



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

**DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL RECINTO LOS CAMPOS HASTA
EL INGRESO DEL RECINTO LA MATILDE DEL CANTÓN
SALITRE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Civil

AUTORES:

Anibal Augusto Franco Montecé

Anthony Gabriel Bautista Luna

TUTOR:

Ing. Fausto Francisco Cabrera Morán, MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Anibal Augusto Franco Montecé con documento de identificación N.º 0940187172 y Anthony Gabriel Bautista Luna con documento de identificación N.º 0302955372 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de febrero del año 2024.

Atentamente,


Anibal Augusto Franco Montecé

C.I. 0940187172


Anthony Gabriel Bautista Luna
C.I. 0302955372

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Anibal Augusto Franco Montecé con documento de identificación N.º 0940187172 y Anthony Gabriel Bautista Luna con documento de identificación N.º 0302955372 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL RECINTO LOS CAMPOS HASTA EL INGRESO DEL RECINTO LA MATILDE DEL CANTÓN SALITRE, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO CIVIL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Anibal Augusto Franco Montecé

C.I. 0940187172



Anthony Gabriel Bautista Luna

C.I. 0302955372

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Fausto Francisco Cabrera Morán, MSc. con documento de identificación N.º 0919755272, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL RECINTO LOS CAMPOS HASTA EL INGRESO DEL RECINTO LA MATILDE DEL CANTÓN SALITRE, realizado por Anibal Augusto Franco Montecé con documento de identificación N.º 0940187172 y Anthony Gabriel Bautista Luna con documento de identificación N.º 0302955372, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de febrero del año 2024.

Atentamente,



Ing. Fausto Cabrera Morán, Msc
C.I. 0919755272

AGRADECIMIENTO

Queremos dar las gracias a la Universidad Politécnica Salesiana, por darnos los debidos aprendizajes, conocimientos académicos en su debido 4 años de estudios para fórmanos como unos excelentes profesionales en la carrera de Ingeniería Civil.

Cordialmente queremos expresar nuestro agradecimiento al Ingeniero Leonardo Echeverría, que es un excelente docente que nos ayudó con los debidos aprendizajes profesionales durante nuestros estudios, le damos las gracias por el conocimiento, motivación, apoyo, guía y por el tiempo de enseñanza que nos dio durante la carrera.

Gracias a nuestro tutor el Ingeniero Fausto Cabrera por la debida orientación, su debido tiempo de conocimiento hacia nosotros por guiarnos en nuestro proceso de elaboración de la tesis.

Anibal Augusto Franco Montecé

Anthony Gabriel Bautista Luna

DEDICATORIA

Quiero agradecerle a Dios por la ayuda que le ha dado a mí papá Simón Bolívar Franco Almeida y mi mamá Katuska Del Roció Montecé Caicedo, quienes son los que me han ayudado, educado y por haberme enseñado dar las gracias por todo lo que me han brindado durante esta época de estudio profesional en mi vida. Quiero darle el orgullo a mi papa que en su juventud también quiso ser un profesional, yo se lo estoy dando como un regalo y como un agradecimiento como hijo que soy para darle la felicidad que él quiso en su momento.

También le doy gracias a mis hermanas Genesis y Alanís por estar conmigo y por darme la ayuda en mi época universitaria.

Especialmente le quiero darle las gracias a mi novia María Belén Rivera Moreno por brindarme su apoyo y fue mi consejera de vida.

Anibal Augusto Franco Montecé

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por darme salud y vida, gracias a el cumplí mi sueño y meta que tanto he querido lograr.

Agradezco a mi papá Daniel Bautista y mi mamá Janeth Luna por siempre estar ahí para mí, en mis locuras, el apoyo incondicional que ellos juntos me han sabido brindar en todo este camino, cada sacrificio y perseverancia hacia mí, hoy pueden estar felices de este logro alcanzado en mi vida.

Agradezco a mis hermanos por toda la motivación y apoyo que supe recibir de ellos, son parte importante de esta meta más lograda en mi vida

Anthony Gabriel Bautista Luna

RESUMEN

Este Proyecto Técnico trata acerca de un diseño vial para beneficiar a los moradores del recinto Los Campos, en la cual presenta problemas al transitar en la vía por el mal tratamiento y descuido que habido durante su tiempo de construcción provocando accidentes de tránsito, impactos ambientales y peligro en la salud de la persona, se va a diseñar una vía basada a en las normas de la MTOP y AASHTO-93.

Este diseño vial esta propuesto por varios parámetros con el fin de ayudar y brindar la seguridad a los moradores y turista que entran y salen del recinto. Se va a exponer maneras claras de forma de que un diseño sea de forma eficaz y también contribuyendo con la fluidez vehicular. En resumen, la tesis del diseño de la vía desde el recinto Los Campos hasta el ingreso del recinto La Matilde va acorde a un desarrollo sostenible de forma de optimización y planificación de vías de segunda y tercera clase de manera que sea eficiente y segura para el conductor.

Palabras claves: Diseño vial, Seguridad, Fluidez vehicular

ABSTRACT

This Technical Project is about a road design to benefit the residents of the Los Campos complex, in which there are problems when traveling on the road due to the poor treatment and neglect that occurred during its construction time, causing traffic accidents, environmental impacts and danger. In the health of the person, a path will be designed based on the MTOP and AASHTO-93 standards. This road design is proposed by several parameters in order to help and provide security to residents and tourists who enter and leave the premises. Clear ways will be presented so that the design is effective and also contributes to vehicular fluidity. In summary, the thesis of the design of the road from the Los Campos enclosure to the entrance to the La Matilde enclosure is in accordance with a sustainable development in the form of optimization and planning of second- and third-class roads in a way that is efficient and safe for the driver.

Keywords: Road design, Safety, Vehicle fluidity

ÍNDICE

ÍNDICE	X
Índices de ilustraciones	XVI
1 EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivo Específicos.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.4.1 ÁREA DE ESTUDIO	4
2 MARCO TEORICO	5
2.1 CARRETERA	5
2.1.1 CLASIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LAS CARRETERAS	5
2.1.2 Clasificación Funcional Por Importancia En La Red Vial	9
2.2 TIPO DE TERRENO	10
2.2.1 Terreno plano	10
2.2.2 Terreno montañoso	10
2.2.3 Terreno desértico	11
2.2.4 Terreno pantanoso	11
2.3 VEHICULO DE DISEÑO	11
2.4 TOPOGRAFIA.....	14
2.4.1 Características físicas del relieve	14
2.5 INTENSIDAD DEL TRAFICO	15
2.5.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	16
2.5.2 Proceso de Cálculo del TPDA.....	17
2.5.3 Tipos de recopilación de Datos	17
2.5.4 Muestreo Representativo	17
2.6 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE UNA VÍA	18
2.6.1 Características geométricas más importantes	18
2.7 Alineamiento Horizontal	20
2.7.1 Aspectos clave del alineamiento horizontal	20
2.8 Velocidad de diseño	21
2.8.1 Distancia de visibilidad.	22

2.8.2	Distancia de visibilidad de adelantamiento	26
2.9	CURVAS	29
2.9.1	Curva Horizontal	29
2.9.2	Curvas horizontales simple.....	29
2.9.3	Sobreelevación	31
2.9.4	Factor máximo de fricción lateral y tasa de sobreelevación o peralte.....	31
2.10	Estudio de suelos.....	32
2.10.1	Suelos	32
2.10.2	Análisis Granulométrico.....	33
2.10.3	Pasos básicos de un ensayo Granulométrico.....	34
2.11	Ensayo Proctor	35
2.11.1	Preparación de la Muestra	35
2.11.2	Determinación de la Densidad Seca Máxima.....	36
2.11.3	Determinación del Contenido de Humedad Óptimo	36
2.11.4	Construcción de Curvas de Compactación.....	36
2.11.5	Cálculo de la Densidad Seca Máxima y Contenido de Humedad Óptimo	36
2.11.6	Resultados del Ensayo.....	36
2.12	Ensayos California Bearing Ratio (CBR).....	36
2.12.1	Aplicaciones	36
2.13	Clasificación de los suelos.....	38
2.13.1	Clasificación según su origen.....	39
2.13.2	Clasificación según su comportamiento.....	39
2.13.3	Clasificación geotécnica.....	39
2.14	DISEÑO DE PAVIMENTO.....	39
2.14.1	Pavimento flexible.....	41
2.14.2	Subrasante	42
3	METODOLOGÍA	44
3.1	Conteo vehicular	44
3.1.1	Trafico promedio diario anual (TPDA).....	45
3.1.2	Cálculo del promedio semanal (TPDS).....	45
3.1.3	Factor de ajuste mensual (Fm)	46
3.1.4	Factor de ajuste diario	46
3.1.5	Tráfico Diario	47
3.1.6	Trafico proyectado	48
3.1.7	Clasificación actual de la vía.....	50

3.2	Topografía.....	50
3.3	Estudio de suelos.....	51
	□ Calicata.....	51
3.3.1	Clasificación de la AASHTO.....	53
3.3.2	Calicata 1.....	54
3.3.3	Clasificación de la AASTHO.....	55
3.3.4	Humedad natural.....	55
3.3.5	Limite liquido.....	56
3.3.6	Limite plástico.....	56
3.3.7	Grafica de la calicata 1.....	57
3.3.8	Calicata 2.....	58
3.3.9	Clasificación de la AASTHO.....	59
3.3.10	Humedad natural.....	59
3.3.11	Limite liquido.....	60
3.3.12	Limite plástico.....	60
3.3.13	Clasificación de la AASTHO.....	63
3.3.14	Humedad natural.....	63
3.3.15	Limite liquido.....	64
3.3.16	Limite plástico.....	64
3.3.17	Grafica de la calicata 3.....	65
3.3.18	Ensayo Proctor modificado.....	65
3.3.19	Calicata 1.....	66
3.3.20	Calicata 2.....	67
3.3.21	Grafica calicata 2.....	67
3.3.22	Calicata 3.....	68
3.3.23	Grafica calicata 3.....	68
3.3.24	Ensayo de CBR.....	69
3.3.25	Calicata 1.....	70
3.3.26	Calicata 2.....	72
3.3.27	Calicata 3.....	74
3.3.28	76
3.3.29	Promedio de las 3 calicatas.....	76
3.4	Análisis del Estudio de suelo.....	77
3.5	Diseño geométrico de la vía.....	77
3.5.1	Diseño horizontal.....	77

