ECS), no se tomarían en cuenta para proponer una tasa de crecimiento; dejándonos como posibles variables útiles el PIB y el consumo de combustible, cabe destacar que estas dos son datos a nivel nacional por lo que fue necesario acoplarlas a las condiciones del lugar basándose a que a nivel de municipio tanto Comalapa y Cuapa cuentan con un índice de pobreza alta según datos de Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) ver anexo pág. XVI, tabla 52, de tal manera que el PIB y el consumo de combustible de la zona estarán por debajo de las tasas de crecimiento de las tendencias anteriormente mostradas, por lo tanto, la tasa de crecimiento que mejor se adaptaría para el tráfico normal será del 3% la cual será utilizada con fines de proyección del tránsito.

3.8.4 Proyección del tránsito normal.

Aplicando la ecuación 5 mostrada en la página 23 con una tasa de crecimiento del 3% se obtuvieron todas las proyecciones para cada año, del periodo comprendido desde 2017 hasta 2039. A manera de ejemplo se calcula la proyección normal de Pick - Up del 2017 al 2018 de la siguiente manera:

$$\text{Tránsito normal}_{\text{pick-up (2017-2018)}} = 38 \times (1+0.03)^{1} \approx 39 \text{ veh.}$$

De igual forma se calculó para los demás tipos de vehículos hasta el final del periodo (2039).

Los resultados de proyección del tránsito normal se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Proyección del Tránsito Normal.

AÑO	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	C3	AGRICOLAS	OTROS	TPDA
2017	60	5	6	38	0	0	0	5	2	0	2	4	122
2018	62	5	6	39	0	0	0	5	2	0	2	4	126
2019	64	5	6	40	0	0	0	5	2	0	2	4	129
2020	66	5	7	42	0	0	0	5	2	0	2	4	133
2021	68	6	7	43	0	0	0	6	2	0	2	5	137
2022	70	6	7	44	0	0	0	6	2	0	2	5	141
2023	72	6	7	45	0	0	0	6	2	0	2	5	146
2024	74	6	7	47	0	0	0	6	2	0	2	5	150
2025	76	6	8	48	0	0	0	6	3	0	3	5	155
2026	78	7	8	50	0	0	0	7	3	0	3	5	159
2027	81	7	8	51	0	0	0	7	3	0	3	5	164
2028	83	7	8	53	0	0	0	7	3	0	3	6	169
2029	86	7	9	54	0	0	0	7	3	0	3	6	174
2030	88	7	9	56	0	0	0	7	3	0	3	6	179
2031	91	8	9	57	0	0	0	8	3	0	3	6	185
2032	93	8	9	59	0	0	0	8	3	0	3	6	190
2033	96	8	10	61	0	0	0	8	3	0	3	6	196
2034	99	8	10	63	0	0	0	8	3	0	3	7	202
2035	102	9	10	65	0	0	0	9	3	0	3	7	208
2036	105	9	11	67	0	0	0	9	4	0	4	7	214
2037	108	9	11	69	0	0	0	9	4	0	4	7	220
2038	112	9	11	71	0	0	0	9	4	0	4	7	227
2039	115	10	11	73	0	0	0	10	4	0	4	8	234
TOTAL	1947	162	195	1233	0	0	0	162	65	0	65	130	3959

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.5 Proyección del tránsito generado.

Debido a que el periodo de diseño es 20 años se ha supuesto que la construcción del tramo se realizará en el año 2018 y entrará en operación en el 2019, por lo que el tránsito generado se estima comenzaría 2 años después de haber entrado en operación dicha vía. Debido a las facilidades y beneficios que brindara la construcción de esta carretera se espera un incremento en las producciones agrícolas y ganaderas de la zona, se propone un 10% del tránsito normal como tránsito generado. A manera de ejemplo se calcula la proyección normal de Pick - Up del 2021 al 2022 de la siguiente manera:

Tránsito generado $_{\text{Pick – Up (2021-2022)}}$ = 10% del tránsito normal = 0.1 x 43 ≈ 4 veh.

De igual forma se calculó para los demás tipos de vehículos a partir del 2021 hasta el final del periodo (2039).

Los resultados de volumen del tránsito generado se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10: Tránsito Generado.

AÑO	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	C3	AGRICOLAS	OTROS	TPDA
2021	7	1	1	4	0	0	0	1	0	0	1	0	15
2022	7	1	1	4	0	0	0	1	0	0	1	0	15
2023	7	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	0	16
2024	7	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	0	16
2025	8	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2026	8	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2027	8	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2028	8	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	18
2029	9	1	1	5	0	0	0	1	0	0	1	1	19
2030	9	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	20
2031	9	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	20
2032	9	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	20
2033	10	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	21
2034	10	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	21
2035	10	1	1	6	0	0	0	1	0	0	1	1	21
2036	11	1	1	7	0	0	0	1	0	0	1	1	23
2037	11	1	1	7	0	0	0	1	0	0	1	1	23
2038	11	1	1	7	0	0	0	1	0	0	1	1	23
2039	11	1	1	7	0	0	0	1	0	0	1	1	23
TOTAL	170	19	19	107	0	0	0	19	0	0	19	17	370

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.6 Tránsito Atraído.

Para la estimación del volumen vehicular que se espera sea atraído de los flujos que circulan por la carretera NIC- 7 (tramo Tecolostote – Juigalpa) a la nueva vía, debido a que es la vía alterna existente para trasladarse de Comalapa a Cuapa, es necesario tomar en cuenta la elaboración de encuestas Origen-Destino.

Las realizaciones de las encuestas se hicieron en la vía alterna (Tecolostote – Juigalpa) a 9 km del empalme de Comalapa hacía Juigalpa, por medio de entrevistas directas a los conductores durante un día (viernes 28 de abril de 2017) por 12 horas continuas (6 a.m. – 6 p.m.), estas con el motivo de determinar los origen y destinos de los usuarios que transitan por esta carretera y así tener un porcentaje aproximado de los vehículos que serán atraídos. Ver anexo pág. XII, figura 17

Cabe destacar que no se entrevistaron a motos ni camionetas debido a que estos vehículos tienen la capacidad de circular aun en las condiciones que se encuentra la ruta en estudio, basándose en el conteo realizado en el tramo Comalapa – Cuapa, es decir, son los vehículos que tienen mayor porcentaje de flujo vehicular.

Se tuvo la intención de encuestar tanto vehículos agrícolas como de construcción, pero no hubo presencia de ellos durante el periodo de encuestas por lo que formarían parte de los vehículos no encuestados.

En la siguiente tabla se presentan las cantidades de vehículos encuestados:

Tabla 11: vehículos Encuestados.

Tipología Vehicular	Cantidad	% de Cantidad
Autos	60	40.82
Jeep/SUV	23	15.65
MB 15<pax	5	3.40
MB 15-30 pax	4	2.72
Bus	5	3.40
C2 Ligero	20	13.61
C2 > 4ton	15	10.20
C3	8	5.44
Tx – Sx < 4 ejes	2	1.36
Tx – Sx > 5 ejes	5	3.40
Total	147	100

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

En la tabla 12 que se presenta a continuación se muestra el flujo atraído según el origen o el destino de los encuestados:

Tabla 12: Flujos Según Origen o Destino.

Descripción de la Zona.	Origen.	Destino.
Camoapa	2	3
Comalapa	3	2
Cuapa	2	3
Total.	7	8

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Los motivos de porque se toma en cuenta el municipio de Camoapa es debido al ahorro de tiempo que tendrían los usuarios con destino a Cuapa tomando en cuenta la diferencia de distancia entre los municipios a como se muestra a continuación:

Tabla 13: Diferencia de Distancias Camoapa - Cuapa

	Distancia Camoapa – Cuapa
Ruta existente	65 km
Nueva vía	30 km
Diferencia de distancias	35 km

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Como se puede observar habría un ahorro de distancia de 35 km. Por lo que el conductor preferiría usar la nueva carretera.

3.8.6.1 Análisis de encuestas Origen – Destino.

De acuerdo a los datos obtenidos de la tabla 12, el flujo de origen representa el 4.76% (7/147) y el flujo de destino el 5.44% (8/147) sumando un total de 10.20%, dicho porcentaje se va a relacionar con el TPDA de la estación de corta duración 703 (Tecolostote - Juigalpa) a la que pertenece el tramo encuestado, para la determinación del tránsito atraído.

Basándose en lo anterior el tránsito atraído se calculará de la siguiente manera:

El TPDA total de la ECD 703 (2882 veh/dia, Ver anexo pág. XVI, tabla 53) del año 2015 se multiplicará por la siguiente ecuación:

$$(1 - T_{nc}) \qquad \textbf{Ecuación 6}$$

T_{nc} = porcentaje total en decimales del TPDA de la ECD 703 del año 2015 de los vehículos no considerados en la encuesta.

A continuación, se muestra el porcentaje de vehículos no considerados en las encuestas.

Tabla 14: Porcentaje de vehículos No considerados en las Encuestas.

Estación	Motos	Pick-up	Agrícolas	Construcción	Total
703	14.40	28.28	0.17	0.03	42.89

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Resultando: 2882 x (1 – 0.4289) = 1646 veh/día

El dato anterior se multiplica por la suma de los porcentajes en decimales del flujo origen – destino obtenidos en las encuestas (10.20%)

Dando como resultado: 1646 x 0.1020 = 168 veh/dia

En base al resultado anterior se obtiene el tránsito atraído por tipología vehicular para el año 2015, utilizando los porcentajes registrados en las encuestas de la tabla 11.

En la siguiente tabla se muestran los resultados finales del tráfico atraído.

Tabla 15: Tránsito Atraído de Encuestas Origen – Destino por Vehículo para el año 2015.

Tipo de Vehículo	$T_{atraído}$	% $T_{atraído}$
Autos	69	40.82
Jeep/SUV	26	15.65
MB < 15 pax	6	3.40
MB 15-30 pax	5	2.72
Bus	6	3.40
C2 Ligero	23	13.61
C2 > 4ton	17	10.20
C3	9	5.44
Tx – Sx < 4 ejes	2	1.36
Tx – Sx > 5 ejes	5	3.40
Total	168	100

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.6.2 Proyección del tránsito atraído.

Para la proyección del tráfico atraído primeramente fue necesario proyectar el tráfico atraído del 2015 al 2019 (año en el entrará en operación la carretera) para luego seguir proyectando para el resto de los años, Aplicando la ecuación 5 mostrada en la página 23 utilizando la tasa de crecimiento estipulada anteriormente, ya que su crecimiento sería de forma similar al del tráfico normal; cabe mencionar que para las proyecciones del tránsito atraído no se incluyeron los tráileres ya que de todos los encuestados para este tipo de vehículo ninguno se dirigía hacia Comalapa Cuapa o Camoapa.

A manera de ejemplo se calculan las proyecciones de Autos del 2015 al 2019, y del 2019 al 2020 de la siguiente manera:

Tránsito atraído $_{\text{Autos (2015-2019)}} = 69 \times (1+0.03)^4 \approx 78$ veh.

Tránsito atraído $_{\text{Autos (2019-2020)}} = 78 \times (1+0.03)^1 \approx 80$ veh.

De igual forma se calculó para los demás tipos de vehículos hasta el final del periodo (2039).

Los resultados de proyección del tránsito atraído se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16: Proyección del Tránsito Atraído.

AÑO	AUTOS	JEEP/SUV	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	C3	TPDA
2015	69	26	6	5	6	23	17	8	160
2019	78	29	7	6	7	26	19	9	180
2020	80	30	7	6	7	27	20	9	185
2021	82	31	7	6	7	27	20	10	191
2022	85	32	7	6	7	28	21	10	197
2023	87	33	8	6	8	29	22	10	203
2024	90	34	8	7	8	30	22	10	209
2025	93	35	8	7	8	31	23	11	215
2026	96	36	8	7	8	32	24	11	221
2027	98	37	9	7	9	33	24	11	228
2028	101	38	9	7	9	34	25	12	235
2029	104	39	9	8	9	35	26	12	242
2030	107	41	9	8	9	36	26	12	249
2031	111	42	10	8	10	37	27	13	257
2032	114	43	10	8	10	38	28	13	264
2033	117	44	10	9	10	39	29	14	272
2034	121	46	11	9	11	40	30	14	281
2035	125	47	11	9	11	42	31	14	289
2036	128	48	11	9	11	43	32	15	298
2037	132	50	11	10	11	44	33	15	307
2038	136	51	12	10	12	45	34	16	316
2039	140	53	12	10	12	47	35	16	325
TOTAL	2296	865	200	166	200	765	566	266	5324

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.7 Tránsito Total

El tránsito total es el resultado de la suma de los tres tipos de tráfico (tráfico normal, generado y atraído), sin embargo, la adición del tránsito generado será a partir del año 2021 a como se explicó en el inciso 3.8.5 pág. 33, de igual forma la suma del tráfico atraído parte del año en que se asume que la carretera estará en operación (2019); datos anteriores a estos años mencionados estarán compuestos únicamente por el tránsito normal.

En la siguiente tabla se presentan los volúmenes totales del tránsito para el periodo de diseño estipulado, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, a manera de ejemplo se muestra el cálculo del tránsito total de Jeep/Suv:

$T_{Total\ Jeep/Suv\ 2023}$ = T. Norm. + T. Gen. + T. Atra. = 7 + 1 + 33 = 41 veh/día.

Tabla 17: Tránsito Total.

AÑO	MOTOS	AUTOS	JEEP/SUV	PICK-UP	MB<15PAX	MB 15-30 PAX	BUS	C2 LIGERO	C2>4TON	C3	AGRICOLAS	OTROS	TOTAL
2017	60	5	6	38	0	0	0	5	2	0	2	4	122
2018	62	5	6	39	0	0	0	5	2	0	2	4	126
2019	64	83	35	40	7	6	7	31	21	9	2	4	308
2020	66	85	37	42	7	6	7	32	22	9	2	4	319
2021	75	89	39	47	7	6	7	34	22	10	3	5	343
2022	77	92	40	48	7	6	7	35	23	10	3	5	354
2023	79	94	41	50	8	6	8	36	24	10	3	5	364
2024	81	97	42	52	8	7	8	37	24	10	3	5	374
2025	84	100	44	53	8	7	8	38	26	11	4	6	388
2026	86	104	45	55	8	7	8	40	27	11	4	6	401
2027	89	106	46	56	9	7	9	41	27	11	4	6	410
2028	91	109	47	58	9	7	9	42	28	12	4	7	422
2029	95	112	49	59	9	8	9	43	29	12	4	7	435
2030	97	115	51	62	9	8	9	44	29	12	4	7	448
2031	100	120	52	63	10	8	10	46	30	13	4	7	462
2032	102	123	53	65	10	8	10	47	31	13	4	7	474
2033	106	126	55	67	10	9	10	48	32	14	4	7	488
2034	109	130	57	69	11	9	11	49	33	14	4	8	503
2035	112	135	58	71	11	9	11	52	34	14	4	8	519
2036	116	138	60	74	11	9	11	53	36	15	5	8	536
2037	119	142	62	76	11	10	11	54	37	15	5	8	551
2038	123	146	63	78	12	10	12	55	38	16	5	8	565
2039	126	151	65	80	12	10	12	58	39	16	5	9	583
TOTAL	1991	2256	988	1260	181	151	181	867	616	258	79	138	9496

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

3.8.8 Clasificación Funcional.

De acuerdo con el resultado del TPDA del último año (583 veh/día) podemos obtener la clasificación funcional de la carretera: “colectora menor rural” según la tabla mostrada a continuación:

Tabla 18: Clasificación Funcional de las Carreteras.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA(1)	NOMECLATURA	TPD(2) (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Número de Carriles
ARTERIAL PRINCIPAL	AUTOPISTA	AA	>20,000	6-8
	ARTERIAL RURAL	AR	10,000-20,000	4-6
	ARTERIAL URBANA	AU	10,000-20,000	4-6
ARTERIAL MENOR	ARTERIAL MENOR RURAL	AMR	3,000-10,000	2
	ARTERIAL MENOR URBANA	AMU	3,000-10,000	2
COLECTOR MAYOR	COLECTOR MAYOR RURAL	CMR	10,000-20,000	4-6
	COLECTOR MAYOR URBANA	CMU	10,000-20,000	4-6
COLECTOR MENOR	COLECTOR MENOR RURAL	CR	500-3,000	2
	COLECTOR MENOR URBANA	CU	500-3,000	2
LOCAL	LOCAL RURAL	LR	100-500	2
	LOCAL URBANO	LU	100-500	2
	RURAL	R	<100	1-2

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de carreteras (SIECA).

3.8.9 Tránsito de Diseño.

Es la cantidad estimada de vehículos acumulados divididos por su tipología durante el periodo de diseño o vida útil de la vía, se determina con la siguiente formula:

$$TD = To' * Fc * Fd * Fc' \qquad \textbf{Ecuación 7}$$

To´= Tránsito inicial

Fc = Factor de crecimiento definido por la siguiente expresión:

$$FC = 365 * \frac{[(1+i)^n - 1]}{i} \qquad \textbf{Ecuación 8}$$

i = Factor de crecimiento anual en decimales

n = periodo de diseño en años

Fd = Factor direccional

Tabla 19: Factor de Distribución por Dirección (Fd)

Factor de Distribución por Dirección	
No. De carriles en ambas Direcciones	FD (%)
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Fc´ = Factor carril

Tabla 20: Factor de Distribución por Carril (Fc)

No. de carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (Fc)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 - 75

Fuente: AASTHO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

3.8.9.1 Cálculo del Tránsito de Diseño.

El tránsito de diseño se obtiene de la ecuación 7 mostrada anteriormente, destacando que para el cálculo del factor de crecimiento solo se considera el valor de 365 de la ecuación 8, ya que el TPDA fue calculado año por año, por otra parte el valor del factor direccional corresponde al 50% ya que el número de carriles de

la carretera diseñada será de 2 (ver tabla 19, pág. 40), y para el factor carril se utiliza el valor de 100% debido a que solo habrá un carril por cada dirección (ver tabla 20). A razón de ejemplo se muestra el cálculo de tránsito de diseño de autos para el periodo de diseño estipulado:

$T_{Diseño\ Autos}$ = 2256 x 365 x 0.5 x 1 = 411720 veh.

En la siguiente tabla se muestra los resultados del tránsito de diseño para cada tipo de vehículo:

Tabla 21: Resultados de Tránsito de Diseño por Tipología Vehicular.

Tipología Vehicular	TPDA Acumulado en el Periodo de Diseño	TD (VEH)
Autos	2256	411720
Jeep/SUV	988	180310
Pick-up	1260	229950
MB < 15 pax	181	33033
MB 15-30 pax	151	27557
Bus	181	33033
C2 Ligero	867	158228
C2 > 4ton	616	112420
C3	258	47085
Agrícolas	79	14417
Total	6837	1247753

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

CAPITULO IV. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

CAPITULO IV. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

4.1 Introducción

Los pavimentos son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, para que personas, animales o vehículos puedan transitar sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica. Los materiales de las capas se escogen según su costo y disponibilidad. A la capa de la superficie se la denomina capa de rodadura y es la que está en contacto directo con el tránsito. A las capas inferiores se les llama base (cuando tiene sólo una), o base y sub-base (cuando se tienen dos). Al terreno natural o suelo se le conoce como sub rasante y es el encargado de soportar el pavimento. Estas capas deben de ser capaces de soportar los esfuerzos y cargas generados por un flujo vehicular de manera apropiada, además de ser capaz de distribuirlas eficientemente sin que sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas de apoyo.

Entre los distintos tipos de pavimentos están:

- **Pavimentos de concreto o rígido:** Los pavimentos rígidos se caracterizan porque la superficie de rodadura es una losa de concreto hidráulico, la cual absorbe una mayor parte de los esfuerzos, deformándose muy poco bajo la acción de las cargas y distribuyéndose en un área muy grande. Las losas están delimitadas por juntas reforzadas por pasadores.
- **Pavimentos de asfalto o flexible:** Es aquel cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él.
- **Pavimentos de adoquines de hormigón:** Su capa de rodadura está conformada por adoquines de hormigón, colocados sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. De la misma manera que los pavimentos de asfalto, pueden tener una base, o adicionalmente una sub-base, que pueden tener espesores ligeramente menores que los utilizados para los pavimentos de asfalto.

4.2 Diseño de pavimento de adoquines.

El pavimento de adoquines de concreto está compuesto, casi siempre, por dos capas como se explicó anteriormente: La capa de rodadura (los adoquines) y la base. Ambas capas son importantes porque los adoquines sin base terminan por hundirse en el suelo; y la base sin los adoquines se deteriora muy rápido y no tiene la resistencia suficiente.

Los espesores de las capas dependen del tránsito que va a soportar el pavimento, de la dureza del suelo y de los materiales con que se van a construir estas capas; y deben tener la suficiente calidad para que el pavimento soporte el peso del tránsito, durante un tiempo determinado, sin deformarse ni deteriorarse.

- **Capa de adoquines**: Los adoquines deben tener propiedades y características similares para poder resistir adecuadamente las cargas de tránsito y fundamentalmente el desgaste producido por este, se debe tener en cuenta los ajustes, la compactación, las tolerancias y el manejo. Las piezas prefabricadas deben cumplir con requisitos geométricos y de resistencia basándose en la norma NTON 12 009 -10 (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Adoquines de Concreto. Requisitos), tales como: muestreo, forma, color, textura, resistencia al desgaste y compresión.
- **Capa de arena**: Esta capa se coloca directamente sobre la base, la cual no se compacta antes de colocar los adoquines sobre ella, generalmente es de poco espesor (3-5 cm de espesor) y el material usado es arena gruesa y limpia, libre de materia orgánica, esta tiene que tener una granulometría continua tanto que la arena pase por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No.10. Esta capa sirve como asiento para colocar los adoquines y a su vez contribuye con la filtración del agua que ocasionalmente pueda penetrar por las juntas entre los mismos.
- **La base**: es la capa colocada entre la sub rasante y la capa de rodadura, su principal función es aumentar la capacidad de la estructura del pavimento, puede estar compuesta por dos o más materiales

seleccionados, en la cual se podrán utilizar material granular, suelo estabilizado o concreto pobre. El espesor de la base depende del material con que se construya, del tránsito y de la calidad del suelo.

4.3 Metodología de Diseño (AASHTO 93).

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (EQ. AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo Resiliente de la capa a analizar. Cabe destacar que el pavimento adoquines se considera como un pavimento flexible para efectos de diseño según el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos en su sección “5.2.4 Superficie de Rodadura en Pavimentos Flexibles”.

$$\log_{10} Wt18 = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Ecuación 9

Donde:

- W_{t18} = Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 18 kips acumuladas en el periodo de diseño (n).
- R = Confiabilidad del diseño o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.
- Z_R = Valor del desviador en una curva de distribución normal, en función de la Confiabilidad del diseño (R).

- So = Desviación estándar del sistema, en función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.
- ΔPSI = Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la "planitud" (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial (po)) y su planitud al final del periodo de diseño (Servicapacidad Final (pt)).
- M_R = Módulo Resiliente de la sub rasante y de las capas de bases y sub – bases (si las hay) granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).
- SN = Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

4.3.1 Parámetros de Diseño

4.3.1.1 Variables de Tiempo

Existen dos variables fundamentales a considerar: la vida útil de pavimento y el periodo de análisis del diseño. La vida útil se refiere al tiempo que transcurre desde la construcción de este y el momento en que logra alcanzar el mínimo de serviciabilidad.

4.3.1.1.1 Periodo de Diseño.

El periodo de análisis de diseño es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento, tomando en cuenta las variaciones del tránsito y el tiempo que se considere apropiado para que las condiciones de este se empiecen a alterar de manera significativa.

La AASHTO recomienda algunos periodos de diseño en la siguiente tabla:

Tabla 22: Periodos de Diseño.

Tipo de Camino	Periodo de Análisis
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncal Suburbanas	15 – 30 años
Trocal Rural	
Colectora Suburbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos (SIECA 2002)

El periodo de diseño del pavimento flexible (adoquín) para el tramo en estudio, será de 20 años, esto debido a que existe un bajo volumen de tránsito en la zona, y para este tipo de carreteras (Colectora menor rural) se toman periodos de diseños comprendidos entre 10 y 20 años

4.3.1.2 Variables en función del tránsito

4.3.1.2.1 Tránsito en Ejes Equivalentes o ESAL (W_{18})

Se define como el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80 KN) ó ESAL según la AASHTO. La conversión de una carga dada por eje se logra por medio de los factores equivalentes (LEF, Load Equivalente Factor), el cual se determina con la siguiente expresión:

$$LEF = \frac{\text{N° de ESAL de 18 Kips que produce una pérdida de serviciabilidad}}{\text{N° de ejes "X" en Kips que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Ecuación 10

Los pavimentos responden de manera diferente a una carga dependiendo del tipo, de la misma manera los LEF´s también cambian en función del tipo de pavimento, por lo tanto, el número estructural (SN) y el índice de serviciabilidad asumidos para el diseño van a cambiar.

Para la determinar el ESAL´s que se aplicara a la estructura es necesario en primera instancia asumir el número estructural (SN) que se considere adecuado a las cargas aplicadas al pavimento, también es necesario asumir el índice de servicialidad final aceptable, basándose en los programas de mantenimiento que se considere adecuado según el tipo de carretera.

En este caso para obtener los factores equivalentes de carga “LEF” para cada peso del eje de los vehículos que se consideran causarían daño al pavimento, se hizo a partir de las tablas para la determinación de los LEF´s, de acuerdo al manual para el diseño de estructura de pavimento de la AASHTO que se encuentran en los anexos pág. XVII-XVIII, tabla 54 - 55 asumiendo un SN= 5 con un índice de serviciabilidad final de Pt= 2, ya que este es el índice para caminos de menor tránsito en pavimentos flexibles, la mayoría de los valores LEF se

tuvieron que interpolar ya que las tablas no tenían un valor exacto al peso de los vehículos considerados, dichos pesos por ejes de cada tipología vehicular se extrajeron de la tabla mostrada en el anexo pág. XIX, tabla 56 y 57.

A manera de ejemplo se realizó el cálculo del "LEF" para el vehículo C2:

- Pesos por Ejes del vehículo en Kips

1^{er} eje = 11 kips 2^{do} eje = 22 kips

- Factores Equivalentes de carga para Pavimentos Flexibles, ejes simples, Pt = 2.0, SN = 5.0. (Ver tabla 54, página XVII)

Nota: En el caso del 1^{er} eje fue necesario interpolar valores dado que en las tablas del LEF no hay valores para 11 kips.

Kips	-	SN 5	
10	-	0.79	
11	-	X	→ 0.1265
12	-	0.174	

Para el 2^{do} eje el valor que le corresponde al peso de 22 kips es de 2.35.

La obtención del factor de tránsito en ejes equivalentes (W_{18} ó ESAL) por tipo de vehículo, se calcula con la siguiente formula:

$$ESAL = T_D \times LEF \qquad \textbf{Ecuación 11}$$

A continuación, se muestra el resultado total en la siguiente tabla:

Tabla 23: Resultados Totales de Ejes equivalentes (ESAL´s) por Tipología Vehicular.
(SN 5, Pt = 2.0)

TIPO DE VEHICULO	TIPO DE EJE	PESO P/EJE (KIPS)	TRANSITO DE DISEÑO	LEF	ESAL´s
AUTOMOVIL	SIMPLE	2.2	411720	0.00038	156.45
	SIMPLE	2.2		0.00038	156.45
JEEP SUV	SIMPLE	2.2	180310	0.00038	68.52
	SIMPLE	2.2		0.00038	68.52
PICK-UP	SIMPLE	2.2	229950	0.00038	87.38
	SIMPLE	4.4		0.0034	781.83
MB < 15 pax	SIMPLE	4.4	33033	0.0034	112.31
	SIMPLE	8.8		0.0502	1658.26
MB 15-30 pax	SIMPLE	8.8	27557	0.0502	1383.36
	SIMPLE	17.6		0.9206	25368.97
BUS	SIMPLE	11	33033	0.1265	4178.67
	SIMPLE	22		2.35	77627.55
C2 LIGERO	SIMPLE	8.8	158228	0.0502	7943.05
	SIMPLE	17.6		0.9206	145664.70
C2 > 4ton	SIMPLE	11	112420	0.1265	14221.13
	SIMPLE	22		2.35	264187.00
C3	SIMPLE	11	47085	0.1265	5956.25
	TANDEM	36.3		1.437	67661.15
∑ESAL´s por tipo de vehículos					617281.5526

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

4.3.1.2.2 Confiabilidad (R)

Este valor se refiere al nivel de seguridad ó veracidad de que el diseño de la estructura de pavimento, llegará en buenas condiciones al periodo de diseño estipulado.

El factor de confiabilidad toma en cuenta las variaciones en las proyecciones del tráfico y en el cumplimiento del funcionamiento de la predicción, lo que proporciona un determinado nivel de aseguramiento, en la siguiente tabla se presentan valores de confiabilidad recomendados por la AASHTO:

Tabla 24: Niveles de Confiabilidad Sugeridos Para Caminos Según su Clasificación Funcional

Clasificación Funcional (Tipo de Camino):	Nivel Recomendado de Confiabilidad	
	Zona Urbana	Zona Rural
Carretera Interestatal y Autopista	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Debido a la clasificación funcional del tramo antes realizado en el capítulo 3, inciso 3.8.8 página 39, la cual es Colectora menor rural se asumió un valor de confianza del 85%, en base a los valores reflejados en la tabla 24. Se asumió este valor con el propósito de no obtener espesores excesivamente sobre diseñados, tomando en cuenta que aunque este factor define un grado de certeza respecto a la duración del pavimento en el periodo de diseño antes previsto, también difiere en el costo del pavimento, es decir, a mayor confiablidad mayor costo tendrá el pavimento.

4.3.1.2.3 Desviación Estándar Normal del Error Combinado en la Predicción del Tráfico y Comportamiento Estructural (ZR)

Este parámetro representa el área bajo la curva de distribución normal para una confiabilidad R. En la siguiente tabla se presentan valores de Z_R en función de la confiabilidad según la AASHTO 93:

Tabla 25: Equivalencia entre R y Z_R

Confiabilidad (R)	Valor de Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Para el nivel de confianza asumido del 85% le corresponde un valor de desviación estándar de -1.037, esto en base a los valores tabulados en la tabla 25.

4.3.1.2.4 Desviación Estándar Global (So).

La desviación estándar depende también de la confiabilidad (R), es necesario seleccionar un valor So de acuerdo a las condiciones locales particulares, tomando en cuenta posibles variaciones en el comportamiento de la estructura y en la proyección del tránsito si se tiene la información necesaria; de no ser así, la siguiente tabla muestra algunos valores que se pueden utilizar, los cuales fueron desarrollados por medio de un análisis que existía en el AASHO Road Test y en base a predicciones futuras del tránsito:

Tabla 26: Valores de Desviación Estándar Global (So)

Tipo de pavimento	Desvió Estándar (So)
Pavimento Flexible	0.40 – 0.50
Pavimento Rígido	0.30 – 0.40

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Según la Guía AASHTO-93 y el Manual SIECA, el valor de la “desviación estándar del sistema (So)”, para pavimentos flexibles, oscila entre 0.40 y 0.50, para este proyecto utilizaremos 0.45.

4.3.1.2.5 Calidad o Índice de Serviciabilidad.

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es el valor grado de satisfacción que posee la superficie para el desplazamiento normal de un vehículo, es decir, existe un rango para definir la calidad de un pavimento; cuando este se encuentra en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial (5 es el máximo), y un pavimento con deterioro considerable o con un índice de serviciabilidad final; dependiendo de la categoría del camino y el criterio del proyectista un valor de 0 (pésimas condiciones).

A la diferencia que existe entre estos dos valores se le conoce como la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI), los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes:

Índice de serviciabilidad inicial:

Po = 4.5 para pavimentos rígidos

Po = 4.2 para pavimentos flexibles

Índice de serviciabilidad final:

Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes

Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

Para determinar el valor total de la pérdida de serviciabilidad, se utilizó un valor de serviciabilidad inicial (Po) de 4.2 para pavimento flexible y el valor de serviciabilidad final (Pt) es de 2 para carreteras que no son vías principales o autopistas, como establece la AASHTO, a la diferencia que existe entre estos dos valores se le conoce como pérdida de serviciabilidad (ΔPSI).

4.3.1.2.6 Módulo de Resiliencia Efectivo de la Sub rasante (Mr)

La sub rasante es la capa de apoyo de la estructura de pavimento, la característica especial que define la propiedad de los materiales que conforman la sub rasante se le conoce como Modulo de Resiliencia, el cual se obtiene a partir de correlaciones con el valor de CBR de diseño, como se muestra a continuación:

- Mr (PSI) = 1500 * CBR; CBR ≤ 10% **Ecuación 12**
- Mr (PSI) = 4326 * ln(CBR) + 241 (PSI); CBR > 20% **Ecuación 13**

4.3.1.2.6.1 Determinación del CBR de Diseño.

La determinación del valor de CBR de diseño consiste en ordenar los valores obtenidos de los ensayos de materiales de menor a mayor y se determina el porcentaje de valores iguales o mayores a cada uno; posteriormente se grafican los valores de CBR, colocándolos en el eje de las accisas, versus los porcentajes de los valores iguales o mayores de cada uno en el eje de las ordenadas; con la curva obtenida se determina el CBR de diseño conforme al porcentaje seleccionado de acuerdo al ESAL de diseño.

Según el Instituto del Asfalto el porcentaje a seleccionar para determinar la resistencia depende del tránsito que se espera que circule por la vía, los valores de los porcentajes oscilan entre el 60, 75 y 87.5 %, los cuales están ligados a los valores del ESAL de diseño como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27: Límite para la Selección del CBR de diseño.

Número de Ejes de 8.2 toneladas en el carril de Diseño (ESAL)	Porcentaje a Seleccionar para determinar el CBR de Diseño.
$<10^4$	60
10^4 - 10^6	75
$>10^6$	87.5

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras de Ing. Alfonso Fonseca.

Para la selección del CBR de diseño, se escogieron los valores de CBR al 95% de la Densidad Máxima Seca (DMS) del Proctor Estándar (ASTM D-698) y seleccionando un porcentaje del 75% de la tabla 27.

Gráfica 9: CBR de Diseño.



Se determinó un valor de CBR para la subrasante del 4% el cual se considera muy malo según la AASHTO. Con este dato de CBR, obtenido de la gráfica, se calcula el Módulo resiliente con la ecuación 12 en la página 51, dando como resultado un valor de 6000 PSI.

4.3.1.2.7 Número Estructural (SN).

Es el número que expresa la resistencia del pavimento en términos del valor de soporte del suelo (Mr), del equivalente diario de 18 kips de carga por eje (ESAL´s), y del índice de servicialidad final; los coeficientes adecuados convierten el valor SN en el espesor real de la carpeta de rodamiento, de la base y de la sub-base.

La expresión que correlaciona el SN con los espesores de cada capa según la AASHTO 93 es la siguiente:

$$SN = SN1 + SN2 + SN3$$ **Ecuación 14**

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$ **Ecuación 14.1**

Donde:

- a_1, a_2, a_3: coeficientes estructurales de cada capa. Define la capacidad estructural del material para soportar cargas actuantes, son valores adimensionales.
- m_2, m_3: Coeficientes de drenaje de la base y sub-base respectivamente.
- D_1, D_2, D_3: Espesores de las capas de superficie de rodamiento (adoquín), base y sub-base respectivamente; sus unidades de medidas pueden ser pulgadas (in) o centímetros (cm).

4.3.1.2.7.1 Determinación de los Coeficientes Estructurales.

4.3.1.2.7.1.1 Coeficiente estructural a_1 para Adoquín de Concreto.

Dado que la guía AASHTO no define un valor específico del coeficiente a_1 para el adoquín de concreto se tomará un valor de 0.45 recomendado por el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA.

4.3.1.2.7.1.2 Coeficiente Estructural a2 de la base.

En base al estudio de suelo realizado al banco de material 2 (La mata), se determinó que el material debe ser tratado con cemento para utilizarlo como base, de lo cual se obtuvo una resistencia a la compresión a los 7 días de 37.05 Kg/cm^2 (527 PSI) utilizando un porcentaje de cemento del 10%.

Con dicho valor de resistencia se obtuvo el valor del coeficiente estructural a_2 = 0.172 obtenido de la gráfica mostrada en el anexo pág. XX, gráfica 10.

4.3.1.2.7.1.3 Coeficiente de Drenaje (m_i).

Según la AASHTO 93, el drenaje de agua en los pavimentos debe ser considerado parte importante del diseño de carreteras, sin embargo, la AASHTO no define métodos de diseño de drenaje específicos, pero indica que el diseñador debe de identificar qué nivel de drenaje debe alcanzarse bajo un conjunto de condiciones.

Para este caso el valor del coeficiente de drenaje es igual a 1, debido a que los ensayes de laboratorio se realizan con el CBR saturado que es la condición más crítica en la que se puede encontrar el material.

4.5 Determinación del Número Estructural Requerido y espesores de las capas de Pavimento.

Para la determinación del Número Estructural (SN) requerido se hizo uso del software “EQ. AASHTO-93”, el cual es un programa de sencillo manejo que facilita el cálculo, introduciendo los datos obtenidos de Número de ejes equivalentes (W_{18}), confiabilidad (R), deviación estándar (So), serviciabilidad inicial y final (Pi y Pf), y módulo resiliente de la subrasante (Mr).

Una vez introducidos estos datos, se le da clic en el botón calcular y el programa automáticamente presenta el resultado del SN requerido del pavimento, el cual se muestra en la siguiente figura:

Figura 1: Calculo del Número Estructural Requerido.



Posteriormente, se procede al cálculo del SN1 y SN2 que corresponden a la carpeta de rodamiento (adoquín) y el de la base, respectivamente. Lo cual se detalla a continuación:

1. Carpeta de rodamiento de adoquín (SN_1):

   Para este cálculo es necesario conocer el coeficiente estructural del adoquín, cuyo valor es de 0.45 (ver página 54), y el espesor (D_1) de este mismo que en

nuestro caso es de 10 cm (4 pulg.); sabiendo esto se aplica la siguiente ecuación:

$$SN_1 = a_1 \times D_1 = 0.45 \times 4 = 1.8$$

2. Base (SN_2):

Para conocer la resistencia estructural (SN_2) que debe tener la base, se hace uso de la ecuación 14 mostrada en la página 53, lo cual se detalla a continuación:

$$SN_{REQ} = SN_1(\text{Carp. de rodamiento}) + SN_2\ (\text{Base}) + SN_3\ (\text{Sub-base})$$

$$SN_2 = SN_{REQ} - (SN_1 + SN_3)$$

$$SN_2 = 3.22 - (1.8 + 0) = 1.42$$

Por lo que el espesor de la base es:

$$D_2 = \frac{SN_2}{a_2 \times m_2} = \frac{1.42}{0.172 \times 1} = 8.26 \text{ in} \cong 21 \text{ cm}$$

1. Verificación:

$$SN_1 + SN_2 \geq SN_{REQ}$$

$$1.8 + 1.42 \geq 3.22$$

$$3.22 \geq 3.22 \text{ O.K}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados de espesores obtenidos conforme al método de diseño AASHTO 93.

Tabla 28: Resultado de espesores de pavimento.

Capas de Estructuras del Pavimento	Espesores de las Capas (cm)	
	Centímetros (cm)	Pulgadas (in)
Adoquín	10	4
Base	21	8.26
Espesor total de la Estructura	31	12.26

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Nota: Cabe destacar que la estructura lleva una capa de arena de 5 cm que servirá como cama para los adoquines, esta capa no debe ser compactada.

CAPITULO V.
DISEÑO GEOMETRICO

CAPITULO V. DISEÑO GEOMÉTRICO.

5.1 Introducción

La definición de Diseño Geométrico de Carreteras, se concibe como el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos automotores, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. Una carretera queda definida geométricamente por el proyecto de su eje en planta o alineamiento horizontal, por su perfil o alineamiento vertical y por el proyecto de los elementos integrantes de sus secciones transversales típicas.

5.2 Componentes principales del diseño geométrico:

5.2.1 Vehículo de Diseño.

Los vehículos de diseño son los vehículos automotores predominantes y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por las carreteras regionales, por lo que, al tipificar las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta. De cada tipo de vehículo utilizado para diseño, se seleccionan a propósito para adoptar las condiciones más desfavorables, aquellos de mayores dimensiones físicas y de radios de giro mayores dentro de su clasificación tipológica.

En la parte correspondiente al estudio de tráfico en lo general, hemos expuesto los tipos de vehículos que hacen mayor presencia en la vía, y en todo caso apartando los vehículos livianos como el automóvil, camioneta, jeep, y otros, el camión C2 de los pesados de carga es el que cuenta con mayor presencia, como resultado de los estudios de tráfico realizados para el proyecto; esto debido a que las características del camino tal a como se encuentra en la actualidad, no permite que vehículos más grandes operen sobre la vía, esto conlleva a lograr tales resultados; sin embargo en el tránsito atraído se espera que haya presencia de vehículos C3.

En base a lo anteriormente expuesto se considera que el tipo de vehículo “C2” corresponde al vehículo de diseño para este tramo del camino ya que este

actualmente si tiene presencia en la vía. En el caso del C3 no se seleccionó ya que no se sabe en realidad que tanta presencia habrá de este vehículo, pero una vez realizado el Proyecto en que se contará con un trazado con la geometría adecuada para que dicho tipo de camión (C3) realice las maniobras y operaciones vehiculares en el marco de la seguridad vial de la carretera, debido a que la vía en su rehabilitación contará con anchos de carriles mayores a los que actualmente existen en el camino en cuestión. En el anexo pág. XXI figura19, se presenta esquema de las características estructurales funcionales-operativas del vehículo de diseño.

5.2.2 Tipo de terreno.

Para este proyecto el terreno se clasifica como del tipo ondulado o bien del tipo montañoso, ya que posee pendientes longitudinales mínimas entre 1 y 5 por ciento y hasta un 8%, y valores de pendientes máximas por el orden del 16% predominando las pendientes mayores del 9% en lo general; esto según el informe de topografía brindado por el MTI por lo cual el camino del proyecto consideramos clasificarlo como del tipo montañoso, de conformidad a lo que establece la siguiente tabla:

Tabla 29: Tipos de Terreno en Función a las Pendientes Naturales

Tipo de Terreno	Rangos de Pendientes (%)
Llano o Plano	G ≤ 5
Ondulado	5 > G ≤ 15
Montañoso	15 > G ≥ 30

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de carreteras (SIECA).

5.2.3 Tasa de Sobre Elevación o Peralte.

El peralte es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento horizontal en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

De acuerdo a la experiencia se ha demostrado que una tasa de sobre elevación de 0.12 no debe ser excedida, debido al control combinado que ejercen los procesos constructivos, la dificultad para el mantenimiento y el efecto de incomodidad para el movimiento de vehículos lentos. Donde se límite la velocidad permisible por la congestión del tránsito o el extenso desarrollo marginal a lo largo de la carretera.

Tabla 30: Tasa de Sobre Elevación o Peralte

Tasa de sobre Elevación "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)

De acuerdo a la tabla anterior se definió el peralte máximo para el tipo de área rural montañosa correspondiente a un 10%.

5.2.4 Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz.

La **AASHTO** cita lo siguiente: La velocidad directriz es una velocidad seleccionada para determinar las diversas características de diseño geométrico de la calzada. En la selección de la velocidad directriz, todos los esfuerzos deben hacerse para obtener una combinación deseada de seguridad, movilidad y eficiencia en los límites de calidad del ambiente, economía, estética, y repercusiones sociales o políticas.

Una vez seleccionada la velocidad directriz todas las características del camino pertinentes deben relacionarse con ella para obtener un diseño equilibrado. Donde sea práctico, particularmente en caminos de alta velocidad, para específicos elementos de diseño deben usarse criterios de diseños superiores a los mínimos. En caminos de menor velocidad, el uso de criterios de diseño superiores a los mínimos puede fomentar viajes a velocidades superiores a la velocidad directriz.

El **Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)** establece los siguientes aspectos para la selección adecuada de la Velocidad de Diseño:

- Distribuciones de las velocidades
- Tendencias de las velocidades
- Tipo de área
- Condiciones del terreno
- Volúmenes de tránsito
- Consistencias en el diseño de carreteras similares o complementarias

Con los elementos antes mencionados el SIECA realiza una correlación para la determinación de la velocidad de diseño, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 31: Velocidades de Diseño en km/h, en función del TPDA y de la Topografía del Terreno.

Tipo de terreno	Volumenes de tránsito Diario o TPDA en veh/d			
	Autopistas Regionales	Troncales		Colectoras
		suburbanas	rurales	Suburbanas y Rurales
	>20,000	20,000-10,000	10,000-3,000	3,000-500
Plano	110	90	80	70
Ondulado	90	80	70	60
Montañoso	70	70	60	50

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)

Tabla 32: Radios mínimos, en función de la velocidad de Diseño.

METRIC					
Design Speed (km/h)	Maximum *e* (%)	Maximum *f*	Total (*e*/100 + *f*)	Calculated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Con un valor de TPDA igual a 583 veh/dia, un tipo de terreno montañoso y una carretera con funcionalidad de colectora rural, se define la velocidad de diseño.

Se hizo la elección de una velocidad de 40 km/h con un radio mínimo de curvatura de 38 m, con un factor de fricción lateral de 0.23 según la tabla 32. Aunque no sea la velocidad correspondiente a terreno montañoso, debido a que, si se utilizaban 50 km/h, aumentaría el radio mínimo de curvatura a 68 m y su aplicación implicaría mayores afectaciones a terrenos y propiedades en el entorno de la vía.

5.2.5 Factor Máximo de Fricción Lateral.

El factor de fricción lateral depende principalmente de las condiciones de las llantas de vehículo, el tipo y estado de superficie de rodamiento y de las velocidades del vehículo.

$$f = \frac{v^2}{127R} - 0.01e$$ **Ecuación 15**

Donde:

F: factor máximo de fricción lateral

V: velocidad de diseño.

R: radio mínimo de curvatura.

e: peralte máximo

Esta ecuación se conoce como la fórmula simplificada de curva y resulta en valores ligeramente más grandes (más conservadores) de la estimación de la demanda de fricción lateral que la que se obtendría mediante la fórmula básica de curva**. Según AASHTO 2011.**

5.2.6 Distancia de visibilidad.

La Distancia de Visibilidad, es la longitud de la carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. Se consideran dos distancias de visibilidad; la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

5.2.6.1 Distancia de visibilidad de parada.

Se define como distancia de visibilidad de parada, la distancia necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de diseño, pueda detener su vehículo en un punto cualquiera de la carretera en el momento en que se presente un obstáculo que pueda poner en riesgo su seguridad.

$$d_{vp} = \underbrace{(0.278)(t)(V)}_{\text{D1: distancia de reacción}} + \underbrace{0.039\left(\frac{V^2}{(a)}\right)}_{\text{D2: distancia de frenado}} \qquad \textbf{Ecuación 16}$$

d_{vp}= Distancia de visibilidad de parada (m)

t= Tiempo de percepción y reacción del conductor que se establece de 2.5 s

v= Velocidad, diseño o proyecto (KPH)

a= Tasa de desaceleración en m/s^2, la tasa de 3.4 m/seg^2 es recomendada como la tasa de desaceleración para utilizar en el cálculo de la distancia de visibilidad de parada.

Cuando la carretera está en una pendiente longitudinal, la ecuación de distancia de visibilidad de parada (16) debe modificarse y calcularse con la siguiente expresión:

$$0.278Vt + \frac{V^2}{254\left[\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm G\right]} \qquad \textbf{Ecuación 17}$$

Los términos son los mismos de la ecuación (16) y G representa la pendiente en valor absoluto (grado en porcentaje/100).

Tabla 33: Distancia de visibilidad de Parada en Caminos planos.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de reacción (m)	Distancia de frenado (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada	De diseño
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130

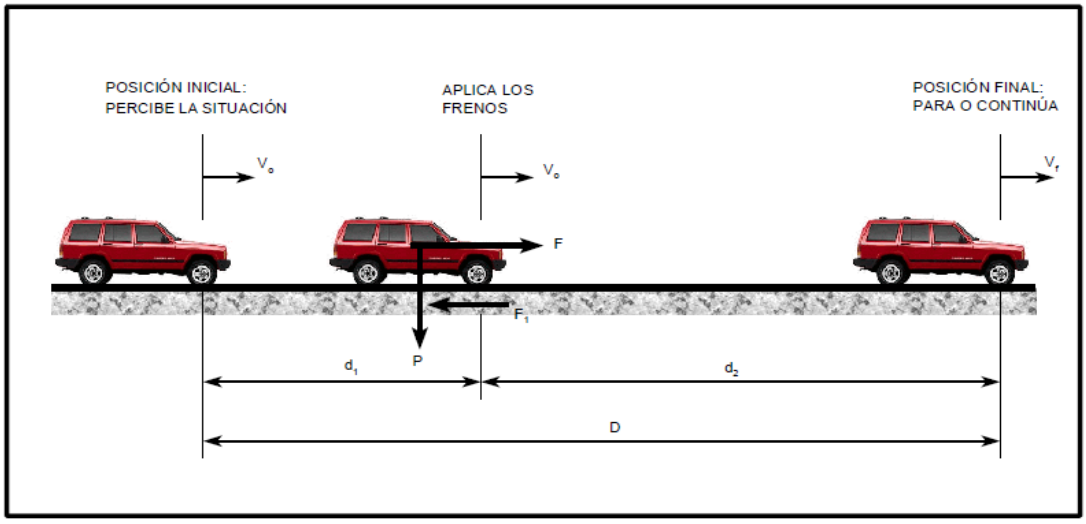
Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 34: Distancia de Visibilidad de Parada en Caminos con pendiente.

Velocidad (km/h)		20	30	40	50	60	70	80
Pendiente En Ascenso (+G)	12	17	29	41	56	72	90	110
	11	17	29	42	57	73	91	111
	10	17	29	42	57	74	92	112
	9	18	29	43	58	75	93	114
	8	18	30	43	58	75	94	115
	7	18	30	43	58	76	95	117
	6	18	30	44	59	77	97	118
	5	18	30	44	60	78	98	119
	4	18	30	44	60	79	99	121
	3	19	31	45	61	80	100	123
	2	19	31	45	62	81	102	125
	1	19	31	46	63	82	103	127
Pendiente En Descenso (-G)	1	20	32	47	64	85	106	131
	2	20	32	48	65	85	108	133
	3	20	32	50	66	87	110	136
	4	20	33	50	67	88	112	138
	5	20	33	50	68	90	114	141
	6	20	35	50	70	92	116	144
	7	20	35	51	71	93	119	147
	8	20	35	52	72	95	121	151
	9	20	35	53	74	97	124	154
	10	21	36	53	74	97	124	154
	11	21	36	54	77	102	131	163
	12	21	37	56	78	105	134	167

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)

Figura 2: Distancia de Visibilidad de Parada.



Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)

5.2.6.1.1 Determinación de Distancia de Visibilidad de Parada.

La distancia de visibilidad de parada en caminos planos es de 50m según la tabla 33 mostrada en la página 63; en cambio para caminos con pendientes la distancia dependerá de cada cambio de porcentaje de pendiente, según la tabla 34 mostrada en la página 64.

5.2.6.2 Distancia de Visibilidad de Rebase (D_{vr}):

Es la distancia que se necesita para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula en el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercero que se aproxime en sentido contrario y se haga visible cuando se inicia la maniobra. Se aplica a carreteras de dos carriles solamente**.**

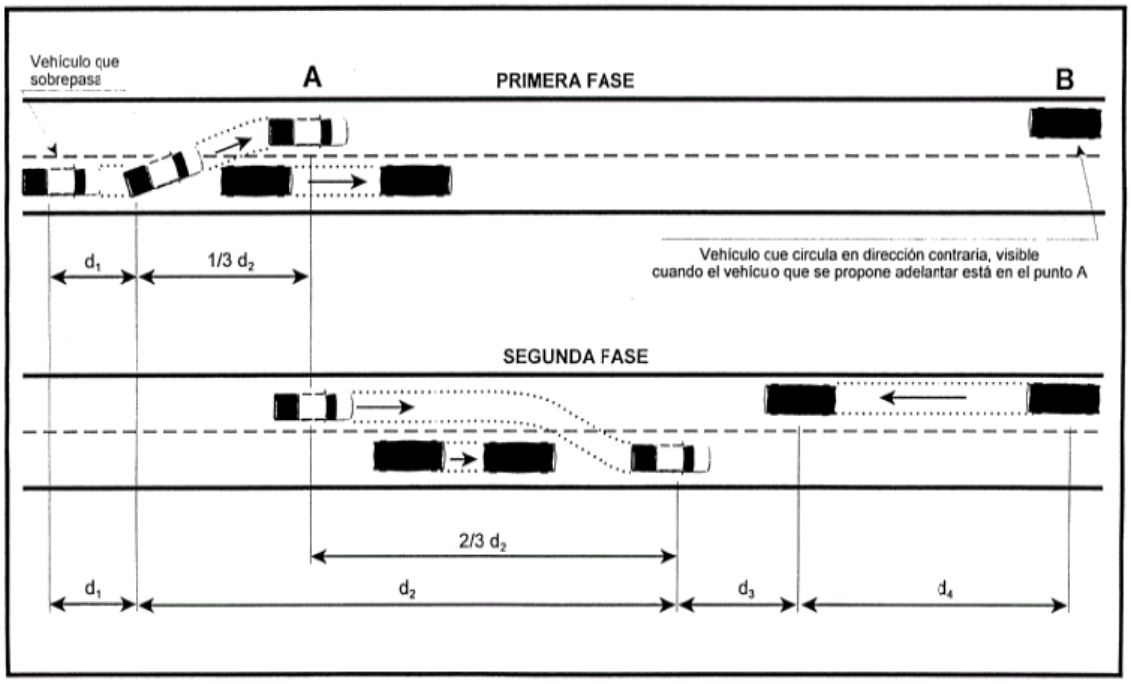
A continuación, se muestra la tabla de distancia de visibilidad de rebase presentadas en la AASHTO 2011.

Tabla 35: Distancia de Visibilidad de Rebase.

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidades asumidas		Distancia de visibilidad de rebase (m)
	Vehículo rebasado	Vehículo que rebasa	
30	11	30	120
40	21	40	140
50	31	50	160
60	41	60	180
70	51	70	210
80	61	80	245

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Figura 3: Etapas de la Maniobra Para Adelantamiento en Carreteras de Dos Carriles



Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Carreteras (SIECA)

5.2.6.2.1 Determinación de las Distancias de Visibilidad de Rebase.

La distancia de visibilidad de rebase es de 140m según la tabla 35 mostrada en la página 66.

5.2.7 Pendiente Transversal o Bombeo.

Se propone un bombeo del 2% en base a lo citado tanto en la AASHTO como en el SIECA los cuales dicen lo siguiente:

AASHTO: En caminos de dos carriles pavimentados, coronado en el centro, la tasa aceptada de la pendiente transversal oscila 1,5 a 2 %. Cuando tres o más carriles están inclinados en la misma dirección en los caminos de varios carriles, cada par sucesivo de carriles o parte de la misma hacia el exterior desde los dos primeros carriles de la línea de corona puede tener una inclinación mayor.

SIECA: La pendiente transversal de una carretera de primera clase con dos carriles en tangente, debe ser del 2.0 por ciento del centro de la sección hacia fuera. Cuando existan más de dos carriles por sentido, cada carril adicional irá incrementando su pendiente transversal entre 0.5 y 1.0 por ciento. En áreas de intensa precipitación pluvial, la pendiente de los carriles centrales puede incrementarse a 2.5 por ciento, con un medio por ciento incremental en los carriles contiguos hacia fuera, pero sin superar un 4.0 por ciento. Para carreteras con superficie de calidad intermedia, la pendiente transversal desde la cresta de la sección puede variarse entre 1.5 y 3.0 por ciento, en tanto que las carreteras con superficie de rodamiento de baja calidad, el rango de pendiente transversal puede fijarse entre 2.0 y 4.0 por ciento.

5.2.8 Pendiente Longitudinal Máxima.

Relacionando el tipo de terreno en función de la velocidad de diseño tal y como lo especifica la AASHTO, se establece que, para una velocidad de diseño de 40 KPH, y una clasificación del terreno del tipo montañoso, según el capítulo 5 de la AASHTO, le correspondería una pendiente longitudinal del camino, equivalente al 15 %, a como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36: Pendiente Longitudinal Máxima.

Type of terrain	Metric								
	Maximum grade (%) for specified design speed (km/h)								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Mountainous	17	16	15	14	13	12	10	10	—

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

5.2.9 Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa.

5.2.9.1 Transición de Sobre-elevación.

Cuando existe un cambio de una sección con bombeo en tangente a una sección totalmente peraltada o sobre elevada, se necesita un tiempo apreciable para que el automóvil recorra una cierta distancia, a la cual llamamos “longitud de transición”.

El SIECA cita lo siguiente: El diseño de longitudes de transición, en el alineamiento horizontal, incluye la transición del bombeo normal de una sección transversal en tangente al peralte necesario en curva y las curvas de transición entre tangente y curva circular que se incorporan en el alineamiento horizontal.

La transición del peralte se efectúa en dos distancias: (1) la Distancia de Bombeo (DB) la cual es la longitud de carretera en la cual el peralte negativo de la sección transversal en tangente se gira hasta un peralte 0% y (2) la Distancia de Transición (Lr) en la cual el peralte 0% continúa girando hasta el peralte e% que le corresponde a la curva según la velocidad de diseño y su radio. Por razones de seguridad y comodidad, la rotación de la sección transversal del pavimento debe

efectuarse en una longitud que no sea perceptible para el conductor y para mejorar la apariencia, las orillas del pavimento no deben presentar distorsiones al conductor.

La longitud mínima de transición, debe determinarse con la siguiente ecuación

$$Lr = \frac{(w\, n_1)\, e_d}{\Delta}\ (b_w) \qquad \textbf{Ecuación 18}$$

Donde:

Lr= Mínima longitud de transición del peralte, m

Δ = Máxima pendiente relativa, porcentaje (0.70 para 40km/h)

n1= Número de carriles a rotar

bw = Factor de ajuste por número de carriles rotados

w = Ancho de un carril de tráfico (típicamente 3.60 m)

ed = Tasa de peralte requerido, porcentaje

Las longitudes de desarrollo del peralte se encuentran en la Tabla 3-11 de la AAHTO 2011, el SIECA dice “Las cifras de diseño incluidas en estas Tablas se calcularon para carriles de 3.60 m, pero también se recomienda su aplicación en anchos menores. De igual forma la AASHTO no prohíbe realizar esta práctica y deja a criterio del diseñador si quiere escoger longitudes de transición menores en conforme a la ecuación 17 citando lo siguiente: “Longitudes más cortas se podrían aplicar en diseños con carriles de 3 y 3.3 m de ancho”.

La longitud mínima de Transición del Bombeo en la tangente (Db) está determinada por la cantidad de pendiente transversal negativa y la tasa de pendiente a la que se gira hasta el valor 0%. Para obtener un borde suave en la orilla del pavimento, la tasa de pendiente debe ser igual a la tasa de pendiente relativa utilizada para definir la longitud de transición del peralte y puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$Db = \frac{e_{NC}}{e_d} * Lr \qquad \textbf{Ecuación 19}$$

Donde:

Db = Distancia de Bombeo

e_{NC} = Pendiente transversal, porcentaje (bombeo)

e_d= Tasa de peralte requerido, porcentaje

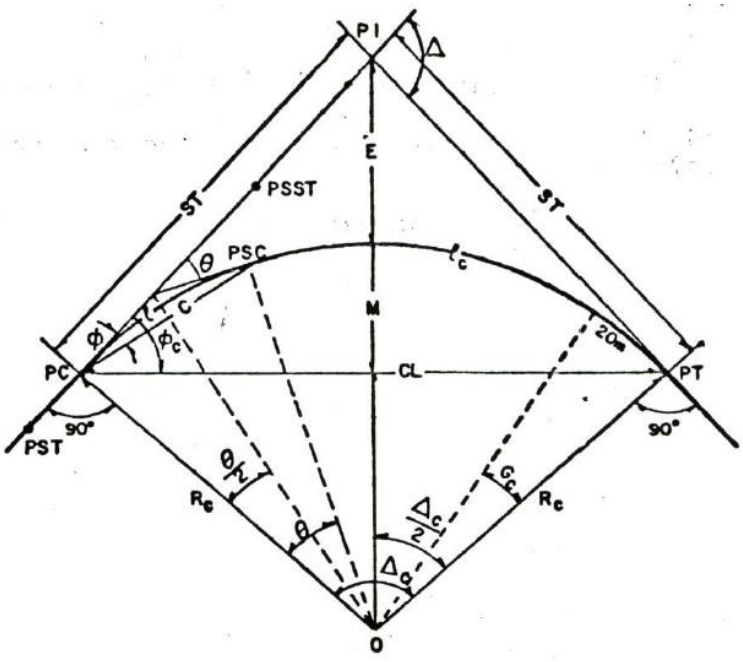
Lr = Longitud mínima de transición del peralte, m

5.2.9.2 Tipos de curvas.

- Curvas Circulares Simples.

Para unir dos tangentes (rectas) consecutivas se pueden usar curvas circulares, el diseño de éstas debe satisfacer condiciones de seguridad, las cuales quedan determinadas por sus características, tales como: velocidad de proyecto, grado de curvatura, sobre-elevación, ampliación, visibilidad, etc.

Figura 4: Elementos de una curva circular simple.



Fuente: Tesina Metodología Para Diseño de Proyectos Viales.

PC: punto donde comienza la curva circular.

PI: punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PT: Punto donde termina la curva circular simple.

PST: Punto sobre tangente.

PSST: Punto sobre sub tangente.

PSC: Punto sobre curva circular.

O: Centro de la curva circular.

Δ: Angulo de deflexión de las tangentes (“D” de acuerdo a planos, ya que en los planos el ángulo Δ representa el ángulo central formado entre las tangentes).

Δc: Angulo central de la curva circular.

R: Radio de la curva, en el grafico aparece como “Rc”

$$R_{min} = \frac{V^2}{127.14 * |e_{max}+f|} \qquad \textbf{Ecuación 20}$$

Donde:

V: Velocidad de diseño en km/h

e_{max}: Peralte máximo.

f: Factor de fricción lateral.

Gc: grado de curvatura, es el ángulo subtendido por un arco de 20 m, el grado máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobrelevación máxima a la velocidad de proyecto.

$$Gc = \frac{1145.92}{r} \qquad \textbf{Ecuación 21}$$

Tangente (T): en el grafico aparece como ST (sub tangente) es el segmento de recta entre el PC y el PI, o segmento PT - PI.

$$T = r * \tan\frac{\Delta}{2} \qquad \textbf{Ecuación 22}$$

Lc: Longitud de curva comprendido entre el PC y el PT.

$$Lc = \frac{\pi * r * \Delta}{180} \qquad \textbf{Ecuación 23}$$

E: externa, es la distancia mínima entre el PI y la curva.

$$E = T * \tan\frac{\Delta}{4} \qquad \textbf{Ecuación 24}$$

M: ordenada media, es la distancia desde el punto medio de la curva al punto medio de la cuerda larga (CL).

$$M = R\left(1 - \cos\frac{\Delta}{2}\right) \qquad \textbf{Ecuación 25}$$

- Curvas Circulares Compuestas

Dos curvas circulares consecutivas constituyen una curva compuesta si se unen en un punto de tangencia, en el que ambas están al mismo lado de la tangente común.

- Curvas Espirales de Transición

Las curvas espirales de transición son curvas que proporcionan un cambio de curvatura gradual desde un tramo recto a uno circular.

5.2.9.3 Sobre Ancho en Curvas.

El aumento de la anchura de los carriles de circulación en las curvas proporcionará a los conductores una mayor superficie en la que realizar la maniobra de giro y aumentará el margen de seguridad en caso de que se produzca un error mientras se negocia dicha curva.

$$sa = n\left(r-\sqrt{r^2-L^2}\right)+\frac{V}{10\sqrt{r}} \qquad \textbf{Ecuación 26}$$

Donde:

n: Número de carriles de rodamiento(Unid).

r: Radio de curvatura (m).

L: Longitud entre Eje Frontal y el Eje posterior del Vehículo de Diseño (m).

VD: Velocidad de Diseño del Proyecto (Km/h).

Para desarrollar el sobre ancho el SIECA recomienda lo siguiente:

En alineamientos horizontales con curvas circulares sin curva de transición, el sobre ancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantenerse como arcos concéntricos.

debe utilizarse la “transición de tangente a curva” para efectuar la transición del peralte, calculándose esta longitud mínima con la ecuación 18 o haciendo uso de la tabla 3.17 de la AASHTO 2011. Esta Distancia de transición puede utilizarse también para distribuir el sobre ancho, repartiéndose en la tangente de entrada en el rango de 50 a 60% y el rango restante en la curva circular, manteniéndose el sobre ancho máximo en la curva circular hasta la transición en la salida, la cual debe ser simétrica con la entrada. El rango entre 50 y 60% en que se distribuya el

peralte debe ser el mismo para distribuir el sobre ancho a fin de que el diseño sea consistente.

5.2.9 Alineamiento Horizontal en el programa Civil 3D

Para el trazado y diseño del alineamiento horizontal en el programa Civil 3D se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Trazar una línea que una todos los puntos correspondientes a línea central y de borde para tener una idea más clara del comportamiento y del ancho actual del camino.
- Se procedió a marcar donde podría haber posibles curvas, luego con el comando XLINE se crearon las tangentes o líneas rectas del camino tratando de quedar lo más cerca del eje central y donde había intersección de una recta con otra se marcaba como el PI para luego realizar las curvas que formarían parte del alineamiento.
- Una vez creadas y unidas todas las rectas se realizó el alineamiento a partir de la poli línea creada (conjunto de rectas creadas y unidas entre sí), introduciendo todos los criterios de diseño para el alineamiento horizontal como son velocidad de diseño, peralte y radio mínimo (ver anexo pág. XXIII, figura 20) y finalmente se escogió el método de la ASSHTO 2011 como criterio de diseño para que el programa realice todos los cálculos en base a lo establecido en dicho reglamento.
- Se realizó la geometría de cada una de las curvas presentes, de manera que todas cumplieran con radios mayores al mínimo, sin embargo, una de ellas fue diseñada con el radio mínimo debido a que, si se escogían datos mayores, esta curva se salía demasiado del eje central actual del camino.
- Se comprobaron los resultados dados por el programa de cada curva con las ecuaciones 21 - 25 antes expuesta en el inciso 5.2.9.2. A continuación, a manera de ejemplo se muestran los cálculos para la curva No. 1.

  Datos:

  R = 150m D = 24.34

$$Gc = \frac{1145.92}{150m} = 7°38´22.08"$$

$$T = 150 * \tan\frac{24.34}{2} = 32.35m$$

$$Lc = \frac{\pi * 150m * 24.34}{180} = 63.72m$$

$$E = 32.35m * \tan\frac{24.34}{4} = 3.45m$$

$$M = 150m\left(1 - \cos\frac{24.34}{2}\right) = 3.37m$$

- Se creó la súper elevación en el programa Civil 3D introduciendo los anchos de carril, hombros y su respectivo bombeo, también se marcó la opción que da el programa de corregir automáticamente los traslapes que vayan a ocurrir en ciertas curvas que estén continuas o cercanas entre sí (ver anexo pág. XXIV, figura 21). A manera de comprobación se calculó el peralte requerido de cada curva y su transición. A continuación se muestra el cálculo de la curva No.5 la cual tiene suficiente distancia para desarrollar toda la transición sin ser traslapada con otra curva:

  El peralte requerido se obtiene a partir de la tabla 3.11 de la AASHTO 2011 correspondiente a un peralte máximo del 10%, resultando un peralte requerido del 3.4% para una velocidad de diseño de 40 km/h y un radio de 325m. En la tabla se muestra un radio de 318m, pero ya que nuestro radio es cercano a este valor se toma el dato para la curva (ver anexo pág. XXV, tabla 61)

  Como se mencionó en el inciso 5.2.9.1 página 68 el desarrollo del peralte se da en dos longitudes (longitud de bombeo o como lo llama la AASHTO “runout” y la longitud de transición o “runoff”). La longitud de transición se deriva de la tabla 3.17 de la AASHTO 2011 siendo esta de 17m para una velocidad de diseño de 40 km/h y un peralte requerido del 3.4% (ver anexo

pág. XXVI, tabla 62). En el caso de la longitud de bombeo se calcula con la ecuación 19 mostrada en la página 69 resultando:

$$Db = \frac{2\%}{3.4\%} * 17m = 10m$$

Para esta curva, el peralte requerido, longitud de bombeo y de transición resultaron exactamente iguales a los proporcionados por el programa Civil 3D.

- Se realizaron los offset a lo largo de todo el alineamiento, que serían los anchos de cada carril (3m), así mismo se especificaron los sobres anchos de las curvas los cuales primero fueron calculados con la ecuación 25 y se especificó la transición del sobre anchó igual a la longitud de transición del peralte de acuerdo a como se recomienda en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras mostrado en el capítulo 2.4, inciso 2.4.4.3.5 página 42 de este documento. A continuación, a manera de ejemplo se muestran los cálculos para la curva No.5.

  Datos:

  R = 325m V = 40 km/h L = 6.1m n = 2 carriles

$$sa = 2\left(325-\sqrt{325^2- 6.1^2}\right) + \frac{40}{10\sqrt{325}} = 0.33m$$

  La AASHTO nos dice que sobre anchos menores a 0.60m se pueden despreciar, pero ya que nuestro diseño es en base a un ancho de carril de 3.0m proponemos establecer sobre anchos en todas las curvas para garantizar una mayor seguridad en el recorrido. Para la longitud de transición del sobre ancho de esta curva corresponden los 17m obtenidos anteriormente en la longitud de transición del peralte. Estos 17m de transición se repartieron un 60% en la tangente y el sobrante 40% en la curva circular simple a como recomienda el SIECA, sin embargo, hubieron curvas en las que el programa Civil 3D no permitía esta condición (60-40) y aplicaba el 100% de la transición en la recta, esto en curvas con longitudes de arco pequeñas o curvas seguidas en la misma dirección y así poder desarrollar toda la longitud de transición.

En el anexo pág. 27, tabla 63 se muestra una tabla de resumen de datos del alineamiento horizontal.

5.2.10 Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical, es la proyección sobre un plano vertical, del desarrollo del eje de la sub corona (sub rasante). Los elementos que integran esta proyección, son tangentes y curvas. La proyección del eje en un tramo recto define la tangente y el enlace, de dos tangentes consecutivas de pendientes diferentes se efectúa por medio de una curva.

5.2.10.1 Tangentes Verticales.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud es la distancia medida horizontalmente, entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, y la pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

5.2.10.2 Tipos de pendientes:

- **Pendiente Gobernadora**

Es la pendiente del eje de un camino que se puede mantener indefinidamente y que sirve como base para fijar las longitudes máximas que se da a pendientes mayores a ella, para una velocidad de proyecto dada.

- **Pendiente Máxima**

Es la mayor pendiente del eje de un camino que podrá usar una longitud determinada.

- **Pendiente mínima**

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula, en los cortes se recomienda 0.5% mínimo, pero en ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial pueden llevar a aumentar esa pendiente mínima.

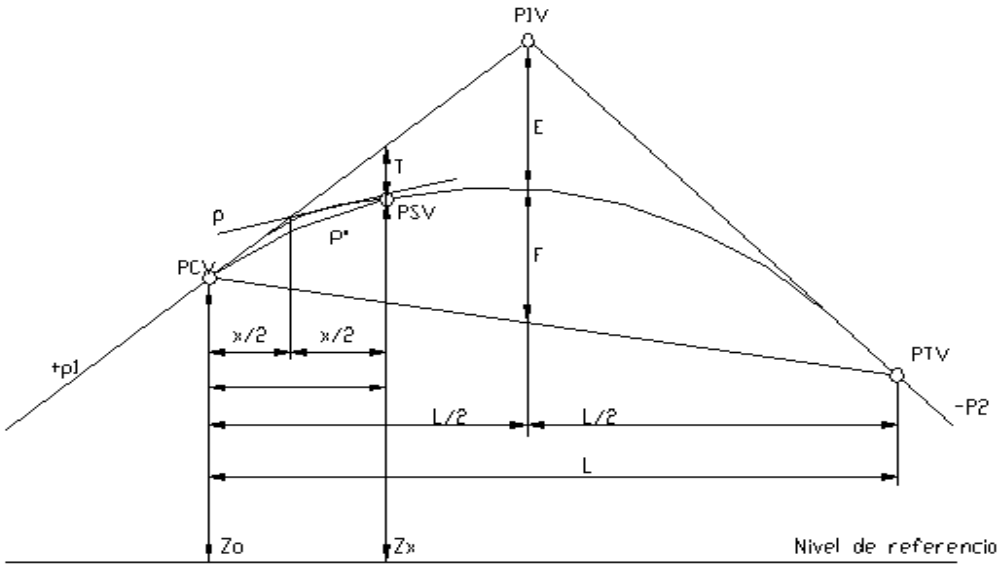
5.2.10.3 Curvas Verticales.

Las curvas verticales, son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de salida.

Las curvas parabólicas debido a sus cualidades, como sus curvas de transición y su adaptabilidad al método de ordenadas, se utilizan exclusivamente para curvas verticales que unen tangentes en pendiente del perfil de carreteras. También se usan mucho al proyectar bombeos o perfiles transversales de calzadas.

Se considera que cuando la diferencia algebraica de pendientes es menor de 0.5%, no es necesaria la curva vertical.

Figura 5: Parábola de Eje Vertical



Fuente: Tesina Metodología Para Diseño de Proyectos Viales.

Los principales elementos que caracterizan una parábola son:

PIV: Punto de intersección vertical.

PCV: Principio de la curva vertical.

PTV: Principio de tangente vertical.

P1: Pendiente de la tangente de entrada, en %

P2: Pendiente de la tangente de salida, en %

L: Longitud de la curva vertical, en metros

$$L = K * A \qquad \textbf{Ecuación 27}$$

Donde:

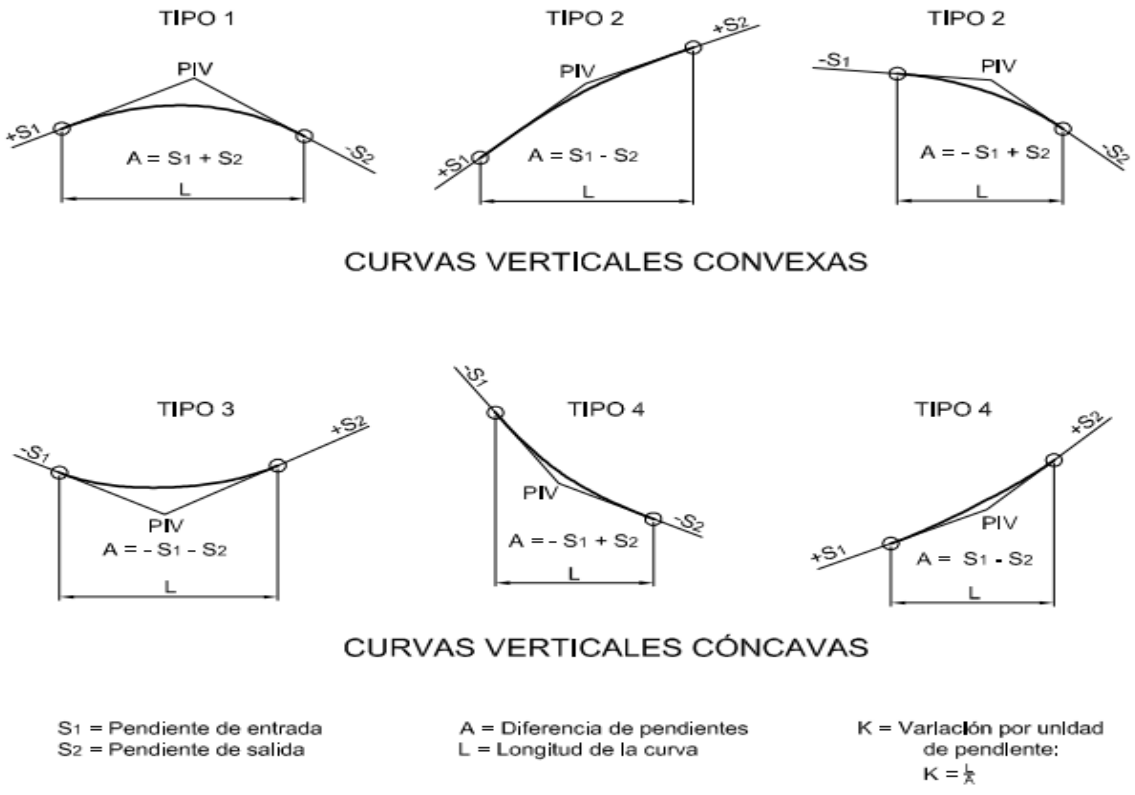
A = |P2 - P1|, en % (Diferencia algebraica de pendientes.) **Ecuación 27.1**

K: Factor que establece condiciones óptimas de visibilidad.

5.2.10.3.1 Tipos de Curvas Verticales.

Existen básicamente dos tipos de curvas verticales: en cresta o convexas y en columpio o cóncavas (las primeras son cóncavas hacia abajo y las segundas hacia arriba). Las primeras se diseñan de acuerdo a la más amplia distancia de visibilidad para la velocidad de diseño y las otras conforme a la distancia que alcanzan a iluminar los faros del vehículo de diseño

Figura 6: Tipos de Curvas Verticales



Fuente: Tesina Metodología Para Diseño de Proyectos Viales.

5.2.10.4 Controles de diseño: distancia visual de parada y rebase.

El valor de K, o longitud de curva vertical por 1% de cambio en A, es una simple y práctica expresión de control de diseño. Para cada velocidad directriz, este único valor K es un número entero positivo indicativo de la curvatura vertical. El control de diseño en términos de K cubre todas las combinaciones de A y L para cualquier velocidad directriz; así, A y L no necesitan indicarse por separado en una tabulación de valores de diseño. La selección de curvas de diseño se ve facilitada porque la longitud mínima de la curva en metros es igual a K veces la diferencia algebraica de las pendientes en porcentaje a como se muestra en la ecuación 27. A continuación, se muestran los valores de K calculados para longitudes de curvas verticales convexas o en cresta correspondientes a las distancias visuales previstas en la tabla 33 y rebase de la tabla 35, para cada velocidad directriz. Para el uso directo en el diseño, todos los valores se redondean como se muestra en la columna de la derecha.

Tabla 37: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para Distancia de Visibilidad de Parada

Velocidad de Diseño (km/h)	Distancia visual De parada (m)	Tasa de curvatura vertical K	
		Calculada	Para diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95
130	285	123.4	124

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 38: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

Velocidad de Diseño (km/h)	Distancia de rebase (m)	Tasa de curvatura vertical K de diseño
30	120	17
40	140	23
50	160	30
60	180	38
70	210	51
80	245	69
90	280	91
100	320	119
110	355	146
120	395	181
130	440	224

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Para las distancias visuales de adelantamiento mínimas de la Tabla 35, las longitudes mínimas de curvas verticales convexas son sustancialmente más largas que las de distancias visuales de detención. La magnitud de la diferencia es evidente por los valores de K, o longitud de curva vertical en m por 1% de cambio de A, para las distancias visuales de adelantamiento de la Tabla 38.

Generalmente, no es práctico diseñar curvas verticales en cresta para proveer distancia de visibilidad de adelantamiento, debido a los altos costos que puede involucrar y la dificultad de acomodar las largas curvas verticales resultantes al terreno natural, especialmente en carreteras de alta velocidad.

Curvas Verticales Cóncavas o en Columpio:

Se han identificado los siguientes cuatro criterios para usarse en el cálculo de las longitudes de curvas cóncavas o en columpio:

- El primero se basa en la distancia iluminada por los faros delanteros del vehículo.

- El siguiente toma en cuenta básicamente una sensación subjetiva de comodidad en la conducción, cuando el vehículo cambia de dirección en el alineamiento vertical.
- El tercero considera requerimientos de drenaje.
- El último se basa en consideraciones estéticas.

En atención a la diferencia de longitudes de curva que se obtienen aplicando los criterios mencionados, se recomienda diseñar curvas verticales en columpio utilizando el primer criterio descrito, dando especial consideración al drenaje cuando K es mayor de 51.

De igual manera en que fueron calculados los valores de diseño de las curvas en cresta, también es conveniente expresar los controles de diseño de las curvas en columpio en términos de K para todos los valores de A. Con estas bases se ha preparado la tabla 39 que se muestra a continuación.

Tabla 39: Control de Diseño para Curva Vertical en Columpio.

Velocidad de Diseño (km/h)	Distancia visual De parada (m)	Tasa de curvatura vertical K	
		Calculada	Para diseño
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

5.2.11 Alineamiento vertical en el programa Civil 3D.

Para el trazado y diseño del alineamiento vertical en el programa Civil 3D se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Crear la vista del perfil longitudinal a lo largo de todo el eje central del camino a partir de la superficie del terreno.
- Marcar todos los posibles PI de las curvas en convexas o cóncavas presentes para que sirvan de guía, al trazar la rasante del camino.
- Crear la rasante lo más cercano posible a los niveles actuales del camino y crear sus respectivas curvas, a partir de los criterios de diseño mostrados en la AASHTO 2011, los cuales están basados en los valores K para curvas convexas, las cuales se diseñan a partir de la distancia visual de parada y de rebase y los valores K para curvas cóncavas. Pero a como se mencionó en el inciso 5.2.10.4 página 80 no es practico diseñar curvas verticales convexas con distancia de visibilidad de rebase y esto se hizo notar en ciertas curvas que necesitarían grandes rellenos para poder cumplir con este criterio, dichas curvas fueron diseñadas a partir de las distancias de visibilidad de parada y así evitar excesivos movimientos de tierra que generarían grandes costos.
- Posteriormente se verificaron los valores de longitud de curva vertical (L) para cada curva, calculada con la ecuación 27 mostrada en la página 78.

  El valor de K depende de la velocidad de diseño y del tipo de curva (convexa o cóncava).

  A manera de ejemplo se calcula “L” de la curva 1 (convexa) y la curva 3 (cóncava):

  Datos de curva 1:

  P1 = 6.44

  P2 = 1.45

  Por lo tanto, se procede a calcular A por medio de la ecuación 27.1:

  A= 1.45 - 6.44 = - 4.99 %

Lo siguiente es calcular la longitud mínima de la curva en base a los valores K de visibilidad de parada y de rebase, con velocidad de diseño de 40 km/h, ver tabla 38 y 39 en la página 80-81 los cuales corresponde a 4 y 23 respectivamente, se selecciona el valor de 23 para que cumplan ambos criterios de visibilidad.

$$L = 23 * 4.99 = 114.77m$$

Este es un valor mínimo de L, se opta por ingresar un valor mayor de L=120m ya que este se adapta mejor a las condiciones actuales del camino.

Datos de curva 3:

P1 = -3.21%

P2 = 2.57%

A= 2.57 - (-3.21) = 5.78 %

Para el caso de las curvas cóncavas le corresponde un valor K=9 (ver tabla 39 página 81) para una velocidad de diseño de 40km/h

$$L = 9 * 5.78 = 52.02m$$

De igual forma corresponde a un L mínimo, por lo tanto, se asigna un valor L=55m que se adapta mejor a las condiciones actuales del camino.

El procedimiento de cálculo para el resto de curvas (cóncavas y convexas) es el mismo con excepción de las curvas 6, 8, 9, 12, 14, 16 y 17 las cuales son convexas pero su diseño se realizó solamente con el K (DVP), ya que si se diseñaban con valores K para distancia de visibilidad de rebase, implicaba grandes movimientos de tierra.

En el anexo pág. XXVIII, tabla 64 se muestra una tabla de resumen de datos del alineamiento vertical.

5.2.12 Sección transversal.

La sección transversal de un camino o carretera, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Los elementos que la integran y definen son:

- **Corona:** es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino.

- **Calzada:** es la parte de la corona destinada al tránsito de los vehículos y construida con uno o más carriles.
- **Acotamientos:** son las fajas continuas a la calzada comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Protege a la calzada contra la humedad y la erosión mejora la visibilidad de los tramos de la curva, facilitan los trabajos de construcción del camino y mejora la apariencia del mismo.
- **Sub-corona:** es la superficie que limita las terracerías y sobre lo que apoyan las capas del pavimento.
- **Rasante:** es la línea obtenida al proyectar el alineamiento vertical del camino.
- **Sub-rasante:** es la proyección sobre el plano vertical del desarrollo del eje de sub-corona.
- **Pendiente Transversal:**

Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Se presentan tres casos:

- ✓ Bombeo
- ✓ Sobre-elevación
- ✓ Transición del bombeo a la sobre-elevación.

El bombeo es la pendiente que se le da a la corona en tangentes, del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino.

La sobre-elevación de las curvas horizontales se presenta de la misma manera como se explica, cuando se abordó lo relativo al alineamiento horizontal.

Cuneta: es una zanja generalmente de sección triangular, con talud que se construye en los tramos en corte a uno o a ambos de la corona.

- **Talud del terraplén:** es la superficie comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente, se fijan de acuerdo a su naturaleza del material que los forman.
- **Talud de corte:** es la superficie comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta, se fijan de acuerdo a su altura y naturaleza del material que los forma.

- **Confinamiento:** El confinamiento es parte fundamental del pavimento de adoquines, porque evita que el tránsito destruya la capa de rodadura que va unida por compactación; este está conformado, en general por: el cordón de una acera, un bordillo contra una zona verde o un cordón a ras contra otro tipo de pavimento.

  Los bordillos vaciados en obra se hacen de concreto con formaleta, vibrados y bien acabados, tienen un espesor de 10 cm para tránsito peatonal, 15 cm para vehicular y una profundidad variable, Si son prefabricados necesitan un respaldo firme (acera) o un contrafuerte de concreto.

  Cuando se empalma un pavimento de adoquines con uno de otra clase y que tenga bordes irregulares, se construye un cordón o viga transversal; no hay que construir cordones transversales de confinamiento para los adoquines cada cierta distancia, por temor a que se corran. Se pueden construir cuando haya cambios fuertes de la pendiente de la vía. Si ésta tiene más del 10%, se confina al comenzar y terminar cada cuadra, en calles y cada 100 m en carreteras

5.2.12.1 Definición de la Sección Transversal Típica de la Vía y los Elementos que la Conforman.

Para este tramo del camino obedece principalmente a los requerimientos mínimos con que debe contar una vía según las especificaciones AASHTO 2011 y las condiciones actuales que presenta el camino.

La sección transversal típica propuesta y contenida en el anexo pág. XXIX, figura 22, está constituida por los siguientes elementos geométricos para brindar el servicio de rodamiento:

Dos (2) carriles de rodamiento de 3.00m de ancho, constituidos a base de una estructura de pavimento de adoquines.

Franja de Hombros (Externos) de 0.6m de ancho a cada lado y orilla de la vía en su parte externa, construida a base del mismo material con que estará constituida la base de la estructura de pavimento.

Elementos complementarios y de conformidad a lo que se muestra en la sección transversal típica propuesta, tales como la cuneta del tipo “V” de 1.5 m de ancho en la situación de corte, con taludes de 2:1 y de 1:1 de corte en la salida; y el bordillo cuyas dimensiones serán de 0.15m de ancho y 0.36m de profundidad.

En la proyección de la nueva vía, se pretende ajustar el trazado al eje existente con el objetivo de aminorar los cortes y rellenos, además de aprovechar el rodamiento existente para la nueva estructura de pavimento, de modo tal que proponemos usar como talud de relleno el 2 x 1; esto debido a que habrá grandes alturas de relleno y al usar un talud del 3 x 1, el ancho del terraplén es mayor por lo que se producen mayores volúmenes de relleno.

Por lo antes expuesto se propone utilizar un talud de relleno de forma variable en función de las alturas del terraplén de relleno de conformidad a lo que se muestra en el siguiente detalle.

- Para H< 0.60 m 4:1
- Para 0.60<H<1.20 m 3:1
- Para 1.20<H<2.00 m 2:1
- Para H>2.00 m 1.5:1

Con respecto al talud de corte se propone usar un talud del 1H: 1V, con el objetivo de minimizar los volúmenes de corte. En el caso de que se presenten taludes vulnerables, se deberá utilizar geo sintético con el objetivo de proteger dichos taludes. En los sectores en donde se detecte la presencia de mantos rocosos en su calidad de salientes de talud, la pendiente del talud deberá variarse hasta 0.25H: 1V; y en todo caso si fuese posible ajustarse a la pendiente con que cuenta dicho talud existente.

El valor del ancho del carril se complementa con la tabla de valores mínimos de anchos de calzadas de rodamiento y franjas de hombros en las carreteras dada por la ASHTO para una velocidad de diseño de 40 km/h y un TPDA de 400-1500

veh/día ya que el TPDA para el año de diseño corresponde a 583 veh/día ver anexo pág. XXX, tabla 65 En lo que respecta a la franja de hombros, según la tabla en cuestión, le correspondería un ancho de hombros de 1.50m, valor que consideramos se encuentra muy por encima de un valor aceptable y razonable que no implique mayores inversiones en su ejecución.

Por efectos de costos de inversión, consideramos se debe establecer una reducción sustancial que permita que la inversión del proyecto sea realizable, considerando que un valor de 0.60m de hombro resuelve lo correspondiente al estacionado de vehículos conjuntamente con parte del ancho del carril de rodamiento en caso de necesidades de estacionarse a la orilla de la vía, y a la vez se considera que en materia de costos de inversión se enmarcará al proceso de factibilidad económica.

Partiendo de lo planteado anteriormente se creó la sección típica en el programa Civil 3D incorporando cada uno de los elementos que la componen y las condiciones de corte y relleno especificadas anteriormente (ver anexo pág. XXX, figura 23), para posteriormente crear las secciones transversales a cada 20 metros, para finalizar se computaron los materiales en el programa para que este calcule la cantidad a utilizar en metros cúbicos de cada uno de ellos (ver anexo pág. XXXI, figura 24).

En el conjunto de planos del presente documento, las secciones transversales se muestran a cada 60 m, sin embargo, para efectos de cálculo de volúmenes se realizaron a cada 20 m como se mencionó anteriormente.

Tabla 40: Criterios De Diseño

N°	Descripción / Parámetro	Símbolo	Unidad	Valores
1	Clasificación Funcional	-	-	Colectora Menor Rural
2	Ancho del Derecho de Vía	ADV	m	20
3	Tipo de Terreno	-	-	Montañoso
4	Velocidad de Diseño	V_d	Kmh	40
5	Vehículo de Diseño	Veh.	Tipo	C2
6	Radio de Curvatura Mínimo	Rmin	m	38
7	Grado de Curvatura Máximo	GC	G°M´S”	30°9´20.84”
8	N° de Carriles de Rodamiento	NC	m	2
9	Ancho Total de Rodamiento	AR	m	6
10	Ancho de Corona	ACo	m	7.5
11	Ancho de Hombros	AH	m	0.60
12	Bordillo Típico	Bt	m^2	0.15*0.36
13	Bombeo	B	%	2
14	Pendiente del Hombro	Ph	%	2
15	Sobreelevación Máxima (Peralte)	emax	%	10
16	Pendiente Longitudinal Máxima	Pend.	%	15
17	Sobre ancho Máximo en Curvas Hori.	Smax	m	1.63
18	Sobre ancho Mínimo en Curvas Hori.	Smin	m	variable
19	Distancia entre ejes Extremos	DE	m	6.1
20	Coeficiente de Fricción lateral	F	-	0.23
21	Distancia de Visibilidad de Parada	DVP	m	4
22	Distancia de Visibilidad de Rebase	DVR	m	23
23	Superficie de Rodamiento	Srod.	Tipo	Adoquín Tipo Tráfico

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

CAPITULO VI. TAKE OFF DEL PROYECTO

CAPITULO VI. TAKE-OFF DEL PROYECTO (Cantidades de obra)

6.1 Introducción

Take off son todas aquellas cantidades de obras ó materiales, las cuales sirven para la determinación de los costos de una obra, dichas cantidades están medidas en unidades tales como: metros cúbicos, metros lineales, metros cuadrados, quintales, libras, kilogramos y otras unidades. De los cuáles dependerá en gran parte el presupuesto.

La terminología aplicada en la construcción de obras horizontales son las siguientes:

6.2 Movimiento de tierra.

Recibe esta denominación el conjunto de operaciones previas a la ejecución de la obra, que tienen como fin preparar el terreno para ajustarlo a las necesidades de la construcción que se realizara.

Todo movimiento de tierra del proyecto se debe ajustar a lo indicado en los planos constructivos.

En el caso de movimientos de tierra sobre la vía se considera la aplicación de riego en la superficie y el equipo que se empleara debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento.

6.3 Cortes y Rellenos**.**

Es recomendable adoptar taludes de inclinación uniforme, considerando la estabilidad del suelo. El constructor se deberá regir por lo presentado en los planos constructivos para realizar esta actividad, el cálculo de las cantidades de materiales se deberá obtener de acuerdo a las secciones transversales presentada en los planos.

- **Corte:** Es aquella parte de la estructura de una obra vial realizada por la excavación del terreno existente con el fin de formar las secciones previstas en el proyecto.

- **Relleno:** Durante la obra se materializará la sub rasante, definida en el proyecto, en los tramos en los que la traza de la carreta discurre por encima del terreno natural mediante la construcción de rellenos.

6.4 Bancos de Materiales.

Proporcionará la cantidad de materiales previamente calculado que se necesitará para aplicar en las determinadas áreas de relleno, bases y taludes presentes en dicho tramo a estudio.

6.5 Calculo de materiales a utilizar en la sección típica:

- Se determinará la cantidad de adoquines que se colocaran sobre una capa de arena, la primera fila de bloques deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados; una vez colocada la primera fila se asentaran las demás, firmemente dejando ranuras de 3 a 5mm entre bloques. Tomando en cuenta un factor de desperdicio del 5%, correspondientes a un 3% por corte de los ajustes y el 2% restante por piezas defectuosas.
- Se calculara la cantidad de arena, correspondiente a una capa de 5 cm sobre la base para la colocación del adoquín y también la cantidad con la que finalmente se rellenaran las ranuras o juntas entre adoquines (sello de arena fina), utilizando un rendimiento equivalente a 0.0035 m^3 por cada m^2, dicha arena será aplicada con escobas o cepillos y luego se pasara el vibrador dos o tres veces hasta completar la trabazón entre las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales, entre los remates de concreto y los adoquines; serán rellenados con mortero de cemento y arena proporción 1:4.
- Se calculará la cantidad de material de la capa base, que también servirá como material para formar los hombros de la vía y a su vez el material granular que estará por debajo de los hombros.
- De igual manera se calculará la cantidad de material correspondiente para el bordillo, cordón o viga transversal que sirven de confinamiento al pavimento y el material para la elaboración de la cuneta de concreto.