3.5.2	Por medio de las normas de la MTOP	77
3.5.3	Velocidad de circulación	77
3.5.4	Distancia de visibilidad	78
3.5.5	Distancia de visibilidad de adelantamiento	79
3.5.6	Sección transversal	79
3.6	Método AASHTO-93	80
3.6.1	Diseño de pavimento flexible.....	80
3.6.2	Calculo para hallar nuestro ESA 'S de diseño.....	82
3.6.3	Módulo de resiliente de la subrasante 'Mr'	85
3.6.4	Ecuación para determinar la parte estructural del pavimento.....	85
3.6.5	Coefficiente estructural para Subbase.....	86
3.6.6	Factor de drenaje	87
3.7	Cálculo de la estructura del pavimento	88
3.7.1	Cálculo de numero estructural	88
3.7.2	Señalización Vial.....	90
3.7.3	Seguridad vial.....	94
3.7.4	Alumbramiento vial.....	95
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
4.1	Conclusiones	97
4.2	Recomendaciones	98
	ANEXOS	101
	Anexos1 de Tablas.....	101
	Anexos 2 fotografías	118
	Anexos 3 aprobación de la topografía	140

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de Carreteras Según Condiciones Orográficas	10
TABLA 2 Características de vehículos.....	11
TABLA 3 Censo volumétrico de tráfico.....	18
TABLA 4 Distancias de Parada y de Decisión en Terreno Plano	24
TABLA 5 Distancias de Parada en Pendiente de Bajada y Subida	25
TABLA 6 Distancias de Decisión Para Evitar Maniobra	25
TABLA 7 Distancias Mínimas de Diseño Para Carreteras Rurales de dos Carriles en Metros	28
TABLA 8 Parámetros Básicos	28
Tabla 9 Formato del conteo vehicular	45
Tabla 10 Calculo de Promedio Semanal	46
Tabla 11 Factor De Estacionalidad Mensual.....	46
Tabla 12 Factor de Ajuste Diario.....	46
Tabla 13 Composición del Tráfico	47
Tabla 14 Composición del Tráfico	48
Tabla 15 Tráfico Asignado	48
Tabla 16 Tasas de Crecimiento Vehicular	49
Tabla 17 Proyección de Tráfico a 20 Años.....	49
Tabla 18 Clasificación de la vía en estudio.....	50
Tabla 19 Granulometría Calicata 1.....	54
Tabla 20 Humedad Natural calicata 1.....	55
Tabla 21 Limite Liquido calicata 1	56
Tabla 22 Limite plástico calicata 1	56
Tabla 23 Granulometría calicata 2.....	58
Tabla 24 Humedad natural calicata 2	59
Tabla 25 Limite liquido calicata 2	60
Tabla 26 Limite plástico calicata 2	60
Tabla 27 Granulométrica calicata 3	62
Tabla 28 Humedad natural calicata 3	63
Tabla 29 Limite liquido calicata 3	64
Tabla 30 Limite plástico	64
Tabla 31 Proctor modificado calicata 1	66
Tabla 32 Proctor modificado calicata 2	67
Tabla 33 Proctor modificado calicata 3	68
Tabla 34 CBR CALICATA 1	70
Tabla 35 CBR CALICATA 2.....	72
Tabla 36 CBR CALICATA 3.....	74
Tabla 37 Promedios de los CBR.....	76
Tabla 38 Distancia de velocidad de adelantamiento para carreteras rurales de 2 carriles.....	79
Tabla 39 Periodo de Diseño.....	81
Tabla 40 Ejes de cargas	81
Tabla 41 2Sentidos de carril	81
Tabla 42 cálculo de Esal's.....	82
Tabla 43 Niveles de confiabilidad.....	82

Tabla 44 Desviación Estándar	83
Tabla 45 Índice de serviciabilidad inicial.....	84
Tabla 46 Índice de serviciabilidad final	84
Tabla 47 Categoría de Subrasante.....	87
Tabla 48 Calidad de drenaje.....	88
Tabla 49 Calidad del Drenaje.....	88
Tabla 50 Distancia de Ubicación Anticipada	92
Tabla 51 Calculo para espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase.....	108
Tabla 52 Cuadro de coordenadas del eje del proyecto	142

Índices de ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación Geográfica del cantón Salitre.....	3
Ilustración 2 Imagen satelital	4
Ilustración 3 Camino Agrícola/forestal.....	5
Ilustración 4 Camino Básico.....	6
Ilustración 5 Carretera Convencional Básica	6
Ilustración 6 Carretera De Mediana Capacidad.....	7
Ilustración 7 carretera de mediana capacidad excepcional	7
Ilustración 8 Vías de alta capacidad interurbana (26,6m)	8
Ilustración 9 Vías de alta capacidad interurbana (344,6).....	8
Ilustración 10 Vías de alta capacidad urbana o periurbana.....	9
Ilustración 11 Tipos de Vehículos Motorizados Remolques y Semirremolques.....	12
Ilustración 12 Posibles Combinaciones de Remolques y Semirremolques.....	13
Ilustración 13 Distancia de Peralte.....	23
Ilustración 14 Etapas de Maniobra para Adelantamiento en Carreteras de 2 Carriles.....	27
Ilustración 15 Curva Circular con sus Elementos	30
Ilustración 16 Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales	32
Ilustración 17 Imagen satelital	44
Ilustración 18 Topografía de la vía diseñada.....	51
Ilustración 19 Clasificación de la AASHTO.....	53
Ilustración 20 clasificación del grupo de suelo	55
Ilustración 21 Grafica calicata 1	57
Ilustración 22 Clasificación del grupo de suelo	59
Ilustración 23 Grafica calicata 2.....	61
Ilustración 24 Clasificación del grupo de suelo	63
Ilustración 25 Grafica calicata 3.....	65
Ilustración 26 Grafica calicata 1	66
Ilustración 27 Grafica de curva calicata 2.....	67
<i>Ilustración 28 Grafica de curva calicata 3.....</i>	68
Ilustración 29 Grafica del CBR.....	76
Ilustración 30 Coeficiente estructural de pavimentos.....	85
Ilustración 31 Coeficiente de la capa base de pavimentos.....	86
Ilustración 32 Coeficiente estructural para-Subbase	86
Ilustración 33 Calculo estructural.....	89
Ilustración 34 Sección típica propuesta.....	89
Ilustración 35 Señalización de doble vía.....	90
Ilustración 36 Señalización de Parada de Bus	90
Ilustración 37 Señalización Curva Abierta Izquierda y Derecha.....	91
Ilustración 38 Señalización Bifurcación en Y	91
Ilustración 39 Señalización Cruce de Maquinaria Agrícola	92
Ilustración 40 colocación de Señalizaciones para de bus y cruce de maquinaria agrícola.....	93
Ilustración 41 colocación de señalización de curva	93
Ilustración 42 colocación de señalización parada de bus y intersección de un Y	94
Ilustración 43 Barandas de seguridad para carreteras	94

Ilustración 44 propuesta de barandas en la vía	95
Ilustración 45 vía con poste de luz	95
Ilustración 46 vía con poste de luz	96
Ilustración 47 TPDA lunes 1/01/24	101
Ilustración 48 Histograma del TPDA 1/01/24	102
Ilustración 49 TPDA martes 2/01/24	102
Ilustración 50 Histograma del TPDA 2/01/24	103
Ilustración 51 TPD Miércoles 3/01/24.....	103
Ilustración 52 Histograma del TPDA 3/01/24	104
Ilustración 53 TPDA jueves 4/01/24	104
Ilustración 54 Histograma del TPDA 4/01/24	105
Ilustración 55 TPDA viernes 5/01/24	105
Ilustración 56 Histograma del TPDA 5/01/24	106
Ilustración 57 TPDA sábado 6/01/24.....	106
Ilustración 58 Histograma del TPDA 6/01/24	107
Ilustración 59 TPDA Domingo 7/01/2024	107
Ilustración 60 Histograma del TPDA 7/01/24	109
Ilustración 61 Esfuerzo Deformación calicata 1	109
Ilustración 62 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 1	110
Ilustración 63 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 1	110
Ilustración 64 Esfuerzo y Deformación calicata 1	111
Ilustración 65 CBR calicata 1	111
Ilustración 66 Esfuerzo Deformación calicata 2	112
Ilustración 67 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 2	112
Ilustración 68 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 2	113
Ilustración 69 Esfuerzo y Deformación.....	113
Ilustración 70 CBR Calicata 2.....	114
Ilustración 71Esfuerzo Deformación calicata 3	115
Ilustración 72 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 3	115
Ilustración 73 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 3	116
Ilustración 74 Esfuerzo y Deformación.....	116
Ilustración 75 CBR Calicata 3.....	117
Ilustración 76 CBR de todas las calicatas	117
Ilustración 77 Conteo vehicular	118
Ilustración 78 Conteo vehicular	118
Ilustración 79 Conteo vehicular	119
Ilustración 80 Conteo vehicular	119
Ilustración 81 Toma de puntos	120
Ilustración 82 Toma de puntos	120
Ilustración 83 Colocación de GPS.....	121
Ilustración 84 Punto referencial	121
Ilustración 85 calicata 1.....	122
Ilustración 86 Medición de profundidad de 1.50 metros calicata 1.....	122
Ilustración 87 Medición de profundidad de 1.50 metros calicata 2.....	123
Ilustración 88 Calicata 2.....	123
Ilustración 89 Calicata 3.....	124

Ilustración 90 Medición de 1.50 metros calicata 3.....	124
Ilustración 91 Colocación de muestra en el piso	125
Ilustración 92 Cuarteo de la calicata 1	125
Ilustración 93 Cuarteo de la calicata 2	126
Ilustración 94 Cuarteo de la calicata 3	126
Ilustración 95 tamizado de la muestra.....	127
Ilustración 96 Tamizado de la muestra	127
Ilustración 97 Grava del tamizado calicata 2.....	128
Ilustración 98 Toma de datos calicata 2	128
Ilustración 99 Separación del tamizado grava y fino calicata 1	129
Ilustración 100 Separación del tamizado grava y fino calicata 2.....	129
Ilustración 101 Separación del tamizado grava y fino calicata 3.....	130
Ilustración 102 Ensayo de casa grande.....	130
Ilustración 103 Ensayo de casa grande.....	131
Ilustración 104 Ensayo de limite líquido y plástico calicata 1.....	131
Ilustración 105 Ensayo de limite líquido y plástico calicata 2.....	132
Ilustración 106 Ensayo de limite líquido y plástico calicata 3.....	132
Ilustración 107 Muestra de humedad natural de las 3 calicatas	133
Ilustración 108 Ensayo Proctor calicata 1	133
Ilustración 109 Muestra del ensayo Proctor calicata 1.....	134
Ilustración 110 Ensayo Proctor calicata 2.....	134
Ilustración 111 Muestra del ensayo Proctor calicata 2.....	135
Ilustración 112 Ensayo Proctor calicata 2	135
Ilustración 113 Muestra del ensayo Proctor calicata 3.....	136
Ilustración 114 Muestras de las 3 calicatas al horno	136
Ilustración 115 Ensayo de CBR de las 3 calicatas	137
Ilustración 116 Toma de Lectura inicial 0.....	137
Ilustración 117 Ensayo CBR para colocación de cargas	138
Ilustración 118 Colocación del cilindro en la maquina CBR	138
Ilustración 119 Toma de datos del ensayo CBR.....	139
Ilustración 120 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera.....	139
Ilustración 121 Autorización de la topografía del GAD Salitre	140
Ilustración 122 Autorización de la topografía del GAD Salitre	141
Ilustración 123 Levantamiento topográfico	152
Ilustración 124 Trasado de la nueva curva	152
Ilustración 125 Ancho colateral de 25 metros a cada lado.....	153
Ilustración 126 Perfiles transversales	153
Ilustración 127 Proyección de la nueva vía.....	154
Ilustración 128 Perfiles longitudinales	154
Ilustración 129 Plano del diseño de la vía.....	155

CAPITULO I

1 EL PROBLEMA

La vía actualmente se encuentra en malas condiciones, debido a la mala planificación, proyección y carencia de mantenimiento, en base al desarrollo poblacional y económico del sector comprendido desde el recinto Los Campos hasta el ingreso del recinto La Matilde.