6.6 Realización del Take off (Cantidades de Obras)

El proceso de estimación de cantidades de materiales fue realizado mediante el programa Civil 3D, el cual a partir de la creación del archivo de base de datos, sección típica (ver anexo pág. XXIX, figura 22) y la estructuración de un conjunto de secciones transversales, según las condiciones de corte y relleno, se obtuvieron los volúmenes de corte (excavación en la vía), volúmenes de relleno (construcción de terraplenes), material para base y hombros, cantidad de concreto para cuneta y bordillo y material granular de cuña.

6.6.1 Descripción de estimado de cantidades de obras.

6.6.1.1 Movimiento de tierra.

- Excavación en la vía = 6913.22 m^3
- Construcción de terraplenes = 38152.15 m^3

Ver anexo pág. XXXII, tabla 66, donde se presenta el resultado que proporciona el programa Civil 3D para el movimiento de tierra, en las columnas rotuladas Volumen acumulado de corte y de relleno respectivamente.

6.6.1.2 Estructura de pavimento.

- Volumen total de adoquín = 1373.73 m^3
- Volumen total de cama de arena = 686.86 m^3
- Volumen de total de material de base y hombros = 3357.6 m^3
- Volumen de concreto de bordillo = 225.48 m^3
- Volumen de material granular para cuña = 1047.91 m^3
- Volumen de concreto de cuneta = 429.6 m^3

Ver anexo pág. XXXVI, tabla 67, en el cual se muestran cada uno de los materiales que forman parte de la sección típica y que es proporcionada por el programa Civil 3D.

Partiendo de los volúmenes anteriores se calculan el número de adoquines a utilizar y los materiales para bordillo y cuneta de concreto, así como también la cantidad de arena que llevan los adoquines en las juntas.

- Número de adoquines

$$\text{Área total de adoquines} = \frac{\text{volumen total de adoquines}}{\text{altura del adoquín}} = \frac{1373.73\ m^3}{0.10\ m} = 13737.3\ m^2$$

Número de adoquines = $13737.3 m^2 * 19$ adoquines/$m^2 * 1.05 = 274{,}059$ adoquines.

- Arena fina para sello.

Volumen de arena para sello = $13737.3\ m^2 * 0.0035\ m^3/m^2 = 48.08\ m^3$

- Material para mortero de Remate

Dosificación 1:4 (ver anexo F, tabla F.3)

- Volumen del remate = $0.025m * 0.10m * 2100m = 5.25m^3 * 2 = 10.5m^3$
- Cantidad de materiales Para 1 m^3 de mortero (sin incluir desperdicios)

  Cemento: 8.5 bolsas

  Arena: 1.040 m^3

  Agua: 0.260 m^3

- Cantidad de materiales para 10.5 m^3 de mortero

$$\text{cemento} = \frac{8.5 \text{ bolsas} * 40.08\ m^3}{1\ m^3} * 1.05 = 94 \text{ bolsas}$$

$$\text{arena} = \frac{1.04\ m^3 * 10.5\ m^3}{1\ m^3} * 1.30 = 14.196\ m^3$$

$$\text{agua} = \frac{0.260\ m^3 * 10.5\ m^3}{1\ m^3} * 1.03 = 3\ m^3$$

- Cemento para base y hombro estabilizados.

Conforme a lo expuesto en el capítulo 2.8, tabla 2 se seleccionó el banco N° 2 La Mata con una dosificación al 10 % de cemento, resultando 3.59 bolsas por m^3, por lo consiguiente:

cemento = 3.59 bolsas * 3357.6 m^3 = 12054 bolsas

- Materiales para bordillo de concreto simple de 210 kg/cm^2

Dosificación 1:2:3 (ver anexo pág. LX, tabla 68-69)

- Cantidad de materiales Para 1 m^3 de concreto (sin incluir desperdicios)

Cemento: 8 bolsas

Arena: 0.56 m^3

Grava: 0.84 m^3

Agua: 0.21 m^3

- Cantidad de materiales para 225.48 m^3 de concreto

$$\text{cemento} = \frac{8 \text{ bolsas} * 225.48 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} * 1.05 = 1894 \text{ bolsas}$$

$$\text{arena} = \frac{0.56 \text{ m}^3 * 225.48 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} * 1.30 = 164 \text{ m}^3$$

$$\text{grava} = \frac{0.84 \text{ m}^3 * 225.48 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} * 1.10 = 208 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{0.21 \text{ m}^3 * 225.48 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} * 1.03 = 49 \text{ m}^3$$

- Vigas Transversales.

Conforme a lo mencionado en el capítulo 5.2.12 en la página 85 en lo referente al confinamiento, se decidió colocar vigas transversales en pendientes

longitudinales que superan el 10%, dando como resultado el uso de vigas transversales en las siguientes estaciones:

Tabla 41: Ubicación y Longitud de Vigas Transversales.

Est	6+000	6+895	6+995	7+235	7+385	7+585	7+655	8+000	8+100
L (m)	6	6	6	6.21	6.4	7.36	7.63	6.52	6

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Resultando un total de 58.12 m, las dimensiones de la viga serán 0.36m x 0.23m; dando como resultado un volumen de concreto de 4.81 m^3.

- Materiales para viga transversal de concreto. (misma dosificación)

$$\text{cemento} = \frac{8 \text{ bolsas} * 4.81\ m^3}{1\ m^3} * 1.05 = 41 \text{ bolsas}$$

$$\text{arena} = \frac{0.56\ m^3 * 4.81\ m^3}{1\ m^3} * 1.30 = 3.50\ m^3$$

$$\text{grava} = \frac{0.84\ m^3 * 4.81\ m^3}{1\ m^3} * 1.10 = 4.44\ m^3$$

$$\text{agua} = \frac{0.21\ m^3 * 4.81\ m^3}{1\ m^3} * 1.03 = 1\ m^3$$

- Materiales para cuneta de concreto simple de 210 kg/cm^2 (misma dosificación)

- Cantidad de materiales para 429.6 m^3 de concreto

$$\text{cemento} = \frac{8 \text{ bolsas} * 429.6\ m^3}{1\ m^3} * 1.05 = 3609 \text{ bolsas}$$

$$\text{arena} = \frac{0.56\ m^3 * 429.6\ m^3}{1\ m^3} * 1.30 = 312.75\ m^3$$

$$\text{grava} = \frac{0.84\ m^3\ * 429.6\ m^3}{1\ m^3} * 1.10 = 397\ m^3$$

$$\text{agua} = \frac{0.21\ m^3 * 429.6\ m^3}{1\ m^3} * 1.03 = 93\ m^3$$

A continuación se muestra una tabla de resumen de cantidades de obras totales:

Tabla 42: Resumen de Cantidades de Obra Totales.

DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
Movimiento de Tierra		
Excavación en la vía	m^3	6913.22
Construcción de terraplenes	m^3	38152.15
Estructura de Pavimento		
Adoquín (10 cm tipo cruz)	Unidad	274059
Arena Fina para Sello	m^3	48.08
Base y hombros estabilizados con cemento	m^3	3357.6
Material granular para cuña	m^3	1047.91
Cemento	Unidad	18142
Arena	m^3	1229.386
Grava	m^3	610.28
Agua	m^3	146

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Nota: La cantidad de materiales presentadas en la tabla anterior, se describen de manera general, es decir, son valores totales por cada tipo de material

El take off para este trabajo monográfico no incluye el cálculo para obras de drenaje ni de señalización.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 Conclusiones.

De acuerdo a los estudios realizados en este trabajo monográfico, se concluye lo siguiente:

a) De los estudios de suelo.
    - Los suelos que más predominan en la línea del camino es el A-2-7 (0,1) con un 38.9% de ocurrencia, estos suelos son granulares, pero la parte final de estos materiales contienen arcillas plásticas, a una profundidad variable de hasta 1.50m.
    - En general todos los suelos encontrados para un 90% y 95% de su densidad seca máxima poseen un valor de soporte o capacidad portante de malo a muy malo, y al 100% de su densidad seca máxima su CBR es de malo a regular.
    - El banco de préstamo No.2 La Mata posee un CBR de 27.29%, compactado al 95%, para ser utilizado en la conformación de la capa base, la NIC-2000 establece que el mínimo debe de ser 80%, por lo que fue necesario la estabilización con cemento al 10% para aumentar su resistencia, así mismo establece que para bases estabilizadas con cemento deben de cumplir con un CBR del 30% como mínimo al 95% de compactación, por lo que el banco seleccionado deberá estar al 100% de su compactación, del Proctor Modificado; dicho banco cumple con la resistencia mínima de 21kg/cm^2.

b) De los estudios de tránsito.
    - De acuerdo con los datos obtenidos en el trabajo de campo (conteo vehicular, encuestas origen-destino) se determinó un valor de TPDA de 122 veh/día, para después ser proyectado a un periodo de diseño de 20 años (2039), utilizando una tasa de crecimiento estimada del 3% la cual se asumió tomando como referencia diversos factores (estaciones de conteo vehicular asociadas al tramo, PIB del país y

Consumo de combustible); obteniendo un TPDA acumulado al final del periodo de diseño de 3,959 veh/día de tráfico normal.

- También se realizó la proyección del tránsito generado (considerando un 10% del tránsito normal) dando como resultado un TPDA de 370 veh/día.
- Debido a la existencia de una ruta alterna (NIC-7 tramo Tecolostote-Juigalpa) fue necesaria la proyección del Tránsito atraído el cual resultó de 5,324 veh/día al final del periodo de diseño (2039).
- Con la sumatoria de los diferentes tipos de tránsito se calculó el tránsito de diseño el cual es de 1,247,753 vehículos.

c) De los estudios de espesores.

- Conforme al tránsito de diseño se calcularon los ejes equivalentes (ESAL) el cual dio como resultado un valor total de 617281.5526 por tipo de vehículos, se presenta un CBR de diseño para la sub rasante de 4% al 95% del Proctor Estándar, catalogado según la AASHTO como muy malo, dicho resultado sirvió para determinar el módulo resiliente el cual equivale a 6000 PSI.
- Al procesar la información en el programa para determinar el número estructural (SN) dio como resultado 3.22; considerando solamente el uso de la capa base (estabilizada con cemento) de 21 cm de espesor, con una carpeta de rodamiento de adoquín tipo tráfico de 10 cm de espesor, teniendo la estructura de pavimento un espesor total de 31 cm.

d) Del diseño geométrico.

- Se determinaron los parámetros de diseño como el tipo de terreno que se clasifico como montañoso; el vehículo de diseño seleccionado es el C2 debido a que es el que mayor daño y presencia generara en la vía; el peralte máximo correspondiente para tipo de terreno montañoso es del 10%; se seleccionó una velocidad de diseño igual a 40 km/h ya que es la que mejor se ajusta a las condiciones y geometría actual de la vía con un radio mínimo de 38 m al que le corresponde un grado de curvatura máximo de 30°9¨20.84 y un coeficiente de fricción lateral de 0.23; el bombeo es igual a 2%; la pendiente mínima y máxima es igual a 0.5% y 15% respectivamente.
- En el diseño del alineamiento horizontal se diseñaron curvas con radios mayores al mínimo, a excepción de una de ellas que está diseñada con el radio mínimo, todas las curvas cuentan con sus respectivos peraltes, y sobre anchos para generar la seguridad adecuada al diseño.
- En el diseño del alineamiento vertical se determinó el valor K de diseño para curva vertical convexas para distancia de visibilidad de parada y distancia de visibilidad de rebase de 4 y 23 respectivamente, de igual forma se determinó el valor de K de diseño para distancia visual en curvas verticales cóncavas, utilizando un valor K igual a 9.

e) Del Take Off:

- Los volúmenes de relleno son mayores a los de excavación en la vía, pero pueden cubrirse con el material de préstamo del banco N.º 2 La Mata.
- De acuerdo al reporte generado para la estructura de pavimento en el programa Civil 3D se calcularon las cantidades de materiales a utilizar en la conformación de la misma.

8.2 Recomendaciones.

Respecto a los estudios de suelos se recomienda lo siguiente:

- Removerse los primeros 0.10m de material del suelo del sitio para retirar todo material de origen orgánico y re compactarse al 95% de su densidad seca máxima y de ser necesario realizar sub excavación de suelos inadecuados, y compensarlo con material de préstamo. En lo que respecta al material de banco también debe estar libre de materia orgánica.

Con respecto al tránsito se recomienda lo siguiente:

- Se deberán efectuar los mantenimientos rutinarios y periódicos que permitan una carretera en buen estado, de igual manera se deberá llevar un control de los vehículos que circulen por la vía para evitar que estos viajen sobrecargados ya que de lo contrario el efecto de daño será mayor al estipulado contribuyendo al rápido deterioro de la vía dichas responsabilidades estarán a cargo de las autoridades competentes.
- Se tendrá que hacer conteos vehiculares eventuales, para comparar los resultados reales con la proyección de tránsito realizada a fin de reconocer si son mayores ya que esto afectaría al diseño del pavimento, y así incrementar las actividades de mantenimiento.

Con respecto al diseño de espesores de pavimento se recomienda lo siguiente:

- En lo que se refiere a la construcción de terraplenes para la sub-rasante, pueden utilizarse los bancos estudiados colocándose en capas de 20 cm compactadas al 95% del Proctor Estándar. Se recomienda eliminar tamaños mayores de 2” antes de conformar y compactar.
- Para la construcción de la base Se recomienda el uso del material de banco No. 2 la Mata estabilizado con un 10% de cemento, hasta alcanzar su espesor total y debe ser compactado al 100% del Proctor Modificado.
- Para la capa de rodamiento se recomienda emplear adoquines de concreto de 10 cm de espesor y TIPO TRÁFICO que deberá tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de edad de 250 kg/cm^2 (3,500 PSI),

colocados sobre una capa base de material estabilizado con cemento hasta lograr la resistencia mínima a la compresión de 18 kg/ cm^2, a los 7 días, utilizando también una capa o lecho de arena con un espesor máximo de 5 cm que servirá de colchón a los adoquines, esta deberá ser lavada, dura, angular y uniforme, y no deberá contener más del 3% de limo y/o arcilla en peso. Su granulometría será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No 10.

Con respecto al diseño geométrico se recomienda lo siguiente:

- Realizar un estudio hidrológico detallado de la zona, con el fin de dimensionar y ubicar adecuadamente las obras de drenaje mayor y menor de la vía y de esta manera evitar estancamientos de aguas a lo largo de la vía y así disminuir los efectos que estos pueden ocasionar al diseño.
- Deberá indicarse las señalizaciones de tránsito adecuadas tanto verticales como horizontales a lo largo de la vía, así como la instalación de sistemas de seguridad como guarda vías en lugares donde lo amerite.
- Se deberá realizar los trámites de índole legal previo a la obra, para garantizar y definir un derecho de vía adecuado.

Con respecto al take off se recomienda lo siguiente:

- Elaborar el presupuesto para saber el monto total que tendría la ejecución de la obra, así mismo considerar que la incorporación de nuevas actividades como la señalización, elementos de seguridad como guarda vías, la elaboración de aceras y estructuras de drenaje menor y mayor, incrementarían la cantidad de materiales a utilizar, ya que estos no fueron tomados en cuenta en el presente estudio monográfico.

De manera general se recomienda la realización de un plan de gestión ambiental y social, con el fin de analizar las posibles afectaciones que pueden producirse por las actividades de construcción de la carretera, así también determinar el área de influencia directa e indirecta a las que estaría ligada la construcción de la carretera.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA.

Manuales y Textos.

- A Policy on Geometric Design of Highways and Strees (AASHTO 2011).
- Reyes Spíndola, Rafael Cal Y Mayor; Cárdenas Grisales, James. Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones. 7ma. Edición. México, Editorial Alfa omega, 1994
- Corredor, Gustavo M. Obtención y Manejo de la Información de Tránsito para Diseño de Pavimentos. Maestría en Vías Terrestres – Modulo III Impartida en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI – RUPAP). Nicaragua, 2010.
- Ministerio de Transporte en Infraestructura (MTI). Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos, Calles y puentes (NIC - 2000). Nicaragua, 2002
- "METODOLOGÍA PARA DISEÑO DE PROYECTOS VIALES" (Tesina sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Maestría del Transporte), ing. Karen Deyanira Molina Valle.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (2da y 3era edic.) SIECA.
- Montejo, Alfonso Fonseca. Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras. 2da. Edición. Colombia, Casa Editorial Stella Valbuena de Fierro, 2001.
- Diseño de Pavimento AASHTO 93, Versión Editada y Traducida al español por la Facultad de la Universidad Nacional de San Juan. Argentina, 1998.
- Corea y Asociados. Manual para la Revisión de Diseño de Pavimentos. Nicaragua, 2008.
- Diseño Geométrico de Vías, ing. John Jairo Agudelo Ospina.
- Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
- Manual para la Revisión de Estudios de Diseño Geométrico, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
- Manual para la Revision de Estudios Geotectnicos, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

Páginas Web.

- http://expsuelos.blogspot.com/, Exploración y muestreo del suelo.
- http://www.wikivia.org/wikivia/index.php/Clasificaci%C3%B3n_AASHTO, Clasificación del suelo.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_tr%C3%A1fico_(transporte).
- https://sjnavarro.wordpress.com/ing-transito.
- https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf.
- http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf
- https://es.slideshare.net/castilloaroni/diseño-geomtrico-de-vías.
- https://prezi.com/b2vi7twmp-fj/diseno-geometrico-de-vias-en-planta-y-peralte.
- https://www.mopc.gob.do/media/1950/r-012.pdf.
- https://es.slideshare.net/AngeloAlvarezSifuentes/diseo-de-pavimentos-flexibles-mtodos-del-instituto-de-asfalto-parámetros-de-diseño.
- http://www.academia.edu/7939880/EJEMPLO_DE_DISE%C3%91O_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE.
- http://ich.cl/descargas/wp-content/uploads/13-04-24_PAV_CON_construccion-de-pav-adoquines-de-hormigon.pdf
- https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/folleto-costo-1.pdf,Take Off o cantidades de obras
- https://docgo.org/58494961-take-off-1.
- https://es.scribd.com/doc/89254490/Construccion-de-Pavimentos-de-Adoquines-de-Concreto

ANEXOS

Figura 7: Macro y Micro Localización del Proyecto.

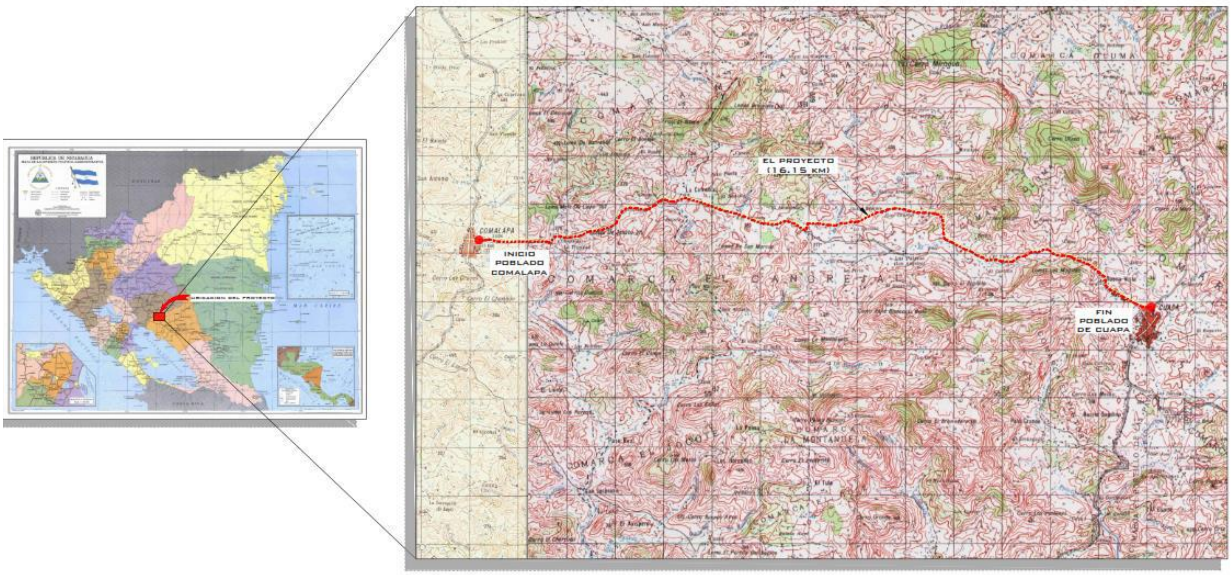


Figura 8: Inicio del Tramo Est. 6+000.



Figura 9: Fin del Tramo Est. 8+100.



Figura 10: Conteo Vehicular.





Figura 11: Sondeo Manual Est. 6+000.





Figura 12: Sondeo Manual Est. 8+100.





Figura 13: Exploración Banco de Material la Mata.





Figura 14: Almacenamiento y Secado al Sol de Muestras.





Figura 15: Ensayo de Proctor y CBR.





Tabla 43: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE SONDEOS SOBRE LA LINEA DE ESTUDIO

MATRIZ DE RESULTADO DE ENSAYOS DE SONDEOS SOBRE LA LINEA DE ESTUDIO																							
SONDEO N°	ESTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	% QUE PASA POR EL TAMIZ												LL (%)	IP (%)	% PARTICULAS			CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO	HUMEDAD (%)
				3”	2 ½”	2”	1 ½”	1”	¾”	½”	3/8”	4	10	40	200			G	S	F	(S.U.C.S)	AASHTO		
SM - 1	6+000 (L/C)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	96	93	87	82	64	48	29	21	43	16	36	43	21	SM	A-2-7 (0)	Arena limosa con grava, color café claro.	11.00
		0.30 – 1.30	2	100	100	100	100	100	99	96	94	79	68	42	31	49	15	21	48	31	SM	A-2-7 (1)	Arena limosa con grava, color café claro.	20.50
		➢ 1.30	MANTO ROCOSO																					
SM - 2	6+100 (B/I)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	93	87	81	73	51	45	36	31	51	12	49	20	31	GM	A-2-7 (0)	Grava limos con arena, color café oscuro	11.11
		0.30 – 1.00	2	100	100	100	100	100	91	74	63	41	27	18	15	57	21	59	26	15	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color rojizo.	35.00
		➢ 1.00	MANTO ROCOSO																					
SM - 3	6+200 (B/D)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	100	100	94	73	42	25	19	33	11	27	54	19	SC	A-2-6 (0)	Arena arcillosa con grava, color café.	17.40
		0.20 – 0.50	2	100	100	100	100	100	100	100	100	48	88	74	66	41	14	2	32	66	ML	A-7-6 (8)	Limo arenoso, color café claro.	18.30
		0.50 – 0.80	3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	81	77	70	31	0	23	77	MH	A-7-5 (28)	Limo de alta compresibilidad con arena, color café con pintas amarillas.	16.30
		0.80 – 1.50	4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	82	79	35	10	0	21	79	ML	A-4 (8)	Limo con arena, color café claro.	11.30
SM - 4	6+300 (L/C)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	98	97	88	82	67	54	39	33	45	16	33	34	33	SM	A-2-7 (1)	Arena limosa con grava, color café.	24.10
		0.30 – 0.60	2	100	100	100	100	100	100	98	95	79	62	40	32	48	18	21	47	32	SM	A-2-7 (1)	Arena limosa con grava, color rojizo.	37.50
		➢ 0.60	MANTO ROCOSO																					
SM - 5	6+400 (B/I)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	96	89	83	63	48	27	19	38	7	37	44	19	SM	A-2-4 (0)	Arena Limosa con grava, color café oscuro.	11.10
		0.20 – 0.60	2	100	100	89	75	66	60	50	44	31	25	13	10	42	11	69	21	10	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena, color café con pintas blancas.	13.80
		➢ 0.60	MANTO ROCOSO																					
SM - 6	6+500 (B/D)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	100	100	92	68	36	22	17	44	13	32	51	17	SM	A-2-7 (0)	Arena limosa con grava, color café oscuro.	19.80
		0.20 – 0.65	2	100	100	100	100	100	86	71	61	44	35	21	16	45	16	56	28	16	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color verduzco.	13.60
		➢ 0.65	MANTO ROCOSO																					
SM - 7	6+600 (L/C)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	89	83	76	71	56	43	18	12	44	9	44	44	12	SP-SM	A-2-5 (0)		6.40
		0.20 – 0.80	2	100	100	100	96	85	69	49	34	32	18	12	9	48	14	78	13	9	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo (cascajo), color café claro.	35.20
		➢ 0.80	MANTO ROCOSO																					
SM - 8	6+700 (B/I)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	98	96	96	94	84	76	57	47	44	14	16	37	47	SM	A-7-5 (4)	Arena limos con grava, color café oscura.	14.50
		0.30 – 0.50	2	100	100	100	100	100	86	68	60	36	22	14	12	57	26	64	24	12	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena, color café.	8.10
		0.50 – 1.00	3	100	100	100	94	84	77	65	56	37	26	16	13	42	6	63	24	13	GM	A-1-a	Grava limosa con arena, color café claro.	9.90
		➢ 1.00	MANTO ROCOSO																					

Fuente: Elaborado por los sustentantes.

MATRIZ DE RESULTADO DE ENSAYOS DE SONDEOS SOBRE LA LINEA DE ESTUDIO																							
SONDEO N°	ESTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	% QUE PASA POR EL TAMIZ													LL (%)	IP (%)	% PARTICULAS			CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO	HUMEDAD (%)
				3”	2 ½”	2”	1 ½”	1”	¾”	½”	3/8”	4	10	40	200			G	S	F	(S.U.C.S)	AASHTO		
SM - 9	6+800 (B/D)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	95	91	87	74	53	29	23	31	6	26	51	23	SM	A-1-b	Arena limosa con grava, color café.	8.00
		0.20 – 1.00	2	100	100	100	100	100	97	86	80	56	39	22	19	41	12	44	37	19	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color roja.	12.60
		➢ 1.00	MANTO ROCOSO																					
SM – 10	6+900 (L/C)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	93	90	84	78	60	51	34	25	48	16	40	35	25	GM	A-2-7 (1)	Grava limosa con arena, color café.	13.30
		0.30 – 0.60	2	100	100	100	99	99	97	94	92	82	65	42	28	35	10	18	54	28	SM	A-2-4 (0)	Arena limosa con grava, color café claro.	8.90
		0.60 – 1.00	3	100	100	100	100	100	100	100	100	47	44	38	31	38	14	53	16	31	GC	A-2-6 (1)	Grava arcillosa con arena, color café oscuro con pintas blancas.	10.70
		1.00 – 1.50	4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	84	77	68	37	0	23	77	CH	A-7-5 (31)	Arcilla de alta plasticidad con arena, color gris con pintas amarillas.	6.40
SM - 11	7+000 (B/I)	0.00 – 0.25	1	100	100	100	93	83	70	56	49	30	23	13	9	55	20	70	21	9	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena, color café con pintas blancas.	16.60
		0.25 – 0.70	2	100	100	100	100	100	76	56	48	32	27	19	15	35	10	68	17	15	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa con arena (cascajo), color verduzco.	5.40
		➢ 0.70	MANTO ROCOSO																					
SM – 12	7+100 (B/D)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	99	95	90	81	76	58	49	32	23	37	13	42	35	23	GC	A-2-5 (0)	Grava arcillosa con arena, color café.	13.70
		0.20 – 0.50	2	100	100	100	100	91	79	57	47	28	20	10	7	42	14	72	21	7	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena, color verduzco.	20.0
		➢ 0.50	MANTO ROCOSO																					
SM - 13	7+200 (L/C)	0.00 – 0.15	1	100	100	100	100	93	89	85	75	51	40	26	19	41	16	49	32	19	GC	A-2-7 (0)	Grava arcillosa con arena, color café.	7.20
		0.15 – 0.70	2	100	100	100	100	100	97	97	96	82	56	34	26	43	17	18	56	26	SC	A-2-7 (1)	Arena arcillosa con grava, color amarillento.	15.70
		➢ 0.70	MANTO ROCOSO																					
SM - 14	7+300 (B/I)	0.00 – 0.20	1	100	100	94	92	88	83	77	72	56	46	29	23	41	8	44	33	26	GM	A-2-5 (0)	Limo con alta compresibilidad con arena, color café con pintas amarillas.	8.60
		0.20 – 0.60	2	100	100	100	100	100	100	100	100	83	76	58	46	42	20	17	37	46	SC	A-7-6 (5)	Limo con arena, color café claro.	11.50
		➢ 0.60	MANTO ROCOSO																					
SM - 15	7+400 (B/D)	0.00 – 0.25	1	100	100	100	100	100	100	95	73	48	33	24	22	47	16	52	26	22	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color amarillento.	13.60
		0.25 – 0.85	2	100	100	96	84	70	60	51	46	32	27	19	16	39	14	68	16	16	GC	A-2-6 (0)	Grava arcillosa con arena (cascajo), color verduzco.	18.40
		➢ 0.85	MANTO ROCOSO																					
SM - 16	7+500 (L/C)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	100	95	87	66	46	28	20	39	13	34	46	20	SM	A-2-6 (0)	Arena limosa con grava, color café.	26.40
		0.20 – 0.60	2	100	100	89	86	81	78	72	68	57	51	38	29	33	7	43	28	29	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa con arena (cascajo), color café claro.	17.00

Fuente: Elaborado por los sustentantes.

MATRIZ DE RESULTADO DE ENSAYOS DE SONDEOS SOBRE LA LINEA DE ESTUDIO																							
SONDEO N°	ESTACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	% QUE PASA POR EL TAMIZ												LL (%)	IP (%)	% PARTICULAS			CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO	HUMEDAD (%)
				3”	2 ½”	2”	1 ½”	1”	¾”	½”	3/8”	4	10	40	200			G	S	F	(S.U.C.S)	AASHTO		
		➢ 0.60	MANTO ROCOSO																					
SM - 17	7+600 (B/I)	0.00 – 0.15	1	100	100	100	100	100	100	96	91	76	64	42	30	37	13	24	46	30	SC	A-2-6 (0)	Arena arcillosa con grava, color café oscuro.	16.9
		0.15 – 0.50	2	100	100	100	100	100	100	97	90	75	55	42	33	41	10	25	42	33	SM	A-2-5 (0)	Arena limosa con grava, color amarillento.	10.1
		0.50 – 1.50	3	100	100	95	88	80	72	61	54	36	26	15	10	45	15	64	26	10	GP-GM	A-2-7 (0)	Grava probablemente graduada con limo y arena, color café	11.0
SM -18	7+700 (B/D)	0.00 – 0.30	1	100	100	100	100	100	100	95	87	65	54	38	28	42	16	35	37	28	SC	A-2-7 (1)	Arena arcillosa con grava color café.	12.7
		0.30 – 0.90	2	100	100	100	100	100	98	86	76	51	44	31	26	47	23	49	25	26	GC	A-2-7 (1)	Grava arcillosa con arena, color café oscuro.	14.4
		➢ 0.90	MANTO ROCOSO																					
SM – 19	7+800 (L/C)	0.0 - 0.30	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	86	74	55	24	0	26	74	MH	A-7- 5 (19)	Limo de alta compresibilidad con arena color café.	18.8
		0.30 – 0.50	2	100	100	100	100	100	93	86	73	52	33	18	14	35	9	48	38	14	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa con arena (cascajo), color café claro con pintas blancas.	10.00
		0.50 – 0.90	3	100	100	100	100	100	98	94	87	85	76	60	53	43	18	15	32	53	CL	A-7-6 (7)	Arcilla magra arenosa con grava, color café claro.	8..0
		0.90 – 1.50	4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	76	61	46	17	0	39	61	ML	A-7-6 (9)	Limo arenoso, color verduzco.	30.9
SM – 20	7+900 (B/I)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	100	100	100	90	85	77	68	56	25	10	22	68	MH	A-7-5 (17)	Limo de alta compresibilidad color café con pintas amarillas.	12.7
		0.20 – 070	2	100	100	100	100	100	100	100	100	79	74	60	50	50	19	21	29	50	SM	A-7-5 (7)	Arena limosa con gravas color verduzco.	12.8
		➢ 0.70	MANTO ROCOSO																					
SM – 21	8+000 (B/D)	0.00 – 0.20	1	100	100	100	100	100	97	93	88	69	57	34	24	40	8	31	45	24	SM	A-2-4 (0)	Arena limosa con grava, color café.	14.1
		0.20 – 0.70	2	100	100	100	100	100	100	93	81	59	44	27	19	34	4	41	40	19	GM	A-1-b	Grava limosa con arena, color gris claro con pintas blancas.	16.3
		➢ 0.70	MANTO ROCOSO.																					
SM – 22	8+100 (L/C)	0.00 – 0.50	1	100	100	100	100	94	90	81	74	54	42	31	24	36	8	46	30	24	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa con arena, color amarillento.	10.6
		0.50 – 0.80	2	100	100	100	100	99	97	88	80	57	50	30	24	37	11	43	33	24	GM	A-2-6 (0)	Grava limosa con arena, color café claro.	11.5
		0.80 – 1.10	3	100	100	100	100	100	100	100	91	73	66	51	43	47	18	27	30	43	SM	A-7-6 (4)	Arena limosa con grava, color café oscuro.	14.4
		1.10 – 1.50	4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84	81	73	45	0	19	81	CH	A-7-6 (40)	Arcilla de alta plasticidad con arena, color gris.	19.1

Fuente: Elaborada Por los Sustentantes.

Tabla 44: RESULTADOS DE CBR DE SONDEO SOBRE LA LINEA.

No	DESCRIPCION	DENSIDAD MAXIMA (KG/M^3)	PESO VOLUMETRICO SECO (KG/M^3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	% DE COMPACTACION REPRODUCIDA	VALOR CBR (%)	HINCHAMIENTO (%) PROMEDIO
1	A-7-5(17,19,28,31)	1387	1254	22.7	90	2.04	4.04
			1313		95	2.49	
			1384		100	2.78	
2	A-2-7(0,1)	1581	1414	20.1	90	4.19	1.32
			1500		95	6.11	
			1573		100	17.02	
3	A-2-4(0)	1537	1377	15.9	90	13.17	1.09
			1455		95	26.33	
			1542		100	40.44	
	A-7-6(4,5,7,8,9)	1603	1436	21.5	90	2.84	2.37
			1525		95	3.58	
			1598		100	4.67	
4	A-2-6(0,1)	1493	1345	27.9	90	7.07	2.19
			1413		95	9.00	
			1489		100	9.96	
5	A-7-5(4,7)	1517	1367	24.2	90	3.6	0.85
			1442		95	4.54	
			1509		100	7.07	

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Tabla 45: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE BANCO DE MATERIALES.

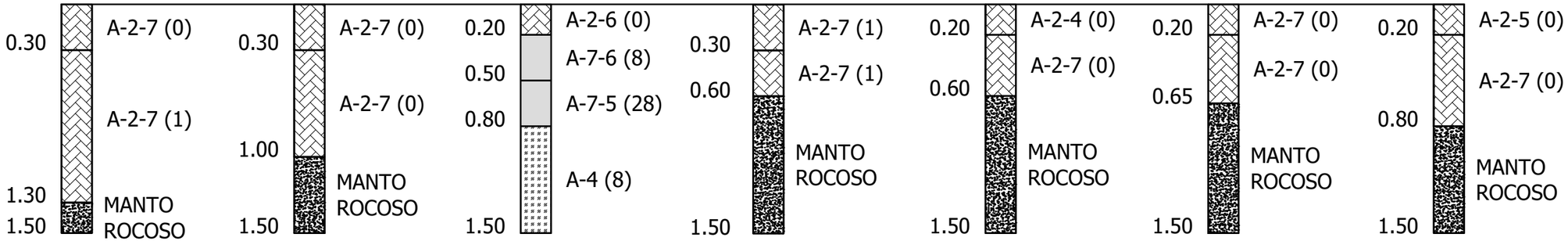
MATRIZ DE RESULTADOS DE BANCOS DE MATERIALES																						
BANCO N° NOMBRE	CALICATA PCA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA N°	% QUE PASA POR EL TAMIZ												LL (%)	IP (%)	% PARTICULAS			CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO
				3”	2 ½”	2”	1 ½”	1”	¾”	½”	3/8”	4	10	40	200			G	S	F	(S.U.C.S)	AASHTO	
N° 1 EL PIQUE	CATA 1	0.00 – 0.40	1	100	100	100	100	100	90	78	68	51	46	37	35	53	11	49	16	35	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color café oscuro. Descapote
		0.40 – 3.00	2	100	100	94	88	77	64	50	42	25	22	19	19	44	13	75	6	19	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa, color café claro.
	CATA 2	0.00 – A MÁS	1	100	100	65	47	32	25	17	14	7	5	4	4	40	6	93	3	4	GW	A-1-a	Grava bien graduada, color café con pintas blancas.
	CATA 3	0.00 – A MÁS	1	100	100	88	79	65	53	41	35	18	10	6	5	51	13	82	3	5	GW - GM	A-2-7 (0)	Grava bien graduada con limo, color verduzco.
N° 2 LA MATA	CATA 1	0.45 – A MÁS	2	100	100	99	89	78	71	61	55	39	33	25	21	49	15	61	18	21	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color café.
	CATA 2	0.00 – A MÁS	1	100	100	84	82	77	69	56	46	27	18	12	10	49	15	73	17	10	GP - GM	A-2-7 (0)	Grava pobremente graduada con limo y arena, color café.
	CATA 3	0.00 – A MÁS	1	100	100	98	90	77	68	54	46	30	25	17	14	42	13	70	16	14	GM	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color café.
N° 3 JOSÉ MARIA GARCÍA	CATA 1	0.00 – 0.30	1	100	100	89	85	83	83	82	81	73	71	35	61	47	18	27	12	61	ML	A-7-6 (10)	Limo gravoso, color café oscuro.
		0.30 – A MÁS	2	100	100	81	76	67	62	56	52	40	35	29	20	36	11	60	20	20	GM	A-2-6 (0)	Grava limosa con arena, color amarillento.
	CATA 2	0.00 – 1.30	1	100	100	100	100	93	88	80	73	53	49	31	19	45	18	47	34	19	GC	A-2-7 (0)	Grava limosa con arena, color rojo claro.
		1.30 – A MÁS	2	100	100	89	82	70	61	46	39	23	15	7	5	40	14	77	18	5	GW - GM	A-2-6 (0)	Grava bien graduada con limo y arena, color café.
	CATA 3	0.00 – A MÁS	1	100	100	87	80	67	55	38	31	13	7	2	2	41	11	87	11	2	GW	A-1-a	Grava bien graduada, color café.

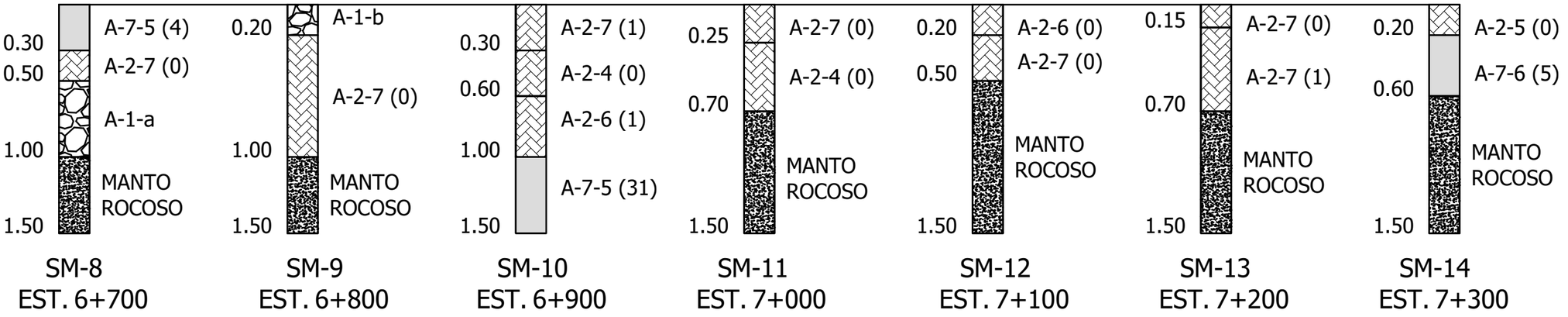
Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Tabla 46: Resultados de CBR en Banco de Materiales.

CBR	DESCRIPCION	DENSIDAD MAXIMA (KG/M^3)	PESO VOLUMETRICO SECO (KG/M^3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	% DE COMPACTACION REPRODUCIDA	VALOR CBR (%)	HINCHAMIENTO (%) PROMEDIO
1	El Pique	1377	1242	19.5	90	9.32	0.93
			1310		95	20.55	
			1386		100	22.80	
2	La Mata	1514	1361	16.9	90	13.81	0.42
			1441		95	27.29	
			1520		100	54.56	
3	José María García	1641	1479	19.6	90	5.47	1.03
			1551		95	10.92	
			1634		100	21.51	

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.


0.30
1.30
1.50
A-2-7 (0)
A-2-7 (1)
MANTO ROCOSO
SM-1
EST. 6+000
0.30
1.00
1.50
A-2-7 (0)
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-2
EST. 6+100
0.20
0.50
0.80
1.50
A-2-6 (0)
A-7-6 (8)
A-7-5 (28)
A-4 (8)
SM-3
EST. 6+200
0.30
0.60
1.50
A-2-7 (1)
A-2-7 (1)
MANTO ROCOSO
SM-4
EST. 6+300
0.20
0.60
1.50
A-2-4 (0)
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-5
EST. 6+400
0.20
0.65
1.50
A-2-7 (0)
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-6
EST. 6+500
0.20
0.80
1.50
A-2-5 (0)
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-7
EST. 6+600


0.30
0.50
1.00
1.50
A-7-5 (4)
A-2-7 (0)
A-1-a
MANTO ROCOSO
SM-8
EST. 6+700
0.20
1.00
1.50
A-1-b
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-9
EST. 6+800
0.30
0.60
1.00
1.50
A-2-7 (1)
A-2-4 (0)
A-2-6 (1)
A-7-5 (31)
SM-10
EST. 6+900
0.25
0.70
1.50
A-2-7 (0)
A-2-4 (0)
MANTO ROCOSO
SM-11
EST. 7+000
0.20
0.50
1.50
A-2-6 (0)
A-2-7 (0)
MANTO ROCOSO
SM-12
EST. 7+100
0.15
0.70
1.50
A-2-7 (0)
A-2-7 (1)
MANTO ROCOSO
SM-13
EST. 7+200
0.20
0.60
1.50
A-2-5 (0)
A-7-6 (5)
MANTO ROCOSO
SM-14
EST. 7+300

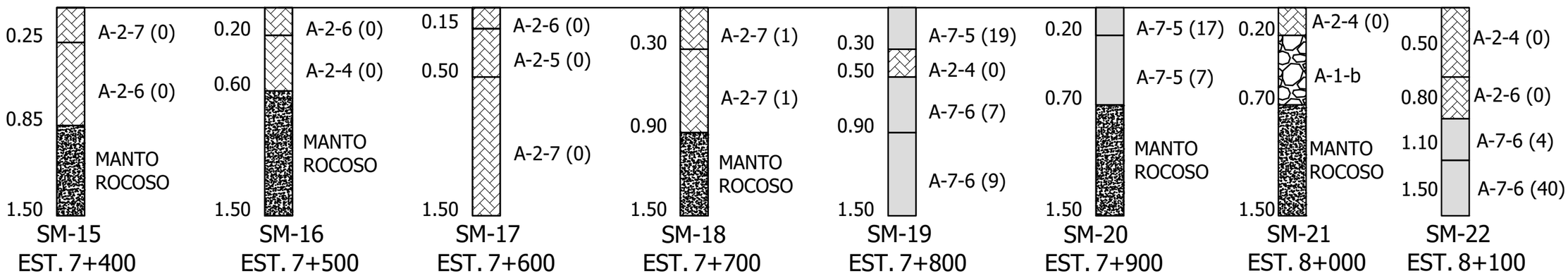

0.25
0.85
1.50
A-2-7 (0)
A-2-6 (0)
MANTO ROCOSO
SM-15
EST. 7+400
0.20
0.60
1.50
A-2-6 (0)
A-2-4 (0)
MANTO ROCOSO
SM-16
EST. 7+500
0.15
0.50
1.50
A-2-6 (0)
A-2-5 (0)
A-2-7 (0)
SM-17
EST. 7+600
0.30
0.90
1.50
A-2-7 (1)
A-2-7 (1)
MANTO ROCOSO
SM-18
EST. 7+700
0.30
0.50
0.90
1.50
A-7-5 (19)
A-2-4 (0)
A-7-6 (7)
A-7-6 (9)
SM-19
EST. 7+800
0.20
0.70
1.50
A-7-5 (17)
A-7-5 (7)
MANTO ROCOSO
SM-20
EST. 7+900
0.20
0.70
1.50
A-2-4 (0)
A-1-b
MANTO ROCOSO
SM-21
EST. 8+000
0.50
0.80
1.10
1.50
A-2-4 (0)
A-2-6 (0)
A-7-6 (4)
A-7-6 (40)
SM-22
EST. 8+100

Figura 17: Localización en el Tramo de las Estaciones de Aforo Vehicular y de Encuestas Origen – Destino.

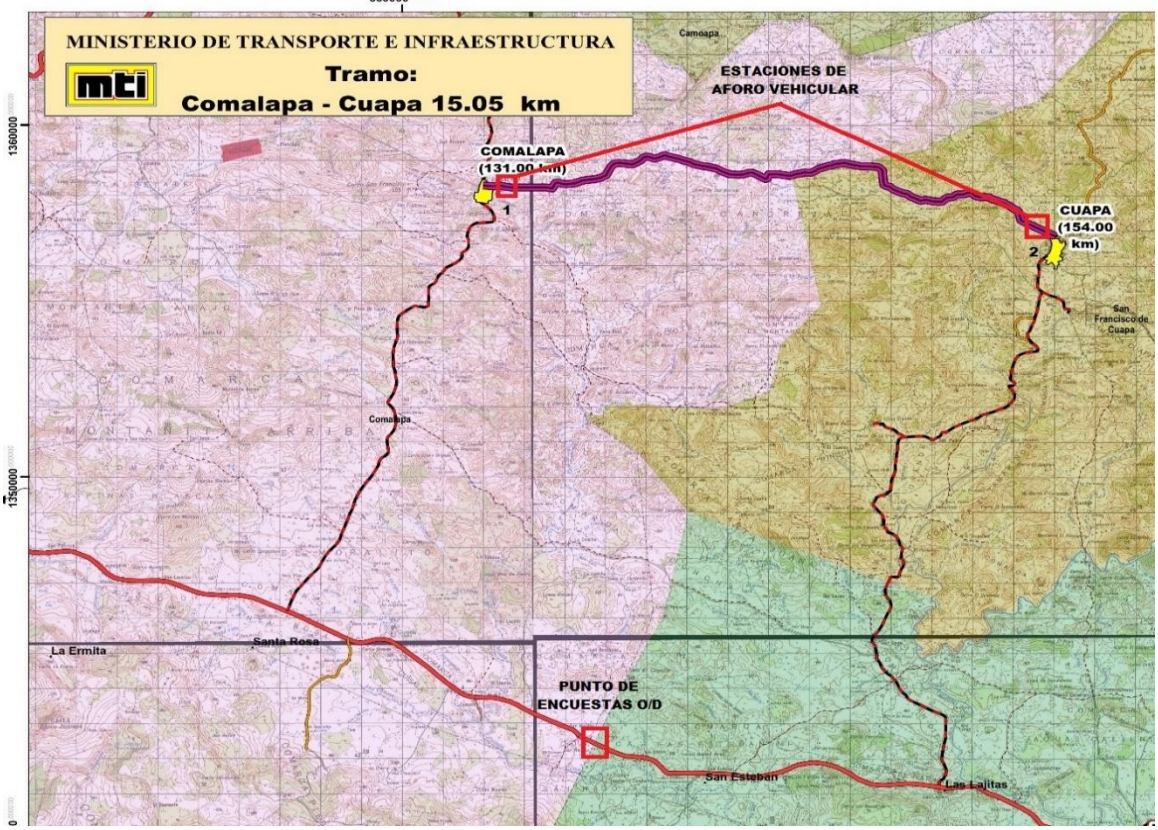


Figura 18: Carretera NIC 37A.

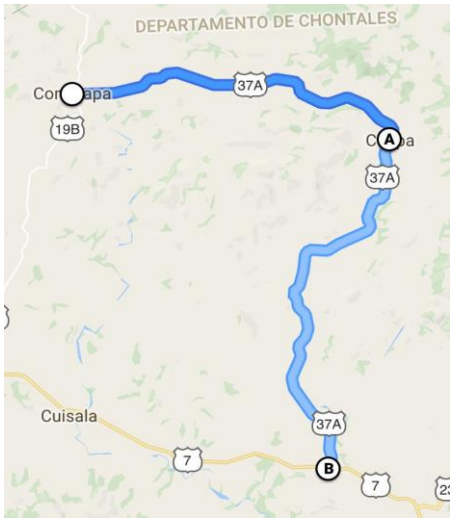


Tabla 47: Tipología y Descripción Vehicular.

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

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico MTI.

Tabla 48: Estación de Mayor Cobertura Asociada al Tramo.

DEPENDENCIA DE ESTACIONES

2015

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	Pkm	NOMBRE DEL TRAMO
1802 San Marcos - Masatepe	NIC-35B	3508	ECS	180.0	Escuela Miraflores - San Sebastián de Yalí (Empalme Quiatas)
	NIC-35D	3503	ECD	206.4	San Sebastián de Yalí - La Rica
	NIC-36	1214	ECD	115.0	Emp.Posoltega - Posoltega
	NIC-37A	714	ECS	145.0	Las Lajitas - Cuapa -Comarca El Zancudo
	NIC-37B	3701	ECS	140.0	Juigalpa - Puerto Diaz
	NIC-38	3801	ECS	164.0	Dos Montes - El Sauce
	NIC-38	2611	ECS	185.6	El Sauce - Río Grande
	NIC-38	3802	ECS	200.0	Rio Grande - Achuapa
	NIC-38	3802 A	ECS	212.0	Achuapa - San Juan de Limay

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico MTI.

Tabla 49: Factores de Ajuste Para el TPDA.

ESTACION DE MAYOR COBERTURA 1802

SAN MARCOS - MASATEPE

FACTORES - 2015



Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx=<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1.31	1.53	1.32	1.31	1.28	1.18	1.29	1.22	1.23	1.33	1.00	1.59	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15
Factor Semana	0.98	1.04	1.13	1.01	0.97	1.00	0.97	0.89	0.90	0.88	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.89
Factor Fin de Semana	1.05	0.91	0.77	0.97	1.08	1.01	1.07	1.42	1.36	1.55	1.00	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43
Factor Expansión a TPDA	1.02	1.01	1.06	1.03	1.02	1.02	1.00	0.98	0.90	1.01	1.00	0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12

Tabla 50: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo EMC 1802

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Tipo de Superficie	Clasificación Funcional	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
131	NIC-18A	1802	EMC	San Marcos - Masatepe	Asfalto	Colectora Principal	2015	3372	1291	370	993	388	85	161	382	235	36		80					9	7402
							2014	3176	1151	348	936	320	75	145	369	240	41		69					13	6883
							2013	2691	1161	319	875	318	86	145	351	187	25		52					11	6221
							2012	2789	1084	357	895	341	72	130	347	230	24	2	44				1	8	6324
							2011	1971	978	309	803	322	60	139	286	195	27		35					7	5132
							2010	1501	1076	336	843	356	82	154	290	214	36		40					8	4936
							2009	1326	1068	363	885	340	76	164	323	258	34		42					8	4887
							2008	1056	944	327	917	349	78	175	335	270	42		46			1	1	13	4554
							2004	288	814	305	1012	281	72	213	321	241	14		37			0		8	3608
							2002	234	827	388	1113	260	61	190	223	237	25		31			1		13	3602
							1999	224	585	287	938	142	66	196	208	150	34		21			2		17	2871
							1997	184	500	234	746	18	69	169	91	206	18		13					12	2260

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico MTI.

Tabla 51: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo ECD 714

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Tipo de Superficie	Clasificación Funcional	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
226	NIC-37A	714	ECD	Las Lajitas - Cuapa -Comarca El Zancudo	Adoquinado / T. Tiempo	C. Secundaria / C. Vecinal	2015	153	70	32	112	1	1	15	42	29	2	1							458
							2014	167	37	15	122	1		13	36	12								2	405
							2010	83	11	16	78	1		13	29	2			1						234
							2008	68	13	22	80			5	32	11			0		0				232
							2007	37	11	12	55			9	15	13	1								153
							2002	26	10	11	109			13	13	26	3							2	213
							1999	10	8	21	78			13	6	21	4		3						164
							1997	14	2	8	64			11	4	12	2		1						118

Tabla 52: Incidencia de la Pobreza Extrema por Hogar Según Municipio



No.	Municipios	Total de Población	Total de Hogares	Incidencia de la Pobreza Extrema
	NACIONAL	2 224 814	372 996	35.7
15	San Carlos	21 821	3 692	49.9
16	Comalapa	6 221	1 066	49.2
17	Murra	3 748	657	48.8
18	San Juan de Limay	8 047	1 382	48.8
19	San Francisco del Norte	3 877	642	48.7
20	Camoapa	19 290	3 048	48.4
21	Muy Muy	8 457	1 348	48.2
22	San José de los Remates	4 508	779	48.1
23	San Rafael del Norte	9 616	1 659	47.7
24	Villa Sandino	7 150	1 279	47.4
25	Terrabona	7 076	1 191	47.4
26	Santo Tomás del Norte	4 011	640	47.4
27	Santa Lucía	4 551	826	47.3
28	Macuelizo	3 280	551	46.5
29	Teustepe	14 268	2 462	46.3
30	San Francisco de Cuapa	3 072	532	46.1
31	Jinotega	51 741	9 064	45.7

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

Tabla 53: TPDA Histórico por Tipo de Vehículo ECD 70

N°	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Tipo de Superficie	Clasificación Funcional	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
72	NIC-7	703	ECD	Tecolostote - Juigalpa	Asfalto	Troncal Principal	2011	337	344	170	662	59	2	126	215	295	30	2	87			4	1	6	2340
							2009	100	265	140	628	30	6	132	230	261	22	3	169					5	1992
							2008	192	242	162	583	18	2	74	182	194	16	16	50					2	1733
							2005	118	212	208	685	25	23	161	217	342	32	2	91					7	2122
							2002	23	151	129	413	13	5	116	143	274	18	4	73					3	1364
							1998	34	108	145	355	7	20	97	56	164	23	2	48			1			1060
							1997	16	117	129	350	18	3	88	90	130	15		53					1	1010
					EMC: 300																				
					Tasa de Crecimiento: 5.35%		2015	415	424	209	815	73	2	155	265	363	37	2	107			5	1	7	2882

Tabla 54: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt = 2,0.

Carga por eje		SN pulg (mm)					
(kips)	(KN)	1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	17.8	.002	.003	.002	0.002	.002	.002
6	26.7	.009	.012	.011	0.10	.009	.009
8	35.6	.030	.035	.036	.033	.031	.029
10	44.5	.075	.085	.090	.085	0.79	.076
12	53.4	.165	.177	.189	.183	.174	.168
14	62.3	.325	.338	.354	.350	.338	.331
16	71.2	.589	.598	.613	.612	.603	.596
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.5	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	142.4	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	151.3	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	160.0	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	169.1	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	178.0	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	186.9	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	195.8	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	204.7	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	213.6	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	222.5	113	108	97	86	81	82

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Tabla 55: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem, Pt = 2,0.

Carga por eje		SN	pulg	(mm)			
(kips)	(KN)	1.0 (25.4)	2.0 (50.8)	3.0 (76.2)	4.0 (101.6)	5.0 (127.0)	6.0 (152.4)
2	8.9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	17.8	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002
6	26.7	.001	.001	.001	.001	.001	.001
8	35.6	.003	.003	.003	.003	.003	.002
10	44.5	.007	.008	.008	.007	.006	.006
12	53.4	.013	.016	.016	.014	.013	.012
14	62.3	.024	.029	.029	.026	.024	.023
16	71.2	.041	.048	.050	.046	.042	.040
18	80.0	.066	.077	.081	.075	.069	.066
20	89.0	.103	.117	.124	.117	.109	.105
22	97.9	.156	.171	.183	.174	.164	.158
24	106.8	.227	.244	.260	.252	.239	.231
26	115.7	.322	.340	.360	.353	.338	.329
28	124.6	.447	.465	.487	.481	.466	.455
30	133.5	.607	.623	.646	.643	.627	.617
32	142.4	.810	.823	.843	.842	.829	.819
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	186.9	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	195.8	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	204.7	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	213.6	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	222.5	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	231.4	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	240.3	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	249.2	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	258.1	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	267.0	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	275.9	16.6	16.0	14,7	13.7	13.8	14.5
64	284.7	19.3	18.6	17,0	15.8	15.8	16.6
66	293.6	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	302.5	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	311.4	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	320.3	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	329.2	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	338.1	42.8	41,2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	347.0	48.4	46.5	42.0.	38.0	37.0	38.6
80	355.9	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	364.8	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	373.7	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	382.6	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	391.5	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	400.4	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Tabla 56: Tipología vehicular y cargas permisibles por tipo de vehículo.

Tipo de Vehículo	Peso por Eje (ton)	Peso por Eje (lb)
Automovil	**1/1**	**2200/2200**
Jeep	**1/1**	**2200/2200**
Pick-Up	**½**	**2200/4400**
Mcbus < 15 pas.	**2/4**	**4400/8800**
Mnbus 15-30 pas.	**4/8**	**8800/17600**
Bus = C2	**5/10**	**11000/22000**
Liv 2-5 ton	**4/8**	**8800/17600**

Fuente: Ministerio de Transporte e infraestructura (MTI).

Tabla 57: Tipología vehicular y cargas permisibles Para Vehículo Pesado.

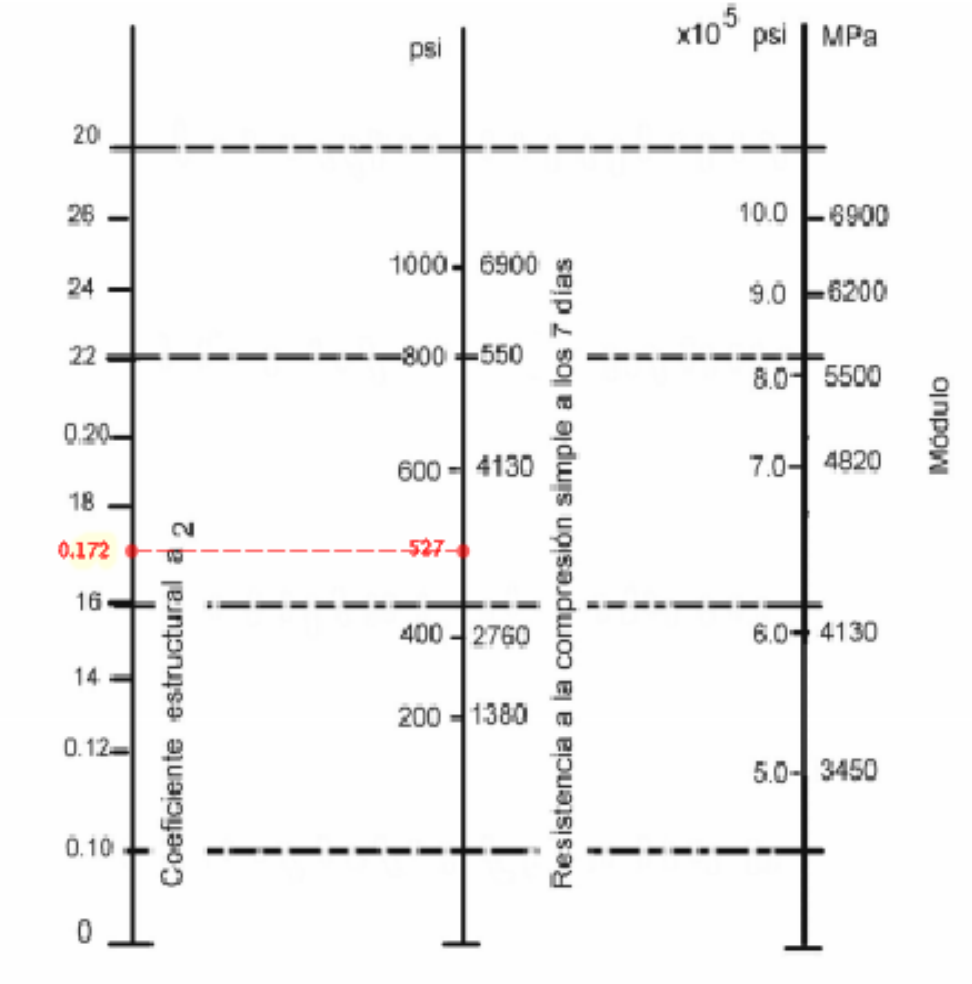
DIAGRAMA DE CARGAS PERMISIBLES APLICADOS EN LOS PUNTOS DE CONTROL
PESOS MAXIMOS PERMISIBLES POR TIPO DE VEHICULOS

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	Peso Máximo Total (1) Ton - Met.
C2		5.00	10.00					**15.00**
C3		5.00	**16.50**					**21.50**
			8.25	8.25				
C4		5.00	**20.00**					**25.00**
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				**23.00**
T2-S2		5.00	9.00	**16.00**				**30.00**
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	**20.00**				**34.00**
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	**16.00**		9.00			**30.00**
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	**16.00**		**16.00**			**37.00**
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	**16.00**		**20.00**			**41.00**
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			**21.50**
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			**26.50**
C3-R2		5.00	**16.00**		4.0 a	4.0 a		**29.00**
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		**34.00**
C3-R3		5.00	**16.00**		4.0 a	5.0 a	5.0 a	**35.00**
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	**37.50**

NOTA: El peso máximo permisible será el menor entre el especificado por el fabricante y el contenido en esta columna.
a : *Eje sencillo llanta sencilla.*
b : *Eje sencillo llanta doble.*

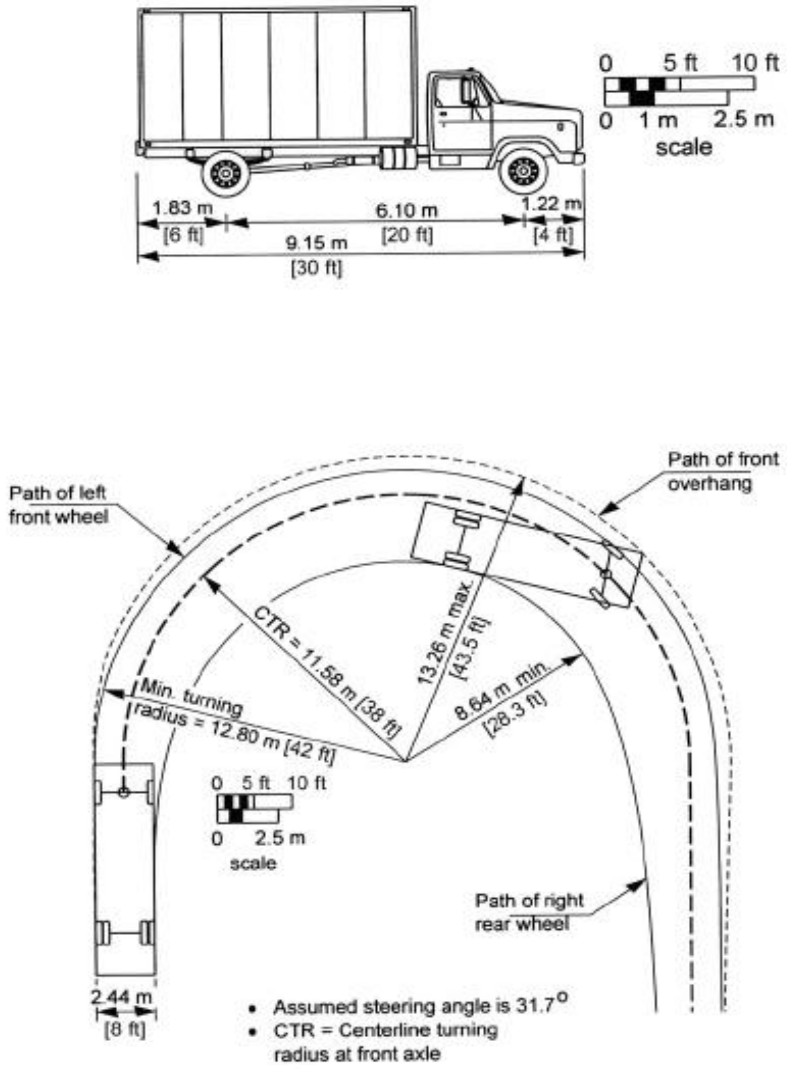
Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Grafica 10: Relación entre el coeficiente estructural (a_2) para base tratada con cemento y distintos parámetros resistentes.



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

Figura 19: Características Estructurales Funcionales-Operativas del Vehículo de Diseño C2.



Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 58: Velocidades de diseño en km/h, en función del TPDA y de la Topografía del Terreno.

Tipo de terreno	Volumenes de tránsito Diario o TPDA en veh/d			
	20,000	20,000-10,000	10,000-3,000	3,000-500
Plano	110	90	80	70
Ondulado	90	80	70	60
Montañoso	70	70	60	50

Tabla 59: Radio Mínimo y Coeficiente de Fricción Lateral en Base a Velocidad de Diseño y Peralte Máximo.

METRIC					
Design Speed (km/h)	Maximum *e* (%)	Maximum *f*	Total (*e*/100 + *f*)	Calculated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739

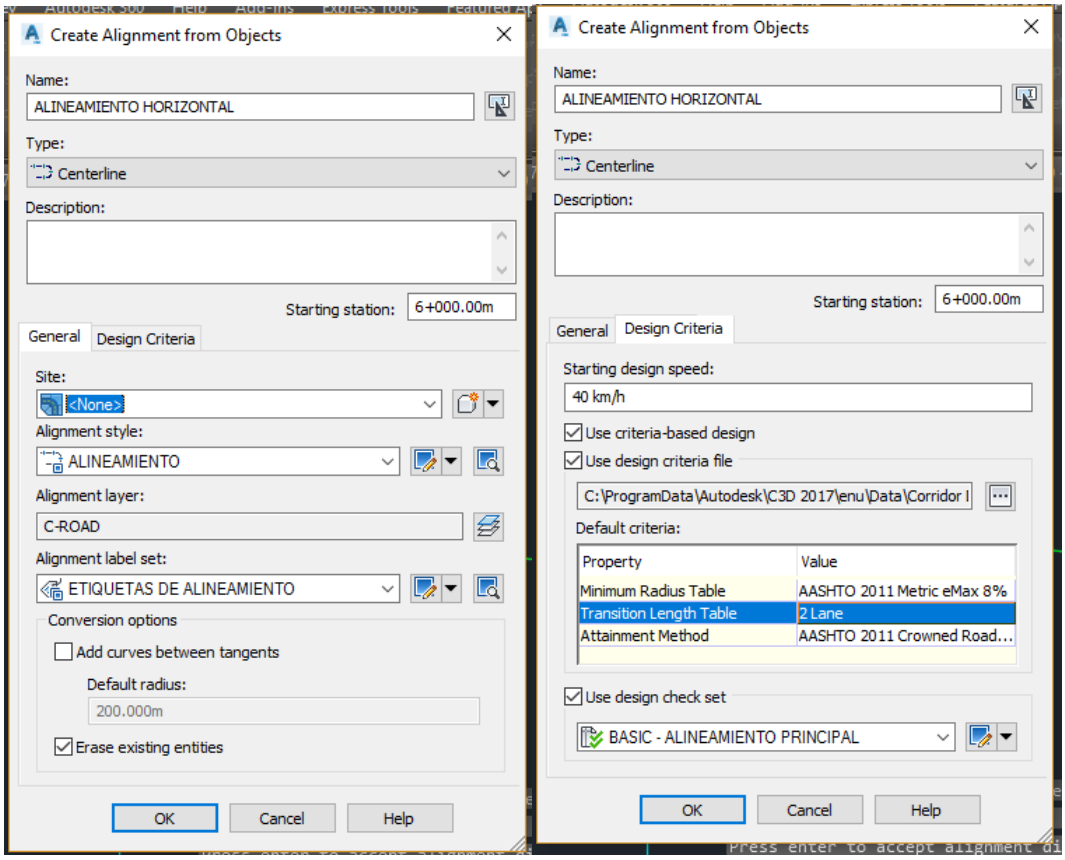
Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 60: Pendiente Longitudinal Maxima.

	Metric								
	Maximum grade (%) for specified design speed (km/h)								
Type of terrain	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Level	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Mountainous	17	16	15	14	13	12	10	10	—

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Figura 20: **Creación de Alineamiento Horizontal en Civil 3D.**



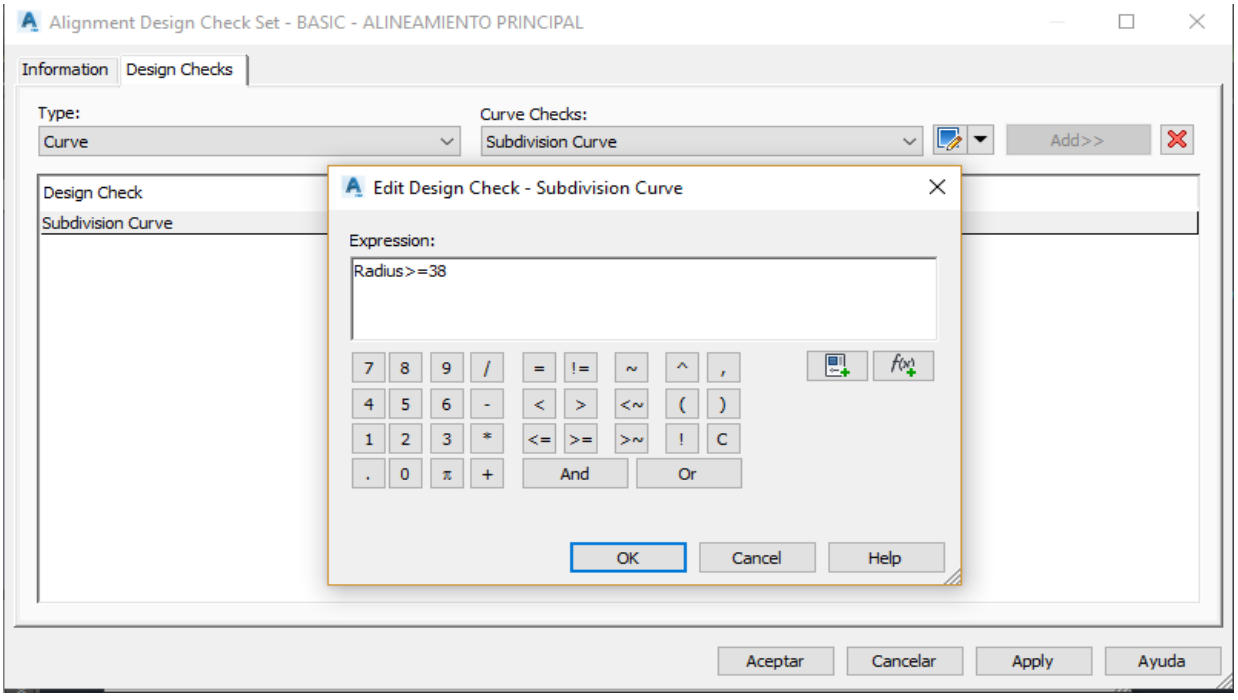
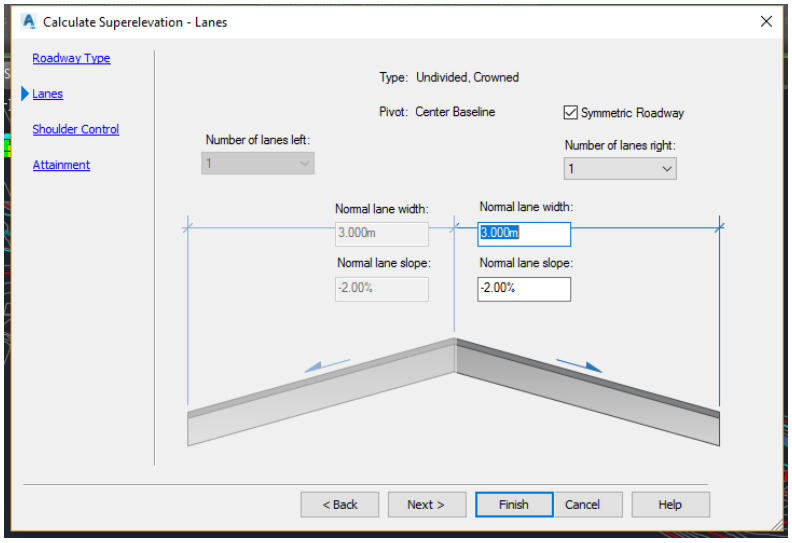
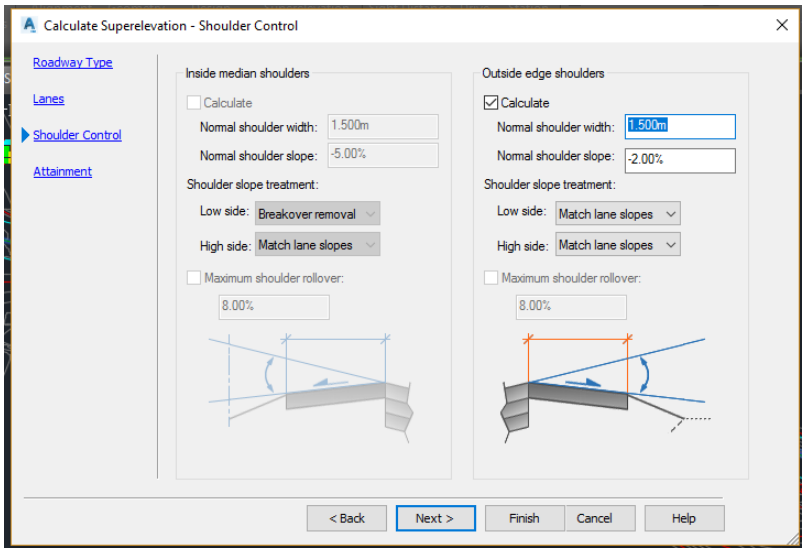


Figura 21: Creación de Superelevación en Civil 3D.





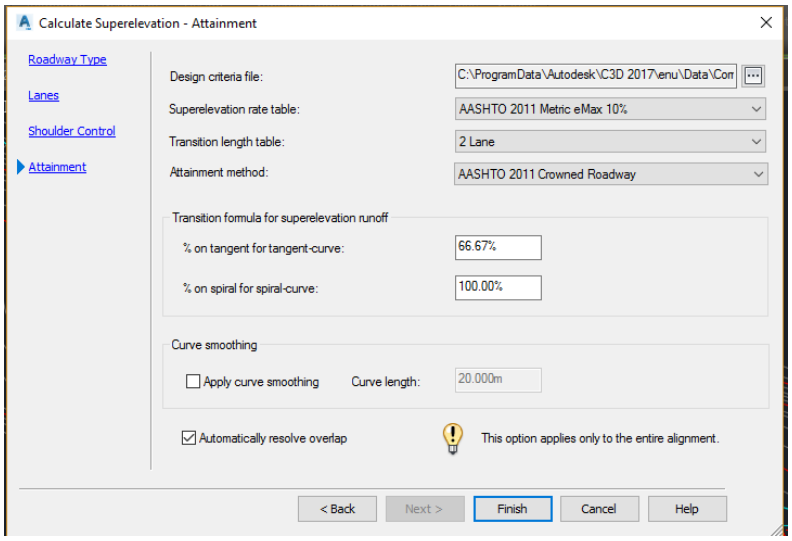


Tabla 61: Peralte Requerido en una Curva.

e (%)	V_d = 20 km/h R (m)	V_d = 30 km/h R (m)	V_d = 40 km/h R (m)
1.5	197	454	790
2.0	145	333	580
2.2	130	300	522
2.4	118	272	474
2.6	108	249	434
2.8	99	229	399
3.0	91	211	368
3.2	85	196	342
3.4	79	182	318
3.6	73	170	297
3.8	68	159	278
4.0	64	149	261
4.2	60	140	245
4.4	56	132	231
4.6	53	124	218
4.8	50	117	206
5.0	47	111	194
5.2	44	104	184
5.4	41	98	174
5.6	39	93	164
5.8	36	88	155
6.0	33	82	146
6.2	31	77	138
6.4	28	72	130
6.6	26	67	121
6.8	24	62	114
7.0	22	58	107
7.2	21	55	101
7.4	20	51	95
7.6	18	48	90
7.8	17	45	85
8.0	16	43	80
8.2	15	40	76
8.4	14	38	72
8.6	14	36	68
8.8	13	34	64
9.0	12	32	61
9.2	11	30	57
9.4	11	28	54
9.6	10	26	50
9.8	9	24	46
10.0	7	19	38

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 62: Longitud de Transición Runoff

	V_d = 20 km/h		V_d = 30 km/h		V_d = 40 km/h	
	Number of Lanes Rot					
e (%)	1 L_r (m)	2 L_r (m)	1 L_r (m)	2 L_r (m)	1 L_r (m)	2 L_r (m)
1.5	0	0	0	0	0	0
2.0	9	14	10	14	10	15
2.2	10	15	11	16	11	17
2.4	11	16	12	17	12	19
2.6	12	18	12	19	13	20
2.8	13	19	13	20	14	22
3.0	14	20	14	22	15	23
3.2	14	22	15	23	16	25
3.4	15	23	16	24	17	26
3.6	16	24	17	26	19	28
3.8	17	26	18	27	20	29
4.0	18	27	19	29	21	31
4.2	19	28	20	30	22	32
4.4	20	30	21	32	23	34
4.6	21	31	22	33	24	35
4.8	22	32	23	35	25	37
5.0	23	34	24	36	26	39
5.2	23	35	25	37	27	40
5.4	24	36	26	39	28	42
5.6	25	38	27	40	29	43
5.8	26	39	28	42	30	45
6.0	27	41	29	43	31	46
6.2	28	42	30	45	32	48
6.4	29	43	31	46	33	49
6.6	30	45	32	48	34	51
6.8	31	46	33	49	35	52
7.0	31	47	34	50	36	54
7.2	32	49	35	52	37	56
7.4	33	50	36	53	38	57
7.6	34	51	36	55	39	59
7.8	35	53	37	56	40	60
8.0	36	54	38	58	41	62
8.2	37	55	39	59	42	63
8.4	38	57	40	60	43	65
8.6	39	58	41	62	44	66
8.8	40	59	42	63	45	68
9.0	40	61	43	65	46	69
9.2	41	62	44	66	47	71
9.4	42	63	45	68	48	73
9.6	43	65	46	69	49	74
9.8	44	66	47	71	50	76
10.0	45	68	48	72	51	77
10.2	46	69	49	73	52	79

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Tabla 63: Tabla Resumen de Alineamiento Horizontal

TABLA DE RESUMEN DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL								
N° curva	Radio (R) m	Angulo de deflexión de las tangentes Δ (m)	Grado de Curvatura (Gc)	Tangente (T) m	Longitud de la curva (Lc) m	Externa (E)	Ordenada Media (M)	Sobre ancho (m)
C1	150	24.34	7°38°22.08	32.35	63.71	3.45	3.37	0.57
C2	105	36.57	10°54°48.69	34.69	67.01	5.58	5.30	0.75
C3	41	47.79	27°56°57.37	18.17	34.20	3.84	3.51	1.54
C4	61	40.04	18°47°8.07	22.23	42.63	3.92	3.69	1.12
C5	325	13.77	3°31°33.27	39.25	78.12	2.36	2.34	0.34
C6	367	13.28	3°7°20.63	42.72	85.07	2.48	2.46	0.31
C7	190	35.24	6°1°52.17	35.24	116.85	9.35	8.91	0.49
C8	165	15.28	6°56°41.89	22.13	43.99	1.48	1.46	0.54
C9	108	43.97	10°36°37.33	43.60	82.88	8.47	7.85	0.73
C10	608	8.91	1°53°5.05	52.97	105.73	2.06	2.05	0.22
C11	210	21.05	5°27°24.34	39.01	77.14	3.59	3.53	0.45
C12	250	16.18	4°35°1.25	35.55	70.62	2.51	2.49	0.4
C13	47	82.06	24°22°52.6	40.90	67.31	15.30	11.54	1.38
C14	48	35.73	23°52°24	15.47	29.93	2.43	2.31	1.36
C15	38	122.25	30°9°20.84	68.91	81.08	40.69	19.65	1.63
C16	90	24.87	12°43°56.8	19.84	39.06	2.16	2.11	0.84
C17	134	20.41	8°33°5.91	24.12	47.73	2.15	2.12	0.62
C18	144	24.13	7°57°28	30.78	60.64	3.25	3.18	0.59

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Tabla 64: Tabla Resumen de Alineamiento Vertical.

TABLA DE RESUMEN ALINEAMIENTO VERTICAL						
N° de curva	Tipo de curva	Pendiente de entrada (P1) %	Pendiente de salida (P2) %	Diferencia algebraica de pendientes (A) %	Factor de condiciones óptimas de visibilidad (K)	Longitud de curva vertical (L) m
C1	Convexa	6.44	1.45	- 4.99	24.07	120
C2	Convexa	1.45	-3.21	- 4.66	23.61	110
C3	Cóncava	-3.21	2.57	5.78	9.51	55
C4	Convexa	2.57	-0.81	-3.38	29.55	100
C5	Cóncava	-0.81	2.70	3.51	11.39	40
C6	Convexa	2.70	-3.53	-6.23	20.53	128
C7	Cóncava	-3.53	0.29	3.83	10.45	40
C8	Cóncava	0.29	12.44	12.14	9.88	120
C9	Convexa	12.44	-12.02	-24.46	5.72	140
C10	Cóncava	-12.02	-4.21	7.81	15.37	120
C11	Cóncava	-4.21	1.22	5.43	14.72	80
C12	Convexa	1.22	-4.48	-5.70	8.78	50
C13	Cóncava	-4.48	3.39	13.87	9.23	128
C14	Convexa	3.39	-7.36	-16.75	4.78	80
C15	Cóncava	-7.36	1.24	8.60	9.07	78
C16	Convexa	1.24	-2.19	11.68	-3.43	40
C17	Convexa	-2.19	-12.44	-10.25	7.96	81.61

Fuente: Elaborada por los Sustentantes.

Figura 22: Sección Transversal típica.

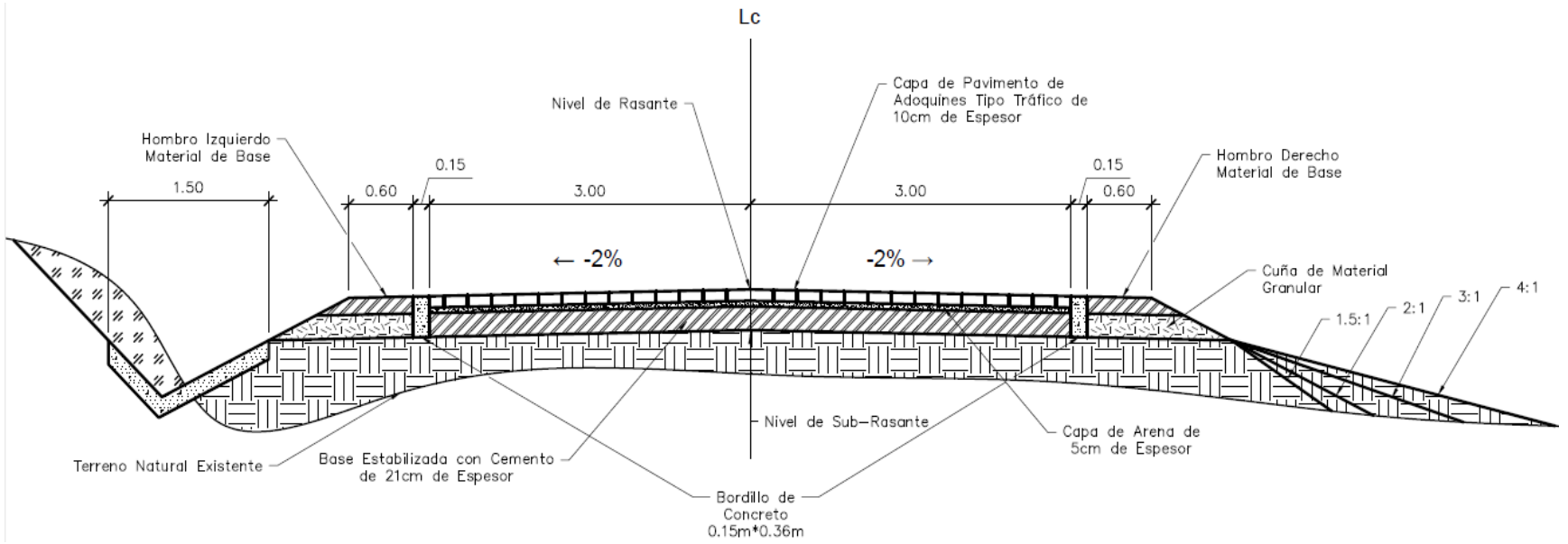


Tabla 65: Valores Mínimos de Anchos de Calzadas de Rodamiento y Franjas de Hombros.

Metric					US Customary				
	Minimum width of traveled way (m) for specified design volume (veh/day)					Minimum width of traveled way (ft) for specified design volume (veh/day)			
Design speed (km/h)	under 400	400 to 1500	1500 to 2000	over 2000	Design speed (mph)	under 400	400 to 1500	1500 to 2000	over 2000
20	5.4	6.0[a]	6.0	6.6	15	18	20[a]	20	22
30	5.4	6.0[a]	6.6	7.2[c]	20	18	20[a]	22	24[c]
40	5.4	6.0[a]	6.6	7.2[c]	25	18	20[a]	22	24[c]
50	5.4	6.0[a]	6.6	7.2[c]	30	18	20[a]	22	24[c]
60	5.4	6.0[a]	6.6	7.2[c]	40	18	20[a]	22	24[c]
70	6.0	6.6	6.6	7.2[c]	45	20	22	22	24[c]
80	6.0	6.6	6.6	7.2[c]	50	20	22	22	24[c]
90	6.6	6.6	7.2[c]	7.2[c]	55	22	22	24[c]	24[c]
100	6.6	6.6	7.2[c]	7.2[c]	60	22	22	24[c]	24[c]
	Width of graded shoulder on each side of the road (m)					Width of graded shoulder on each side of the road (ft)			
All speeds	0.6	1.5[a,b]	1.8	2.4	All speeds	2	5[a,b]	6	8

[a] For roads in mountainous terrain with design volume of 400 to 600 veh/day, use 5.4-m [18-ft] traveled way width and 0.6-m [2-ft] shoulder width.

[b] May be adjusted to achieve a minimum roadway width of 9 m [30 ft] for design speeds greater than 60 km/h [40 mph].

[c] Where the width of the traveled way is shown as 7.2 m [24 ft], the width may remain at 6.6 m [22 ft] on reconstructed highways where alignment and safety records are satisfactory.

Fuente: AASHTO A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011.

Figura 23: Sección típica.

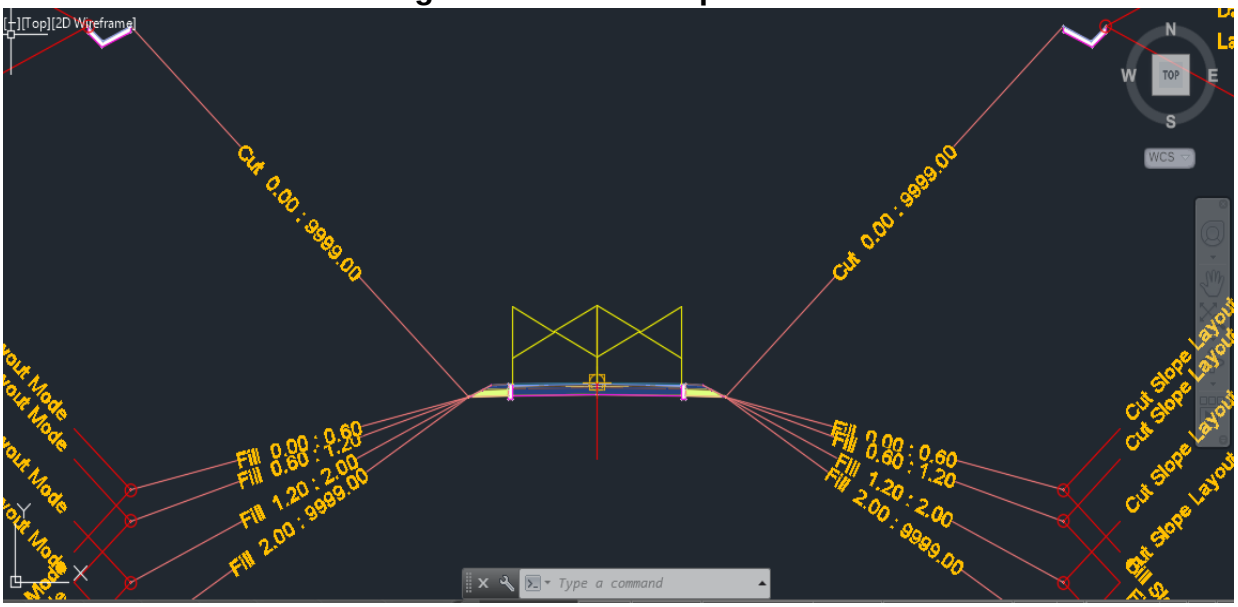
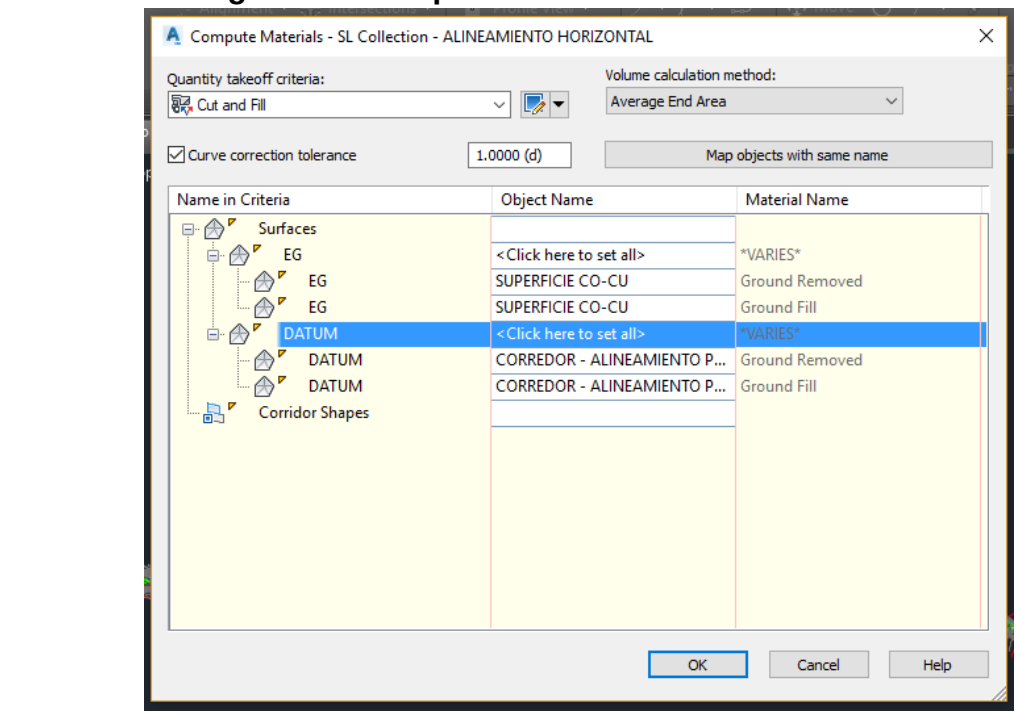


Figura 24: Computación de Materiales en Civil 3D.



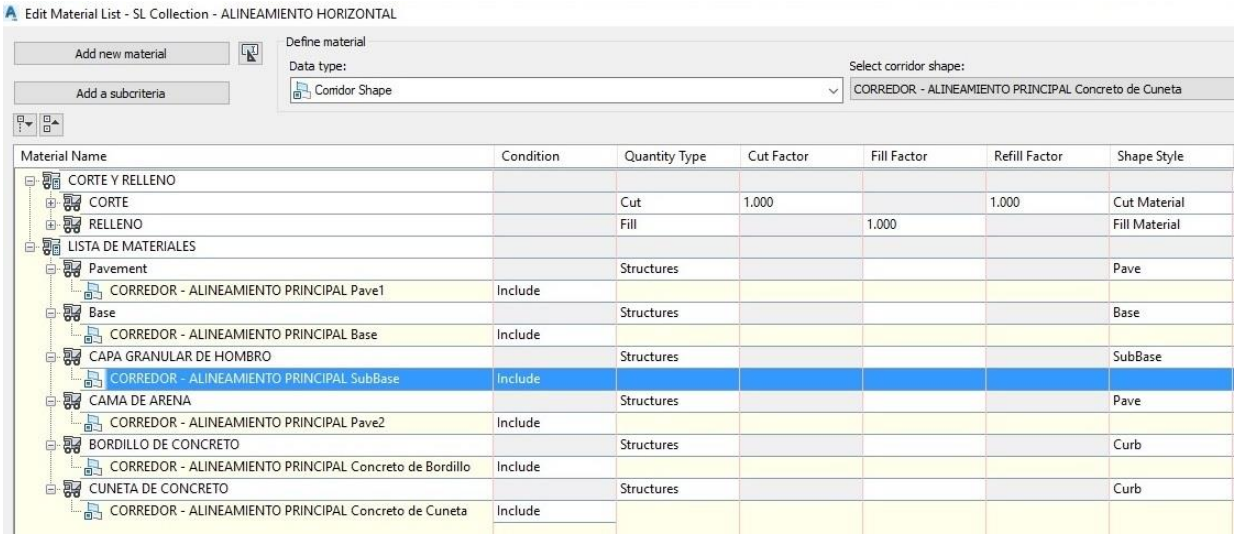


TABLA 66: Reporte de Volúmenes de Movimiento de Tierra.