1.1 Planteamiento del problema

La vía desde el recinto los campos hasta el ingreso del recinto la Matilde del cantón Salitre se encuentra en condiciones de que los conductores presentan molestias por el mal estado de la via debido a la falta de mantenimiento, trae consigo problemas como son los daños vehiculares que se presentan en el lugar por falta de señalización, alumbrado, barandas lo que provoca volcamientos vehiculares en el lugar, con el mal diseño de la vía expone peligro para las personas que van de turistas o moradores del sector.

Esta vía que comprende el recinto Los Campos es la vía más rápida que cuenta con varias conexiones comunicando con otros recintos, cantones y provincias del Ecuador, se encuentra de manera inestable por las inseguridades del mal estado que presenta la vía, corriendo el peligro vehículos y habitantes que transiten por la carretera, dando un mal aspecto de una vía eficiente.

En épocas invernales es un peligro generando accidentes de transito por el riesgo de baches e inundaciones, en este recinto se ha visto una tasa del 55% entre ellos accidentes de tránsito por volcamientos, daños en fincas y muertes de peatones tanto en el día y noche por la falta de señalización y alumbrado del recinto.

Con este proyecto, se beneficiará a 200 habitantes que se encuentran en el sector, con un porcentaje del 70% de conductores que pasan a diario por la vía. Se va a proyectar una vía iluminada con señalizaciones, control de velocidad y control de calidad de la vía basado a las normas de la MTOP.

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 Objetivo General

- Diseñar la vía de 1.3 km. desde el recinto Los Campos con el ingreso del recinto La Matilde del cantón Salitre, mejorando la movilidad y accesibilidad del conductor.

1.2.2 Objetivo Específicos

- Realizar un conteo vehicular para determinar un estudio detallado al tráfico a futuro que tendrá la vía.
- Ejecutar un levantamiento topográfico para identificar desniveles presentes en la vía.
- Establecer un estudio de suelo adecuado para el terreno de la vía.
- Diseñar una propuesta de vía basado en las normas técnicas del MTOP.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La propuesta de un proyecto de diseño de la vía en este recinto es crucial para la mejora de diferentes factores:

- Al implementar medidas sostenibles se busca minimizar la huella ecológica contribuyendo a la reducción de la contaminación y la erosión del suelo y proteger los recursos hídricos.
- Garantizar una mejor calidad a la vía significa brindar seguridad al conductor para evitar daños o accidentes en la vía, lo que contribuiría también al aumento del flujo económico.

pues habría un mayor acceso para aquellos que quieran visitar al cantón y principalmente a los moradores del sitio.

- Se planificará una mejor vía que ayude a bajar el porcentaje de accidentes de tránsito, debido que es una vía mal planteada debido al incremento y rendimiento de los conductores y moradores del recinto.
- Esta vía se la va a diseñar de manera turista, agrícola y rápida de forma que se implementará protocolos tanto para impulsar el sistema de mejoramiento con la necesidad de incorporar una estructura de pavimento que brinde una buena circulación a los conductores.

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El recinto Los Campos está ubicado en el cantón Salitre en el centro-este de la provincia del Guayas en la República del Ecuador.

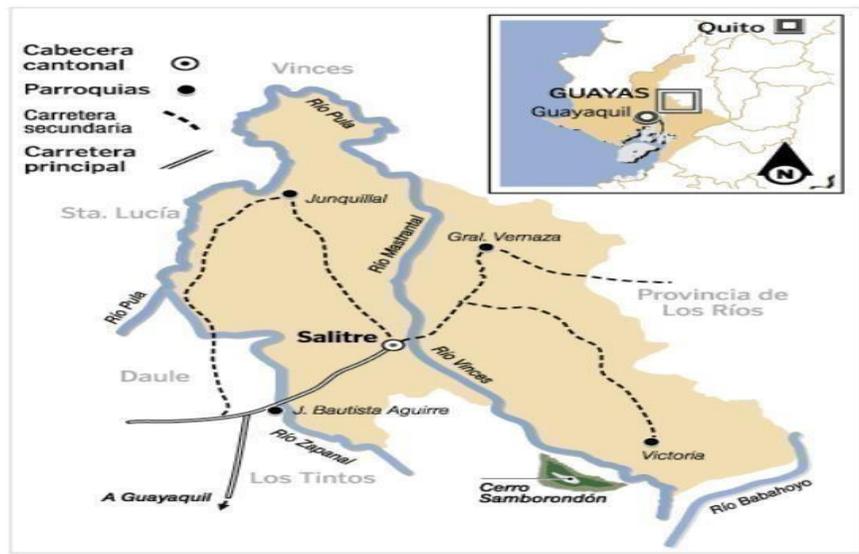


Ilustración 1 Ubicación Geográfica del cantón Salitre

Fuente: (HERRERA, 2021)

ÁREA DE ESTUDIO.

Vía a La Victoria desde el recinto Los Campos hasta la entrada del recinto La Matilde del cantón Salitre, Ecuador.



Ilustración 2 Imagen satelital

Fuente: (Google Earth , 2003)



Ilustración 3 Vía en mal estado

Fuente: (Autores)



Ilustración 4 Vía en mal estado

Fuente: (Autores)

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 CARRETERA.

Una carretera es una ruta de tránsito de importancia para la sociedad y de acceso público, es diseñada principalmente para el desplazamiento de vehículos. Usualmente, se trata de vías destinadas al movimiento de vehículos. Estas carreteras pueden vincularse con propiedades adyacentes mediante puntos de entrada, y es crucial distinguirlas de las autopistas y autovías. (MTOPI, 2012)

2.1.1 CLASIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LAS CARRETERAS.

2.1.1.1 Camino agrícola/forestal

Con una amplitud total de 6 metros, una velocidad de diseño de 40 kilómetros por hora y una inclinación máxima del 16%. (MTOPI, 2012)

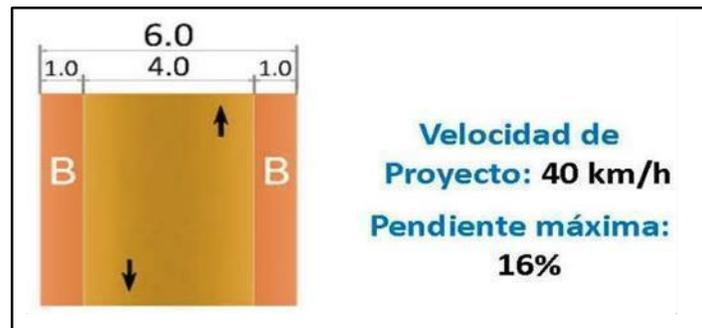


Ilustración 3 Camino Agrícola/forestal

Fuente: (NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12, 2013)

2.1.1.2 Camino Básico

Con una amplitud total de 9 metros, una velocidad de diseño de 60 kilómetros por hora y una inclinación máxima del 14%. (MTOPI, 2012)



Ilustración 4 Camino Básico

Fuente: (MTOP, 2012)

2.1.1.3 Carretera Convencional Básica

Con una amplitud total de 12 metros, una velocidad de diseño de 80 kilómetros por hora y una inclinación máxima del 10%. (MTOP, 2012)



Ilustración 5 Carretera Convencional Básica

Fuente: (MTOP, 2012)

2.1.1.4 Carretera De Mediana Capacidad

Cuando es estándar, tiene un ancho total de 14.3 metros; mientras que, en situaciones

excepcionales, presenta un ancho total de 18 metros. La velocidad de diseño es de 100 kilómetros por hora, y la inclinación máxima es del 8%. (MTOPI, 2012)



Ilustración 6 Carretera De Mediana Capacidad

Fuente: (MTOPI, 2012)



Ilustración 7 carretera de mediana capacidad excepcional

Fuente: (MTOPI, 2012)

2.1.1.5 Vías De Alta Capacidad Interurbana

Con dimensiones de 26.6 metros en un caso y 34.6 metros en otro, una velocidad de diseño de 120 kilómetros por hora y una pendiente máxima del 6% (MTOPI, 2012)

Las vías de alta capacidad deben cumplir con una serie de requisitos adicionales:

1. Deberán contar con un control de accesos para impedir conexiones desde propiedades adyacentes.

2. No podrán tener intersecciones con ninguna otra vía de comunicación.
3. Calzadas separadas para cada sentido de la circulación, salvo en puntos singulares o con carácter temporal.

La separación será preferentemente mediante una franja de terreno no destinada a la circulación y excepcionalmente con otros medios físicos (MTOP, 2012)



Ilustración 8 Vías de alta capacidad interurbana (26,6m)

Fuente: (MTOP, 2012)

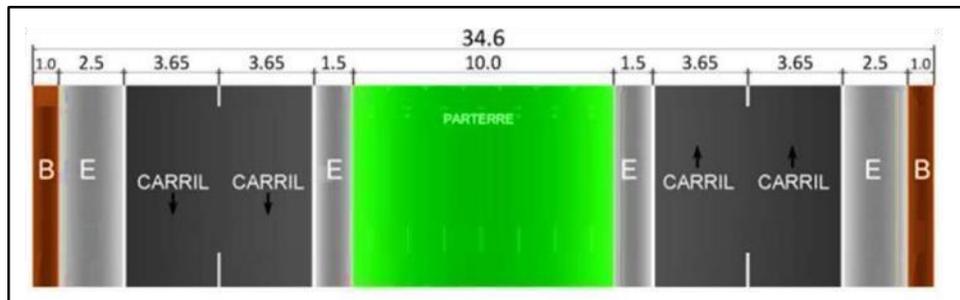


Ilustración 9 Vías de alta capacidad interurbana (34,6)

Fuente: (MTOP, 2012)

2.1.1.6 Vías De Alta Capacidad Urbana o Periurbana

Con un ancho total de 48.6m, velocidad de proyecto de 100 km/h y una pendiente máxima del 8% (MTOP, 2012)

Estas vías deben cumplir con una serie de requisitos adicionales:

1. Deberán contar con un control total de accesos para impedir conexiones desde propiedades adyacentes.

2. No podrán tener intersecciones con ninguna otra vía de comunicación.
3. Se requerirá la presencia de calzadas separadas para cada dirección de tráfico, a excepción de situaciones especiales.