Estación	Área de Corte	Vol. De Corte	Área de Relleno	Vol. De Relleno	Vol. De Corte Acumulado	Vol. De Relleno Acumulado	Volumen Neto
6+000.000	7.14	0	0	0	0	0	0
6+020.000	2.44	95.88	2.76	27.55	95.88	27.55	68.33
6+040.000	1.46	39.05	6.21	89.66	134.93	117.21	17.72
6+060.000	2.44	39.04	2.31	85.16	173.97	202.38	-28.41
6+080.000	3.06	55.06	0.24	25.42	229.03	227.8	1.23
6+100.000	11.22	142.8	0	2.37	371.83	230.17	141.67
6+120.000	15.21	264.23	0	0	636.06	230.17	405.89
6+140.000	16.16	313.69	0	0	949.75	230.17	719.58
6+150.505	16.6	173.32	0	0	1123.07	230.17	892.9
6+160.000	13.01	142.22	0.68	3.02	1265.29	233.18	1032.11
6+172.030	10.22	142.38	2.44	17.48	1407.68	250.66	1157.02
6+180.000	8.77	77.59	0.76	11.94	1485.27	262.61	1222.67
6+193.555	3.02	82.24	4.2	32.09	1567.51	294.7	1272.81
6+200.000	3.66	22.31	4.06	25.51	1589.83	320.21	1269.62
6+203.888	5.27	17.97	3.62	14.37	1607.8	334.58	1273.22
6+220.000	12.12	138.01	0	29.78	1745.81	364.36	1381.45
6+226.635	6.63	59.78	1.56	5.47	1805.59	369.83	1435.76
6+240.000	3.1	62.2	4.76	44.41	1867.78	414.24	1453.54
6+247.810	2.57	21	3.19	32.51	1888.78	446.76	1442.03
6+260.000	5.12	44.93	0.81	25.44	1933.72	472.19	1461.52
6+268.984	7.76	55.82	3.25	19.36	1989.53	491.55	1497.98
6+280.000	9.7	92.37	3.33	38.56	2081.9	530.11	1551.79
6+300.000	4.68	143.79	0.72	40.47	2225.69	570.58	1655.11
6+320.000	0.98	56.64	11.49	122.07	2282.33	692.65	1589.68
6+335.867	0	7.81	15.67	215.47	2290.14	908.12	1382.02
6+340.000	0	0	16.77	63.73	2290.14	971.85	1318.29
6+352.865	0	0	14.67	197	2290.14	1168.85	1121.29
6+360.000	0.74	2.21	12.77	98.06	2292.36	1266.91	1025.45
6+370.062	0	3.12	7.91	105.85	2295.48	1372.76	922.72
6+380.000	0	0	5.78	68.02	2295.48	1440.78	854.7
6+395.117	4.73	32.32	0.71	49.61	2327.79	1490.38	837.41
6+400.000	7.23	26.54	0.61	3.42	2354.34	1493.8	860.54
6+407.085	6.35	43.86	0.97	5.98	2398.2	1499.78	898.43
6+420.000	5.92	72.53	0.08	7.27	2470.73	1507.04	963.68
6+422.417	5.99	13.25	0.06	0.17	2483.98	1507.22	976.76
6+440.000	0	52.68	8.81	77.98	2536.66	1585.2	951.46
6+442.863	0	0	10.51	27.66	2536.66	1612.87	923.8
6+453.085	0	0.01	12.89	119.61	2536.67	1732.47	804.2
6+460.000	0	0	12.75	88.65	2536.67	1821.12	715.55
6+463.307	0	0	12.55	41.84	2536.68	1862.96	673.71
6+480.000	0	0	7.32	165.89	2536.68	2028.86	507.82
6+500.000	4.21	42.05	0.1	74.22	2578.73	2103.08	475.65
6+520.000	6.41	105.75	0	0.98	2684.49	2104.06	580.43
6+540.000	4.02	103.69	1.88	19.17	2788.18	2123.23	664.95
6+543.002	4.25	12.4	1.73	5.42	2800.58	2128.65	671.93
6+560.000	7.96	102.95	0.34	17.96	2903.53	2146.61	756.92
6+576.398	12	162.73	0	2.82	3066.26	2149.43	916.84
6+580.000	13.78	46.43	0	0	3112.69	2149.43	963.27
6+583.398	15.26	49.33	0	0	3162.02	2149.43	1012.6
6+593.398	18.59	169.23	0	0	3331.25	2149.43	1181.83
6+600.000	18.11	121.14	0	0	3452.4	2149.43	1302.97
6+603.398	17.22	60.03	0	0	3512.43	2149.43	1363
6+620.000	15.67	273.08	0	0	3785.51	2149.43	1636.08
6+625.957	15.04	91.47	0	0	3876.98	2149.43	1727.55
6+635.957	14.93	149.84	0	0	4026.82	2149.43	1877.39
6+640.000	15.36	61.23	0	0	4088.05	2149.43	1938.62
6+645.957	14.65	89.37	0	0	4177.42	2149.43	2027.99

TABLA 66: Reporte de Volúmenes de Movimiento de Tierra.

Estación	Área de Corte	Vol. De Corte	Área de Relleno	Vol. De Relleno	Vol. De Corte Acumulado	Vol. De Relleno Acumulado	Volumen Neto
6+646.624	14.61	9.76	0	0	4187.18	2149.43	2037.75
6+651.957	14.37	77.28	0	0	4264.46	2149.43	2115.03
6+660.000	13.17	111.04	0	0	4375.49	2149.43	2226.07
6+680.000	9.36	225.48	0	0	4600.98	2149.43	2451.55
6+689.158	6.65	73.14	0	0	4674.12	2149.43	2524.69
6+700.000	4.7	61.39	0	0	4735.51	2149.43	2586.08
6+720.000	4.42	91.47	0.07	0.69	4826.98	2150.12	2676.86
6+726.358	5.15	30.41	0.03	0.33	4857.4	2150.45	2706.94
6+731.691	5.64	28.75	0.02	0.16	4886.15	2150.61	2735.54
6+740.000	5.92	48.04	0	0.13	4934.18	2150.73	2783.45
6+745.742	5.27	32.15	0.05	0.16	4966.33	2150.9	2815.44
6+754.741	3.96	40.69	0.14	0.88	5007.03	2151.78	2855.24
6+760.000	3.26	18.5	0.48	1.67	5025.53	2153.46	2872.07
6+780.000	2.7	57.89	2.76	32.99	5083.42	2186.45	2896.97
6+800.000	1.57	41.39	5.01	78.74	5124.81	2265.19	2859.62
6+804.169	1.25	5.69	5.65	22.46	5130.5	2287.65	2842.85
6+820.000	0	9.56	5.03	85.42	5140.06	2373.07	2766.99
6+840.000	1.07	10.36	1.06	61.56	5150.42	2434.63	2715.79
6+853.596	1.15	14.62	0.77	12.58	5165.04	2447.21	2717.83
6+860.000	0.83	6.16	0.66	4.61	5171.2	2451.83	2719.37
6+862.595	0.74	2.04	0.72	1.79	5173.24	2453.62	2719.62
6+870.212	1.48	8.45	1.64	9	5181.69	2462.62	2719.06
6+880.000	0	7.24	2.49	20.21	5188.93	2482.83	2706.1
6+890.981	1.79	9.82	1.4	21.33	5198.75	2504.16	2694.59
6+900.000	2.48	19.25	1.05	11.02	5218	2515.18	2702.82
6+903.724	2.69	9.63	1.24	4.26	5227.63	2519.44	2708.2
6+914.081	1.86	23.57	1.76	15.56	5251.2	2534.99	2716.21
6+920.000	1.89	11.1	2.42	12.38	5262.3	2547.37	2714.93
6+924.438	1.82	8.24	3.2	12.48	5270.54	2559.86	2710.68
6+933.415	1.62	15.45	4.93	36.49	5285.99	2596.35	2689.64
6+940.000	1.27	9.17	6.89	39.27	5295.16	2635.62	2659.54
6+943.081	0.31	2.34	7.74	22.73	5297.49	2658.35	2639.15
6+955.412	0	1.83	10.43	112.82	5299.33	2771.17	2528.15
6+960.000	0	0	10.8	49	5299.33	2820.17	2479.15
6+967.743	0	0	11.74	87.77	5299.33	2907.95	2391.38
6+977.409	0	0	12.48	117.75	5299.33	3025.7	2273.63
6+980.000	0	0	12.98	32.99	5299.33	3058.69	2240.64
7+000.000	0	0	8.42	214	5299.33	3272.69	2026.63
7+020.000	1.83	18.31	7.24	156.6	5317.64	3429.3	1888.34
7+040.000	1.15	29.82	9.88	171.28	5347.46	3600.58	1746.88
7+051.351	1.11	12.14	8.23	106.98	5359.6	3707.55	1652.05
7+060.000	1.39	10.21	9.31	78.74	5369.82	3786.3	1583.52
7+080.000	0.97	22.36	12.94	232.84	5392.18	4019.14	1373.04
7+100.000	1.19	20.52	10.58	246.29	5412.7	4265.43	1147.27
7+110.234	1.91	15.04	7.39	96.09	5427.74	4361.52	1066.22
7+120.000	1.72	16.79	4.99	62.67	5444.54	4424.19	1020.35
7+122.233	1.76	3.68	4.38	10.74	5448.22	4434.93	1013.29
7+140.000	0	15.63	7.4	104.68	5463.85	4539.61	924.24
7+143.042	0	0	9.48	25.67	5463.85	4565.28	898.57
7+146.375	0	0	11.65	35.22	5463.85	4600.5	863.35
7+160.000	0	0.01	22.58	233.03	5463.86	4833.52	630.34
7+180.000	0	0	33.77	563.15	5463.86	5396.68	67.18
7+195.909	0	0	47.62	647.04	5463.86	6043.72	-579.86
7+200.000	0	0	51.87	203.49	5463.86	6247.21	-783.35
7+220.000	0	0	59.39	1112.34	5463.86	7359.55	-1895.69
7+240.000	0	0	47.23	1066.16	5463.86	8425.71	-2961.85
7+245.444	0	0	40.27	238.15	5463.86	8663.87	-3200.01

TABLA 66: Reporte de Volúmenes de Movimiento de Tierra.

Estación	Área de Corte	Vol. De Corte	Área de Relleno	Vol. De Relleno	Vol. De Corte Acumulado	Vol. De Relleno Acumulado	Volumen Neto
7+248.777	0	0	36.3	127.61	5463.86	8791.48	-3327.62
7+254.669	0	0	31.06	198.47	5463.86	8989.95	-3526.09
7+260.000	0	0	27.17	155.46	5463.86	9145.41	-3681.55
7+263.002	0	0	23.96	76.74	5463.86	9222.15	-3758.29
7+280.000	0	0	9.37	284.65	5463.86	9506.8	-4042.94
7+293.242	0	0	10.46	132.34	5463.86	9639.14	-4175.28
7+300.000	0	0	12.08	76.83	5463.86	9715.97	-4252.11
7+320.000	0	0	10.31	226.66	5463.86	9942.63	-4478.77
7+323.481	1.08	1.88	9.56	34.59	5465.74	9977.22	-4511.48
7+331.814	1.07	8.7	9.24	79.52	5474.43	10056.74	-4582.31
7+336.443	0	2.47	9.09	42.41	5476.9	10099.16	-4622.25
7+340.000	0	0	9.54	33.12	5476.9	10132.28	-4655.37
7+343.775	0	0	10.27	37.39	5476.9	10169.66	-4692.76
7+360.000	0	0	14.01	196.2	5476.9	10365.86	-4888.96
7+371.752	0	0	20.54	202.07	5476.9	10567.93	-5091.03
7+380.000	0	0	25.25	187.45	5476.9	10755.38	-5278.47
7+400.000	0	0	17.49	424.5	5476.9	11179.88	-5702.97
7+407.061	0	0	12.98	107.35	5476.9	11287.22	-5810.32
7+420.000	0	0	10.57	152.39	5476.9	11439.61	-5962.71
7+435.902	0	0	10.88	170.51	5476.9	11610.13	-6133.22
7+440.000	0	0	8.69	38.32	5476.9	11648.44	-6171.54
7+452.567	0.03	0.15	3.19	72.47	5477.05	11720.91	-6243.86
7+460.000	0	0.11	2.43	21.21	5477.16	11742.13	-6264.96
7+469.558	0.85	3.56	1.7	20.54	5480.72	11762.66	-6281.94
7+480.000	0.14	4.51	5.1	37.17	5485.24	11799.84	-6314.6
7+486.549	0.14	0.83	7.21	42.28	5486.06	11842.12	-6356.06
7+500.000	0.76	5.26	11.59	133.61	5491.33	11975.73	-6484.41
7+503.214	0	1.05	13.27	42.07	5492.38	12017.81	-6525.43
7+520.000	0	0	30.2	364.82	5492.38	12382.62	-6890.25
7+540.000	0	0	88.83	1190.24	5492.38	13572.86	-8080.48
7+560.000	0	0	169.57	2583.94	5492.38	16156.8	-10664.42
7+580.000	0	0	222.1	3898.08	5492.38	20054.88	-14562.5
7+594.454	0	0	196.95	2976.45	5492.38	23031.33	-17538.95
7+600.000	0	0	179.61	1044.23	5492.38	24075.56	-18583.18
7+615.044	0	0	135.7	2371.69	5492.38	26447.25	-20954.87
7+620.000	0	0	119.47	656.7	5492.38	27103.95	-21611.57
7+640.000	0	0	56.66	1842.06	5492.38	28946.01	-23453.63
7+655.583	0.52	3.59	23.76	660.09	5495.97	29606.1	-24110.13
7+660.000	7.2	14.37	14.46	88.87	5510.34	29694.96	-24184.62
7+679.125	22.78	265.8	0.13	148.04	5776.14	29843	-24066.86
7+680.000	24.56	19.9	0	0.07	5796.04	29843.07	-24047.03
7+696.123	29.18	435.98	0	0	6232.02	29843.07	-23611.05
7+700.000	24.38	103.83	0	0	6335.85	29843.07	-23507.23
7+713.124	12.04	238.99	0	0	6574.84	29843.07	-23268.23
7+720.000	11.62	81.01	0.18	0.65	6655.86	29843.72	-23187.86
7+726.122	3.11	45.2	1.81	6.18	6701.06	29849.9	-23148.84
7+732.655	1.14	13.51	9.22	37.2	6714.57	29887.1	-23172.53
7+740.000	1.43	8.81	8.63	67.3	6723.38	29954.4	-23231.02
7+752.186	0	8.14	11.75	126.79	6731.51	30081.19	-23349.67
7+760.000	1.59	6.21	9.21	81.91	6737.72	30163.1	-23425.37
7+767.924	0.47	8.17	6.58	62.6	6745.89	30225.69	-23479.8
7+778.188	0.75	6.27	5.81	63.63	6752.16	30289.32	-23537.16
7+780.000	0.99	1.57	5.99	10.7	6753.73	30300.02	-23546.29
7+788.451	0	4.17	6.6	53.2	6757.91	30353.22	-23595.31
7+800.000	0	0	8.84	89.14	6757.91	30442.36	-23684.45
7+820.000	0.94	9.39	4.32	131.61	6767.29	30573.96	-23806.67
7+840.000	1.65	25.92	0.43	47.5	6793.21	30621.46	-23828.24

TABLA 66: Reporte de Volúmenes de Movimiento de Tierra.

Estación	Área de Corte	Vol. De Corte	Área de Relleno	Vol. De Relleno	Vol. De Corte Acumulado	Vol. De Relleno Acumulado	Volumen Neto
7+860.000	1.05	27.05	3.38	38.04	6820.26	30659.5	-23839.24
7+880.000	0	10.51	7.53	109.05	6830.77	30768.55	-23937.77
7+885.591	0	0	8.61	45.11	6830.77	30813.66	-23982.88
7+895.904	0	0	10.37	97.87	6830.77	30911.53	-24080.75
7+900.000	0	0	10.38	42.5	6830.77	30954.03	-24123.26
7+906.216	0	0	11.52	68.05	6830.78	31022.08	-24191.3
7+917.905	0	0	11.34	133.56	6830.78	31155.64	-24324.86
7+920.000	0	0	11.15	23.55	6830.78	31179.19	-24348.41
7+928.904	0	0	9.71	93.8	6830.78	31273	-24442.22
7+940.000	0	0	8.91	104.72	6830.78	31377.72	-24546.94
7+941.769	0	0	9.42	16.21	6830.78	31393.93	-24563.15
7+954.635	0	0	12.93	144.86	6830.78	31538.78	-24708.01
7+960.000	0	0	12.05	67.02	6830.78	31605.81	-24775.03
7+965.634	0	0	16.53	80.52	6830.78	31686.33	-24855.55
7+969.581	0	0	23.14	78.3	6830.78	31764.63	-24933.86
7+980.000	0	0	42.39	342.65	6830.78	32107.28	-25276.5
7+980.246	0	0	42.92	10.51	6830.78	32117.8	-25287.02
7+999.900	0	0	64.32	1060.36	6830.78	33178.16	-26347.38
8+000.000	0	0	64.41	6.44	6830.78	33184.6	-26353.82
8+020.000	0	0	76.67	1422.45	6830.78	34607.05	-27776.28
8+030.219	0	0	82.23	818.57	6830.78	35425.62	-28594.85
8+040.000	0	0	68.47	737.02	6830.78	36162.64	-29331.86
8+041.231	0	0	66.75	83.22	6830.78	36245.86	-29415.08
8+051.553	0	0.03	59.85	653.43	6830.81	36899.29	-30068.48
8+060.000	0	0	42.25	431.21	6830.81	37330.5	-30499.69
8+061.876	0.08	0.08	39.36	76.55	6830.89	37407.05	-30576.16
8+080.000	0	0.76	20.37	541.35	6831.65	37948.4	-31116.75
8+100.000	8.16	81.58	0	203.75	6913.22	38152.15	-31238.92

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m^2	m^3	m^3
Station: 6+000.000	Pavement	0.6	0	0
	Base	1.49	0	0
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	0	0
	CAMA DE ARENA	0.3	0	0
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0	0
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	0	0
Station: 6+020.000	Pavement	0.6	12	12
	Base	1.49	29.74	29.74
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	9.5
	CAMA DE ARENA	0.3	6	6
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	2.15
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	8.19	8.19
Station: 6+040.000	Pavement	0.6	12	24
	Base	1.49	29.74	59.48
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	19
	CAMA DE ARENA	0.3	6	12
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	4.31
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	13.66
Station: 6+060.000	Pavement	0.6	12	36
	Base	1.49	29.74	89.21
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	28.51
	CAMA DE ARENA	0.3	6	18
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	6.46
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	8.19	21.85
Station: 6+080.000	Pavement	0.6	12	48
	Base	1.49	29.74	118.95
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	38.01
	CAMA DE ARENA	0.3	6	24
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	8.61
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	32.77
Station: 6+100.000	Pavement	0.6	12	60
	Base	1.49	29.74	148.69
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	47.51
	CAMA DE ARENA	0.3	6	30
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	10.76
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	43.7
Station: 6+120.000	Pavement	0.6	12	72
	Base	1.49	29.73	178.42
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	9.62	57.13
	CAMA DE ARENA	0.3	6	36
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	12.92
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	54.62
Station: 6+140.000	Pavement	0.69	12.92	84.92
	Base	1.68	31.64	210.05
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	9.9	67.03
	CAMA DE ARENA	0.35	6.46	42.46
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	15.07
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	65.55
Station: 6+150.505	Pavement	0.75	7.52	92.43
	Base	1.79	18.14	228.19
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.29	72.32

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAMA DE ARENA	0.37	3.76	46.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.13	16.2
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.72	71.27
Station: 6+160.000	Pavement	0.75	7.08	99.51
	Base	1.81	17	245.2
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.79	77.11
	CAMA DE ARENA	0.38	3.54	49.76
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.02	17.21
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.16	76.43
Station: 6+172.030	Pavement	0.75	9.02	108.54
	Base	1.81	21.65	266.85
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.07	83.18
	CAMA DE ARENA	0.38	4.51	54.27
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.29	18.5
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	4.97	81.4
Station: 6+180.000	Pavement	0.75	5.98	114.52
	Base	1.81	14.34	281.19
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.02	87.2
	CAMA DE ARENA	0.38	2.99	57.26
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.85	19.35
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.25	83.66
Station: 6+193.555	Pavement	0.75	10.12	124.64
	Base	1.79	24.3	305.48
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.84	94.04
	CAMA DE ARENA	0.37	5.06	62.32
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.45	20.81
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.84	87.49
Station: 6+200.000	Pavement	0.73	4.73	129.37
	Base	1.75	11.39	316.87
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.24	97.28
	CAMA DE ARENA	0.36	2.37	64.69
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.69	21.5
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.82	89.31
Station: 6+203.888	Pavement	0.72	2.8	132.17
	Base	1.73	6.75	323.62
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.95	99.24
	CAMA DE ARENA	0.36	1.4	66.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.42	21.91
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.1	90.42
Station: 6+220.000	Pavement	0.67	11.17	143.34
	Base	1.63	27.09	350.71
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.11	107.35
	CAMA DE ARENA	0.34	5.59	71.67
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.73	23.65
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	6.56	96.97
Station: 6+226.635	Pavement	0.67	4.44	147.78
	Base	1.64	10.82	361.53
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.35	110.7
	CAMA DE ARENA	0.34	2.22	73.89
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.71	24.36
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.66	99.64

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 6+240.000	Pavement	0.67	8.97	156.76
	Base	1.64	21.85	383.38
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	6.78	117.48
	CAMA DE ARENA	0.34	4.49	78.38
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.43	25.79
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.44	103.08
Station: 6+247.810	Pavement	0.67	5.25	162.01
	Base	1.64	12.79	396.17
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.97	121.44
	CAMA DE ARENA	0.34	2.63	81.01
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.84	26.63
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.01	105.09
Station: 6+260.000	Pavement	0.67	8.2	170.21
	Base	1.64	19.96	416.13
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	6.19	127.63
	CAMA DE ARENA	0.34	4.1	85.11
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.31	27.94
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.14	108.23
Station: 6+268.984	Pavement	0.67	6.03	176.24
	Base	1.64	14.69	430.82
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	4.56	132.19
	CAMA DE ARENA	0.34	3.02	88.12
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.96	28.9
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.31	110.54
Station: 6+280.000	Pavement	0.65	7.26	183.51
	Base	1.59	17.73	448.55
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.57	137.77
	CAMA DE ARENA	0.32	3.63	91.75
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.18	30.09
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.84	113.39
Station: 6+300.000	Pavement	0.65	13.03	196.53
	Base	1.6	31.86	480.41
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.06	147.83
	CAMA DE ARENA	0.33	6.51	98.27
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	32.24
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	118.85
Station: 6+320.000	Pavement	0.71	13.59	210.12
	Base	1.71	33.04	513.45
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.06	157.89
	CAMA DE ARENA	0.35	6.79	105.06
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	34.39
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	124.31
Station: 6+335.867	Pavement	0.75	11.58	221.71
	Base	1.81	27.9	541.35
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	8	165.89
	CAMA DE ARENA	0.38	5.79	110.85
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.71	36.1
	CUNETA DE CONCRETO	0	2.17	126.48
Station: 6+340.000	Pavement	0.75	3.06	224.77
	Base	1.81	7.34	548.69
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	2.1	167.99
	CAMA DE ARENA	0.38	1.53	112.38

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.44	36.54
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	126.48
Station: 6+352.865	Pavement	0.75	9.5	234.26
	Base	1.8	22.79	571.48
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	6.59	174.58
	CAMA DE ARENA	0.38	4.75	117.13
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.36	37.89
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	126.48
Station: 6+360.000	Pavement	0.76	5.3	239.56
	Base	1.83	12.71	584.19
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.66	178.23
	CAMA DE ARENA	0.38	2.65	119.78
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.75	38.65
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.81	127.29
Station: 6+370.062	Pavement	0.8	7.73	247.29
	Base	1.9	18.46	602.65
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.1	183.33
	CAMA DE ARENA	0.4	3.86	123.65
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.07	39.71
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.15	128.44
Station: 6+380.000	Pavement	0.79	7.89	255.18
	Base	1.88	18.8	621.45
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5	188.33
	CAMA DE ARENA	0.4	3.94	127.59
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.07	40.78
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	128.44
Station: 6+395.117	Pavement	0.77	11.82	267
	Base	1.85	28.23	649.68
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	7.69	196.02
	CAMA DE ARENA	0.39	5.91	133.5
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.63	42.41
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.85	130.29
Station: 6+400.000	Pavement	0.73	3.66	270.66
	Base	1.77	8.78	658.46
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	2.5	198.52
	CAMA DE ARENA	0.37	1.83	135.33
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.52	42.93
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.2	131.48
Station: 6+407.085	Pavement	0.75	5.23	275.89
	Base	1.8	12.57	671.03
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.63	202.16
	CAMA DE ARENA	0.38	2.61	137.95
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.76	43.69
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.73	133.22
Station: 6+420.000	Pavement	0.67	9.13	285.02
	Base	1.64	22.06	693.1
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.58	208.74
	CAMA DE ARENA	0.34	4.56	142.51
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.38	45.07
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.17	136.39
Station: 6+422.417	Pavement	0.67	1.61	286.63

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	Base	1.63	3.92	697.01
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.22	209.96
	CAMA DE ARENA	0.33	0.8	143.31
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.26	45.33
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.6	136.98
Station: 6+440.000	Pavement	0.62	11.36	297.98
	Base	1.54	27.81	724.82
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.85	218.81
	CAMA DE ARENA	0.31	5.68	148.99
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.89	47.22
	CUNETA DE CONCRETO	0	2.4	139.38
Station: 6+442.863	Pavement	0.62	1.78	299.76
	Base	1.52	4.38	729.2
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.43	220.24
	CAMA DE ARENA	0.31	0.89	149.88
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.31	47.53
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	139.38
Station: 6+453.085	Pavement	0.6	6.22	305.98
	Base	1.49	15.37	744.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	5.03	225.27
	CAMA DE ARENA	0.3	3.11	152.99
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.1	48.63
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	139.38
Station: 6+460.000	Pavement	0.6	4.15	310.13
	Base	1.49	10.28	754.85
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	3.32	228.59
	CAMA DE ARENA	0.3	2.07	155.07
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.74	49.38
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	139.38
Station: 6+463.307	Pavement	0.6	1.98	312.12
	Base	1.49	4.92	759.77
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	1.57	230.16
	CAMA DE ARENA	0.3	0.99	156.06
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.36	49.73
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	139.38
Station: 6+480.000	Pavement	0.6	10.02	322.13
	Base	1.49	24.82	784.59
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	7.93	238.09
	CAMA DE ARENA	0.3	5.01	161.07
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.8	51.53
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	139.38
Station: 6+500.000	Pavement	0.61	12.12	334.25
	Base	1.51	29.98	814.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	9.73	247.82
	CAMA DE ARENA	0.31	6.06	167.13
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	53.68
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.46	144.85
Station: 6+520.000	Pavement	0.63	12.45	346.7
	Base	1.55	30.65	845.21
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.01	257.83
	CAMA DE ARENA	0.32	6.22	173.35
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	55.83

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	155.77
Station: 6+540.000	Pavement	0.63	12.65	359.35
	Base	1.55	31.07	876.29
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.07	267.9
	CAMA DE ARENA	0.32	6.33	179.68
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	57.99
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	8.14	163.91
Station: 6+543.002	Pavement	0.63	1.9	361.25
	Base	1.55	4.67	880.95
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.51	269.41
	CAMA DE ARENA	0.32	0.95	180.63
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.32	58.31
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.82	164.73
Station: 6+560.000	Pavement	0.63	10.75	372.01
	Base	1.55	26.41	907.36
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.56	277.97
	CAMA DE ARENA	0.32	5.38	186
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.83	60.14
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	6.92	171.65
Station: 6+576.398	Pavement	0.63	10.36	382.37
	Base	1.55	25.44	932.8
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.26	286.22
	CAMA DE ARENA	0.32	5.18	191.18
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.76	61.9
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	8.95	180.61
Station: 6+580.000	Pavement	0.62	2.26	384.63
	Base	1.54	5.56	938.36
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.81	288.03
	CAMA DE ARENA	0.31	1.13	192.31
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.39	62.29
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	1.97	182.58
Station: 6+583.398	Pavement	0.62	2.11	386.74
	Base	1.52	5.19	943.55
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.71	289.74
	CAMA DE ARENA	0.31	1.05	193.37
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.37	62.65
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	1.86	184.43
Station: 6+593.398	Pavement	0.6	6.09	392.82
	Base	1.49	15.04	958.59
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	4.94	294.68
	CAMA DE ARENA	0.3	3.04	196.41
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.08	63.73
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.46	189.89
Station: 6+600.000	Pavement	0.6	3.96	396.78
	Base	1.49	9.81	968.4
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	3.19	297.87
	CAMA DE ARENA	0.3	1.98	198.39
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.71	64.44
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.61	193.5
Station: 6+603.398	Pavement	0.6	2.04	398.82
	Base	1.49	5.05	973.46

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	1.62	299.49
	CAMA DE ARENA	0.3	1.02	199.41
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.37	64.81
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	1.86	195.36
Station: 6+620.000	Pavement	0.6	9.96	408.78
	Base	1.49	24.69	998.14
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	7.89	307.38
	CAMA DE ARENA	0.3	4.98	204.39
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.79	66.59
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	9.07	204.42
Station: 6+625.957	Pavement	0.6	3.57	412.36
	Base	1.49	8.86	1007
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	2.83	310.21
	CAMA DE ARENA	0.3	1.79	206.18
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.64	67.24
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.25	207.68
Station: 6+635.957	Pavement	0.6	6	418.36
	Base	1.49	14.86	1021.86
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	4.81	315.02
	CAMA DE ARENA	0.3	3	209.18
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.08	68.31
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.46	213.14
Station: 6+640.000	Pavement	0.61	2.44	420.79
	Base	1.5	6.03	1027.9
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	1.98	317
	CAMA DE ARENA	0.3	1.22	210.4
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.44	68.75
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	2.21	215.35
Station: 6+645.957	Pavement	0.62	3.64	424.44
	Base	1.52	8.99	1036.89
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.96	319.96
	CAMA DE ARENA	0.31	1.82	212.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.64	69.39
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.25	218.6
Station: 6+646.624	Pavement	0.62	0.41	424.85
	Base	1.52	1.02	1037.9
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	0.33	320.3
	CAMA DE ARENA	0.31	0.21	212.43
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.07	69.46
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	0.36	218.97
Station: 6+651.957	Pavement	0.63	3.33	428.18
	Base	1.55	8.19	1046.09
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.68	322.98
	CAMA DE ARENA	0.31	1.66	214.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.57	70.03
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	2.91	221.88
Station: 6+660.000	Pavement	0.63	5.07	433.24
	Base	1.55	12.45	1058.54
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.05	327.03
	CAMA DE ARENA	0.32	2.53	216.62
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.87	70.9
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	4.39	226.27

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 6+680.000	Pavement	0.63	12.61	445.86
	Base	1.55	30.99	1089.53
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.07	337.09
	CAMA DE ARENA	0.32	6.31	222.93
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	73.05
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	237.19
Station: 6+689.158	Pavement	0.63	5.78	451.63
	Base	1.55	14.19	1103.72
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.61	341.7
	CAMA DE ARENA	0.32	2.89	225.82
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.99	74.04
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5	242.19
Station: 6+700.000	Pavement	0.63	6.84	458.47
	Base	1.55	16.8	1120.52
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.46	347.16
	CAMA DE ARENA	0.32	3.42	229.24
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.17	75.2
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.92	248.11
Station: 6+720.000	Pavement	0.63	12.61	471.09
	Base	1.55	30.99	1151.51
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.07	357.23
	CAMA DE ARENA	0.32	6.31	235.54
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	77.36
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	10.92	259.04
Station: 6+726.358	Pavement	0.63	4.01	475.09
	Base	1.55	9.84	1161.36
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.2	360.43
	CAMA DE ARENA	0.31	2	237.55
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.68	78.04
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.47	262.51
Station: 6+731.691	Pavement	0.62	3.34	478.43
	Base	1.53	8.21	1169.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.68	363.11
	CAMA DE ARENA	0.31	1.67	239.21
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.57	78.61
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	2.91	265.42
Station: 6+740.000	Pavement	0.62	5.17	483.6
	Base	1.53	12.72	1182.29
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.18	367.28
	CAMA DE ARENA	0.31	2.58	241.8
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.89	79.51
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	4.54	269.96
Station: 6+745.742	Pavement	0.63	3.59	487.19
	Base	1.55	8.83	1191.12
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.89	370.17
	CAMA DE ARENA	0.31	1.8	243.59
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.62	80.13
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.14	273.1
Station: 6+754.741	Pavement	0.65	5.74	492.92
	Base	1.58	14.07	1205.19
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.53	374.7

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAMA DE ARENA	0.32	2.87	246.46
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.97	81.09
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.65	276.74
Station: 6+760.000	Pavement	0.65	3.4	496.33
	Base	1.59	8.33	1213.52
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.65	377.36
	CAMA DE ARENA	0.32	1.7	248.16
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.57	81.66
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.39	278.14
Station: 6+780.000	Pavement	0.65	12.96	509.29
	Base	1.59	31.72	1245.25
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.1	387.46
	CAMA DE ARENA	0.32	6.48	254.65
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	83.81
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.3	283.43
Station: 6+800.000	Pavement	0.65	12.96	522.25
	Base	1.59	31.72	1276.97
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.1	397.56
	CAMA DE ARENA	0.32	6.48	261.13
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	85.96
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.3	288.73
Station: 6+804.169	Pavement	0.65	2.7	524.96
	Base	1.59	6.61	1283.58
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.11	399.66
	CAMA DE ARENA	0.32	1.35	262.48
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.45	86.41
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.1	289.84
Station: 6+820.000	Pavement	0.65	10.26	535.22
	Base	1.59	25.11	1308.7
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	7.99	407.66
	CAMA DE ARENA	0.32	5.13	267.61
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.7	88.11
	CUNETA DE CONCRETO	0	2.1	291.93
Station: 6+840.000	Pavement	0.65	12.96	548.18
	Base	1.59	31.72	1340.42
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.1	417.76
	CAMA DE ARENA	0.32	6.48	274.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	90.26
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.65	294.58
Station: 6+853.596	Pavement	0.65	8.8	556.98
	Base	1.58	21.53	1361.95
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.86	424.62
	CAMA DE ARENA	0.32	4.4	278.49
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.46	91.72
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	3.6	298.18
Station: 6+860.000	Pavement	0.63	4.1	561.07
	Base	1.56	10.05	1372
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.23	427.85
	CAMA DE ARENA	0.32	2.05	280.54
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.69	92.41
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.7	299.88

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 6+862.595	Pavement	0.63	1.64	562.72
	Base	1.55	4.03	1376.03
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.31	429.16
	CAMA DE ARENA	0.31	0.82	281.36
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.28	92.69
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.71	300.59
Station: 6+870.212	Pavement	0.62	4.74	567.46
	Base	1.52	11.67	1387.7
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.82	432.98
	CAMA DE ARENA	0.31	2.37	283.73
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.82	93.51
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.08	302.67
Station: 6+880.000	Pavement	0.6	5.95	573.41
	Base	1.49	14.7	1402.4
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	4.83	437.81
	CAMA DE ARENA	0.3	2.97	286.7
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.05	94.56
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.34	304.01
Station: 6+890.981	Pavement	0.6	6.59	579.99
	Base	1.49	16.32	1418.73
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	5.28	443.09
	CAMA DE ARENA	0.3	3.29	290
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.18	95.74
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.5	305.5
Station: 6+900.000	Pavement	0.6	5.41	585.41
	Base	1.49	13.41	1432.14
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	4.29	447.38
	CAMA DE ARENA	0.3	2.71	292.7
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.97	96.71
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.46	307.97
Station: 6+903.724	Pavement	0.6	2.23	587.64
	Base	1.49	5.54	1437.67
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	1.77	449.15
	CAMA DE ARENA	0.3	1.12	293.82
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.4	97.12
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.02	308.99
Station: 6+914.081	Pavement	0.6	6.21	593.85
	Base	1.49	15.4	1453.07
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	4.98	454.13
	CAMA DE ARENA	0.3	3.11	296.93
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.11	98.23
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.83	311.81
Station: 6+920.000	Pavement	0.61	3.57	597.43
	Base	1.5	8.84	1461.91
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	2.9	457.03
	CAMA DE ARENA	0.3	1.79	298.71
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.64	98.87
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.62	313.43
Station: 6+924.438	Pavement	0.62	2.71	600.14
	Base	1.52	6.7	1468.61
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.21	459.23
	CAMA DE ARENA	0.31	1.36	300.07

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.48	99.35
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.21	314.64
Station: 6+933.415	Pavement	0.63	5.6	605.74
	Base	1.55	13.79	1482.4
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.5	463.74
	CAMA DE ARENA	0.32	2.8	302.87
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.97	100.31
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.45	317.09
Station: 6+940.000	Pavement	0.65	4.2	609.95
	Base	1.58	10.31	1492.7
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.32	467.06
	CAMA DE ARENA	0.32	2.1	304.97
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.71	101.02
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.74	318.83
Station: 6+943.081	Pavement	0.65	2	611.94
	Base	1.59	4.88	1497.59
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.56	468.61
	CAMA DE ARENA	0.33	1	305.97
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.33	101.35
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.81	319.64
Station: 6+955.412	Pavement	0.65	8.04	619.98
	Base	1.6	19.65	1517.24
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.23	474.84
	CAMA DE ARENA	0.33	4.02	309.99
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.33	102.68
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.63	321.27
Station: 6+960.000	Pavement	0.65	3	622.97
	Base	1.6	7.32	1524.56
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.32	477.16
	CAMA DE ARENA	0.33	1.5	311.49
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.49	103.17
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	321.27
Station: 6+967.743	Pavement	0.65	5.05	628.02
	Base	1.59	12.34	1536.9
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.91	481.08
	CAMA DE ARENA	0.33	2.52	314.01
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.83	104
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	321.27
Station: 6+977.409	Pavement	0.63	6.2	634.22
	Base	1.55	15.19	1552.09
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.88	485.95
	CAMA DE ARENA	0.32	3.1	317.11
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.04	105.04
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	321.27
Station: 6+980.000	Pavement	0.63	1.63	635.85
	Base	1.54	4.01	1556.1
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.3	487.25
	CAMA DE ARENA	0.31	0.82	317.92
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.28	105.32
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	321.27
Station: 7+000.000	Pavement	0.6	12.28	648.12

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	Base	1.49	30.29	1586.4
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.85	497.1
	CAMA DE ARENA	0.3	6.14	324.06
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	107.47
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	321.27
Station: 7+020.000	Pavement	0.6	12.05	660.17
	Base	1.5	29.82	1616.21
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	9.74	506.84
	CAMA DE ARENA	0.3	6.02	330.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	109.62
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.73	324
Station: 7+040.000	Pavement	0.65	12.51	672.68
	Base	1.58	30.78	1646.99
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	9.95	516.8
	CAMA DE ARENA	0.32	6.25	336.34
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	111.78
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	329.46
Station: 7+051.351	Pavement	0.67	7.45	680.13
	Base	1.63	18.2	1665.2
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.74	522.54
	CAMA DE ARENA	0.34	3.73	340.07
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.22	113
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.93	332.39
Station: 7+060.000	Pavement	0.67	5.79	685.93
	Base	1.64	14.11	1679.3
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	4.39	526.92
	CAMA DE ARENA	0.34	2.9	342.96
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.93	113.92
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.23	334.63
Station: 7+080.000	Pavement	0.67	13.41	699.34
	Base	1.64	32.67	1711.97
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.15	537.07
	CAMA DE ARENA	0.34	6.71	349.67
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	116.07
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.16	339.79
Station: 7+100.000	Pavement	0.67	13.41	712.75
	Base	1.64	32.67	1744.64
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.15	547.22
	CAMA DE ARENA	0.34	6.71	356.38
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	118.21
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.16	344.95
Station: 7+110.234	Pavement	0.67	6.85	719.61
	Base	1.63	16.69	1761.33
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.19	552.41
	CAMA DE ARENA	0.34	3.43	359.8
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.1	119.31
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.64	347.59
Station: 7+120.000	Pavement	0.65	6.44	726.04
	Base	1.59	15.71	1777.04
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.94	557.35
	CAMA DE ARENA	0.33	3.22	363.02
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.05	120.36

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.52	350.11
Station: 7+122.233	Pavement	0.64	1.44	727.48
	Base	1.58	3.53	1780.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.13	558.48
	CAMA DE ARENA	0.32	0.72	363.74
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.24	120.6
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.58	350.69
Station: 7+140.000	Pavement	0.61	11.17	738.66
	Base	1.51	27.46	1808.04
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.93	567.41
	CAMA DE ARENA	0.31	5.59	369.33
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.91	122.51
	CUNETA DE CONCRETO	0	2.43	353.12
Station: 7+143.042	Pavement	0.61	1.87	740.53
	Base	1.51	4.61	1812.64
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.53	568.94
	CAMA DE ARENA	0.31	0.93	370.26
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.33	122.84
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+146.375	Pavement	0.62	2.06	742.58
	Base	1.53	5.07	1817.71
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.68	570.61
	CAMA DE ARENA	0.31	1.03	371.29
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.36	123.2
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+160.000	Pavement	0.62	8.45	751.03
	Base	1.53	20.81	1838.52
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.85	577.47
	CAMA DE ARENA	0.31	4.23	375.52
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.47	124.67
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+180.000	Pavement	0.62	12.42	763.45
	Base	1.53	30.58	1869.1
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.06	587.52
	CAMA DE ARENA	0.31	6.21	381.73
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	126.82
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+195.909	Pavement	0.62	9.88	773.33
	Base	1.53	24.32	1893.43
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8	595.52
	CAMA DE ARENA	0.31	4.94	386.66
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.71	128.53
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+200.000	Pavement	0.62	2.54	775.87
	Base	1.53	6.26	1899.68
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.06	597.58
	CAMA DE ARENA	0.31	1.27	387.93
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.44	128.97
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+220.000	Pavement	0.62	12.42	788.29
	Base	1.53	30.58	1930.26

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.06	607.63
	CAMA DE ARENA	0.31	6.21	394.14
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	131.12
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+240.000	Pavement	0.62	12.42	800.71
	Base	1.53	30.59	1960.85
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.06	617.69
	CAMA DE ARENA	0.31	6.21	400.36
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	133.27
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+245.444	Pavement	0.63	3.41	804.12
	Base	1.55	8.38	1969.23
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.74	620.43
	CAMA DE ARENA	0.31	1.7	402.06
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.59	133.86
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+248.777	Pavement	0.63	2.1	806.22
	Base	1.55	5.16	1974.38
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.68	622.1
	CAMA DE ARENA	0.31	1.05	403.11
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.36	134.22
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+254.669	Pavement	0.63	3.7	809.92
	Base	1.54	9.1	1983.48
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.96	625.06
	CAMA DE ARENA	0.31	1.85	404.96
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.63	134.85
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+260.000	Pavement	0.64	3.37	813.28
	Base	1.56	8.27	1991.75
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.68	627.75
	CAMA DE ARENA	0.32	1.68	406.64
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.57	135.43
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+263.002	Pavement	0.64	1.92	815.21
	Base	1.57	4.71	1996.46
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.51	629.26
	CAMA DE ARENA	0.32	0.96	407.6
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.32	135.75
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+280.000	Pavement	0.64	10.93	826.14
	Base	1.58	26.78	2023.25
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.57	637.83
	CAMA DE ARENA	0.32	5.47	413.07
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.83	137.58
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+293.242	Pavement	0.64	8.53	834.67
	Base	1.58	20.9	2044.14
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.68	644.51
	CAMA DE ARENA	0.32	4.27	417.33
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.42	139
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 7+300.000	Pavement	0.64	4.35	839.02
	Base	1.58	10.67	2054.81
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.41	647.92
	CAMA DE ARENA	0.32	2.18	419.51
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.73	139.73
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+320.000	Pavement	0.65	12.89	851.91
	Base	1.58	31.56	2086.37
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.09	658.01
	CAMA DE ARENA	0.32	6.44	425.96
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	141.88
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	353.12
Station: 7+323.481	Pavement	0.64	2.24	854.15
	Base	1.58	5.49	2091.87
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.75	659.77
	CAMA DE ARENA	0.32	1.12	427.08
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.37	142.25
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.48	353.59
Station: 7+331.814	Pavement	0.64	5.35	859.5
	Base	1.57	13.11	2104.98
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.19	663.96
	CAMA DE ARENA	0.32	2.68	429.75
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.9	143.15
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.21	355.81
Station: 7+336.443	Pavement	0.64	2.97	862.48
	Base	1.57	7.29	2112.27
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.33	666.29
	CAMA DE ARENA	0.32	1.49	431.24
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.5	143.65
	CUNETA DE CONCRETO	0	0.63	356.44
Station: 7+340.000	Pavement	0.64	2.29	864.77
	Base	1.58	5.6	2117.87
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.79	668.08
	CAMA DE ARENA	0.32	1.14	432.38
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.38	144.03
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+343.775	Pavement	0.64	2.43	867.19
	Base	1.58	5.95	2123.82
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.9	669.97
	CAMA DE ARENA	0.32	1.21	433.6
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.41	144.44
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+360.000	Pavement	0.64	10.4	877.59
	Base	1.57	25.49	2149.31
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.18	678.15
	CAMA DE ARENA	0.32	5.2	438.8
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.75	146.18
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+371.752	Pavement	0.64	7.52	885.11
	Base	1.57	18.43	2167.74
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.92	684.07

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAMA DE ARENA	0.32	3.76	442.55
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.26	147.45
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+380.000	Pavement	0.64	5.27	890.38
	Base	1.57	12.93	2180.67
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.16	688.23
	CAMA DE ARENA	0.32	2.64	445.19
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.89	148.33
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+400.000	Pavement	0.64	12.79	903.17
	Base	1.57	31.36	2212.03
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.08	698.31
	CAMA DE ARENA	0.32	6.39	451.59
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	150.48
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+407.061	Pavement	0.64	4.52	907.7
	Base	1.57	11.09	2223.12
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.56	701.88
	CAMA DE ARENA	0.32	2.26	453.85
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.76	151.24
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+420.000	Pavement	0.67	8.47	916.17
	Base	1.63	20.72	2243.83
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.53	708.4
	CAMA DE ARENA	0.33	4.24	458.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.39	152.64
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+435.902	Pavement	0.7	10.86	927.04
	Base	1.69	26.41	2270.24
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	8.04	716.44
	CAMA DE ARENA	0.35	5.43	463.52
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.71	154.35
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+440.000	Pavement	0.72	2.87	929.9
	Base	1.73	6.94	2277.18
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	2.09	718.53
	CAMA DE ARENA	0.36	1.43	464.95
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.44	154.78
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+452.567	Pavement	0.74	9.04	938.95
	Base	1.79	21.79	2298.96
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	6.43	724.97
	CAMA DE ARENA	0.37	4.52	469.47
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.33	156.12
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44
Station: 7+460.000	Pavement	0.74	5.42	944.36
	Base	1.78	13.03	2312
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.82	728.78
	CAMA DE ARENA	0.37	2.71	472.18
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.79	156.91
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	356.44

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 7+469.558	Pavement	0.74	6.95	951.31
	Base	1.78	16.72	2328.72
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	4.91	733.7
	CAMA DE ARENA	0.37	3.48	475.66
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.01	157.92
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.12	357.56
Station: 7+480.000	Pavement	0.74	7.59	958.91
	Base	1.78	18.27	2346.99
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	5.37	739.06
	CAMA DE ARENA	0.37	3.8	479.45
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.11	159.03
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.23	358.79
Station: 7+486.549	Pavement	0.74	4.76	963.67
	Base	1.78	11.46	2358.45
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.37	742.43
	CAMA DE ARENA	0.37	2.38	481.83
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.69	159.72
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	358.79
Station: 7+500.000	Pavement	0.74	9.78	973.45
	Base	1.78	23.53	2381.98
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	6.91	749.34
	CAMA DE ARENA	0.37	4.89	486.73
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.43	161.15
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.58	360.37
Station: 7+503.214	Pavement	0.74	2.34	975.79
	Base	1.78	5.62	2387.61
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	1.65	750.99
	CAMA DE ARENA	0.37	1.17	487.89
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.34	161.49
	CUNETA DE CONCRETO	0	0.38	360.74
Station: 7+520.000	Pavement	0.74	12.39	988.17
	Base	1.78	29.82	2417.42
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	8.53	759.52
	CAMA DE ARENA	0.37	6.19	494.09
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.81	163.3
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+540.000	Pavement	0.74	14.75	1002.92
	Base	1.77	35.51	2452.93
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.16	769.68
	CAMA DE ARENA	0.37	7.37	501.46
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	165.45
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+560.000	Pavement	0.74	14.73	1017.65
	Base	1.77	35.47	2488.4
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.16	779.83
	CAMA DE ARENA	0.37	7.37	508.83
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	167.6
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+580.000	Pavement	0.74	14.56	1032.21
	Base	1.77	35.05	2523.45
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.25	790.08
	CAMA DE ARENA	0.37	7.28	516.11

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.13	169.73
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+594.454	Pavement	0.77	10.73	1042.95
	Base	1.84	25.76	2549.21
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	7.38	797.46
	CAMA DE ARENA	0.38	5.37	521.47
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.54	171.27
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+600.000	Pavement	0.77	4.27	1047.21
	Base	1.84	10.21	2559.42
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.79	800.26
	CAMA DE ARENA	0.39	2.13	523.61
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.6	171.86
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+615.044	Pavement	0.78	11.65	1058.86
	Base	1.86	27.85	2587.27
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	7.57	807.83
	CAMA DE ARENA	0.39	5.82	529.43
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.62	173.48
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+620.000	Pavement	0.76	3.77	1062.64
	Base	1.81	9.03	2596.3
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.5	810.33
	CAMA DE ARENA	0.38	1.89	531.32
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.53	174.01
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+640.000	Pavement	0.74	14.7	1077.34
	Base	1.78	35.3	2631.6
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	10.17	820.5
	CAMA DE ARENA	0.37	7.35	538.67
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.11	176.13
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+655.583	Pavement	0.76	11.45	1088.79
	Base	1.83	27.49	2659.08
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	8.01	828.5
	CAMA DE ARENA	0.38	5.73	544.4
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.64	177.77
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	360.74
Station: 7+660.000	Pavement	0.76	3.3	1092.09
	Base	1.83	7.9	2666.98
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	2.27	830.78
	CAMA DE ARENA	0.38	1.65	546.04
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.47	178.23
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.49	361.24
Station: 7+679.125	Pavement	0.77	14.3	1106.39
	Base	1.83	34.25	2701.24
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	9.81	840.59
	CAMA DE ARENA	0.38	7.15	553.19
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.01	180.25
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	7.27	368.51
Station: 7+680.000	Pavement	0.76	0.65	1107.04

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	Base	1.83	1.57	2702.8
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	0.45	841.04
	CAMA DE ARENA	0.38	0.33	553.52
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.09	180.34
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	0.47	368.98
Station: 7+696.123	Pavement	0.71	11.69	1118.73
	Base	1.72	28.11	2730.91
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	8.17	849.21
	CAMA DE ARENA	0.36	5.84	559.36
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.71	182.04
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	8.68	377.66
Station: 7+700.000	Pavement	0.71	2.75	1121.48
	Base	1.71	6.65	2737.56
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.95	851.16
	CAMA DE ARENA	0.35	1.38	560.74
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.42	182.46
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	2.12	379.78
Station: 7+713.124	Pavement	0.69	9.2	1130.68
	Base	1.68	22.28	2759.84
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.6	857.75
	CAMA DE ARENA	0.35	4.6	565.34
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.41	183.87
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	7.17	386.94
Station: 7+720.000	Pavement	0.69	4.74	1135.43
	Base	1.67	11.51	2771.35
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.47	861.23
	CAMA DE ARENA	0.34	2.37	567.71
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.74	184.61
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.75	390.7
Station: 7+726.122	Pavement	0.68	4.18	1139.61
	Base	1.66	10.16	2781.51
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.1	864.33
	CAMA DE ARENA	0.34	2.09	569.8
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.66	185.27
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	3.33	394.03
Station: 7+732.655	Pavement	0.68	4.45	1144.06
	Base	1.66	10.81	2792.32
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.32	867.64
	CAMA DE ARENA	0.34	2.22	572.03
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.7	185.97
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.61	396.64
Station: 7+740.000	Pavement	0.68	4.99	1149.05
	Base	1.66	12.13	2804.45
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.51	3.73	871.38
	CAMA DE ARENA	0.34	2.5	574.52
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.79	186.76
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.87	398.51
Station: 7+752.186	Pavement	0.65	8.09	1157.13
	Base	1.59	19.72	2824.17
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.17	877.55
	CAMA DE ARENA	0.33	4.04	578.57
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.31	188.06

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.55	400.06
Station: 7+760.000	Pavement	0.63	5.02	1162.15
	Base	1.56	12.3	2836.47
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.93	881.48
	CAMA DE ARENA	0.32	2.51	581.08
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.84	188.9
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	1.07	401.13
Station: 7+767.924	Pavement	0.62	4.96	1167.11
	Base	1.52	12.19	2848.66
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.97	885.45
	CAMA DE ARENA	0.31	2.48	583.56
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.85	189.76
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.16	403.29
Station: 7+778.188	Pavement	0.6	6.24	1173.35
	Base	1.49	15.43	2864.09
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	5.05	890.5
	CAMA DE ARENA	0.3	3.12	586.68
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.1	190.86
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.8	406.1
Station: 7+780.000	Pavement	0.6	1.09	1174.44
	Base	1.49	2.69	2866.78
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	0.88	891.38
	CAMA DE ARENA	0.3	0.54	587.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.2	191.06
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	0.49	406.59
Station: 7+788.451	Pavement	0.6	5.07	1179.51
	Base	1.49	12.56	2879.34
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	4.05	895.43
	CAMA DE ARENA	0.3	2.54	589.76
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.91	191.97
	CUNETA DE CONCRETO	0	1.15	407.75
Station: 7+800.000	Pavement	0.6	6.93	1186.44
	Base	1.49	17.17	2896.52
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	5.49	900.92
	CAMA DE ARENA	0.3	3.46	593.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.24	193.21
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	407.75
Station: 7+820.000	Pavement	0.6	12	1198.44
	Base	1.49	29.74	2926.25
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	910.42
	CAMA DE ARENA	0.3	6	599.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	195.36
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	2.73	410.48
Station: 7+840.000	Pavement	0.6	12	1210.44
	Base	1.49	29.74	2955.99
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	919.92
	CAMA DE ARENA	0.3	6	605.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	197.52
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	415.94
Station: 7+860.000	Pavement	0.6	12	1222.44
	Base	1.49	29.74	2985.73

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	929.42
	CAMA DE ARENA	0.3	6	611.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	199.67
	CUNETA DE CONCRETO	0.27	5.46	421.4
Station: 7+880.000	Pavement	0.6	12	1234.44
	Base	1.49	29.74	3015.47
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	938.93
	CAMA DE ARENA	0.3	6	617.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	201.82
	CUNETA DE CONCRETO	0	2.73	424.13
Station: 7+885.591	Pavement	0.6	3.35	1237.8
	Base	1.49	8.31	3023.78
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	2.66	941.58
	CAMA DE ARENA	0.3	1.68	618.9
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.6	202.42
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+895.904	Pavement	0.6	6.19	1243.98
	Base	1.49	15.33	3039.11
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	4.96	946.54
	CAMA DE ARENA	0.3	3.09	621.99
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.11	203.53
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+900.000	Pavement	0.6	2.47	1246.45
	Base	1.49	6.1	3045.21
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	2	948.54
	CAMA DE ARENA	0.3	1.23	623.22
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.44	203.97
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+906.216	Pavement	0.62	3.79	1250.24
	Base	1.52	9.36	3054.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	3.08	951.62
	CAMA DE ARENA	0.31	1.89	625.12
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.67	204.64
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+917.905	Pavement	0.64	7.32	1257.56
	Base	1.56	18	3072.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.86	957.48
	CAMA DE ARENA	0.32	3.66	628.78
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.26	205.9
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+920.000	Pavement	0.64	1.34	1258.9
	Base	1.58	3.29	3075.86
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.05	958.54
	CAMA DE ARENA	0.32	0.67	629.45
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.23	206.13
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+928.904	Pavement	0.66	5.79	1264.68
	Base	1.61	14.16	3090.02
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.5	963.04
	CAMA DE ARENA	0.33	2.89	632.34
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.96	207.08
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 7+940.000	Pavement	0.66	7.32	1272
	Base	1.62	17.86	3107.88
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.62	968.65
	CAMA DE ARENA	0.33	3.66	636
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.19	208.28
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+941.769	Pavement	0.66	1.17	1273.17
	Base	1.62	2.86	3110.74
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	0.89	969.55
	CAMA DE ARENA	0.33	0.59	636.59
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.19	208.47
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+954.635	Pavement	0.67	8.53	1281.7
	Base	1.62	20.8	3131.53
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	6.51	976.06
	CAMA DE ARENA	0.33	4.26	640.85
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.38	209.85
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+960.000	Pavement	0.67	3.57	1285.27
	Base	1.62	8.7	3140.23
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.71	978.77
	CAMA DE ARENA	0.33	1.78	642.63
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.58	210.42
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+965.634	Pavement	0.67	3.75	1289.01
	Base	1.62	9.14	3149.37
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	2.84	981.6
	CAMA DE ARENA	0.33	1.87	644.51
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.61	211.03
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+969.581	Pavement	0.67	2.63	1291.64
	Base	1.62	6.4	3155.77
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	1.98	983.59
	CAMA DE ARENA	0.33	1.31	645.82
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.42	211.45
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+980.000	Pavement	0.67	6.93	1298.57
	Base	1.62	16.89	3172.67
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.25	988.84
	CAMA DE ARENA	0.33	3.46	649.28
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.12	212.58
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+980.246	Pavement	0.67	0.16	1298.73
	Base	1.62	0.4	3173.07
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	0.12	988.96
	CAMA DE ARENA	0.33	0.08	649.37
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.03	212.6
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 7+999.900	Pavement	0.66	13	1311.73
	Base	1.61	31.72	3204.79
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	9.94	998.9

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
	CAMA DE ARENA	0.33	6.5	655.86
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.11	214.71
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+000.000	Pavement	0.66	0.07	1311.8
	Base	1.61	0.16	3204.95
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	0.05	998.95
	CAMA DE ARENA	0.33	0.03	655.9
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.01	214.72
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+020.000	Pavement	0.66	13.12	1324.92
	Base	1.6	32.05	3237
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	10.12	1009.07
	CAMA DE ARENA	0.33	6.56	662.46
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	216.87
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+030.219	Pavement	0.64	6.59	1331.5
	Base	1.56	16.13	3253.13
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	5.16	1014.23
	CAMA DE ARENA	0.32	3.29	665.75
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.1	217.97
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+040.000	Pavement	0.62	6.13	1337.63
	Base	1.52	15.07	3268.2
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	4.91	1019.15
	CAMA DE ARENA	0.31	3.06	668.81
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.05	219.02
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+041.231	Pavement	0.62	0.76	1338.39
	Base	1.52	1.87	3270.07
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.5	0.62	1019.76
	CAMA DE ARENA	0.31	0.38	669.19
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.13	219.16
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+051.553	Pavement	0.6	6.27	1344.66
	Base	1.49	15.5	3285.57
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.49	5.09	1024.85
	CAMA DE ARENA	0.3	3.14	672.33
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.11	220.27
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+060.000	Pavement	0.6	5.07	1349.73
	Base	1.49	12.56	3298.13
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	4.06	1028.91
	CAMA DE ARENA	0.3	2.53	674.86
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.91	221.18
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+061.876	Pavement	0.6	1.13	1350.85
	Base	1.49	2.79	3300.92
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	0.89	1029.8
	CAMA DE ARENA	0.3	0.56	675.43
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	0.2	221.38
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13

Tabla 67: Reporte de Materiales.

	Tipo de Área	Área	Volumen	Volumen Acum
		m²	m³	m³
Station: 8+080.000	Pavement	0.6	10.87	1361.73
	Base	1.49	26.95	3327.86
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	8.61	1038.41
	CAMA DE ARENA	0.3	5.44	680.86
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	1.95	223.33
	CUNETA DE CONCRETO	0	0	424.13
Station: 8+100.000	Pavement	0.6	12	1373.73
	Base	1.49	29.74	3357.6
	CAPA GRANULAR DE HOMBRO	0.48	9.5	1047.91
	CAMA DE ARENA	0.3	6	686.86
	BORDILLO DE CONCRETO	0.11	2.15	225.48
	CUNETA DE CONCRETO	0.55	5.46	429.6

Tabla 68: Diferentes Dosificaciones del Mortero.

PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES (SIN DESPERDICIOS)		
	CEMENTO (Bolsa de 42.5 Kg)	ARENA (m^3)	AGUA (m^3)
1:1	22.0	0.680	0.270
1:2	15.0	0.890	0.265
1:3	10.5	0.970	0.260
1:4	8.5	1.040	0.260
1:5	7.0	1.070	0.255
1:6	6.0	1.100	0.255
1:7	5.5	1.120	0.255
1:8	4.7	1.140	0.255

Fuente: Libro de Costo y Presupuesto, Ing. Álvaro Beltrán

Tabla 69: Diferentes Dosificaciones del Concreto.

TIPO CONCR.	RESIST. p.s.i	MATERIALES				
		CEMENTO KG	ARENA M3	TRITUR. M3	AGUA LTR	PRODUCC. %
1:2:2	3500	420	0.67	0.67	250	5
1:2:3	3000	350	0.56	0.84	180	5
1:2:4	2500	300	0.48	0.95	170	5
1:3:4	2000	260	0.63	0.84	170	5
1:3:6	1500	210	0.5	1.00	160	5
1:2:3 IMP	3000	350	0.56	0.84	180	5
1:2:4 IMP	2500	300	0.48	0.95	170	5
CICLOPEO	- - -					

Fuente: Libro de Costo y Presupuesto, Ing. Álvaro Beltrán.

PLANOS

CRITERIOS DE DISEÑO				
N°	DESCRIPCION/PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	VALORES
1	CLASIFICACION FUNCIONAL	-	-	COLECTORA MENOR RURAL
2	ANCHO DEL DERECHO DE VIA	ADV	M	20
3	TIPO DE TERRENO	-	-	MONTAÑOSO
4	VELOCIDAD DE DISEÑO	VD	KMH	40
5	VEHICULO DE DISEÑO	VEH	TIPO	C2
6	RADIO DE CURVATURA MINIMO	RMIN	M	38
7	GRADO DE CURVATURA MAXIMO	GC	G°M´S´´	30°09´20.84´´
8	NUMERO DE CARRILES	NC	M	2
9	ANCHO TOTAL DE RODAMIENTO	AR	M	6
10	ANCHO DE CORONA	ACO	M	7.500
11	ANCHO DE HOMBROS	AH	M	0.600
12	BORDILLO TIPICO	BT	M2	0.15*0.36
13	BOMBEO	B	%	2
14	PENDIENTE DEL HOMBRO	PH	%	2
15	SOBRELEVACION MAXIMA (PERALTE)	EMAX	%	10
16	PENDIENTE LONGITUDINAL MAXIMA	PEND	%	15
17	SOBREANCHO MAXIMO EN CURVAS HORIZANTAL	SMAX	M	1.630
18	SOBREANCHO MINIMO EN CURVA HORIZONTAL	SMIN	M	VARIABLE
19	DITANCIA ENTRE EJES EXTREMOS	DE	M	6.100
20	COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL	F	-	0.230
21	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	DVP	M	4
22	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	DVR	M	23
23	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	SROD	TIPO	ADOQUIN TIPO TRAFICO

EJE CENTRAL DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
NÚMERO	RADIO	LONGITUD	Line/Chord Direction	CORRDENADAS INICIALES	COORDENADAS FINALES
L1		140.17	S75° 05' 27.20"E	E: 667546.178 N: 1359011.601	E: 667681.632 N: 1358975.536
C1	150.00	63.71	S62° 55' 20.10"E	E: 667681.632 N: 1358975.536	E: 667737.937 N: 1358946.751
L2		10.42	S50° 45' 13.00"E	E: 667737.937 N: 1358946.751	E: 667746.004 N: 1358940.161
C2	105.00	67.01	S69° 02' 13.72"E	E: 667746.004 N: 1358940.161	E: 667807.524 N: 1358916.592
L3		54.55	S87° 19' 14.45"E	E: 667807.524 N: 1358916.592	E: 667862.015 N: 1358914.042
C3	41.00	34.20	S63° 25' 37.41"E	E: 667862.015 N: 1358914.042	E: 667891.720 N: 1358899.184
L4		9.72	S39° 32' 00.36"E	E: 667891.720 N: 1358899.184	E: 667897.909 N: 1358891.685
C4	61.00	42.63	S59° 33' 16.75"E	E: 667897.909 N: 1358891.685	E: 667933.918 N: 1358870.520
L5		81.52	S79° 34' 33.15"E	E: 667933.918 N: 1358870.520	E: 668014.096 N: 1358855.770
C5	325.00	78.12	S86° 27' 44.33"E	E: 668014.096 N: 1358855.770	E: 668091.884 N: 1358850.961
L6		64.56	N86° 39' 04.48"E	E: 668091.884 N: 1358850.961	E: 668156.334 N: 1358854.732
C6	367.00	85.07	S86° 42' 30.47"E	E: 668156.334 N: 1358854.732	E: 668241.070 N: 1358849.859
L7		14.05	S80° 04' 05.41"E	E: 668241.070 N: 1358849.859	E: 668254.911 N: 1358847.435

EJE CENTRAL DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
NÚMERO	RADIO	LONGITUD	Line/Chord Direction	CORRDENADAS INICIALES	COORDENADAS FINALES
C7	190.00	116.85	N82° 18' 46.28"E	E: 668254.911 N: 1358847.435	E: 668368.898 N: 1358862.821
L8		70.82	N64° 41' 37.97"E	E: 668368.898 N: 1358862.821	E: 668432.921 N: 1358893.093
C8	165.00	43.99	N72° 19' 56.04"E	E: 668432.921 N: 1358893.093	E: 668474.716 N: 1358906.405
L9		61.94	N79° 58' 14.11"E	E: 668474.716 N: 1358906.405	E: 668535.712 N: 1358917.193
C9	108.00	82.88	S78° 02' 40.19"E	E: 668535.712 N: 1358917.193	E: 668614.820 N: 1358900.442
L10		20.81	S56° 03' 34.49"E	E: 668614.820 N: 1358900.442	E: 668632.084 N: 1358888.824
C10	680.00	105.73	S60° 30' 50.81"E	E: 668632.084 N: 1358888.824	E: 668724.031 N: 1358836.833
L11		5.89	S64° 58' 07.13"E	E: 668724.031 N: 1358836.833	E: 668729.370 N: 1358834.340
C11	210.00	77.14	S54° 26' 40.90"E	E: 668729.370 N: 1358834.340	E: 668791.779 N: 1358789.733
L12		4.63	S43° 55' 14.66"E	E: 668791.779 N: 1358789.733	E: 668794.990 N: 1358786.399
C12	250.00	70.62	S52° 00' 46.68"E	E: 668794.990 N: 1358786.399	E: 668850.463 N: 1358743.079
L13		28.84	S60° 06' 18.71"E	E: 668850.463 N: 1358743.079	E: 668875.466 N: 1358728.704
C13	47.00	67.31	N78° 51' 59.19"E	E: 668875.466 N: 1358728.704	E: 668936.010 N: 1358740.619

EJE CENTRAL DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
NÚMERO	RADIO	LONGITUD	Line/Chord Direction	CORRDENADAS INICIALES	COORDENADAS FINALES
L14		61.31	N37° 50' 17.09"E	E: 668936.010 N: 1358740.619	E: 668973.619 N: 1358789.038
C14	48.00	29.93	N19° 58' 27.80"E	E: 668973.619 N: 1358789.038	E: 668983.678 N: 1358816.715
L15		20.59	N2° 06' 38.51"E	E: 668983.678 N: 1358816.715	E: 668984.437 N: 1358837.291
C15	38.00	81.08	N63° 14' 08.98"E	E: 668984.437 N: 1358837.291	E: 669043.858 N: 1358867.260
L16		17.00	S55° 38' 20.54"E	E: 669043.858 N: 1358867.260	E: 669057.892 N: 1358857.665
C16	90.00	39.06	S68° 04' 22.93"E	E: 669057.892 N: 1358857.665	E: 669093.845 N: 1358843.192
L17		165.72	S80° 30' 25.33"E	E: 669093.845 N: 1358843.192	E: 669257.294 N: 1358815.861
C17	134.00	47.73	N89° 17' 20.40"E	E: 669257.294 N: 1358815.861	E: 669304.768 N: 1358816.450
L18		3.95	N79° 05' 06.13"E	E: 669304.768 N: 1358816.450	E: 669308.644 N: 1358817.197
C18	144.00	60.64	S88° 51' 05.02"E	E: 669308.644 N: 1358817.197	E: 669368.823 N: 1358815.991
L19		69.78	S76° 47' 16.16"E	E: 669368.823 N: 1358815.991	E: 669502.912 N: 1358784.510

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

CRITERIOS DE DISEÑO Y REPLANTEO DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

DIBUJO Y DISEÑO:

- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

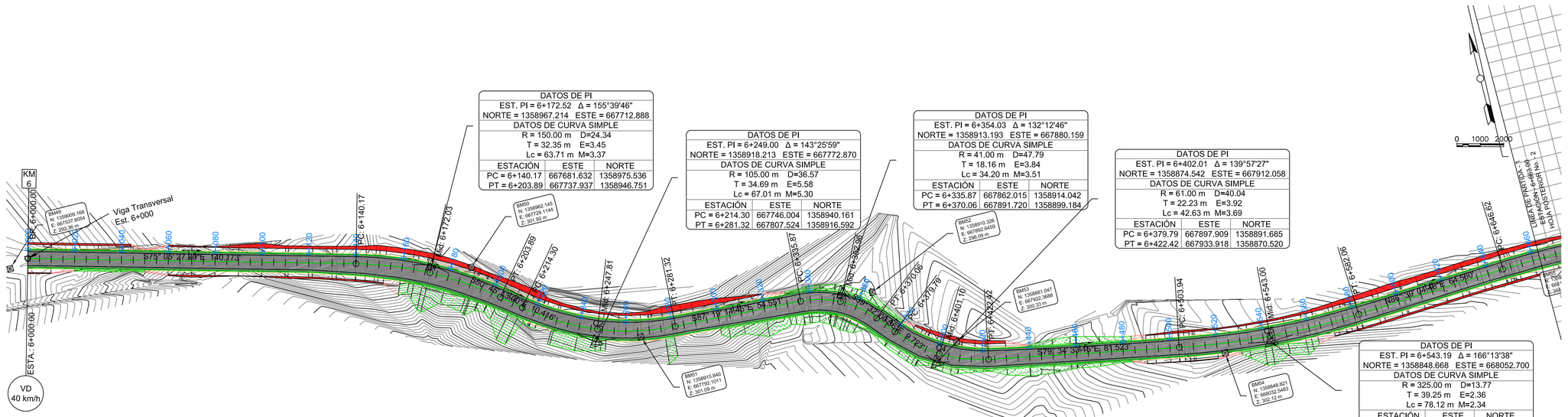
Ing. Juan Carlos Mendoza

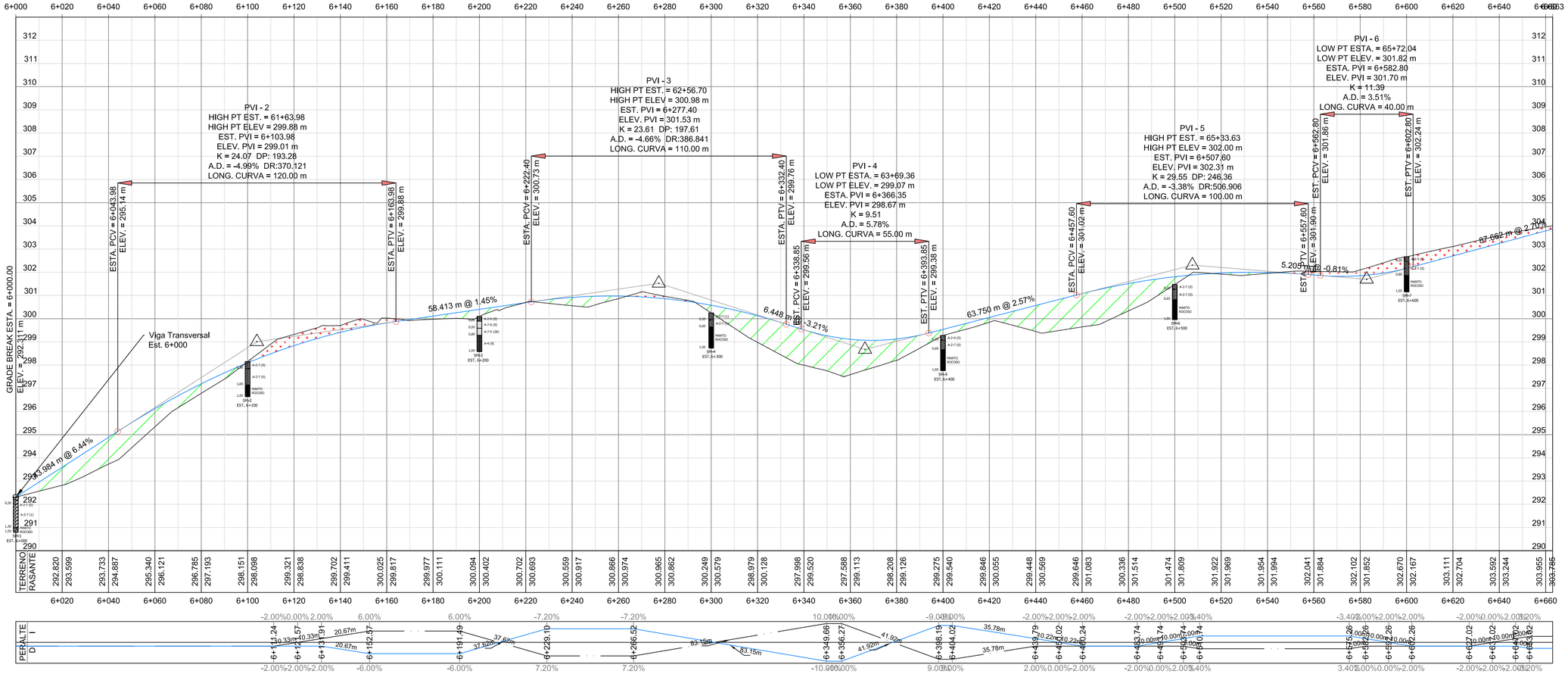
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**

Fecha: **OCTUBRE-2017**

Escala: -

Hoja: 1





Proyecto:	Hoja:
COMALAPA - CUAPA	1
Fecha: OCTUBRE-2017	
Escala: 1:1000 H 1:100 V	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

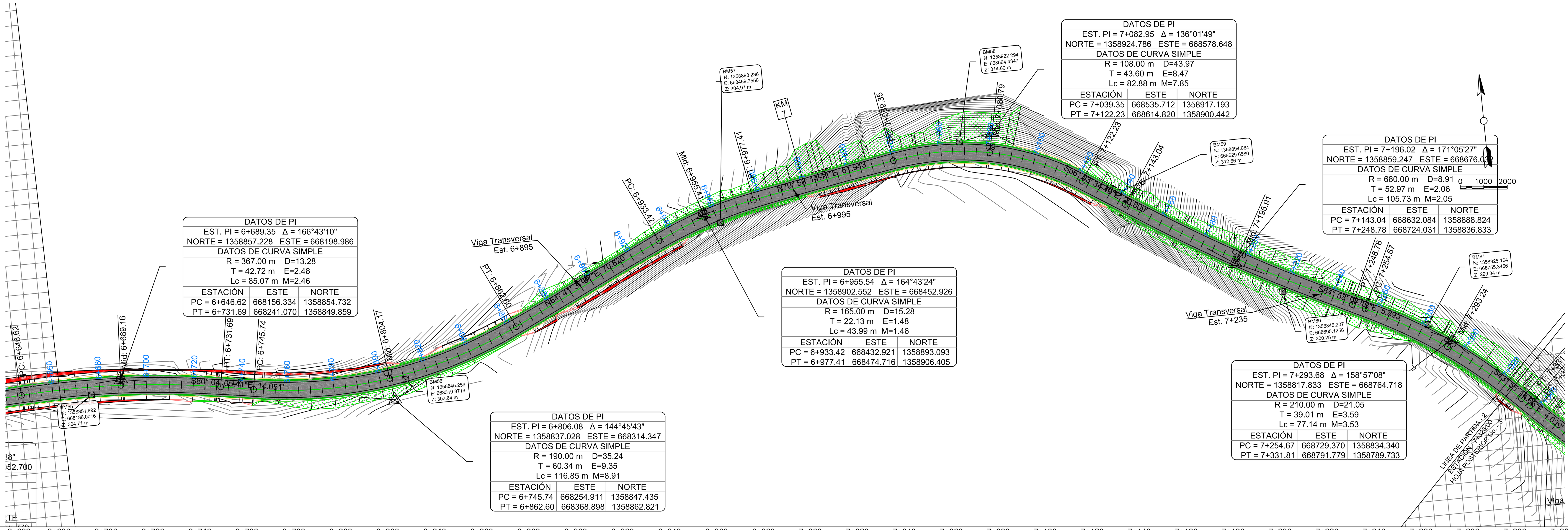
PLANTA PERFIL

DIBUJO Y DISEÑO:

- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza



DATOS DE PI		
EST. PI = 6+689.35 Δ = 166°43'10"		
NORTE = 1358857.228 ESTE = 668198.986		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 367.00 m D=13.28		
T = 42.72 m E=2.48		
Lc = 85.07 m M=2.46		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 6+646.62	668156.334	1358854.732
PT = 6+731.69	668241.070	1358849.859

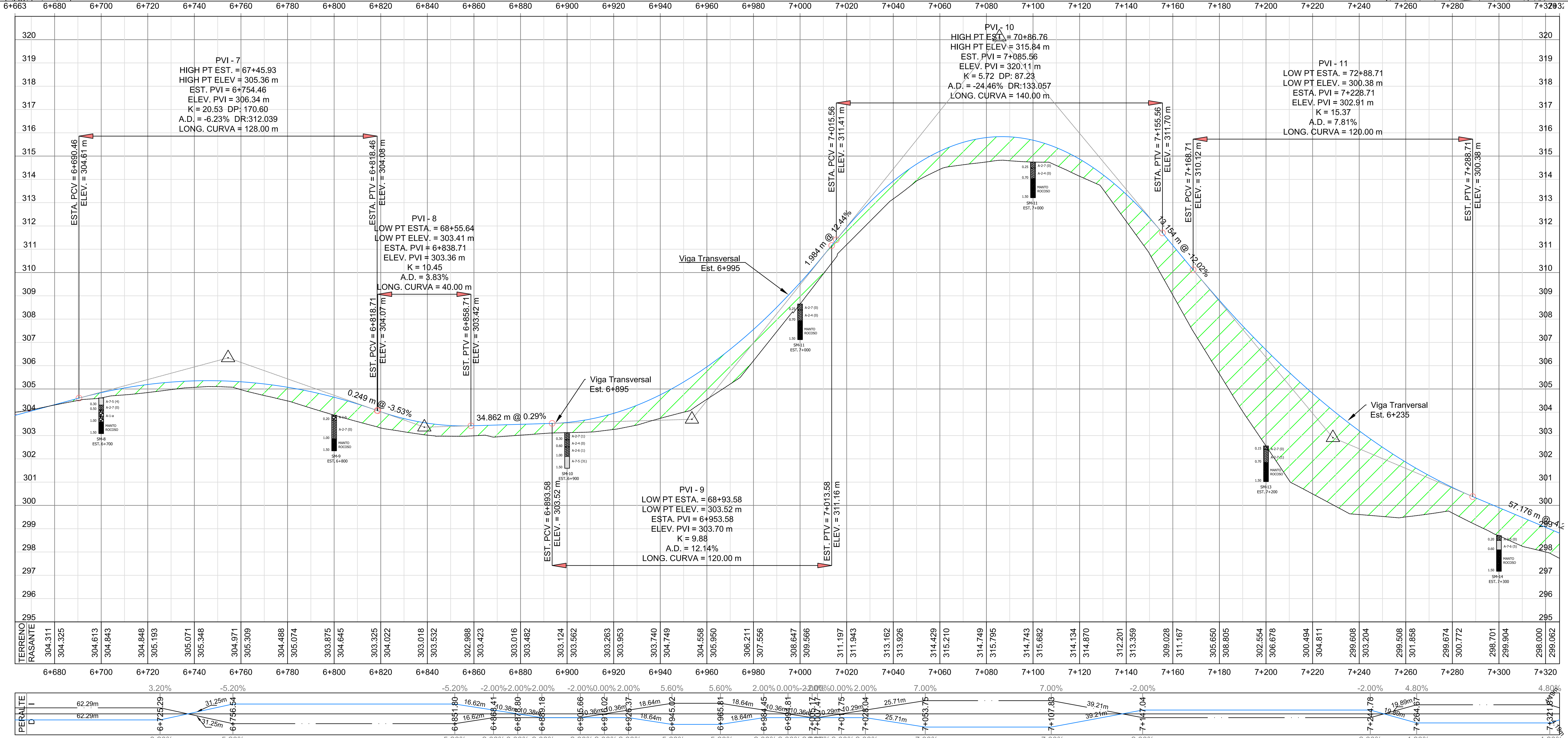
DATOS DE PI		
EST. PI = 6+806.08 Δ = 144°45'43"		
NORTE = 1358837.028 ESTE = 668314.347		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 190.00 m D=35.24		
T = 60.34 m E=9.35		
Lc = 116.85 m M=8.91		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 6+745.74	668254.911	1358847.435
PT = 6+862.60	668368.898	1358862.821

DATOS DE PI		
EST. PI = 6+955.54 Δ = 164°43'24"		
NORTE = 1358902.552 ESTE = 668452.926		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 165.00 m D=15.28		
T = 22.13 m E=1.48		
Lc = 43.99 m M=1.46		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 6+933.42	668432.921	1358893.093
PT = 6+977.41	668474.716	1358906.405

DATOS DE PI		
EST. PI = 7+082.95 Δ = 136°01'49"		
NORTE = 1358924.786 ESTE = 668578.648		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 108.00 m D=43.97		
T = 43.60 m E=8.47		
Lc = 82.88 m M=7.85		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 7+039.35	668535.712	1358917.193
PT = 7+122.23	668614.820	1358900.442

DATOS DE PI		
EST. PI = 7+196.02 Δ = 171°05'27"		
NORTE = 1358859.247 ESTE = 668676.032		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 680.00 m D=8.91		
T = 52.97 m E=2.06		
Lc = 105.73 m M=2.05		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 7+143.04	668632.084	1358888.824
PT = 7+248.78	668724.031	1358836.833

DATOS DE PI		
EST. PI = 7+293.68 Δ = 158°57'08"		
NORTE = 1358817.833 ESTE = 668764.718		
DATOS DE CURVA SIMPLE		
R = 210.00 m D=21.05		
T = 39.01 m E=3.59		
Lc = 77.14 m M=3.53		
ESTACIÓN	ESTE	NORTE
PC = 7+254.67	668729.370	1358834.340
PT = 7+331.81	668791.779	1358789.733



Estación	6+680	6+700	6+720	6+740	6+760	6+780	6+800	6+820	6+840	6+860	6+880	6+900	6+920	6+940	6+960	6+980	7+000	7+020	7+040	7+060	7+080	7+100	7+120	7+140	7+160	7+180	7+200	7+220	7+240	7+260	7+280	7+300	7+320
TERRENO	304.311	304.613	304.848	305.071	304.971	304.488	303.875	303.325	303.018	302.988	303.016	303.124	303.263	303.740	304.558	306.211	308.647	311.197	313.162	314.429	314.749	314.743	314.134	312.201	309.028	305.650	302.554	300.494	299.608	299.508	299.674	298.701	298.000
RASANTE	304.325	304.843	305.193	305.348	305.309	305.074	304.645	304.022	303.532	303.423	303.482	303.562	303.953	304.749	305.950	307.556	309.566	311.943	313.926	315.210	315.795	315.682	314.870	313.359	311.167	308.805	306.678	304.811	303.204	301.858	300.772	299.904	299.062

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

PLANTA PERFIL

DIBUJO Y DISEÑO:

- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

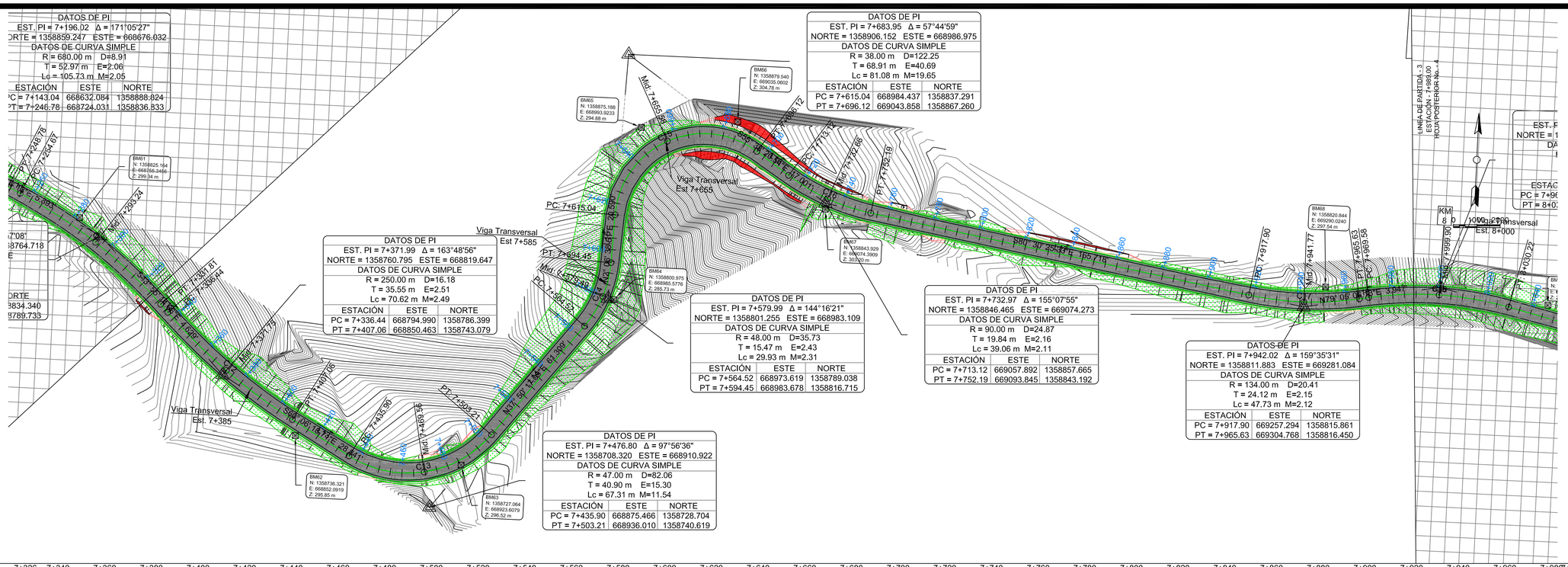
Ing. Juan Carlos Mendoza

Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**

Fecha: **OCTUBRE-2017**

Escala: **1:1000 H 1:100 V**

Hoja: 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

PLANTA PERFIL

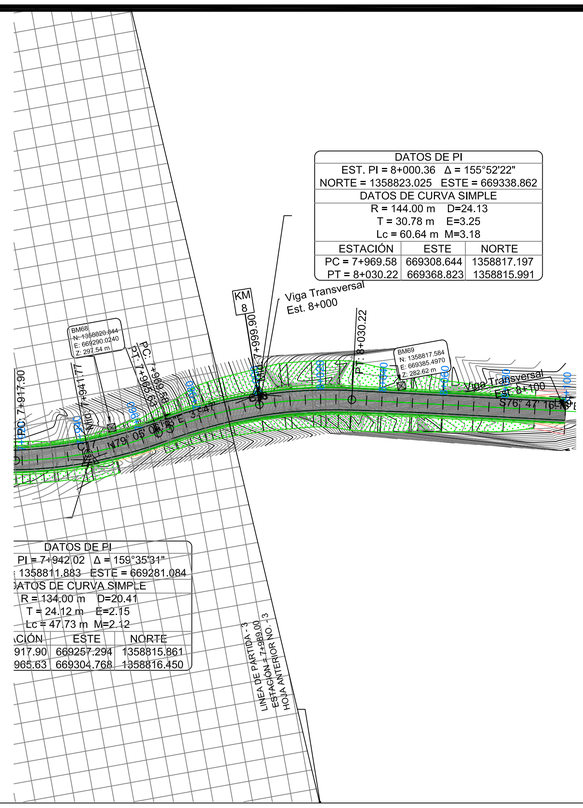
DIBUJO Y DISEÑO:

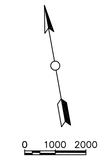
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

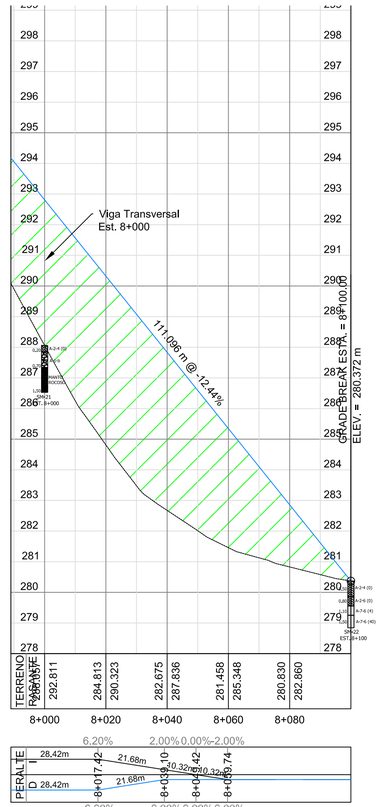
REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 3
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:1000 H 1:100 V**	







UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

PLANTA
PERFIL

DIBUJO Y DISEÑO:

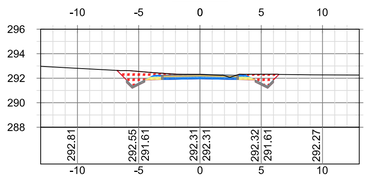
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

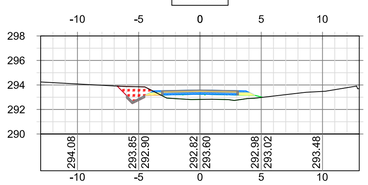
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 4
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:1000 H 1:100 V**	

6+000.00



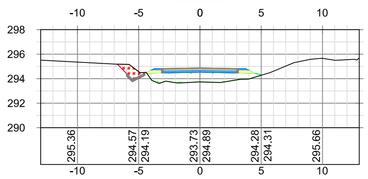
TOTAL VOL. 6+000.00	
Cut Area	7.14
Fill Area	0.00
Cut Vol	0.00
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	0.00
Cum Fill Vol	0.00
Net Vol	0.00

6+020.00



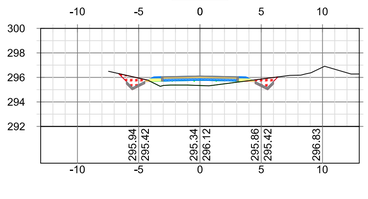
TOTAL VOL. 6+020.00	
Cut Area	2.44
Fill Area	2.76
Cut Vol	95.88
Fill Vol	27.55
Cum Cut Vol	95.88
Cum Fill Vol	27.55
Net Vol	68.33

6+040.00



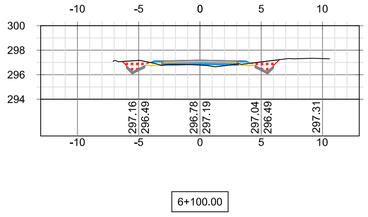
TOTAL VOL. 6+040.00	
Cut Area	1.46
Fill Area	6.21
Cut Vol	39.05
Fill Vol	89.66
Cum Cut Vol	134.93
Cum Fill Vol	117.21
Net Vol	17.72

6+060.00



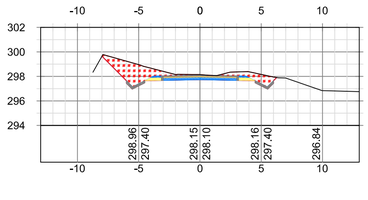
TOTAL VOL. 6+060.00	
Cut Area	2.44
Fill Area	2.31
Cut Vol	39.04
Fill Vol	85.16
Cum Cut Vol	173.97
Cum Fill Vol	202.38
Net Vol	−28.41

6+080.00



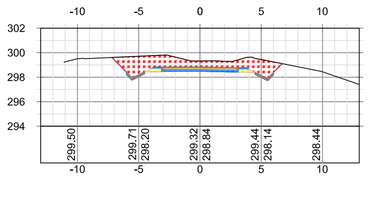
TOTAL VOL. 6+080.00	
Cut Area	3.06
Fill Area	0.24
Cut Vol	55.06
Fill Vol	25.42
Cum Cut Vol	229.03
Cum Fill Vol	227.80
Net Vol	1.23

6+100.00



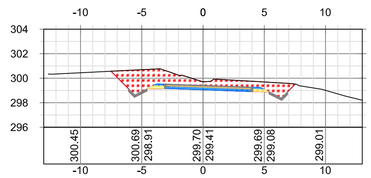
TOTAL VOL. 6+100.00	
Cut Area	11.22
Fill Area	0.00
Cut Vol	142.80
Fill Vol	2.37
Cum Cut Vol	371.83
Cum Fill Vol	230.17
Net Vol	141.67

6+120.00



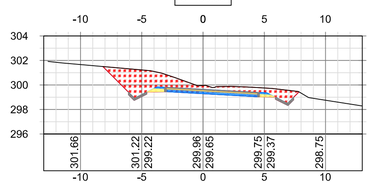
TOTAL VOL. 6+120.00	
Cut Area	15.21
Fill Area	0.00
Cut Vol	264.23
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	636.06
Cum Fill Vol	230.17
Net Vol	405.89

6+140.00



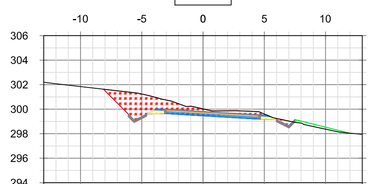
TOTAL VOL. 6+140.00	
Cut Area	16.16
Fill Area	0.00
Cut Vol	313.69
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	949.75
Cum Fill Vol	230.17
Net Vol	719.58

6+150.50



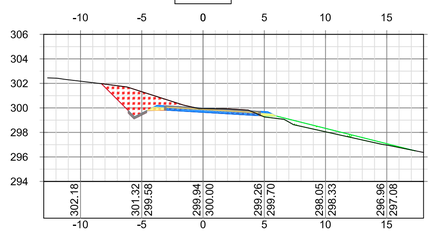
TOTAL VOL. 6+150.50	
Cut Area	16.60
Fill Area	0.00
Cut Vol	173.32
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	1123.07
Cum Fill Vol	230.17
Net Vol	892.90

6+160.00



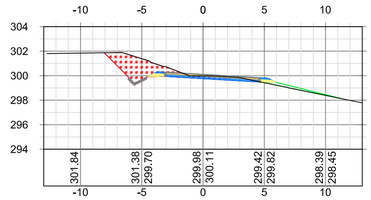
TOTAL VOL. 6+160.00	
Cut Area	13.01
Fill Area	0.68
Cut Vol	142.22
Fill Vol	3.02
Cum Cut Vol	1265.29
Cum Fill Vol	233.18
Net Vol	1032.11