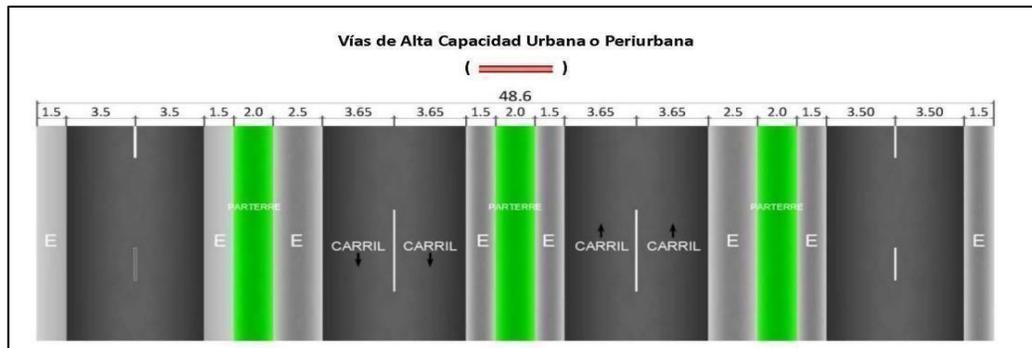


Ilustración 10 Vías de alta capacidad urbana o periurbana

Fuente: (MTOPI, 2012)

2.1.2 Clasificación Funcional Por Importancia En La Red Vial

2.1.2.1 Corredores Arteriales

Se trata de vías que enlazan las capitales provinciales, enlazan los puertos marítimos más importantes con aquellos del Oriente, o establecen conexiones en puntos fronterizos. Estas rutas se distinguen por su dinámica movilidad, pero su accesibilidad es limitada o regulada en diversos tramos. La ejecución de giros y maniobras está restringida y supervisada, y se han establecido parámetros geométricos apropiados para garantizar una circulación eficaz y segura. (MTOPI, 2012)

2.1.2.2 Vías Colectoras

Responsables de recopilar el flujo de tráfico proveniente de áreas rurales o regionales, con el propósito último de dirigir dicho tráfico hacia las arterias principales, todo ello respaldado por normas geométricas apropiadas. (MTOPI, 2012)

2.1.2.3 Caminos Vecinales

Tienen la responsabilidad de recopilar el flujo de vehículos provenientes de comunidades

rurales y áreas de cultivo. (MTOPI, 2012)

2.1.2.4 Clasificación Según las Condiciones Orográficas.

Estas categorías se organizan con base en la topografía natural del terreno, según se detalla en la tabla siguiente: "De acuerdo con el grado de inclinación promedio máximo de la línea de pendiente más pronunciada dentro de la franja original del terreno que atraviesa la carretera.

(MTOPI, 2012)

Tabla 1 Clasificación de Carreteras según Condiciones Orográficas

TIPO DE RELIEVE	MAXIMA INCLINACION MEDIANA
LLANO	$i \leq 5$
ONDULADO	$5 < i \leq 15$
ACCIDENTADO	$15 < i \leq 25$
MUY ACCIDENTADO	$25 < i$

Fuente: (MTOPI, 2012)

2.2 TIPO DE TERRENO

Hay varios tipos de terreno, cada uno con sus propias características y desafíos para la ingeniería civil, en función de su pendiente longitudinal según indicado por (Cárdenas Grisales, 2013).

2.2.1 Terreno plano

Este tipo de terreno es relativamente uniforme con poca variación de elevación. Común en zonas costeras y algunas llanuras. Construir en terrenos llanos es relativamente fácil, pero puede causar problemas de drenaje y erosión. (MTOPI, 2012)

2.2.2 Terreno montañoso

Este tipo de terreno es común en zonas montañosas y cordilleras. Su altura varía mucho y puede ser muy empinada. La construcción en zonas montañosas puede ser un gran desafío, ya que las carreteras y puentes deben construirse sobre terrenos rocosos y empinados.

2.2.3 Terreno desértico

Este tipo de terreno se caracteriza por tener menos vegetación y más arena y grava. La construcción en zonas desérticas puede resultar difícil debido a la falta de agua y la necesidad de construir carreteras y edificios que puedan soportar el calor con las tormentas de arena. (MTOP, 2012)

2.2.4 Terreno pantanoso

El agua y la vegetación abundantes caracterizan este tipo de terreno. Dado que las carreteras y los edificios deben construirse en terrenos inestables y fangosos, la construcción en terrenos pantanosos puede resultar muy difícil. (MTOP, 2012)

2.3 VEHÍCULO DE DISEÑO

Es un término que se refiere a los modelos conceptuales de vehículos que se utilizan en la planificación y diseño de carreteras y otros proyectos de ingeniería civil. Estos modelos se utilizan para determinar las dimensiones y características de las carreteras, como el ancho de los carriles y la altura de los puentes, para asegurar un flujo de vehículos seguro y eficiente.

El diseño del automóvil se basa en las dimensiones y características del automóvil destinado a ser utilizado en una carretera específica. Por ejemplo, el vehículo de diseño para una carretera destinada a ser utilizada principalmente por camiones grandes se basaría en las dimensiones y características típicas de un camión grande. (MTOP, 2003)

TABLA 2 Características de vehículos

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Alturamáxima (m)	2.40	4.10	4.10	4.30
Longitudmáxima(m)	5.80	13.00	20.00	>20.50*
Anchuramáxima(m)	2.10	2.60	2.60	3.00
Radio mínimo de giro (m)				
Ruedainterna	4.70	8.70	10.00	12.00
Ruedaexterna	7.50	12.80	16.00	20.00
Esquinaexterna adelante	7.90	13.40	16.00	20.00

Fuente: (MTOP, 2012)

CUADRO DEMOSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				Largo	Ancho	Alto		
2 D			7	5,00	2,60	3,00		
2DA			10	7,50	2,60	3,50		
2DB			18	12,20	2,60	4,10		
3-A			27	12,20	2,60	4,10		
4-C			31	12,20	2,60	4,10		
4-0			32	12,20	2,60	4,10		
V2DB			18	12,20	2,60	4,10		
V3A			27	12,20	2,60	4,10		
VZS			27	12,20	2,60	4,10		
T2			18	8,50	2,60	4,10		
T3			27	8,50	2,60	4,10		
S3			24	13,00	3,00	4,30		
S2			20	13,00	3,00	4,30		
S1			11	13,00	3,00	4,30		
R2			22	10,00	3,00	4,30		
R3			31	10,00	3,00	4,30		
B1			11	10,00	3,00	4,30		
B2			20	10,00	3,00	4,30		
B3			24	10,00	3,00	4,30		

Ilustración 11 Tipos de Vehículos Motorizados Remolques y semirremolques

Fuente: (MTO, 2012)

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Ilustración 12 Posibles Combinaciones de Remolques y Semirremolques

Fuente: (MTO, 2012)

2.4 TOPOGRAFIA

2.4.1 Características físicas del relieve.

A la hora de determinar las características geométricas de la vía se tienen en cuenta las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, que a su vez puede ser llano o empinado. (MTOP, 2003)

Un terreno es de topografía llana cuando en el trazado del camino no gobiernan las pendientes. Es de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse, con las pendientes longitudinales que se pueden dar al trazado. Y finalmente, un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor. (MTOP, 2003)

Es muy importante identificar el tipo de terreno de la localización en campo de la ubicación así poder realizar el diseño geométrico de acuerdo a nuestra área de estudio, cuando el terreno es plano por lo general, la vía se construye sobreelevada por razones de drenaje, Si la topografía del terreno es montañosa suave se puede decir que es favorable con relación al posible volumen del movimiento de tierras. Si la topografía del terreno es montañosa escarpada, se aumenta considerablemente el volumen del movimiento de tierras, lo cual es crítico cuando la pendiente transversal es igual o mayor al 100%. (MTOP, 2003)

La recopilación de información implica la evaluación de la configuración del terreno mediante técnicas de levantamiento topográfico. Esto incluye el uso de herramientas como estaciones totales, GPS, lidar y otros equipos topográficos. Una vez obtenidos los datos, se crea un conjunto de puntos. Crea una representación digital tridimensional de la topografía del área. Esta agrupación de puntos se utiliza para generar modelos de elevación digitales y otros datos

necesarios para la planificación de carreteras. (MTOPI, 2012)

2.4.1.1 Estación total

Una estación total es un instrumento topográfico utilizado en levantamientos y trabajos de ingeniería para medir distancias, ángulos y elevaciones con alta precisión. Combina un teodolito para medir ángulos horizontales y verticales con un distanciómetro electrónico para determinar distancias. (MTOPI, 2012)

La estación total permite a los topógrafos obtener datos precisos para la creación de mapas, planificación de construcciones y otros proyectos que requieren mediciones detalladas en el terreno. Con frecuencia, las estaciones totales modernas también están equipadas con capacidades de almacenamiento de datos y conexión a dispositivos externos, lo que facilita la transferencia de información a sistemas informáticos para un procesamiento más eficiente (MTOPI, 2012)

2.4.1.2 Prisma topográfico

Un prisma topográfico es un dispositivo utilizado en levantamientos topográficos y trabajos de medición para facilitar la determinación precisa de distancias. Consiste en un prisma de vidrio o plástico montado en una base que se coloca en puntos específicos del terreno. Este prisma refleja la luz de un instrumento de medición, como una estación total o un teodolito, de vuelta hacia el instrumento. Al medir el tiempo que tarda la luz en regresar, se puede calcular la distancia entre el instrumento y el prisma con gran precisión. Los prismas topográficos son esenciales para obtener mediciones precisas en trabajos topográficos, especialmente en situaciones donde las distancias directas son difíciles de medir con precisión. (MTOPI, 2003)