6+172.03



TOTAL VOL. 6+172.03	
Cut Area	10.22
Fill Area	2.44
Cut Vol	142.38
Fill Vol	17.48
Cum Cut Vol	1407.68
Cum Fill Vol	250.66
Net Vol	1157.02

6+180.00



TOTAL VOL. 6+180.00	
Cut Area	8.77
Fill Area	0.76
Cut Vol	77.59
Fill Vol	11.94
Cum Cut Vol	1485.27
Cum Fill Vol	262.61
Net Vol	1222.67

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

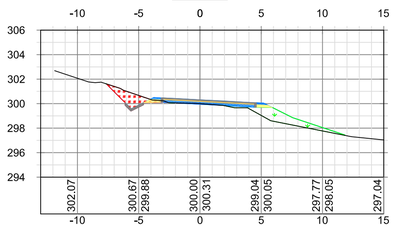
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

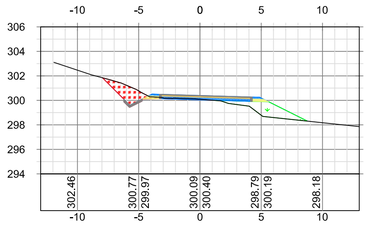
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 1
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+193.56



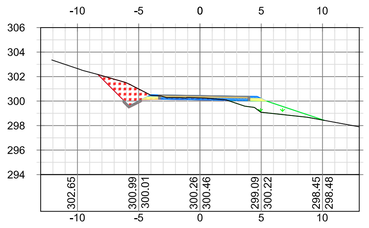
TOTAL VOL. 6+193.56	
Cut Area	3.02
Fill Area	4.20
Cut Vol	82.24
Fill Vol	32.09
Cum Cut Vol	1567.51
Cum Fill Vol	294.70
Net Vol	1272.81

6+200.00



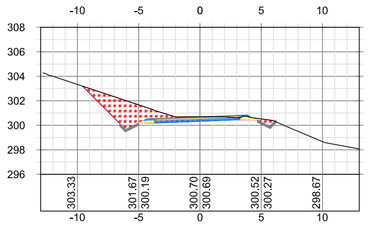
TOTAL VOL. 6+200.00	
Cut Area	3.66
Fill Area	4.06
Cut Vol	22.31
Fill Vol	25.51
Cum Cut Vol	1589.83
Cum Fill Vol	320.21
Net Vol	1269.62

6+203.89



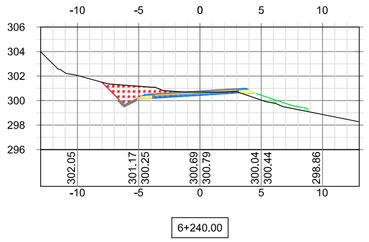
TOTAL VOL. 6+203.89	
Cut Area	5.27
Fill Area	3.62
Cut Vol	17.97
Fill Vol	14.37
Cum Cut Vol	1607.80
Cum Fill Vol	334.58
Net Vol	1273.22

6+220.00



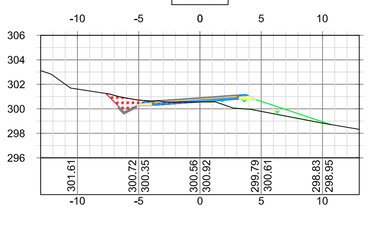
TOTAL VOL. 6+220.00	
Cut Area	12.12
Fill Area	0.00
Cut Vol	138.01
Fill Vol	29.78
Cum Cut Vol	1745.81
Cum Fill Vol	364.36
Net Vol	1381.45

6+226.64



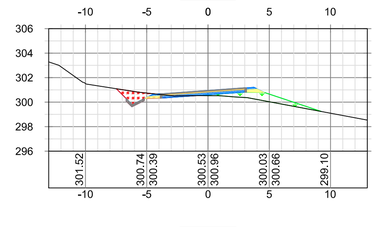
TOTAL VOL. 6+226.64	
Cut Area	6.63
Fill Area	1.56
Cut Vol	59.78
Fill Vol	5.47
Cum Cut Vol	1805.59
Cum Fill Vol	369.83
Net Vol	1435.76

6+240.00



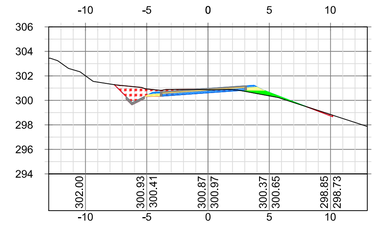
TOTAL VOL. 6+240.00	
Cut Area	3.10
Fill Area	4.76
Cut Vol	62.20
Fill Vol	44.41
Cum Cut Vol	1867.78
Cum Fill Vol	414.24
Net Vol	1453.54

6+247.81



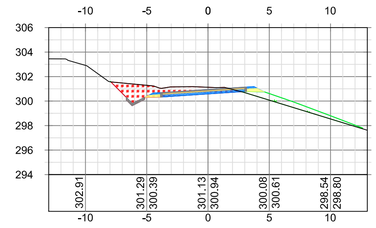
TOTAL VOL. 6+247.81	
Cut Area	2.57
Fill Area	3.19
Cut Vol	21.00
Fill Vol	32.51
Cum Cut Vol	1888.78
Cum Fill Vol	446.76
Net Vol	1442.03

6+260.00



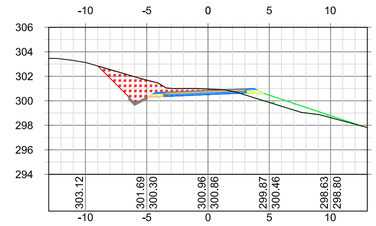
TOTAL VOL. 6+260.00	
Cut Area	5.12
Fill Area	0.81
Cut Vol	44.93
Fill Vol	25.44
Cum Cut Vol	1933.72
Cum Fill Vol	472.19
Net Vol	1461.52

6+268.98



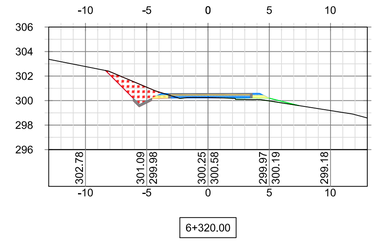
TOTAL VOL. 6+268.98	
Cut Area	7.76
Fill Area	3.25
Cut Vol	55.82
Fill Vol	19.36
Cum Cut Vol	1989.53
Cum Fill Vol	491.55
Net Vol	1497.98

6+280.00



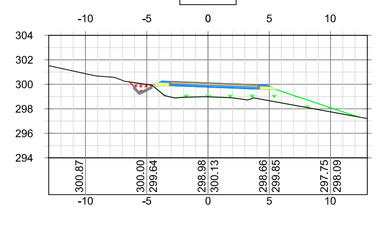
TOTAL VOL. 6+280.00	
Cut Area	9.70
Fill Area	3.33
Cut Vol	92.37
Fill Vol	38.56
Cum Cut Vol	2081.90
Cum Fill Vol	530.11
Net Vol	1551.79

6+300.00



TOTAL VOL. 6+300.00	
Cut Area	4.68
Fill Area	0.72
Cut Vol	143.79
Fill Vol	40.47
Cum Cut Vol	2225.69
Cum Fill Vol	570.58
Net Vol	1655.11

6+320.00



TOTAL VOL. 6+320.00	
Cut Area	0.98
Fill Area	11.49
Cut Vol	56.64
Fill Vol	122.07
Cum Cut Vol	2282.33
Cum Fill Vol	692.65
Net Vol	1589.68

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

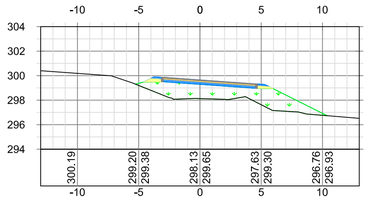
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

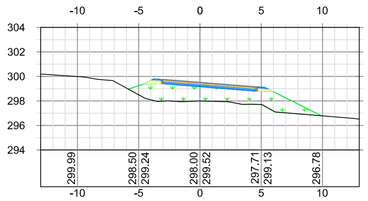
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 2
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+335.87



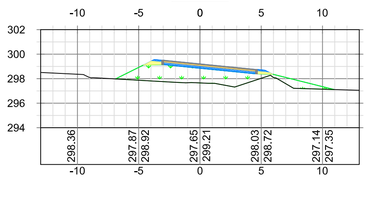
TOTAL VOL. 6+335.87	
Cut Area	0.00
Fill Area	15.67
Cut Vol	7.81
Fill Vol	215.47
Cum Cut Vol	2290.14
Cum Fill Vol	908.12
Net Vol	1382.02

6+340.00



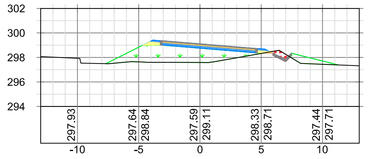
TOTAL VOL. 6+340.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	16.77
Cut Vol	0.00
Fill Vol	63.73
Cum Cut Vol	2290.14
Cum Fill Vol	971.85
Net Vol	1318.29

6+352.86



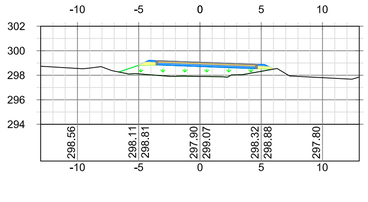
TOTAL VOL. 6+352.86	
Cut Area	0.00
Fill Area	14.67
Cut Vol	0.00
Fill Vol	197.00
Cum Cut Vol	2290.14
Cum Fill Vol	1168.85
Net Vol	1121.29

6+360.00



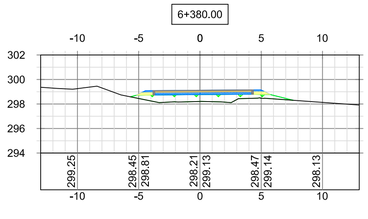
TOTAL VOL. 6+360.00	
Cut Area	0.74
Fill Area	12.77
Cut Vol	2.21
Fill Vol	98.06
Cum Cut Vol	2292.36
Cum Fill Vol	1266.91
Net Vol	1025.45

6+370.06



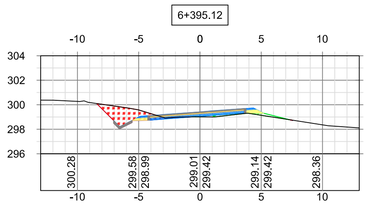
TOTAL VOL. 6+370.06	
Cut Area	0.00
Fill Area	7.91
Cut Vol	3.12
Fill Vol	105.85
Cum Cut Vol	2295.48
Cum Fill Vol	1372.76
Net Vol	922.72

6+380.00



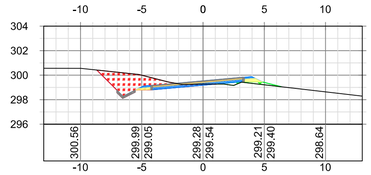
TOTAL VOL. 6+380.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	5.78
Cut Vol	0.00
Fill Vol	68.02
Cum Cut Vol	2295.48
Cum Fill Vol	1440.78
Net Vol	854.70

6+395.12



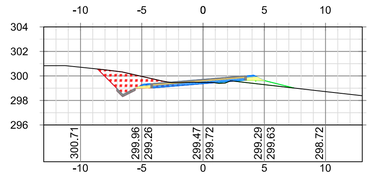
TOTAL VOL. 6+395.12	
Cut Area	4.73
Fill Area	0.71
Cut Vol	32.32
Fill Vol	49.61
Cum Cut Vol	2327.79
Cum Fill Vol	1490.38
Net Vol	837.41

6+400.00



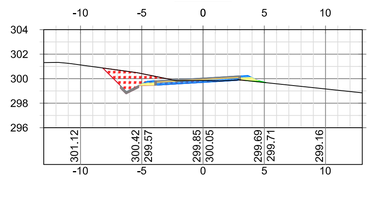
TOTAL VOL. 6+400.00	
Cut Area	7.23
Fill Area	0.61
Cut Vol	26.54
Fill Vol	3.42
Cum Cut Vol	2354.34
Cum Fill Vol	1493.80
Net Vol	860.54

6+407.08



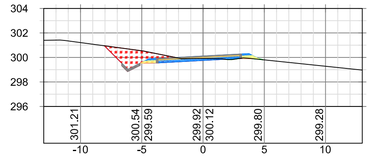
TOTAL VOL. 6+407.08	
Cut Area	6.35
Fill Area	0.97
Cut Vol	43.86
Fill Vol	5.98
Cum Cut Vol	2398.20
Cum Fill Vol	1499.78
Net Vol	898.43

6+420.00



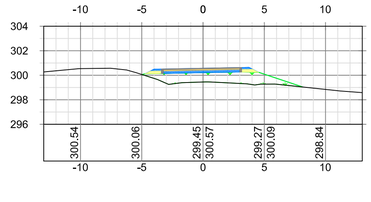
TOTAL VOL. 6+420.00	
Cut Area	5.92
Fill Area	0.08
Cut Vol	72.53
Fill Vol	7.27
Cum Cut Vol	2470.73
Cum Fill Vol	1507.04
Net Vol	963.68

6+422.42



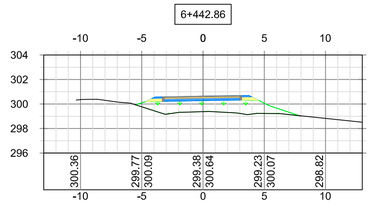
TOTAL VOL. 6+422.42	
Cut Area	5.99
Fill Area	0.06
Cut Vol	13.25
Fill Vol	0.17
Cum Cut Vol	2483.98
Cum Fill Vol	1507.22
Net Vol	976.76

6+440.00



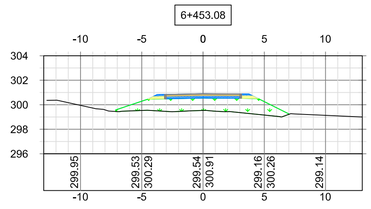
TOTAL VOL. 6+440.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.81
Cut Vol	52.68
Fill Vol	77.98
Cum Cut Vol	2536.66
Cum Fill Vol	1585.20
Net Vol	951.46

6+442.86



TOTAL VOL. 6+442.86	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.51
Cut Vol	0.00
Fill Vol	27.66
Cum Cut Vol	2536.66
Cum Fill Vol	1612.87
Net Vol	923.80

6+453.08



TOTAL VOL. 6+453.08	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.89
Cut Vol	0.01
Fill Vol	119.61
Cum Cut Vol	2536.67
Cum Fill Vol	1732.47
Net Vol	804.20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

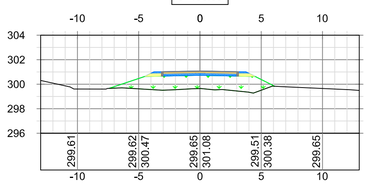
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

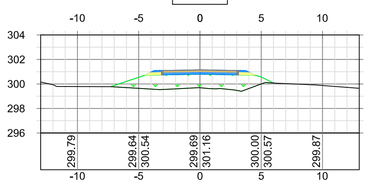
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 3
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+460.00



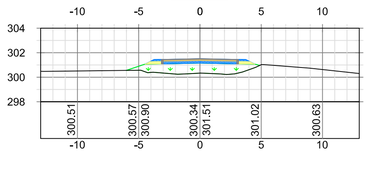
TOTAL VOL. 6+460.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.75
Cut Vol	0.00
Fill Vol	88.65
Cum Cut Vol	2536.67
Cum Fill Vol	1821.12
Net Vol	715.55

6+463.31



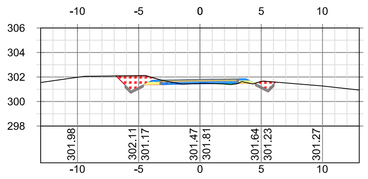
TOTAL VOL. 6+463.31	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.55
Cut Vol	0.00
Fill Vol	41.84
Cum Cut Vol	2536.68
Cum Fill Vol	1862.96
Net Vol	673.71

6+480.00



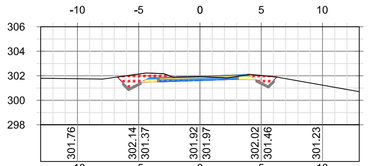
TOTAL VOL. 6+480.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	7.32
Cut Vol	0.00
Fill Vol	165.89
Cum Cut Vol	2536.68
Cum Fill Vol	2028.86
Net Vol	507.82

6+500.00



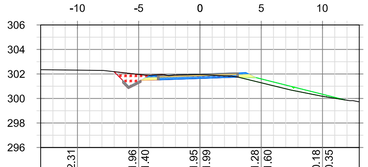
TOTAL VOL. 6+500.00	
Cut Area	4.21
Fill Area	0.10
Cut Vol	42.05
Fill Vol	74.22
Cum Cut Vol	2578.73
Cum Fill Vol	2103.08
Net Vol	475.65

6+520.00



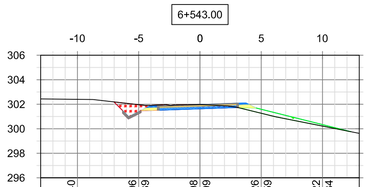
TOTAL VOL. 6+520.00	
Cut Area	6.41
Fill Area	0.00
Cut Vol	105.75
Fill Vol	0.98
Cum Cut Vol	2684.49
Cum Fill Vol	2104.06
Net Vol	580.43

6+540.00



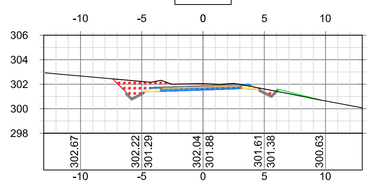
TOTAL VOL. 6+540.00	
Cut Area	4.02
Fill Area	1.88
Cut Vol	103.69
Fill Vol	19.17
Cum Cut Vol	2788.18
Cum Fill Vol	2123.23
Net Vol	664.95

6+543.00



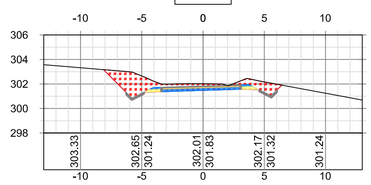
TOTAL VOL. 6+543.00	
Cut Area	4.25
Fill Area	1.73
Cut Vol	12.40
Fill Vol	5.42
Cum Cut Vol	2800.58
Cum Fill Vol	2128.65
Net Vol	671.93

6+560.00



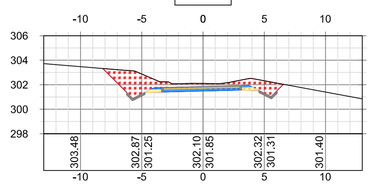
TOTAL VOL. 6+560.00	
Cut Area	7.96
Fill Area	0.34
Cut Vol	102.95
Fill Vol	17.96
Cum Cut Vol	2903.53
Cum Fill Vol	2146.61
Net Vol	756.92

6+576.40



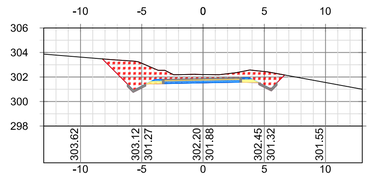
TOTAL VOL. 6+576.40	
Cut Area	12.00
Fill Area	0.00
Cut Vol	162.73
Fill Vol	2.82
Cum Cut Vol	3066.26
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	916.84

6+580.00



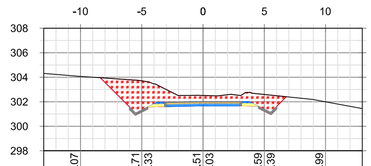
TOTAL VOL. 6+580.00	
Cut Area	13.78
Fill Area	0.00
Cut Vol	46.43
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3112.69
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	963.27

6+583.40



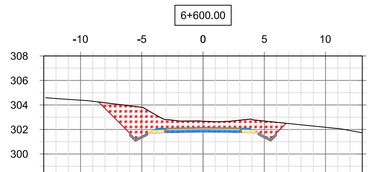
TOTAL VOL. 6+583.40	
Cut Area	15.26
Fill Area	0.00
Cut Vol	49.33
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3162.02
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1012.60

6+593.40



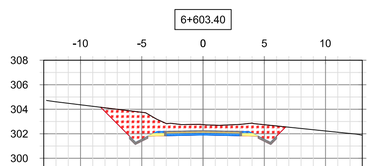
TOTAL VOL. 6+593.40	
Cut Area	18.59
Fill Area	0.00
Cut Vol	169.23
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3331.25
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1181.83

6+600.00



TOTAL VOL. 6+600.00	
Cut Area	18.11
Fill Area	0.00
Cut Vol	121.14
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3452.40
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1302.97

6+603.40



TOTAL VOL. 6+603.40	
Cut Area	17.22
Fill Area	0.00
Cut Vol	60.03
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3512.43
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1363.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

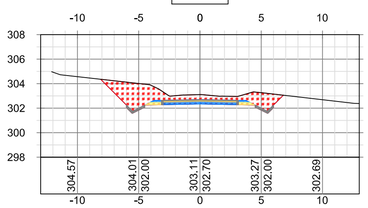
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

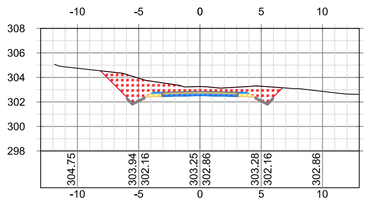
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 4
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+620.00



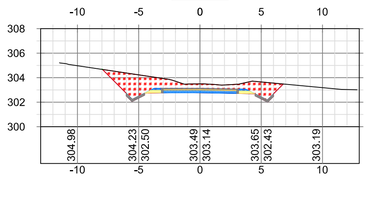
TOTAL VOL. 6+620.00	
Cut Area	15.67
Fill Area	0.00
Cut Vol	273.08
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3785.51
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1636.08

6+625.96



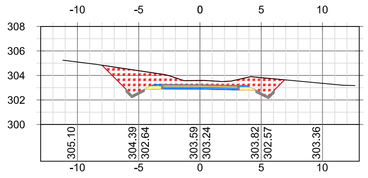
TOTAL VOL. 6+625.96	
Cut Area	15.04
Fill Area	0.00
Cut Vol	91.47
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	3876.98
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1727.55

6+635.96



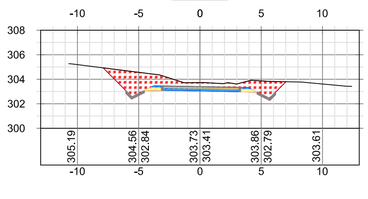
TOTAL VOL. 6+635.96	
Cut Area	14.93
Fill Area	0.00
Cut Vol	149.84
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4026.82
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1877.39

6+640.00



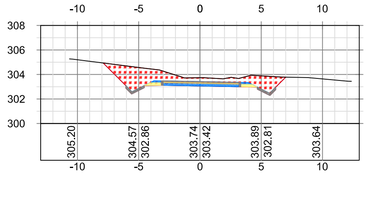
TOTAL VOL. 6+640.00	
Cut Area	15.36
Fill Area	0.00
Cut Vol	61.23
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4088.05
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	1938.62

6+645.96



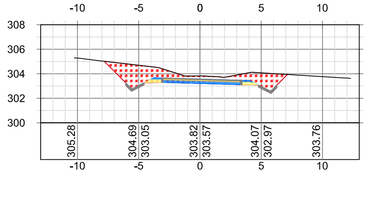
TOTAL VOL. 6+645.96	
Cut Area	14.65
Fill Area	0.00
Cut Vol	89.37
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4177.42
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2027.99

6+646.62



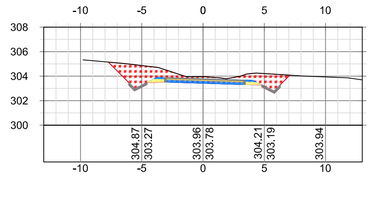
TOTAL VOL. 6+646.62	
Cut Area	14.61
Fill Area	0.00
Cut Vol	9.76
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4187.18
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2037.75

6+651.96



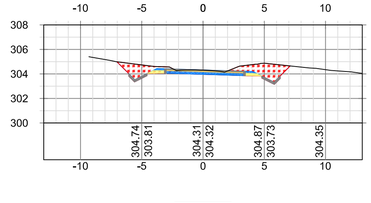
TOTAL VOL. 6+651.96	
Cut Area	14.37
Fill Area	0.00
Cut Vol	77.28
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4264.46
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2115.03

6+660.00



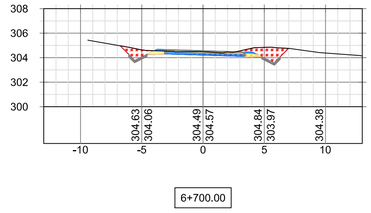
TOTAL VOL. 6+660.00	
Cut Area	13.17
Fill Area	0.00
Cut Vol	111.04
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4375.49
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2226.07

6+680.00



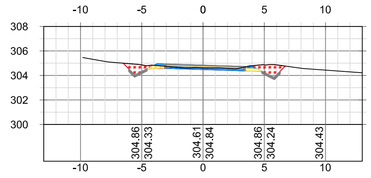
TOTAL VOL. 6+680.00	
Cut Area	9.36
Fill Area	0.00
Cut Vol	225.48
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4600.98
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2451.55

6+689.16



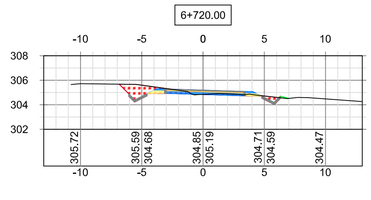
TOTAL VOL. 6+689.16	
Cut Area	6.65
Fill Area	0.00
Cut Vol	73.14
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4674.12
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2524.69

6+700.00



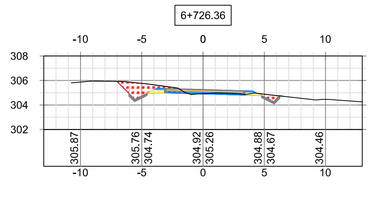
TOTAL VOL. 6+700.00	
Cut Area	4.70
Fill Area	0.00
Cut Vol	61.39
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	4735.51
Cum Fill Vol	2149.43
Net Vol	2586.08

6+720.00



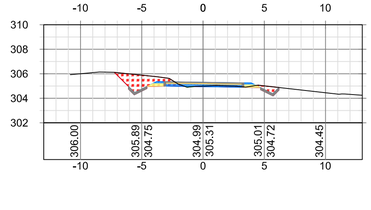
TOTAL VOL. 6+720.00	
Cut Area	4.42
Fill Area	0.07
Cut Vol	91.47
Fill Vol	0.69
Cum Cut Vol	4826.98
Cum Fill Vol	2150.12
Net Vol	2676.86

6+726.36



TOTAL VOL. 6+726.36	
Cut Area	5.15
Fill Area	0.03
Cut Vol	30.41
Fill Vol	0.33
Cum Cut Vol	4857.40
Cum Fill Vol	2150.45
Net Vol	2706.94

6+731.69



TOTAL VOL. 6+731.69	
Cut Area	5.64
Fill Area	0.02
Cut Vol	28.75
Fill Vol	0.16
Cum Cut Vol	4886.15
Cum Fill Vol	2150.61
Net Vol	2735.54

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

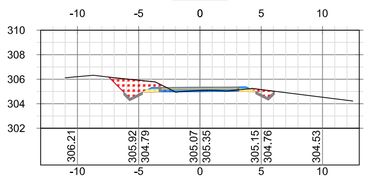
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

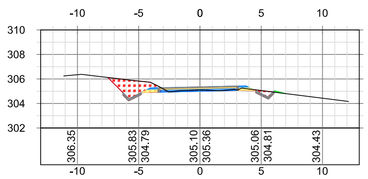
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 5
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+740.00



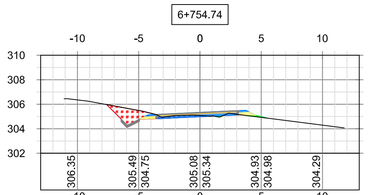
TOTAL VOL. 6+740.00	
Cut Area	5.92
Fill Area	0.01
Cut Vol	48.04
Fill Vol	0.13
Cum Cut Vol	4934.18
Cum Fill Vol	2150.73
Net Vol	2783.45

6+745.74



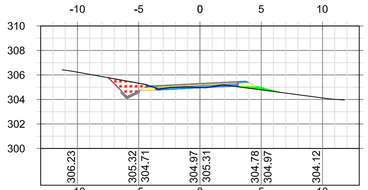
TOTAL VOL. 6+745.74	
Cut Area	5.27
Fill Area	0.05
Cut Vol	32.15
Fill Vol	0.16
Cum Cut Vol	4966.33
Cum Fill Vol	2150.90
Net Vol	2815.44

6+754.74



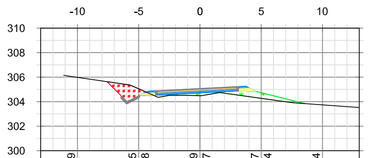
TOTAL VOL. 6+754.74	
Cut Area	3.96
Fill Area	0.14
Cut Vol	40.69
Fill Vol	0.88
Cum Cut Vol	5007.03
Cum Fill Vol	2151.78
Net Vol	2855.24

6+760.00



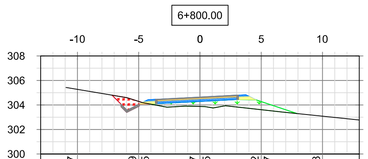
TOTAL VOL. 6+760.00	
Cut Area	3.26
Fill Area	0.48
Cut Vol	18.50
Fill Vol	1.67
Cum Cut Vol	5025.53
Cum Fill Vol	2153.46
Net Vol	2872.07

6+780.00



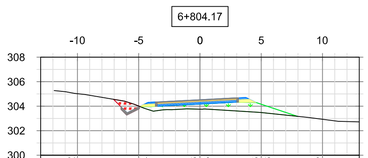
TOTAL VOL. 6+780.00	
Cut Area	2.70
Fill Area	2.76
Cut Vol	57.89
Fill Vol	32.99
Cum Cut Vol	5083.42
Cum Fill Vol	2186.45
Net Vol	2896.97

6+800.00



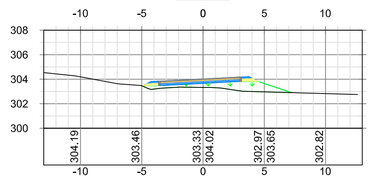
TOTAL VOL. 6+800.00	
Cut Area	1.57
Fill Area	5.01
Cut Vol	41.39
Fill Vol	78.74
Cum Cut Vol	5124.81
Cum Fill Vol	2265.19
Net Vol	2859.62

6+804.17



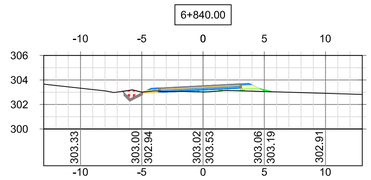
TOTAL VOL. 6+804.17	
Cut Area	1.25
Fill Area	5.65
Cut Vol	5.69
Fill Vol	22.46
Cum Cut Vol	5130.50
Cum Fill Vol	2287.65
Net Vol	2842.85

6+820.00



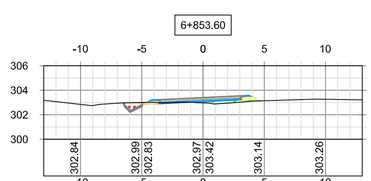
TOTAL VOL. 6+820.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	5.03
Cut Vol	9.56
Fill Vol	85.42
Cum Cut Vol	5140.06
Cum Fill Vol	2373.07
Net Vol	2766.99

6+840.00



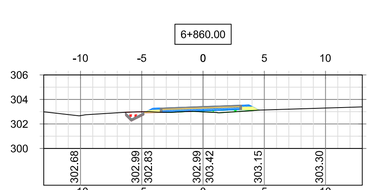
TOTAL VOL. 6+840.00	
Cut Area	1.07
Fill Area	1.06
Cut Vol	10.36
Fill Vol	61.56
Cum Cut Vol	5150.42
Cum Fill Vol	2434.63
Net Vol	2715.79

6+853.60



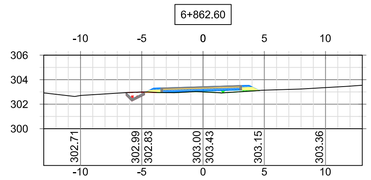
TOTAL VOL. 6+853.60	
Cut Area	1.15
Fill Area	0.77
Cut Vol	14.62
Fill Vol	12.58
Cum Cut Vol	5165.04
Cum Fill Vol	2447.21
Net Vol	2717.83

6+860.00



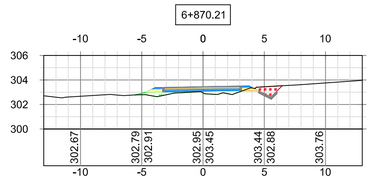
TOTAL VOL. 6+860.00	
Cut Area	0.83
Fill Area	0.66
Cut Vol	6.16
Fill Vol	4.61
Cum Cut Vol	5171.20
Cum Fill Vol	2451.83
Net Vol	2719.37

6+862.60



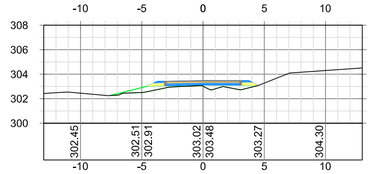
TOTAL VOL. 6+862.60	
Cut Area	0.74
Fill Area	0.72
Cut Vol	2.04
Fill Vol	1.79
Cum Cut Vol	5173.24
Cum Fill Vol	2453.62
Net Vol	2719.62

6+870.21



TOTAL VOL. 6+870.21	
Cut Area	1.48
Fill Area	1.64
Cut Vol	8.45
Fill Vol	9.00
Cum Cut Vol	5181.69
Cum Fill Vol	2462.62
Net Vol	2719.06

6+880.00



TOTAL VOL. 6+880.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	2.49
Cut Vol	7.24
Fill Vol	20.21
Cum Cut Vol	5188.93
Cum Fill Vol	2482.83
Net Vol	2706.10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

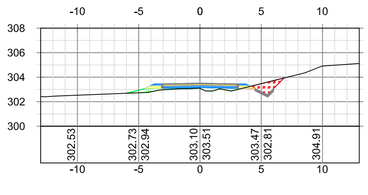
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

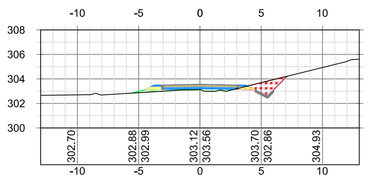
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 6
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

6+890.98



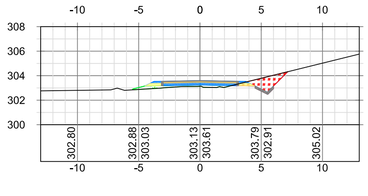
TOTAL VOL. 6+890.98	
Cut Area	1.79
Fill Area	1.40
Cut Vol	9.82
Fill Vol	21.33
Cum Cut Vol	5198.75
Cum Fill Vol	2504.16
Net Vol	2694.59

6+900.00



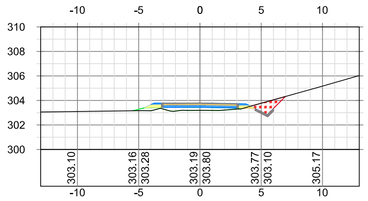
TOTAL VOL. 6+900.00	
Cut Area	2.48
Fill Area	1.05
Cut Vol	19.25
Fill Vol	11.02
Cum Cut Vol	5218.00
Cum Fill Vol	2515.18
Net Vol	2702.82

6+903.72



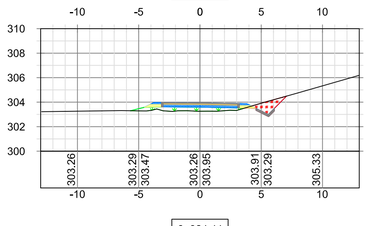
TOTAL VOL. 6+903.72	
Cut Area	2.69
Fill Area	1.24
Cut Vol	9.63
Fill Vol	4.26
Cum Cut Vol	5227.63
Cum Fill Vol	2519.44
Net Vol	2708.20

6+914.08



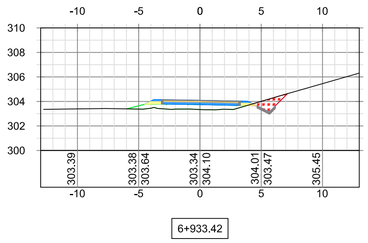
TOTAL VOL. 6+914.08	
Cut Area	1.86
Fill Area	1.76
Cut Vol	23.57
Fill Vol	15.56
Cum Cut Vol	5251.20
Cum Fill Vol	2534.99
Net Vol	2716.21

6+920.00



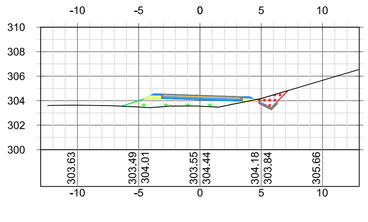
TOTAL VOL. 6+920.00	
Cut Area	1.89
Fill Area	2.42
Cut Vol	11.10
Fill Vol	12.38
Cum Cut Vol	5262.30
Cum Fill Vol	2547.37
Net Vol	2714.93

6+924.44



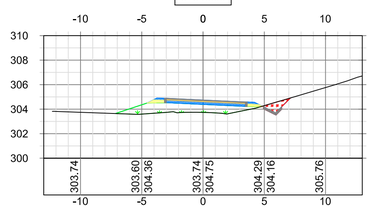
TOTAL VOL. 6+924.44	
Cut Area	1.82
Fill Area	3.20
Cut Vol	8.24
Fill Vol	12.48
Cum Cut Vol	5270.54
Cum Fill Vol	2559.86
Net Vol	2710.68

6+933.42



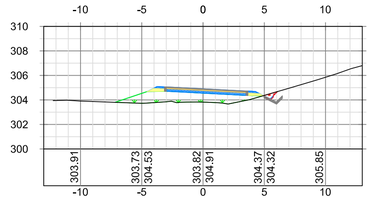
TOTAL VOL. 6+933.42	
Cut Area	1.62
Fill Area	4.93
Cut Vol	15.45
Fill Vol	36.49
Cum Cut Vol	5285.99
Cum Fill Vol	2596.35
Net Vol	2689.64

6+940.00



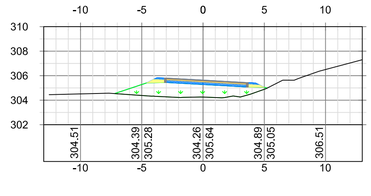
TOTAL VOL. 6+940.00	
Cut Area	1.27
Fill Area	6.89
Cut Vol	9.17
Fill Vol	39.27
Cum Cut Vol	5295.16
Cum Fill Vol	2635.62
Net Vol	2659.54

6+943.08



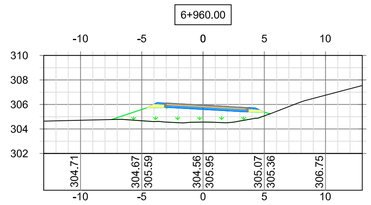
TOTAL VOL. 6+943.08	
Cut Area	0.31
Fill Area	7.74
Cut Vol	2.34
Fill Vol	22.73
Cum Cut Vol	5297.49
Cum Fill Vol	2658.35
Net Vol	2639.15

6+955.41



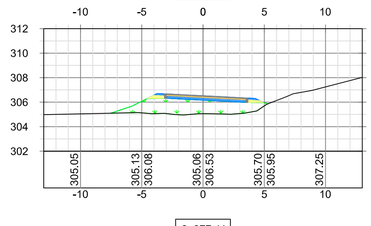
TOTAL VOL. 6+955.41	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.43
Cut Vol	1.83
Fill Vol	112.82
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	2771.17
Net Vol	2528.15

6+960.00



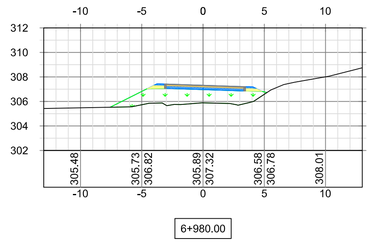
TOTAL VOL. 6+960.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.80
Cut Vol	0.00
Fill Vol	49.00
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	2820.17
Net Vol	2479.15

6+967.74



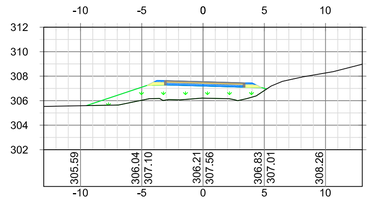
TOTAL VOL. 6+967.74	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.74
Cut Vol	0.00
Fill Vol	87.77
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	2907.95
Net Vol	2391.38

6+977.41



TOTAL VOL. 6+977.41	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.48
Cut Vol	0.00
Fill Vol	117.75
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	3025.70
Net Vol	2273.63

6+980.00



TOTAL VOL. 6+980.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.98
Cut Vol	0.00
Fill Vol	32.99
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	3058.69
Net Vol	2240.64

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

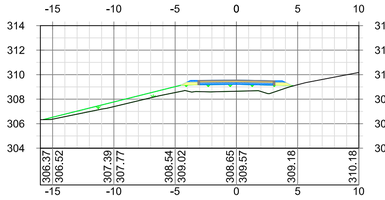
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

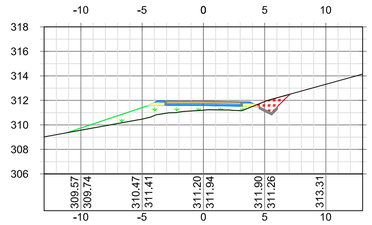
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 7
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+000.00



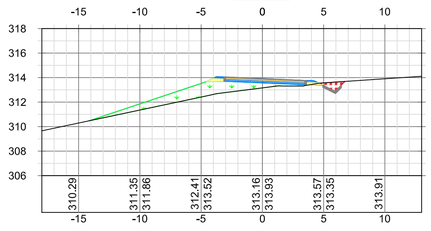
TOTAL VOL. 7+000.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.42
Cut Vol	0.00
Fill Vol	214.00
Cum Cut Vol	5299.33
Cum Fill Vol	3272.69
Net Vol	2026.63

7+020.00



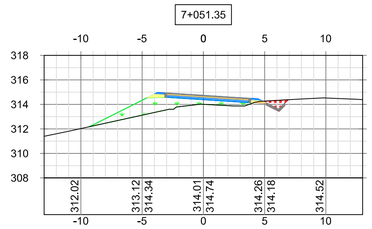
TOTAL VOL. 7+020.00	
Cut Area	1.83
Fill Area	7.24
Cut Vol	18.31
Fill Vol	156.60
Cum Cut Vol	5317.64
Cum Fill Vol	3429.30
Net Vol	1888.34

7+040.00



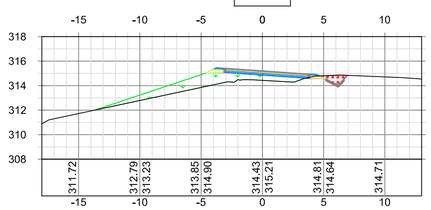
TOTAL VOL. 7+040.00	
Cut Area	1.15
Fill Area	9.88
Cut Vol	29.82
Fill Vol	171.28
Cum Cut Vol	5347.46
Cum Fill Vol	3600.58
Net Vol	1746.88

7+051.35



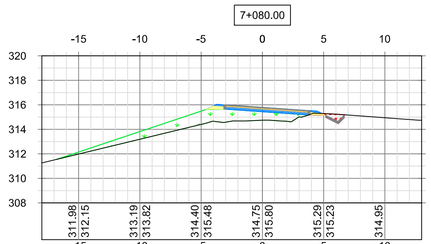
TOTAL VOL. 7+051.35	
Cut Area	1.11
Fill Area	8.23
Cut Vol	12.14
Fill Vol	106.98
Cum Cut Vol	5359.60
Cum Fill Vol	3707.55
Net Vol	1652.05

7+060.00



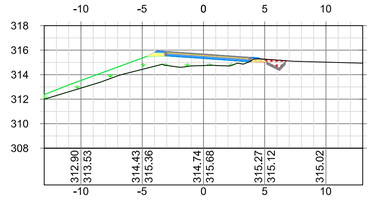
TOTAL VOL. 7+060.00	
Cut Area	1.39
Fill Area	9.31
Cut Vol	10.21
Fill Vol	78.74
Cum Cut Vol	5369.82
Cum Fill Vol	3786.30
Net Vol	1583.52

7+080.00



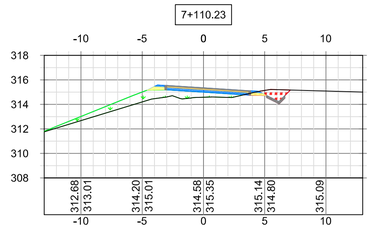
TOTAL VOL. 7+080.00	
Cut Area	0.97
Fill Area	12.94
Cut Vol	22.36
Fill Vol	232.84
Cum Cut Vol	5392.18
Cum Fill Vol	4019.14
Net Vol	1373.04

7+100.00



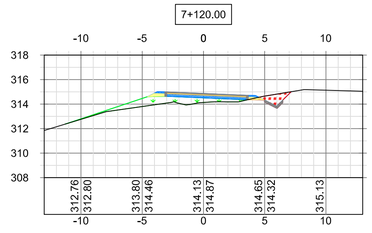
TOTAL VOL. 7+100.00	
Cut Area	1.19
Fill Area	10.58
Cut Vol	20.52
Fill Vol	246.29
Cum Cut Vol	5412.70
Cum Fill Vol	4265.43
Net Vol	1147.27

7+110.23



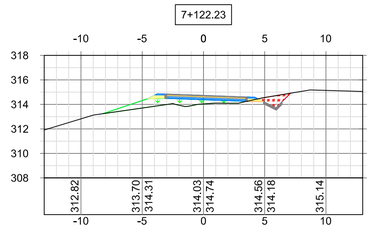
TOTAL VOL. 7+110.23	
Cut Area	1.91
Fill Area	7.39
Cut Vol	15.04
Fill Vol	96.09
Cum Cut Vol	5427.74
Cum Fill Vol	4361.52
Net Vol	1066.22

7+120.00



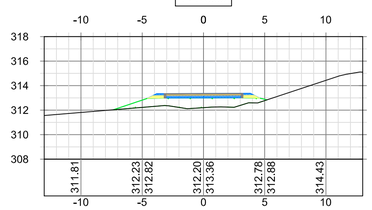
TOTAL VOL. 7+120.00	
Cut Area	1.72
Fill Area	4.99
Cut Vol	16.79
Fill Vol	62.67
Cum Cut Vol	5444.54
Cum Fill Vol	4424.19
Net Vol	1020.35

7+122.23



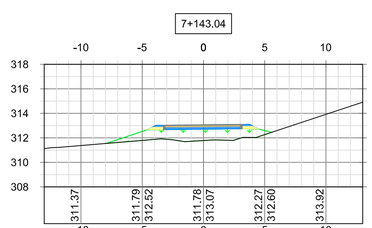
TOTAL VOL. 7+122.23	
Cut Area	1.76
Fill Area	4.38
Cut Vol	3.68
Fill Vol	10.74
Cum Cut Vol	5448.22
Cum Fill Vol	4434.93
Net Vol	1013.29

7+140.00



TOTAL VOL. 7+140.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	7.40
Cut Vol	15.63
Fill Vol	104.68
Cum Cut Vol	5463.85
Cum Fill Vol	4539.61
Net Vol	924.24

7+143.04



TOTAL VOL. 7+143.04	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.48
Cut Vol	0.00
Fill Vol	25.67
Cum Cut Vol	5463.85
Cum Fill Vol	4565.28
Net Vol	898.57