2.5 INTENSIDAD DEL TRAFICO

La intensidad de tráfico se refiere al volumen de vehículos que pasa por un punto específico de una carretera o vía en un período de tiempo determinado. Esta medida se expresa comúnmente en términos de vehículos por hora (VPH) y se utiliza para evaluar la carga de tráfico en una

determinada ubicación. Cuanto mayor sea la intensidad de tráfico, más vehículos transitan por la zona en un intervalo de tiempo dado. Esta información es crucial para el diseño y planificación de carreteras, la gestión del tráfico y la toma de decisiones en ingeniería de transporte. La intensidad de tráfico puede variar según la hora del día, el día de la semana o las condiciones específicas de la carretera, y su medición es esencial para evaluar y mejorar la eficiencia del sistema de transporte. La intensidad de tráfico guarda relación con la densidad y la velocidad media momentánea, y define la conexión entre velocidad, densidad, distancia entre vehículos y capacidad. Su representación es la siguiente. (MTOPI, 2012)

$$Q = N/T$$

Donde:

Q = Vehículos que circulan por unidad de tiempo

N = número total de vehículos que circulan

T = periodo

En general los datos de volumen de tráfico se utilizan para el análisis del tránsito y transporte como:

- Clasificación de las carreteras
- Diseño geométrico de una carretera
- Análisis de capacidad y niveles de servicio

2.5.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) es una medida utilizada en ingeniería de transporte para describir la cantidad promedio de vehículos que circulan por una carretera o vía durante un año. (MTOPI, 2012)

El TPDA es una métrica esencial para evaluar la carga de tráfico a largo plazo, planificar el diseño y mantenimiento de carreteras, así como para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la infraestructura vial y la gestión del tráfico. La recopilación y análisis del TPDA son fundamentales para garantizar una planificación efectiva y sostenible de la red de transporte.

2.5.2 *Proceso de Cálculo del TPDA.*

El proceso de cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) implica recopilar datos de tráfico en un punto específico de una carretera a lo largo de un año y calcular el promedio diario. Aquí hay una explicación breve del proceso:

2.5.3 *Tipos de recopilación de Datos:*

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía. Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. (MTOPI, 2003)

Automáticos: Se instalan contadores de tráfico, como dispositivos de detección de vehículos o estaciones de conteo, en el punto de interés de la carretera. Estos dispositivos registran el número de vehículos que pasan por ese punto durante un período específico, generalmente un día. (MTOPI, 2012)

2.5.4 *Muestreo Representativo*

Los datos se recopilan durante varios días, representando diferentes condiciones de tráfico, días de la semana y estaciones del año. El objetivo es obtener un conjunto de datos que sea representativo de las variaciones en el tráfico a lo largo del año. (MTOPI, 2012)

Cálculo del Promedio Diario: Se suman los recuentos diarios de vehículos recopilados durante el período de muestreo, el total se divide por el número de días en el período de muestreo para obtener el promedio diario. (MTOPI, 2012)

Extrapolación Anual: El promedio diario se multiplica por el número de días en un año para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Esto proporciona una estimación del volumen de tráfico promedio que se espera en ese punto de la carretera durante todo el año. El

proceso de cálculo del TPDA es esencial para comprender la carga de tráfico a lo largo del tiempo y es fundamental en la planificación y diseño de infraestructuras viales, así como en la toma de decisiones relacionadas con el transporte. (MTO, 2012)

TABLA 3 Censo volumétrico de tráfico

HORAS	MOTO A1	LIVIANOS		AUTOBUSIS B	CAMIONES							TOTAL	
		AUTOMOVILIS A2	CAMIONETA A3		C-2	C-3	2-C1	2-C2	3-C1	3-C2	4-C		
0:00-1:00													
1:00-2:00													
2:00-3:00													
3:00-4:00													
4:00-5:00													
5:00-6:00													
6:00-7:00													
7:00-8:00													
8:00-9:00													
9:00-10:00													
10:00-11:00													
11:00-12:00													
12:00-13:00													
13:00-14:00													
14:00-15:00													
15:00-16:00													
16:00-17:00													
17:00-18:00													
18:00-19:00													
19:00-20:00													
20:00-21:00													
21:00-22:00													
22:00-23:00													
23:00-24:00													
TOTAL													

Evencos	
pasados	conversión a
motociclos	Evencos
Total Evencos	0 En una hora

Evencos	1 día
---------	-------

1 día	1 año
0	0

Fuente: (MTO, 2003)

2.6 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE UNA VÍA

Las características geométricas de una vía se refieren a las dimensiones y configuraciones físicas de la carretera. Estas características son esenciales para el diseño y la planificación del trazado vial. (MTO, 2003)

2.6.1 Características geométricas más importantes

- **Ancho de la Calzada**

Es la distancia entre los bordes exteriores de dos carriles adyacentes. El ancho de la calzada puede variar según el número de carriles y el tipo de carretera.

- **Número de Carriles:**

Indica la cantidad de carriles disponibles para el tráfico en una dirección. Las carreteras pueden tener uno o varios carriles en cada dirección.

- **Bermas:**

Son áreas no pavimentadas a lo largo de los bordes de la calzada. Las bermas proporcionan espacio adicional y actúan como áreas de seguridad.

- **Radio de Giro:**

Representa el radio de una curva en la carretera. Un radio de giro adecuado es crucial para facilitar maniobras seguras y cómodas.

- **Peralte:**

Es la inclinación transversal de la carretera en curvas. El peralte ayuda a contrarrestar la fuerza centrífuga en curvas, mejorando la estabilidad.

- **Cunetas:**

Son canales a lo largo de los bordes de la carretera que recogen y dirigen el agua de lluvia lejos de la calzada, evitando inundaciones y erosionando.

- **Intersecciones:**

Incluyen cruces de carreteras, rotondas o cualquier punto donde dos o más vías se encuentran. El diseño de intersecciones es fundamental para la fluidez y seguridad del tráfico.

- **Señalización Vial:**

Incluye marcas viales, señales de tráfico y otros dispositivos para guiar y regular el flujo vehicular. La señalización es una parte importante de la geometría de la vía.

- **Desniveles y Pendientes:**

Los cambios de elevación en la carretera, como colinas y valles, así como las pendientes

longitudinales, afectan la visibilidad y la eficiencia del tráfico.

- **Áreas de Descanso y Estacionamiento:**

Zonas designadas para detenerse, descansar o estacionar vehículos a lo largo de la carretera.

- **Distancia de visibilidad**

Es la distancia en la que un conductor puede ver claramente la vía hacia adelante. Esto es crucial para la seguridad al anticipar obstáculos o vehículos que se aproximan.

Estas características geométricas se seleccionan y diseñan considerando factores como la velocidad de diseño, el tipo de tráfico, la seguridad y la topografía del terreno. La geometría de la vía juega un papel crucial en la eficiencia y seguridad del sistema de transporte.

2.7 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal en ingeniería de carreteras se refiere a la disposición y configuración de la carretera en el plano horizontal, es decir, en el nivel del suelo. Este aspecto del diseño vial se ocupa de la forma en que la carretera se curva o mantiene recta en el plano horizontal.

2.7.1 Aspectos clave del alineamiento horizontal

- **Curvas y Rectas:**

El alineamiento horizontal puede incluir segmentos rectos y curvos a lo largo de la carretera. Las curvas se diseñan para adaptarse a la topografía del terreno y proporcionar una conducción segura y cómoda.

- **Radio de Curvatura:**

El radio de curvatura define la suavidad de una curva. Se selecciona según la velocidad de diseño de la carretera y otros factores para garantizar la seguridad y comodidad del tráfico.

- **Transiciones Suaves:**

Las transiciones entre curvas y rectas se diseñan para ser suaves, evitando cambios bruscos que puedan afectar la estabilidad de los vehículos y la experiencia de conducción.

- **Super elevación:**

La super elevación es la inclinación de la carretera en las curvas para contrarrestar la fuerza centrífuga y mejorar la seguridad. Se ajusta según la velocidad y el radio de la curva.

- **Normativas y Estándares:**

El diseño del alineamiento horizontal está sujeto a normativas y estándares específicos que varían según la velocidad de diseño de la carretera, el tipo de terreno y otros criterios.

- **Topografía del Terreno:**

La topografía del terreno influye en el diseño del alineamiento horizontal. Se buscan soluciones que minimicen la necesidad de cortes y terraplenes excesivos.

- **Planificación Futura:**

En el diseño, se considera la planificación a largo plazo, anticipando posibles expansiones o modificaciones futuras del trazado de la carretera.

2.8 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. (MTOP, 2003)

La velocidad de diseño también conocida como velocidad de proyecto o velocidad de operación, se refiere a la velocidad a la cual se supone que los vehículos deben viajar de manera segura y eficiente en una carretera específica. Esta velocidad se establece durante el proceso de diseñovial y tiene un impacto significativo en la geometría de la carretera, incluido el alineamiento

horizontal y vertical, así como en la selección de otros elementos de diseño. es esencial para el diseño vial ya que influye en la geometría de la carretera y afecta directamente la seguridad y eficiencia del tráfico. Se selecciona cuidadosamente para equilibrar la necesidad de un flujo vehicular eficiente con la seguridad y comodidad del usuario. (MTOP, 2003)

Tabla 3 Relación de la Velocidad de Operación con la Velocidad de Diseño Para Carretera de Dos Carriles

VELOCIDAD DE DISEÑO- Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO- Km/h VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Fuente: (MTOP, 2012)

2.8.1 Distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad es la distancia que un conductor puede ver claramente en la carretera, ya sea recta o en curva, desde su posición actual hasta un punto específico. Es un elemento crucial en el diseño y la planificación de carreteras para garantizar la seguridad vial. Hay varios tipos de distancia de visibilidad que se consideran en el diseño vial: (MTOP, 2012)

2.8.1.1 Distancia de Visibilidad de Parada (DVP):

Es la distancia que debe estar libre de obstáculos visuales para permitir que un conductor detenga su vehículo de manera segura en caso de una emergencia.

2.8.1.2 Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (DVA):

Es la distancia necesaria para que un conductor pueda adelantar a otro vehículo de manera segura y regresar a su carril antes de la llegada de vehículos en sentido contrario.

2.8.1.3 *Distancia de Visibilidad de Intersección (DVI):*

Se refiere a la distancia necesaria para que un conductor pueda ver y anticipar la presencia de vehículos en una intersección antes de llegar a ella. Estos conceptos son fundamentales para garantizar que los conductores tengan una visión clara y suficiente para tomar decisiones seguras al conducir. El diseño de carreteras debe considerar factores como la velocidad de diseño, el tipo de carretera, la topografía y las condiciones ambientales para determinar las distancias de visibilidad adecuadas. (MTO, 2012)

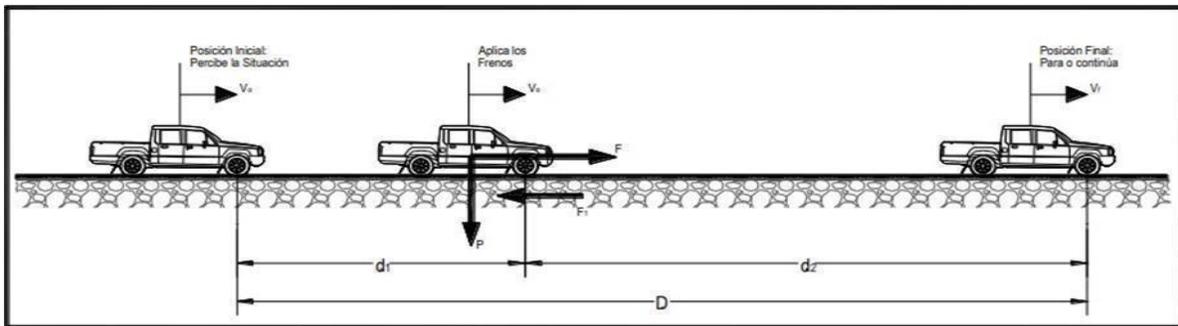


Ilustración 13 Distancia de Parada

Fuente: (NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12, 2013)

“La distancia de visibilidad de parada en su primer componente, d_1 , se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:” (MTO, 2012)

$$d_1 = 0.278 vt \text{ (m)}$$

“Cuando el obstáculo es esperado, el tiempo de reacción puede ser desde 0.6 segundos hasta 2.0 segundos para los conductores más lentos en reaccionar. En situaciones inesperadas, el tiempo de reacción puede incrementarse en un 35 por ciento, elevando el dato más restrictivo a 2.7 segundos.” (MTO, 2012)

Donde:

v = Velocidad inicial, en kilómetros por hora.

t = Tiempo de percepción y reacción, que ya se indicó es de 2.5 seg.

La distancia de frenado, **d2**, se calcula por medio de la expresión que se muestra a continuación:

$$d2 = v^2 / 254 f \text{ (m)}$$

Las siguientes tablas, nos muestran las distancias de visibilidad de parada en terreno plano, en pendiente y de decisión, estas dan como resultado al aplicar las fórmulas que fueron mencionadas anteriormente. (MTOPI, 2012)

I. Terreno plano

TABLA 4 Distancias de Parada y de Decisión en Terreno Plano

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coeficiente de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
		tiempo (s)	Distancia (m)			
30	30 - 30	2.5	20.8 - 20.8	0.40	8.8 - 8.8	30 - 30
40	40 - 40	2.5	27.8 - 27.8	0.38	16.6 - 16.6	45 - 45
50	47 - 50	2.5	32.6 - 34.7	0.35	24.8 - 28.1	57 - 63
60	55 - 60	2.5	38.2 - 41.7	0.33	36.1 - 42.9	74 - 85
70	67 - 70	2.5	43.8 - 48.6	0.31	50.4 - 62.2	94 - 111
80	70 - 80	2.5	48.6 - 55.6	0.30	64.2 - 83.9	113 - 139
90	77 - 90	2.5	53.5 - 62.4	0.30	77.7 - 106.2	131 - 169
100	85 - 100	2.5	59.0 - 69.4	0.29	98.0 - 135.6	157 - 205
110	91 - 110	2.5	63.2 - 76.4	0.28	116.3 - 170.0	180 - 246

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

II. Pendiente de bajada y subida

TABLA 5 Distancias de Parada en Pendiente de Bajada y Subida

Velocidad de Diseño	Distancia de Parada en Bajadas (m)			Distancia de Parada en Subidas (m)		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.40	31.20	32.20	29.00	28.50	28.00
40	45.70	47.50	49.50	43.20	42.10	41.20
50	65.50	68.60	72.60	55.50	53.80	52.40
60	88.90	94.20	100.80	71.30	68.70	66.60
70	117.50	125.80	136.30	89.70	85.90	82.80
80	148.80	160.50	175.50	107.10	102.20	98.10
90	180.60	195.40	214.40	124.20	118.80	113.40
100	220.80	240.60	256.90	147.90	140.30	133.90
110	267.00	296.90	327.10	168.40	159.10	151.30

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

III. Distancia para evitar maniobras

TABLA 6 Distancias de Decisión Para Evitar Maniobra

Velocidad de Diseño	Distancia de Decisión para Evitar la Maniobra (m)				
	a	b	c	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

2.8.2 *Distancia de visibilidad de adelantamiento*

La Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (DVA) es la distancia requerida en una carretera para que un conductor pueda adelantar a otro vehículo de manera segura y regresar a su carril original antes de la llegada de cualquier vehículo en sentido contrario. Este concepto es crucial para prevenir colisiones frontales y garantizar maniobras de adelantamiento seguras. (MTOPI, 2012)

El valor de esta distancia se obtiene a través de la suma de cuatro distancias individuales, las cuales se desglosan a continuación. Cada una de estas distancias se establece siguiendo las descripciones siguientes:

La distancia de retardo inicial (d_1) se determina empleando la siguiente fórmula:

$$d_1 = 0.278 t_1 (v - m + a(t_1/2))$$

Donde:

v = velocidad promedio del vehículo que rebasa, en kilómetros por hora.

t_1 = Tiempo de maniobra inicial en segundos.

a = Aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo durante el inicio de la maniobra.

m = Diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa en kilómetros por hora.

La distancia de adelantamiento (d_2) se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_2 = 0.278 v t_2$$

Donde:

v = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora

t_2 = Tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos.

opuesto (d_4): esta distancia se define como dos tercios ($\frac{2}{3}$) de la distancia d_2 .

Tras haber aplicado las fórmulas mencionadas previamente, se exponen a continuación las extensiones de visibilidad para rebasar a velocidades que oscilan entre 30 km/h y 100 km/h, en intervalos de 10 km/h.

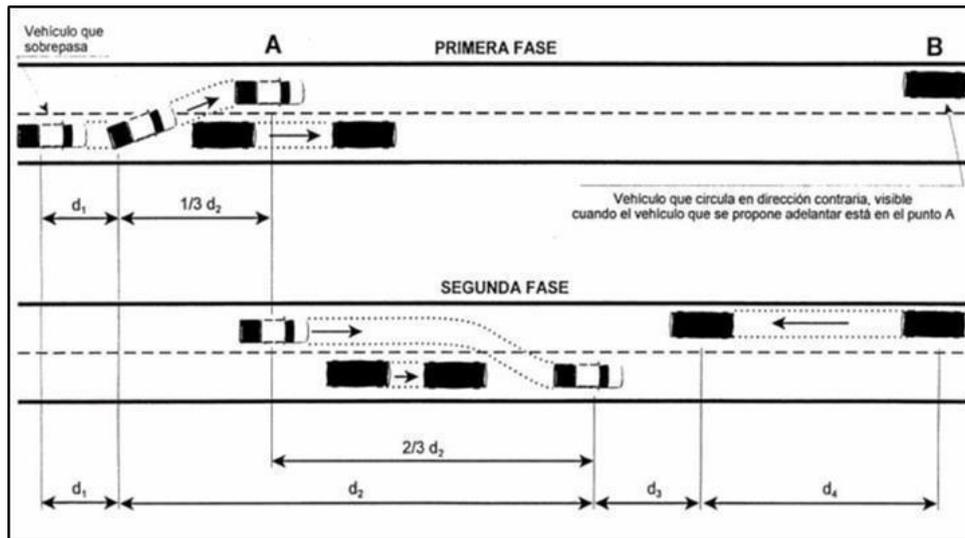


Ilustración 14 Etapas de Maniobra para Adelantamiento en Carreteras de 2 Carriles

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

TABLA 7 Distancias Mínimas de Diseño Para Carreteras Rurales de dos Carriles en Metros.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebas	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

TABLA 8 Parámetros Básicos

Velocidad promedio de adelantamiento (Km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Maniobra Inicial	2.25	2.3	2.37	4.41
A= Aceleración promedio (km/h/s)				
t ₁ = tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d ₁ = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupación carril izquierdo				
t ₂ = tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d ₂ = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud libre				
d ₃ = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima				
d ₄ = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total = d ₁ +d ₂ +d ₃ +d ₄ (m)	315	445	580	725

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

2.9 CURVAS

2.9.1 *Curva Horizontal*

La disposición horizontal hace referencia a cómo una carretera o calle se curva en el plano horizontal. Esta curvatura se expresa en grados y se emplea para definir el radio de una curva horizontal. El grado de curvatura (G_c) es el ángulo en el centro de un círculo con radio R , correspondiente a un arco de 100 pies o 20 metros, según el sistema de medidas empleado. (MTOP, 2012)

$$G_c = 1145.92 / R$$

El diseño adecuado del radio de las curvas es esencial para lograr un tránsito seguro y eficiente en carreteras. Los ingenieros de tráfico y planificadores viales utilizan esta medida para proporcionar condiciones de conducción que se ajusten a las velocidades de diseño y minimicen los riesgos asociados con las curvas en la carretera. (MTOP, 2012)

2.9.2 *Curvas horizontales simple*

Son las más habituales se usan para caminos utilizan un valor de radio determinado y sirven para conectar dos líneas rectas, se clasifican en los siguientes elementos (MTOP, 2012)

- **PI:** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
- **PC:** Punto en donde empieza la curva simple.
- **PT:** Punto en donde termina la curva simple.
- **α :** Ángulo de deflexión de las tangentes.
- **Δ_c :** Ángulo central de la curvatura principal.

En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

- **θ :** Ángulo de deflexión de la curva circular.

Ángulo entre el alargamiento de la tangente en el PC y tangente en el punto considerado. Su fórmula es:

$$\theta = G_c * 1/20$$

- **GC:** Grado de curvatura de la curva circular.
- **RC:** Radio de curvatura circular.
- **T:** Tangente de la curvatura.
- **E:** External.

Mínima distancia entre PI y la curva

$$E = R(\sec \alpha/2 - 1)$$

- **M:** Ordenada media.

Distancia de la flecha en el punto medio de la curva. Su fórmula es: $M = R - R \cos \alpha/2$

- **C:** Cuerda.

Recta comprendida entre 2 puntos de la curva $C = 2R \sin \theta/2$

- **CL:** Cuerda larga.

Unión de los puntos de la curva PC y PT $CL = 2 R \sin \alpha/2$

- **L:** Longitud del arco.
- **Lc:** Longitud de la curva circular.