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

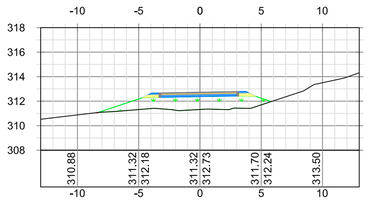
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

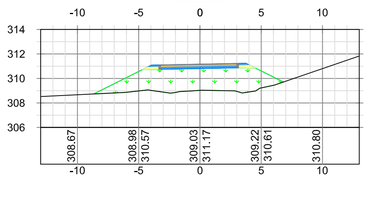
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 8
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+146.37



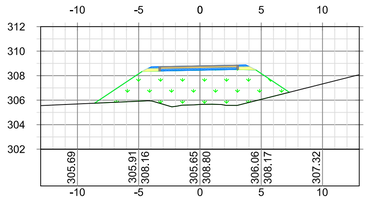
TOTAL VOL. 7+146.37	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.65
Cut Vol	0.00
Fill Vol	35.22
Cum Cut Vol	5463.85
Cum Fill Vol	4600.50
Net Vol	863.35

7+160.00



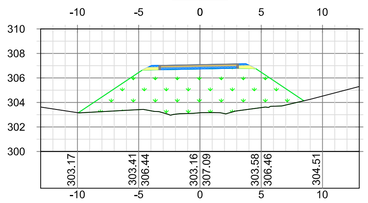
TOTAL VOL. 7+160.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	22.58
Cut Vol	0.01
Fill Vol	233.03
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	4833.52
Net Vol	630.34

7+180.00



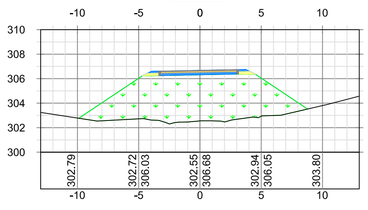
TOTAL VOL. 7+180.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	33.77
Cut Vol	0.00
Fill Vol	563.15
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	5396.68
Net Vol	67.18

7+195.91



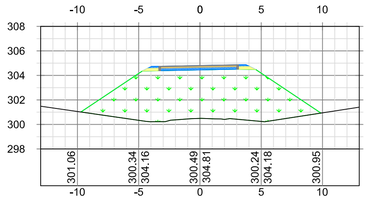
TOTAL VOL. 7+195.91	
Cut Area	0.00
Fill Area	47.62
Cut Vol	0.00
Fill Vol	647.04
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	6043.72
Net Vol	−579.86

7+200.00



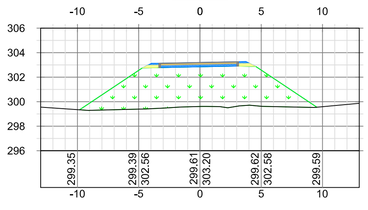
TOTAL VOL. 7+200.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	51.87
Cut Vol	0.00
Fill Vol	203.49
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	6247.21
Net Vol	−783.35

7+220.00



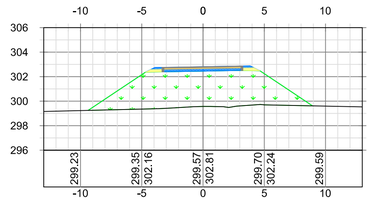
TOTAL VOL. 7+220.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	59.39
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1112.34
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	7359.55
Net Vol	−1895.69

7+240.00



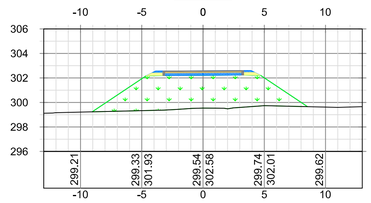
TOTAL VOL. 7+240.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	47.23
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1066.16
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	8425.71
Net Vol	−2961.85

7+245.44



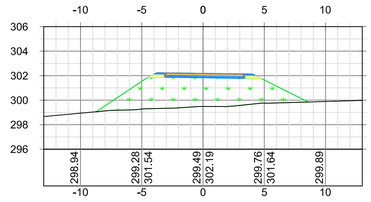
TOTAL VOL. 7+245.44	
Cut Area	0.00
Fill Area	40.27
Cut Vol	0.00
Fill Vol	238.15
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	8663.87
Net Vol	−3200.01

7+248.78



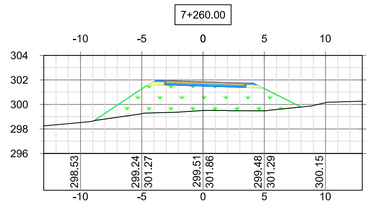
TOTAL VOL. 7+248.78	
Cut Area	0.00
Fill Area	36.30
Cut Vol	0.00
Fill Vol	127.61
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	8791.48
Net Vol	−3327.62

7+254.67



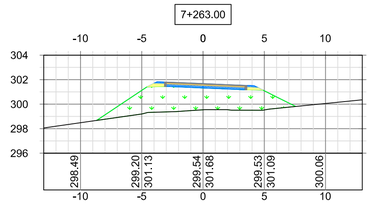
TOTAL VOL. 7+254.67	
Cut Area	0.00
Fill Area	31.06
Cut Vol	0.00
Fill Vol	198.47
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	8989.95
Net Vol	−3526.09

7+260.00



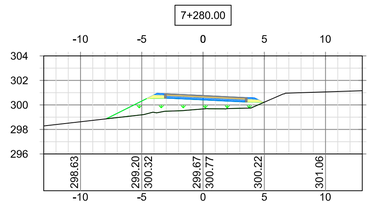
TOTAL VOL. 7+260.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	27.17
Cut Vol	0.00
Fill Vol	155.46
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9145.41
Net Vol	−3681.55

7+263.00



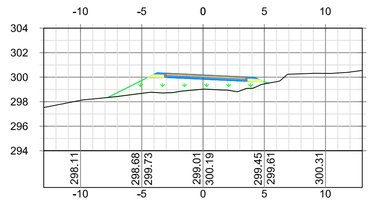
TOTAL VOL. 7+263.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	23.96
Cut Vol	0.00
Fill Vol	76.74
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9222.15
Net Vol	−3758.29

7+280.00



TOTAL VOL. 7+280.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.37
Cut Vol	0.00
Fill Vol	284.65
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9506.80
Net Vol	−4042.94

7+293.24



TOTAL VOL. 7+293.24	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.46
Cut Vol	0.00
Fill Vol	132.34
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9639.14
Net Vol	−4175.28

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

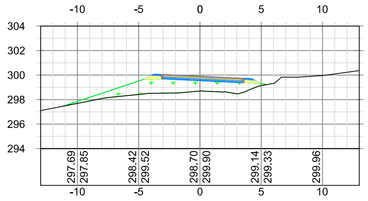
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

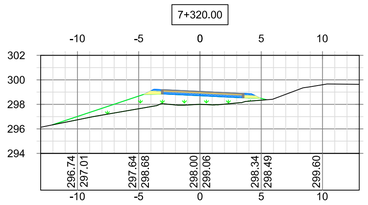
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 9
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+300.00



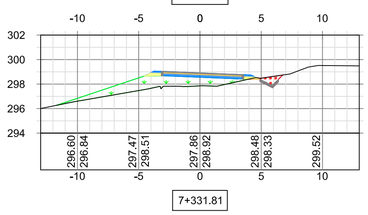
TOTAL VOL. 7+300.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.08
Cut Vol	0.00
Fill Vol	76.83
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9715.97
Net Vol	−4252.11

7+320.00



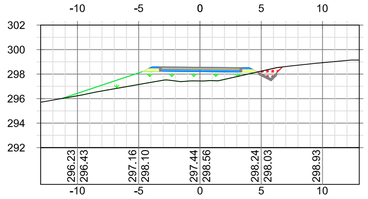
TOTAL VOL. 7+320.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.31
Cut Vol	0.00
Fill Vol	226.66
Cum Cut Vol	5463.86
Cum Fill Vol	9942.63
Net Vol	−4478.77

7+323.48



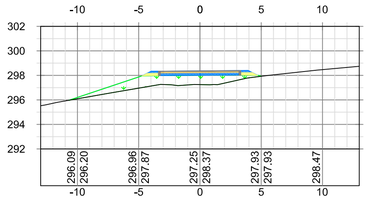
TOTAL VOL. 7+323.48	
Cut Area	1.08
Fill Area	9.56
Cut Vol	1.88
Fill Vol	34.59
Cum Cut Vol	5465.74
Cum Fill Vol	9977.22
Net Vol	−4511.48

7+331.81



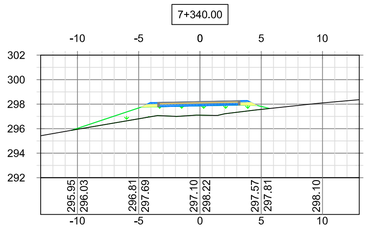
TOTAL VOL. 7+331.81	
Cut Area	1.07
Fill Area	9.24
Cut Vol	8.70
Fill Vol	79.52
Cum Cut Vol	5474.43
Cum Fill Vol	10056.74
Net Vol	−4582.31

7+336.44



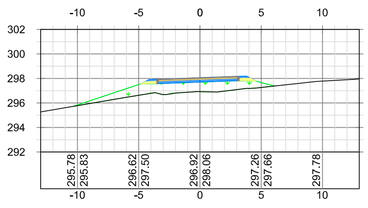
TOTAL VOL. 7+336.44	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.09
Cut Vol	2.47
Fill Vol	42.41
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10099.16
Net Vol	−4622.25

7+340.00



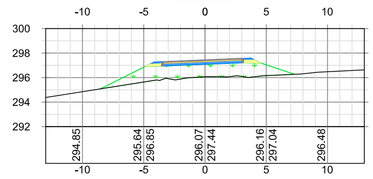
TOTAL VOL. 7+340.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.54
Cut Vol	0.00
Fill Vol	33.12
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10132.28
Net Vol	−4655.37

7+343.78



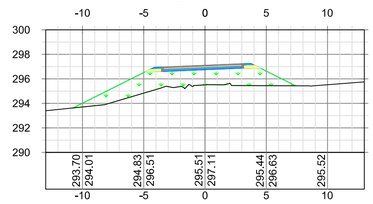
TOTAL VOL. 7+343.78	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.27
Cut Vol	0.00
Fill Vol	37.39
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10169.66
Net Vol	−4692.76

7+360.00



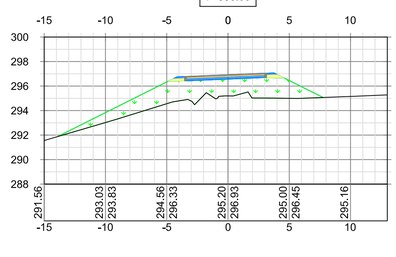
TOTAL VOL. 7+360.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	14.01
Cut Vol	0.00
Fill Vol	196.20
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10365.86
Net Vol	−4888.96

7+371.75



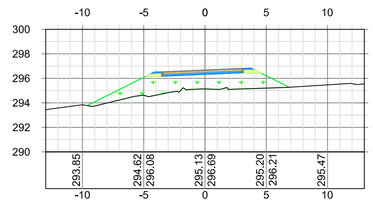
TOTAL VOL. 7+371.75	
Cut Area	0.00
Fill Area	20.54
Cut Vol	0.00
Fill Vol	202.07
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10567.93
Net Vol	−5091.03

7+380.00



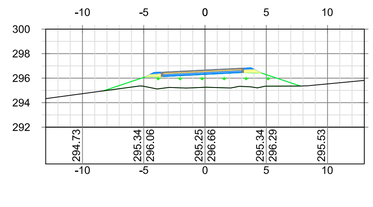
TOTAL VOL. 7+380.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	25.25
Cut Vol	0.00
Fill Vol	187.45
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	10755.38
Net Vol	−5278.47

7+400.00



TOTAL VOL. 7+400.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	17.49
Cut Vol	0.00
Fill Vol	424.50
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	11179.88
Net Vol	−5702.97

7+407.06



TOTAL VOL. 7+407.06	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.98
Cut Vol	0.00
Fill Vol	107.35
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	11287.22
Net Vol	−5810.32

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

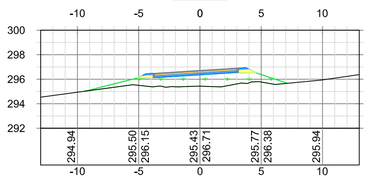
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

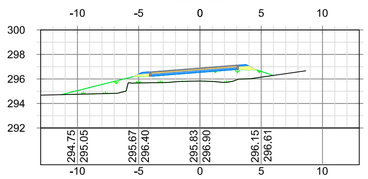
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 10
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+420.00



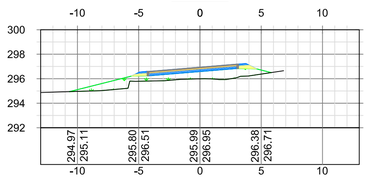
TOTAL VOL. 7+420.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.57
Cut Vol	0.00
Fill Vol	152.39
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	11439.61
Net Vol	−5962.71

7+435.90



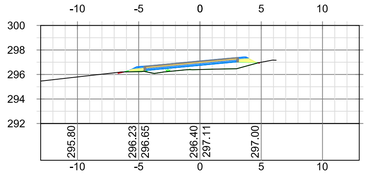
TOTAL VOL. 7+435.90	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.88
Cut Vol	0.00
Fill Vol	170.51
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	11610.13
Net Vol	−6133.22

7+440.00



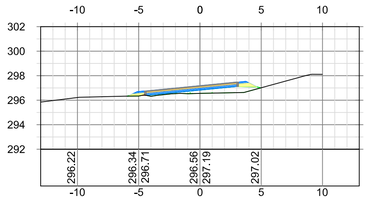
TOTAL VOL. 7+440.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.69
Cut Vol	0.00
Fill Vol	38.32
Cum Cut Vol	5476.90
Cum Fill Vol	11648.44
Net Vol	−6171.54

7+452.57



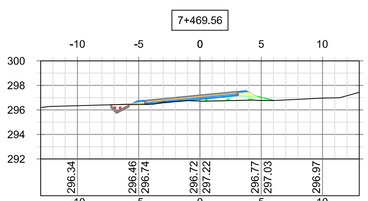
TOTAL VOL. 7+452.57	
Cut Area	0.03
Fill Area	3.19
Cut Vol	0.15
Fill Vol	72.47
Cum Cut Vol	5477.05
Cum Fill Vol	11720.91
Net Vol	−6243.86

7+460.00



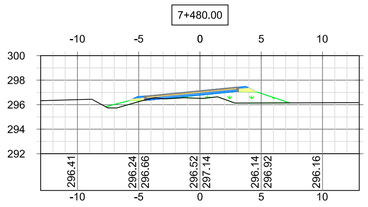
TOTAL VOL. 7+460.00	
Cut Area	0.01
Fill Area	2.43
Cut Vol	0.11
Fill Vol	21.21
Cum Cut Vol	5477.16
Cum Fill Vol	11742.13
Net Vol	−6264.96

7+469.56



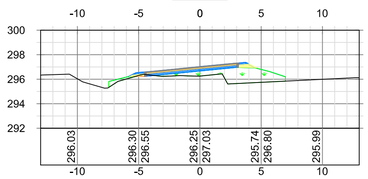
TOTAL VOL. 7+469.56	
Cut Area	0.85
Fill Area	1.70
Cut Vol	3.56
Fill Vol	20.54
Cum Cut Vol	5480.72
Cum Fill Vol	11762.66
Net Vol	−6281.94

7+480.00



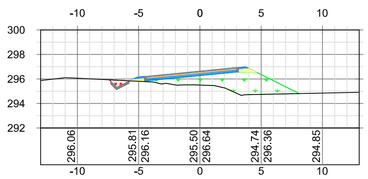
TOTAL VOL. 7+480.00	
Cut Area	0.14
Fill Area	5.10
Cut Vol	4.51
Fill Vol	37.17
Cum Cut Vol	5485.24
Cum Fill Vol	11799.84
Net Vol	−6314.60

7+486.55



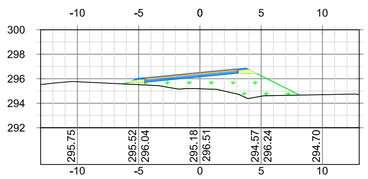
TOTAL VOL. 7+486.55	
Cut Area	0.14
Fill Area	7.21
Cut Vol	0.83
Fill Vol	42.28
Cum Cut Vol	5486.06
Cum Fill Vol	11842.12
Net Vol	−6356.06

7+500.00



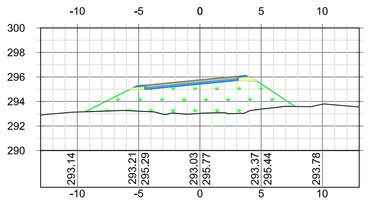
TOTAL VOL. 7+500.00	
Cut Area	0.76
Fill Area	11.59
Cut Vol	5.26
Fill Vol	133.61
Cum Cut Vol	5491.33
Cum Fill Vol	11975.73
Net Vol	−6484.41

7+503.21



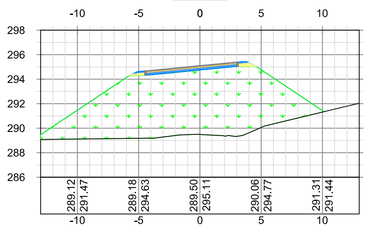
TOTAL VOL. 7+503.21	
Cut Area	0.00
Fill Area	13.27
Cut Vol	1.05
Fill Vol	42.07
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	12017.81
Net Vol	−6525.43

7+520.00



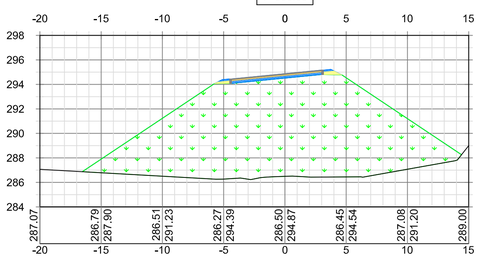
TOTAL VOL. 7+520.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	30.20
Cut Vol	0.00
Fill Vol	364.82
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	12382.62
Net Vol	−6890.25

7+540.00



TOTAL VOL. 7+540.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	88.83
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1190.24
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	13572.86
Net Vol	−8080.48

7+560.00



TOTAL VOL. 7+560.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	169.57
Cut Vol	0.00
Fill Vol	2583.94
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	16156.80
Net Vol	−10664.42

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

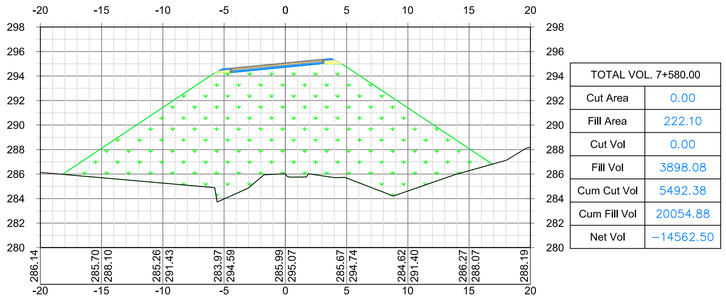
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

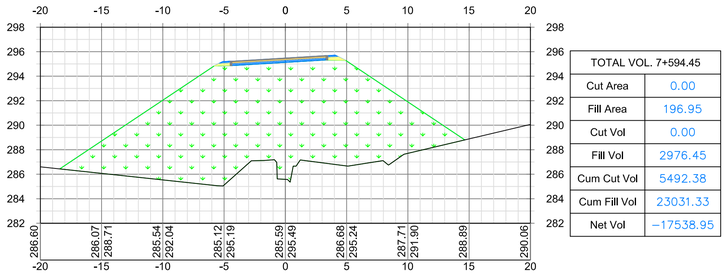
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 11
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+580.00



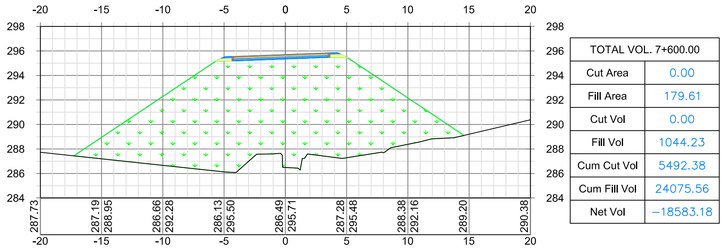
TOTAL VOL. 7+580.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	222.10
Cut Vol	0.00
Fill Vol	3898.08
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	20054.88
Net Vol	−14562.50

7+594.45



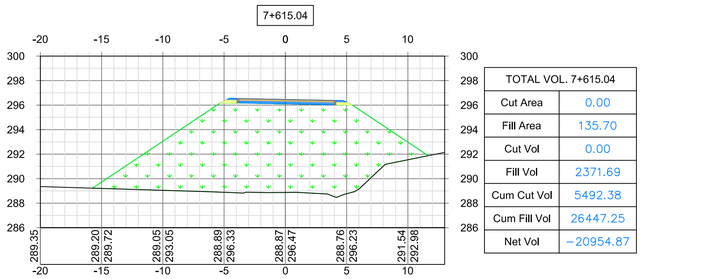
TOTAL VOL. 7+594.45	
Cut Area	0.00
Fill Area	196.95
Cut Vol	0.00
Fill Vol	2976.45
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	23031.33
Net Vol	−17538.95

7+600.00



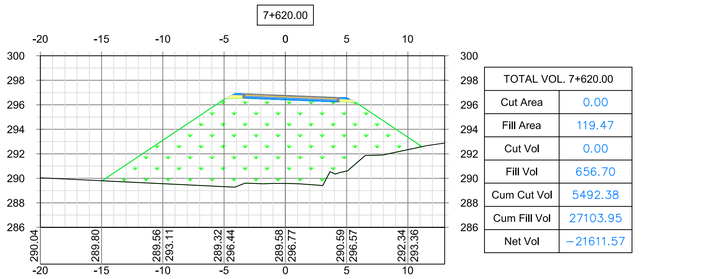
TOTAL VOL. 7+600.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	179.61
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1044.23
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	24075.56
Net Vol	−18583.18

7+615.04



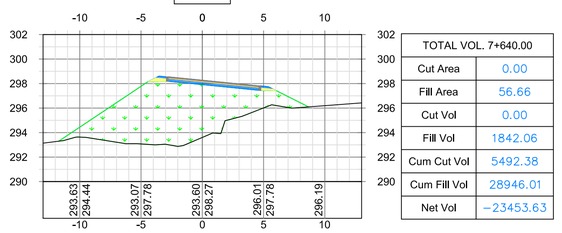
TOTAL VOL. 7+615.04	
Cut Area	0.00
Fill Area	135.70
Cut Vol	0.00
Fill Vol	2371.69
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	26447.25
Net Vol	−20954.87

7+620.00



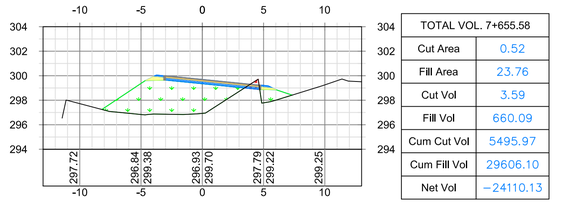
TOTAL VOL. 7+620.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	119.47
Cut Vol	0.00
Fill Vol	656.70
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	27103.95
Net Vol	−21611.57

7+640.00



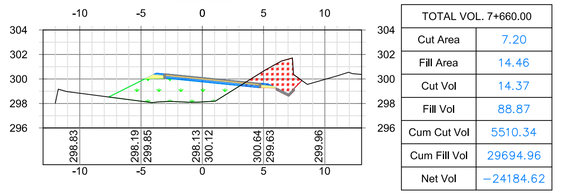
TOTAL VOL. 7+640.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	56.66
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1842.06
Cum Cut Vol	5492.38
Cum Fill Vol	28946.01
Net Vol	−23453.63

7+655.58



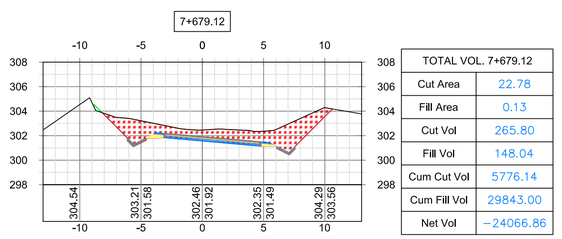
TOTAL VOL. 7+655.58	
Cut Area	0.52
Fill Area	23.76
Cut Vol	3.59
Fill Vol	660.09
Cum Cut Vol	5495.97
Cum Fill Vol	29606.10
Net Vol	−24110.13

7+660.00



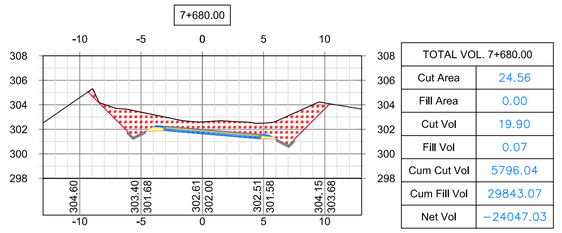
TOTAL VOL. 7+660.00	
Cut Area	7.20
Fill Area	14.46
Cut Vol	14.37
Fill Vol	88.87
Cum Cut Vol	5510.34
Cum Fill Vol	29694.96
Net Vol	−24184.62

7+679.12



TOTAL VOL. 7+679.12	
Cut Area	22.78
Fill Area	0.13
Cut Vol	265.80
Fill Vol	148.04
Cum Cut Vol	5776.14
Cum Fill Vol	29843.00
Net Vol	−24066.86

7+680.00



TOTAL VOL. 7+680.00	
Cut Area	24.56
Fill Area	0.00
Cut Vol	19.90
Fill Vol	0.07
Cum Cut Vol	5796.04
Cum Fill Vol	29843.07
Net Vol	−24047.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

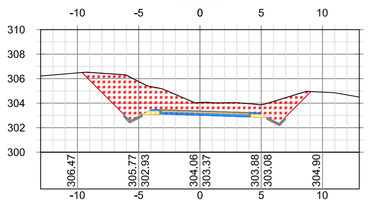
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

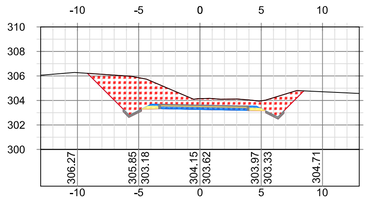
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 12
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+696.12



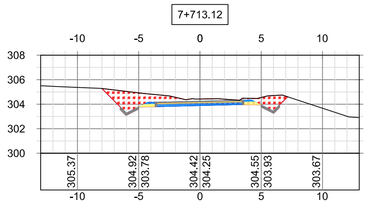
TOTAL VOL. 7+696.12	
Cut Area	29.18
Fill Area	0.00
Cut Vol	435.98
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	6232.02
Cum Fill Vol	29843.07
Net Vol	−23611.05

7+700.00



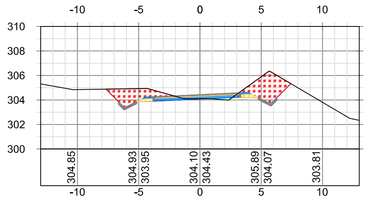
TOTAL VOL. 7+700.00	
Cut Area	24.38
Fill Area	0.00
Cut Vol	103.83
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	6335.85
Cum Fill Vol	29843.07
Net Vol	−23507.23

7+713.12



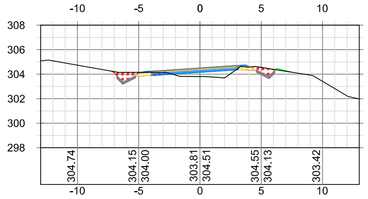
TOTAL VOL. 7+713.12	
Cut Area	12.04
Fill Area	0.00
Cut Vol	238.99
Fill Vol	0.00
Cum Cut Vol	6574.84
Cum Fill Vol	29843.07
Net Vol	−23268.23

7+720.00



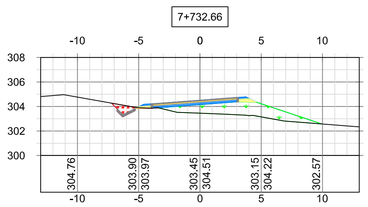
TOTAL VOL. 7+720.00	
Cut Area	11.62
Fill Area	0.18
Cut Vol	81.01
Fill Vol	0.65
Cum Cut Vol	6655.86
Cum Fill Vol	29843.72
Net Vol	−23187.86

7+726.12



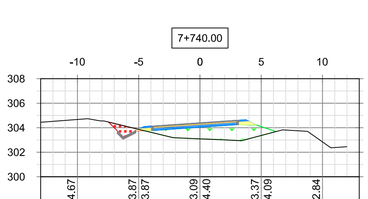
TOTAL VOL. 7+726.12	
Cut Area	3.11
Fill Area	1.81
Cut Vol	45.20
Fill Vol	6.18
Cum Cut Vol	6701.06
Cum Fill Vol	29849.90
Net Vol	−23148.84

7+732.66



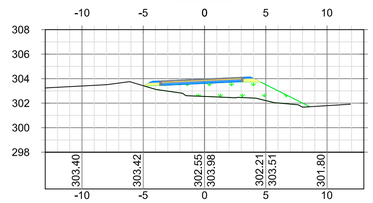
TOTAL VOL. 7+732.66	
Cut Area	1.14
Fill Area	9.22
Cut Vol	13.51
Fill Vol	37.20
Cum Cut Vol	6714.57
Cum Fill Vol	29887.10
Net Vol	−23172.53

7+740.00



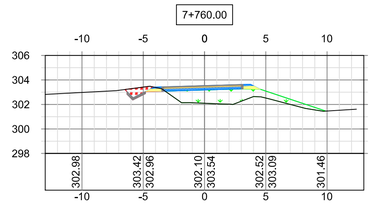
TOTAL VOL. 7+740.00	
Cut Area	1.43
Fill Area	8.63
Cut Vol	8.81
Fill Vol	67.30
Cum Cut Vol	6723.38
Cum Fill Vol	29954.40
Net Vol	−23231.02

7+752.19



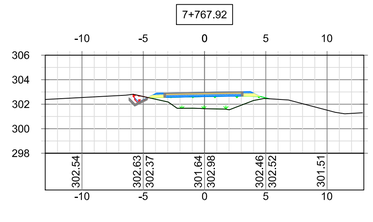
TOTAL VOL. 7+752.19	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.75
Cut Vol	8.14
Fill Vol	126.79
Cum Cut Vol	6731.51
Cum Fill Vol	30081.19
Net Vol	−23349.67

7+760.00



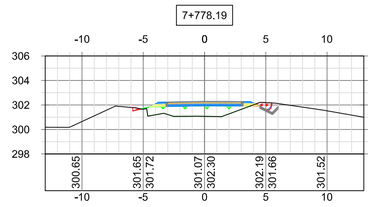
TOTAL VOL. 7+760.00	
Cut Area	1.59
Fill Area	9.21
Cut Vol	6.21
Fill Vol	81.91
Cum Cut Vol	6737.72
Cum Fill Vol	30163.10
Net Vol	−23425.37

7+767.92



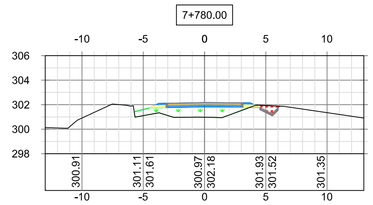
TOTAL VOL. 7+767.92	
Cut Area	0.47
Fill Area	6.58
Cut Vol	8.17
Fill Vol	62.60
Cum Cut Vol	6745.89
Cum Fill Vol	30225.69
Net Vol	−23479.80

7+778.19



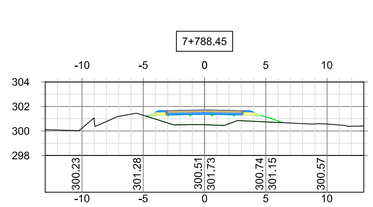
TOTAL VOL. 7+778.19	
Cut Area	0.75
Fill Area	5.81
Cut Vol	6.27
Fill Vol	63.63
Cum Cut Vol	6752.16
Cum Fill Vol	30289.32
Net Vol	−23537.16

7+780.00



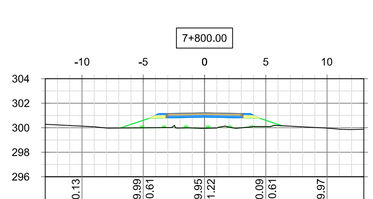
TOTAL VOL. 7+780.00	
Cut Area	0.99
Fill Area	5.99
Cut Vol	1.57
Fill Vol	10.70
Cum Cut Vol	6753.73
Cum Fill Vol	30300.02
Net Vol	−23546.29

7+788.45



TOTAL VOL. 7+788.45	
Cut Area	0.00
Fill Area	6.60
Cut Vol	4.17
Fill Vol	53.20
Cum Cut Vol	6757.91
Cum Fill Vol	30353.22
Net Vol	−23595.31

7+800.00



TOTAL VOL. 7+800.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.84
Cut Vol	0.00
Fill Vol	89.14
Cum Cut Vol	6757.91
Cum Fill Vol	30442.36
Net Vol	−23684.45

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

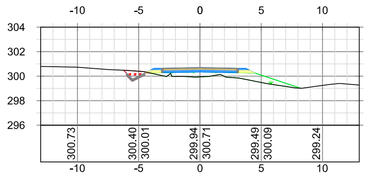
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

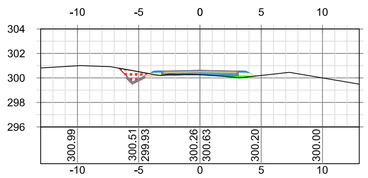
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 13
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+820.00



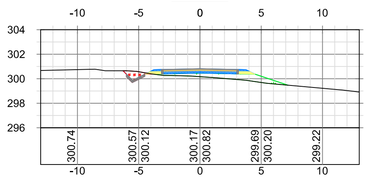
TOTAL VOL. 7+820.00	
Cut Area	0.94
Fill Area	4.32
Cut Vol	9.39
Fill Vol	131.61
Cum Cut Vol	6767.29
Cum Fill Vol	30573.96
Net Vol	−23806.67

7+840.00



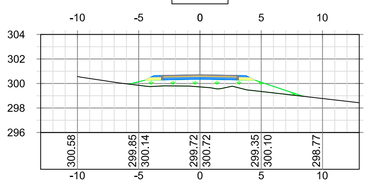
TOTAL VOL. 7+840.00	
Cut Area	1.65
Fill Area	0.43
Cut Vol	25.92
Fill Vol	47.50
Cum Cut Vol	6793.21
Cum Fill Vol	30621.46
Net Vol	−23828.24

7+860.00



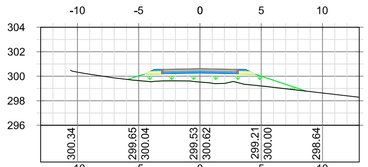
TOTAL VOL. 7+860.00	
Cut Area	1.05
Fill Area	3.38
Cut Vol	27.05
Fill Vol	38.04
Cum Cut Vol	6820.26
Cum Fill Vol	30659.50
Net Vol	−23839.24

7+880.00



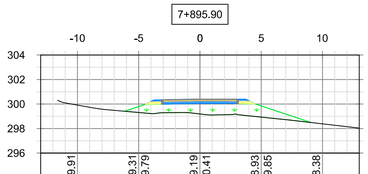
TOTAL VOL. 7+880.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	7.53
Cut Vol	10.51
Fill Vol	109.05
Cum Cut Vol	6830.77
Cum Fill Vol	30768.55
Net Vol	−23937.77

7+885.59



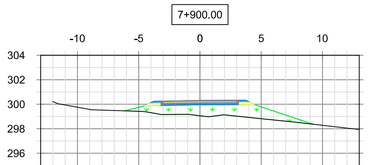
TOTAL VOL. 7+885.59	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.61
Cut Vol	0.00
Fill Vol	45.11
Cum Cut Vol	6830.77
Cum Fill Vol	30813.66
Net Vol	−23982.88

7+895.90



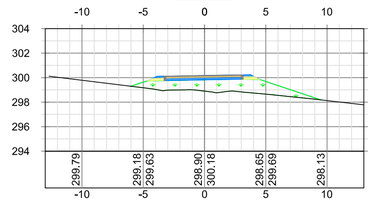
TOTAL VOL. 7+895.90	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.37
Cut Vol	0.00
Fill Vol	97.87
Cum Cut Vol	6830.77
Cum Fill Vol	30911.53
Net Vol	−24080.75

7+900.00



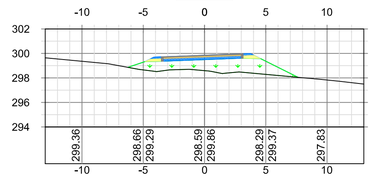
TOTAL VOL. 7+900.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	10.38
Cut Vol	0.00
Fill Vol	42.50
Cum Cut Vol	6830.77
Cum Fill Vol	30954.03
Net Vol	−24123.26

7+906.22



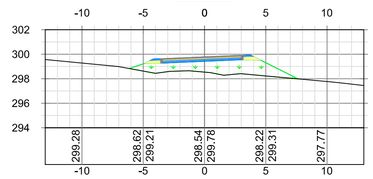
TOTAL VOL. 7+906.22	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.52
Cut Vol	0.00
Fill Vol	68.05
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31022.08
Net Vol	−24191.30

7+917.90



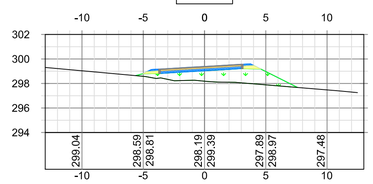
TOTAL VOL. 7+917.90	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.34
Cut Vol	0.00
Fill Vol	133.56
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31155.64
Net Vol	−24324.86

7+920.00



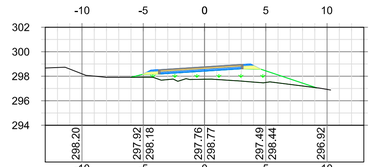
TOTAL VOL. 7+920.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	11.15
Cut Vol	0.00
Fill Vol	23.55
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31179.19
Net Vol	−24348.41

7+928.90



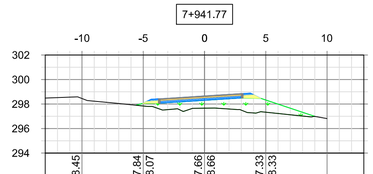
TOTAL VOL. 7+928.90	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.71
Cut Vol	0.00
Fill Vol	93.80
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31273.00
Net Vol	−24442.22

7+940.00



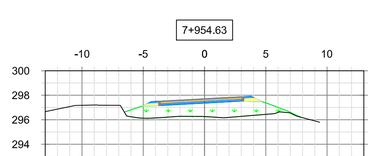
TOTAL VOL. 7+940.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	8.91
Cut Vol	0.00
Fill Vol	104.72
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31377.72
Net Vol	−24546.94

7+941.77



TOTAL VOL. 7+941.77	
Cut Area	0.00
Fill Area	9.42
Cut Vol	0.00
Fill Vol	16.21
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31393.93
Net Vol	−24563.15

7+954.63



TOTAL VOL. 7+954.63	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.93
Cut Vol	0.00
Fill Vol	144.86
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31538.78
Net Vol	−24708.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

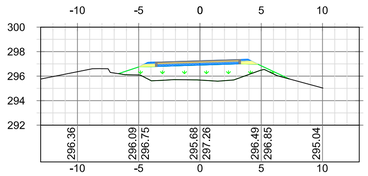
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

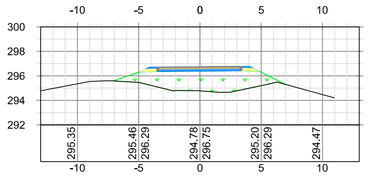
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 14
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

7+960.00



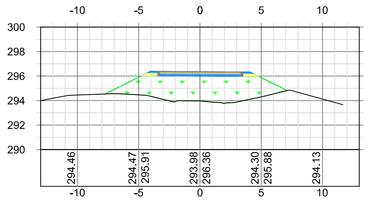
TOTAL VOL. 7+960.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	12.05
Cut Vol	0.00
Fill Vol	67.02
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31605.81
Net Vol	−24775.03

7+965.63



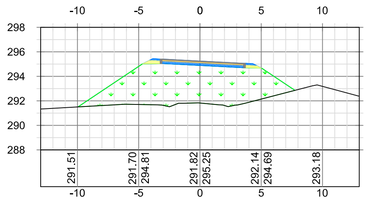
TOTAL VOL. 7+965.63	
Cut Area	0.00
Fill Area	16.53
Cut Vol	0.00
Fill Vol	80.52
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31686.33
Net Vol	−24855.55

7+969.58



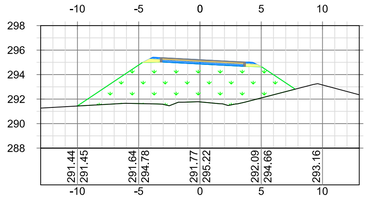
TOTAL VOL. 7+969.58	
Cut Area	0.00
Fill Area	23.14
Cut Vol	0.00
Fill Vol	78.30
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	31764.63
Net Vol	−24933.86

7+980.00



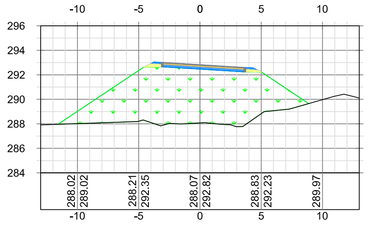
TOTAL VOL. 7+980.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	42.39
Cut Vol	0.00
Fill Vol	342.65
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	32107.28
Net Vol	−25276.50

7+980.25



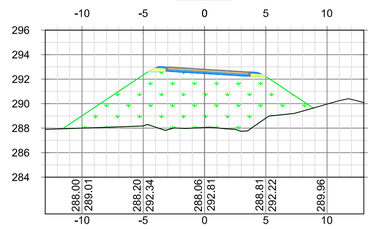
TOTAL VOL. 7+980.25	
Cut Area	0.00
Fill Area	42.92
Cut Vol	0.00
Fill Vol	10.51
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	32117.80
Net Vol	−25287.02

7+999.90



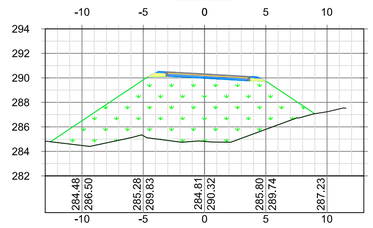
TOTAL VOL. 7+999.90	
Cut Area	0.00
Fill Area	64.32
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1060.36
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	33178.16
Net Vol	−26347.38

8+000.00



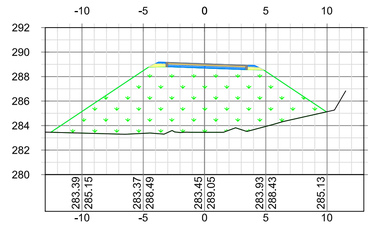
TOTAL VOL. 8+000.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	64.41
Cut Vol	0.00
Fill Vol	6.44
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	33184.60
Net Vol	−26353.82

8+020.00



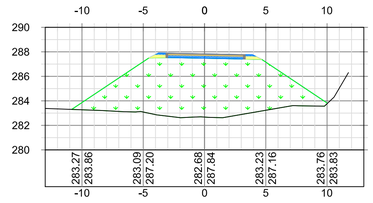
TOTAL VOL. 8+020.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	76.67
Cut Vol	0.00
Fill Vol	1422.45
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	34607.05
Net Vol	−27776.28

8+030.22



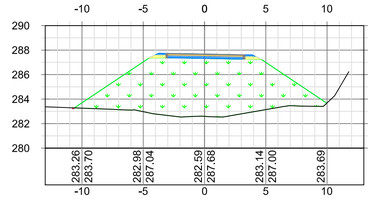
TOTAL VOL. 8+030.22	
Cut Area	0.00
Fill Area	82.23
Cut Vol	0.00
Fill Vol	818.57
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	35425.62
Net Vol	−28594.85

8+040.00



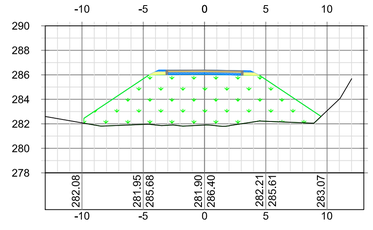
TOTAL VOL. 8+040.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	68.47
Cut Vol	0.00
Fill Vol	737.02
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	36162.64
Net Vol	−29331.86

8+041.23



TOTAL VOL. 8+041.23	
Cut Area	0.01
Fill Area	66.75
Cut Vol	0.00
Fill Vol	83.22
Cum Cut Vol	6830.78
Cum Fill Vol	36245.86
Net Vol	−29415.08

8+051.55



TOTAL VOL. 8+051.55	
Cut Area	0.00
Fill Area	59.85
Cut Vol	0.03
Fill Vol	653.43
Cum Cut Vol	6830.81
Cum Fill Vol	36899.29
Net Vol	−30068.48

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

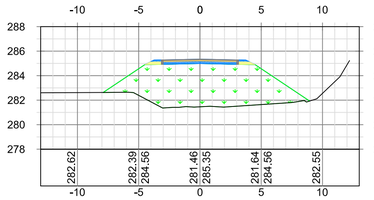
- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

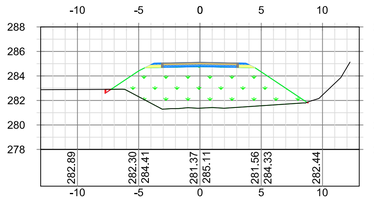
Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 15
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

8+060.00



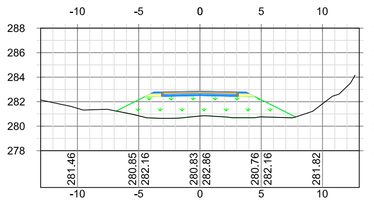
TOTAL VOL. 8+060.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	42.25
Cut Vol	0.00
Fill Vol	431.21
Cum Cut Vol	6830.81
Cum Fill Vol	37330.50
Net Vol	−30499.69

8+061.88



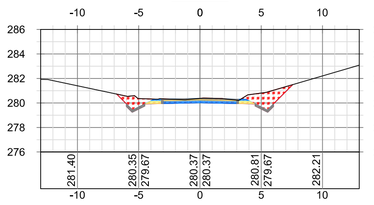
TOTAL VOL. 8+061.88	
Cut Area	0.08
Fill Area	39.36
Cut Vol	0.08
Fill Vol	76.55
Cum Cut Vol	6830.89
Cum Fill Vol	37407.05
Net Vol	−30576.16

8+080.00



TOTAL VOL. 8+080.00	
Cut Area	0.00
Fill Area	20.37
Cut Vol	0.76
Fill Vol	541.35
Cum Cut Vol	6831.65
Cum Fill Vol	37948.40
Net Vol	−31116.75

8+100.00



TOTAL VOL. 8+100.00	
Cut Area	8.16
Fill Area	0.00
Cut Vol	81.58
Fill Vol	203.75
Cum Cut Vol	6913.22
Cum Fill Vol	38152.15
Net Vol	−31238.92

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO GEOMETRICO Y ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE ADOQUINES COMALAPA-CUAPA EST. 6+000 - 8+100

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:

- **Ricardo Luis Araujo B.**
- **Melvin Alexander Benavides D.**
- **Walter Antonio Gaytan A.**

REVISADO POR:

Ing. Juan Carlos Mendoza

Proyecto: **COMALAPA - CUAPA**	Hoja: 16
Fecha: **OCTUBRE-2017**	
Escala: **1:250**	

DOCUMENTOS ADJUNTOS