Distancia del arco entre PC y PT. Su fórmula es: $L_c = R \tan (\alpha/2)$

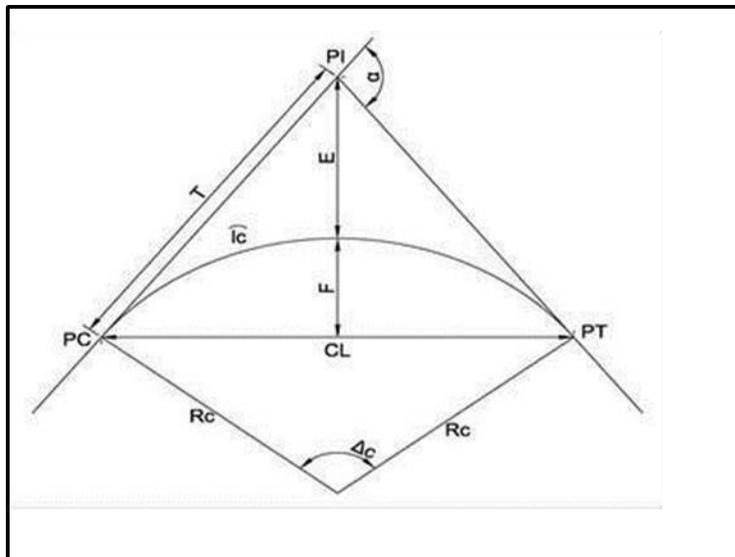


Ilustración 15 Curva Circular con sus Elementos

Fuente: (NORMAECUATORIANA VIAL NEVI-12, 2013)

2.9.3 Sobreelevación

El peralte en una carretera se refiere a la inclinación transversal de la superficie de la calzada en una curva horizontal. Es un elemento del diseño vial que tiene como objetivo contrarrestar la fuerza centrífuga generada cuando un vehículo se desplaza en una curva. La fuerza centrífuga tiende a empujar los vehículos hacia afuera de la curva, y el peralte ayuda a contrarrestar este efecto al inclinar la carretera (MTOP, 2012)

2.9.4 Factor máximo de fricción lateral y tasa de sobreelevación o peralte

El factor máximo de fricción lateral, también conocido como coeficiente de fricción lateral máxima y la tasa de super elevación o peralte están relacionados en el diseño vial, especialmente en curvas horizontales. Aquí hay una explicación sobre ambos conceptos: (MTOP, 2012)

2.9.4.1 Factor Máximo de Fricción Lateral:

El factor máximo de fricción lateral es una medida de la capacidad de los neumáticos de un vehículo para mantener adherencia y resistir el deslizamiento lateral en una carretera. Este factor depende de varios factores, como el tipo de pavimento, el estado de la carretera y las condiciones climáticas. se utiliza en fórmulas de diseño para determinar la velocidad máxima segura en una curva. (MTOP, 2012)

2.9.4.2 Tasa de Super elevación o Peralte:

La tasa de super elevación es la inclinación transversal de la carretera en una curva horizontal. Se expresa como un porcentaje y representa la relación entre la altura de la super elevación y la distancia horizontal a lo largo de la curva. La super elevación se utiliza para contrarrestar la fuerza centrífuga en una curva y mejorar la estabilidad del vehículo. (MTOP, 2012)



NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE II 1 000 – 3 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾					CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾																									
	RECOMENDABLE		ABSOLUTA			RECOMENDABLE		ABSOLUTA			RECOMENDABLE		ABSOLUTA			RECOMENDABLE		ABSOLUTA			RECOMENDABLE		ABSOLUTA																							
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾																
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽²⁾																
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	180	110	70	180	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	35	40	55	35	25																
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	365	690	365	415	690	640	490	640	540	345	640	585	415	585	415	270	480	390	210	390	150	110	390	210	150	210	150	110																
Peralte	MAXIMO = 10%															10% (Para V > 50 K.P.H.)					8% (Para V < 50 K.P.H.)																									
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2																
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3																
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	12	5	6	8	14																
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																													
Ancho de pavimento (m)	7,3		7,3		7,0		6,70		6,70		6,00		6,00		6,00		4,00 ⁽⁵⁾																													
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Horcigón					Carpetas Asfálticas					Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.					D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado					Capa Granular o Empedrado																									
Ancho de espaldones ⁽⁶⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)					—																						
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0					2,0					2,0					4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)					4,0																									
Gradiente transversal para espaldones (%)	3,0 ⁽⁷⁾ - 4,0					2,0 - 4,0					2,0 - 4,0					4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)					—																									
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																													
Puentes:	Carga de diseño HS - 20 - 44 HS - MOP HS - 25 SERÁ LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES 0,50 m mínimo a cada lado																																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																													

- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- 2) Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 3) En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- 4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- 6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- 7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- 8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20 \text{ Km/h}$ y $R = 15 \text{ m}$ siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Ilustración 16 Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales

Fuente: (MTOP, 2012)

2.10 Estudio de suelos

2.10.1 Suelos

El suelo es el material natural que forma la superficie terrestre. Interactúa directamente con las estructuras construidas sobre él. Comprender las propiedades y el comportamiento del suelo es esencial para planificar, construir y mantener una variedad de infraestructura civil, incluidos caminos, puentes, edificios, cimientos y represas. El estudio de suelos es fundamental para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras construidas en un lugar específico. La información obtenida se utiliza para tomar decisiones informadas en el diseño y la construcción, minimizando los riesgos asociados con las condiciones geotécnicas del sitio (López Maldonado, G., & Alonso Troyano, C., 2020)

2.10.1.1 Propiedades físicas

➤ Densidad

- Porosidad
- Textura
- Estructura
- Consistencia

2.10.1.2 *Propiedades mecánicas*

- Capacidad de carga
- Compresibilidad
- Permeabilidad
- Cohesión
- Ángulo de fricción interna
- Compacidad
- Suelo expansivo

2.10.2 *Análisis Granulométrico.*

El análisis granulométrico es un procedimiento utilizado en el estudio de suelos y materiales granulares para determinar la distribución de tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo. Este análisis es esencial para comprender las propiedades físicas del suelo y su comportamiento en diversas aplicaciones de ingeniería, como la compactación, la filtración y la capacidad de carga. (López Maldonado, G., & Alonso Troyano, C., 2020)

2.10.2.1 *Proceso del análisis granulométrico*

- Muestra de suelo
- Tamizado
- Curva granulométrica

2.10.3 Pasos básicos de un ensayo Granulométrico

➤ **Preparación de la Muestra:**

Se toma una muestra representativa del suelo o agregado en el lugar de interés. La muestra se seca para eliminar la humedad y se tamiza para separar las partículas de diferentes tamaños.

➤ **Pesado de Fracciones:**

Las fracciones de suelo o agregado obtenidas mediante tamizado se pesan. Cada fracción corresponde a un rango de tamaños de partículas definido por los tamices utilizados.

➤ **Cálculo de Porcentajes Acumulados:**

Se calculan los porcentajes acumulados de cada fracción en función del tamaño de partícula. Estos porcentajes se utilizan para construir la curva granulométrica.

➤ **Construcción de la Curva Granulométrica:**

Se representa gráficamente la curva granulométrica, que muestra la relación entre los porcentajes acumulados y los tamaños de partículas. La curva ayuda a visualizar la distribución de tamaños en la muestra.

➤ **Determinación de Parámetros Granulométricos:**

A partir de la curva granulométrica, se pueden determinar varios parámetros, como el tamaño D50 (diámetro medio) que divide la muestra en dos partes iguales en peso, y otros índices que describen la uniformidad y la fineza del material.

➤ **Interpretación de Resultados:**

Los resultados del análisis granulométrico proporcionan información sobre la textura del suelo o agregado, influyendo en propiedades como la permeabilidad, compactibilidad y capacidad

de drenaje.

➤ **Normativas y Estándares:**

Es importante seguir las normativas y estándares específicos al realizar un análisis granulométrico. Estos estándares pueden variar según la ubicación y el propósito del análisis (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

2.11 Ensayo Proctor

La prueba Proctor es un procedimiento de laboratorio que se utiliza para determinar la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo.

Este ensayo es de fundamental importancia en ingeniería geotécnica y es ampliamente utilizado para evaluar la compresibilidad de suelos, especialmente suelos utilizados en la construcción de terraplenes, caminos, cimientos y otras estructuras.

Hay dos tipos de pruebas de Proctor: Proctor regular y Proctor modificado. El propósito de un Proctor convencional es determinar la densidad seca máxima del suelo y el contenido de humedad ideal para lograr esa densidad.

Está formado por un molde cilíndrico de 1 litro de capacidad, en el que se insertan tres capas de material, cuidadosamente comprimido con un martillo de 2,5 kg, que cae libremente desde una altura de 305 mm.

La vigilancia modificada utiliza más energía porque la prueba requiere equipo de manipulación más pesado y una mayor altura de caída. Además, hay tres niveles de energía de compresión (normal, promedio y modificado) que se pueden usar según el tipo de proyecto.

2.11.1 Pasos básicos del Ensayo Proctor:

2.11.2 Preparación de la Muestra.

Se toma una muestra representativa del suelo en el lugar de interés. La muestra se seca y se tamiza para eliminar partículas grandes y agregados.

2.11.3 Determinación de la Densidad Seca Máxima.

Se elige la energía de compactación (Proctor estándar o modificado) y se prepara la muestra con diferentes contenidos de humedad. Para cada contenido de humedad, se compacta la muestra en capas sucesivas utilizando un martillo estándar o un pisón modificado.

2.11.4 Determinación del Contenido de Humedad Óptimo.

Después de compactar, se determina el contenido de humedad para cada muestra. Se identifica el contenido de humedad óptimo que resulta en la densidad seca máxima.

2.11.5 Construcción de Curvas de Compactación.

Los resultados se utilizan para construir curvas de compactación, que representan la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad para diferentes energías de compactación.

2.11.6 Cálculo de la Densidad Seca Máxima y Contenido de Humedad Óptimo.

Se determina la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo a partir de las curvas de compactación.

2.11.7 Resultados del Ensayo

Los resultados se expresan como la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo. Estos valores son esenciales para el diseño de estructuras y terraplenes.

2.12 Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

El Ensayo California Bearing Ratio (CBR) es un método de prueba estándar utilizado para evaluar la capacidad de soporte relativa de un suelo subyacente en condiciones específicas. Este ensayo es crucial en la ingeniería de carreteras y pavimentos para determinar la resistencia de un suelo al ser compactado y sometido a carga. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

2.12.1 Aplicaciones

El ensayo CBR es esencial en el diseño de pavimentos y carreteras. Proporciona

información crucial sobre la calidad del suelo y su capacidad para soportar cargas, lo que influye en decisiones de diseño y construcción.

2.12.1.1 Pasos Básicos.

✓ Preparación de la Muestra:

Se toma una muestra representativa del suelo en el lugar de interés. La muestra se prepara y seca para eliminar la humedad y se tamiza para eliminar partículas grandes. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

✓ Preparación de la Muestra para el Ensayo:

Se coloca la muestra en un molde cilíndrico en capas, compactándola en cada capa con un esfuerzo específico. Este proceso simula la compactación del suelo en el campo. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

✓ Saturometría (Opcional):

En algunos casos, se puede llevar a cabo un proceso de saturometría para saturar la muestra con agua. Esto simula condiciones de terreno saturado. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

✓ Perforación y Penetración:

Se utiliza un pistón de penetración estándar con un área de contacto específica. Este pistón se introduce en la muestra a una velocidad constante, midiendo la carga aplicada y la penetración del pistón. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

✓ Carga Estándar y Penetración:

Se aplica una carga estándar y se mide la penetración. Esta medición se repite a intervalos específicos de carga. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

✓ **Elaboración de Curvas CBR:**

Los resultados se utilizan para trazar curvas CBR que representan la relación entre la carga aplicada y la penetración. (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

2.13 Clasificación de los suelos

La clasificación de los suelos es un proceso que organiza y categoriza los diferentes tipos de suelos en función de sus propiedades físicas y composición. Esta clasificación es esencial en la ingeniería geotécnica para comprender el comportamiento del suelo y tomar decisiones informadas en el diseño de estructuras y cimentaciones. La clasificación de suelos se basa comúnmente en el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado (Unified Soil Classification System - USCS). Aquí se describen las principales categorías de clasificación de suelos: (López Maldonado, G., & Alonso Troyano, C., 2020)

Grava (G):

- Partículas con diámetros mayores a 4.75 mm.
- Se subdividen en grava bien graduada (GW), grava mal graduada (GP), grava con finos (GM), y grava limosa (GC) según la cantidad de finos presentes.

Arenas (S):

- Partículas con diámetros entre 0.075 mm y 4.75 mm.
- Se subdividen en arena bien graduada (SW), arena mal graduada (SP), arena con finos (SM), y arena limosa (SC) según la cantidad de finos presentes.

Limos (M):

- Partículas con diámetros entre 0.005 mm y 0.075 mm.
- Se subdividen en limo bien graduado (ML), limo mal graduado (CL), y limo limoso (OL).

Arcillas (C):

- Partículas con diámetros menores a 0.005 mm.

- Se subdividen en arcilla bien graduada (CH), arcilla mal graduada (CL), y arcilla limosa (CL).

Suelos Orgánicos (O):

- Suelos que contienen una cantidad significativa de materia orgánica. Se clasifican como Pt (turba) o Po (otros suelos orgánicos).

Suelos Inorgánicos Orgánicos (Pt):

- Suelos con contenido significativo de turba.

2.13.1 Clasificación según su origen

- Residuo del suelo: Se forma en el sitio cuando la roca madre se descompone y se convierte en suelo. A menudo están influenciados por el tipo de lecho rocoso y el clima local.
- Suelo transportado: formado por la deposición de sedimentos transportados por el agua, el viento o el hielo. Pueden ser aluviales (depósitos fluviales), eólicas (depósitos eólicos) o glaciares (depósitos glaciares).

Clasificación según su comportamiento

- Suelos expansivos: Los suelos como las arcillas expansivas sufren cambios de volumen significativos en respuesta a cambios en el contenido de humedad.
- Suelos colapsables: El suelo puede colapsar y encogerse debido a la separación del agua o a las cargas aplicadas. Suelen ser suelos arcillosos.

2.13.2 Clasificación geotécnica

- Suelos cohesivos: Incluyen arcillas y limos con propiedades cohesivas y plásticas.
- Suelos granulares: Incluyen arenas y gravas que tienden a ser más drenantes, pero menos cohesivos.
- Suelos orgánicos: Contienen una alta proporción de materia orgánica.

2.14 DISEÑO DE PAVIMENTO

El diseño del pavimento es una etapa crucial en la ingeniería de carreteras y consiste en la

selección y especificación de materiales y espesores adecuados para construir una superficie de rodadura que sea duradera y segura. Se presentan los aspectos clave del diseño del pavimento:

1. Investigación del Tráfico:

- Se realiza un estudio del tráfico para comprender la cantidad y tipo de vehículos que utilizarán la carretera. Esto incluye el tráfico actual y las proyecciones futuras.

2. Análisis del Suelo:

- Se lleva a cabo un estudio geotécnico para evaluar las propiedades del suelo en la ubicación de la carretera. Esto incluye pruebas de CBR (California Bearing Ratio) y análisis granulométricos.

3. Selección de Materiales:

- Se eligen materiales de base y subbase, como agregados, gravas y arenas, en función de las propiedades geotécnicas del suelo y los requerimientos de carga.

4. Determinación de Espesores:

- Con base en el análisis del tráfico y las propiedades del suelo, se determinan los espesores óptimos de las capas de pavimento, incluyendo la subrasante, subbase, base y superficie de rodadura.

5. Análisis Mecanicista-Empírico (ME):

- Se puede utilizar un enfoque Mecanicista-Empírico para evaluar el comportamiento estructural del pavimento y calcular los espesores necesarios para cumplir con los criterios de desempeño.

6. Drenaje:

- Se incorporan sistemas de drenaje para evitar problemas de acumulación de agua en el pavimento, ya que el agua puede debilitar la estructura del pavimento y afectar la capacidad de carga.

7. Consideraciones Climáticas:

- Se tienen en cuenta las condiciones climáticas locales al seleccionar materiales y espesores. Las variaciones de temperatura y la presencia de hielo y nieve pueden afectar el rendimiento del pavimento.

8. Diseño de Mezclas Asfálticas (en caso de pavimentos asfálticos):

- Si se utiliza asfalto, se realiza un diseño de mezcla asfáltica para especificar la combinación de agregados y asfalto que cumpla con los requisitos de durabilidad y resistencia.

9. Consideraciones Ambientales:

- Se tienen en cuenta las consideraciones ambientales, como la posibilidad de reciclaje de materiales y prácticas sostenibles.

10. Control de Calidad:

- Se establecen procedimientos de control de calidad para garantizar que la construcción del pavimento cumpla con las especificaciones de diseño.

2.14.1 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles son un tipo de estructura de pavimento utilizado comúnmente en carreteras y otras infraestructuras de transporte. Estos pavimentos se denominan "flexibles" porque su estructura se caracteriza por tener capas flexibles y deformables, lo que les permite distribuir las cargas de tráfico de manera eficiente. Aquí se describen los componentes típicos de un pavimento flexible: (Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunii, AB, 2015)

A. Capa de Rodadura (Superficie de Rodadura):

Es la capa superior del pavimento, la que está en contacto directo con las ruedas de los vehículos. Suele estar compuesta por asfalto (mezcla asfáltica) en el caso de pavimentos asfálticos, o concreto asfáltico en algunos casos.

B. Capa de Base:

Situada debajo de la capa de rodadura, la capa de base tiene la función de distribuir las cargas y proporcionar soporte estructural. Puede estar compuesta por material granular, como grava o agregado triturado.

C. Subbase:

Esta capa está ubicada debajo de la capa de base y actúa como una capa de transición entre la base y la subrasante. También puede estar compuesta por materiales granulares.

D. Subrasante:

Es la capa inferior del pavimento, ubicada directamente sobre el terreno natural. La subrasante proporciona apoyo al sistema de pavimentación y ayuda a distribuir las cargas hacia el suelo subyacente.

En un pavimento flexible, la capacidad de carga se distribuye a través de la flexión y deformación de las capas, lo que permite adaptarse a las cargas del tráfico y a las variaciones en las condiciones del suelo. Los pavimentos flexibles son especialmente eficientes en áreas donde el suelo puede experimentar expansión y contracción debido a cambios estacionales y condiciones climáticas.

2.14.2 Subrasante

La subrasante es la capa de suelo natural ubicada directamente debajo de la estructura del pavimento, y es la capa más profunda en un sistema de pavimento. Esta capa se encuentra entre la base del pavimento y el suelo de fundación, y su propósito principal es proporcionar soporte estructural al sistema de pavimentación. La subrasante también juega un papel crucial en la distribución de las cargas del tráfico hacia el suelo subyacente. Algunos aspectos importantes sobre la subrasante incluyen:

✓ **Soporte de Cargas:**

- La subrasante debe tener la capacidad de soportar las cargas transmitidas por el pavimento y el tráfico que lo utiliza. Su resistencia y capacidad de carga son factores fundamentales en la integridad estructural del pavimento.

✓ **Compactación y Homogeneidad:**

- Se busca que la subrasante esté compactada de manera adecuada y que sea homogénea en su composición para evitar asentamientos y deformaciones que puedan afectar la superficie del pavimento.

✓ **Drenaje:**

- La capacidad de drenaje de la subrasante es esencial para evitar problemas relacionados con la acumulación de agua. Un buen drenaje ayuda a mantener la estabilidad del suelo y evita la saturación que podría debilitar la subrasante.

✓ **Evaluación Geotécnica:**

- Antes de la construcción del pavimento, se realiza una evaluación geotécnica para entender las propiedades del suelo en la subrasante. Esto puede incluir pruebas de compactación, análisis granulométricos y pruebas de resistencia del suelo.

✓ **Corrección de Problemas:**

- Si se identifican problemas en la subrasante durante la evaluación geotécnica, es posible que se deban realizar correcciones, como la estabilización del suelo, para garantizar un soporte adecuado para el pavimento.

La calidad y la adecuada preparación de la subrasante son esenciales para la durabilidad y el rendimiento a largo plazo de un pavimento. Un buen diseño y construcción del pavimento deben tener en cuenta las condiciones de la subrasante para garantizar un sistema de pavimentación robusto y resistente.

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA

Este proyecto técnico está enfocado en diseñar una nueva vía en la cual se lo está realizando con los siguientes parámetros como: El Transito Promedio Diario Anual (TPDA) haciendo un respectivo conteo vehicular semanal, se tuvo que realizar un levantamiento topográfico para determinar los errores y desniveles que tiene la vía, se hará un debido estudio de suelo para determinar qué tipo de suelo tiene la vía y para planificar el tipo de pavimento que va a soportar la vía dando entender que calidad y seguridad van a tener los conductores al momento de transitarla vía con su respectivo diseño, se colocara señalización, salvaguardias y alumbrado en la via diseñada.

3.1 Conteo vehicular

El conteo vehicular se lo realiza con su respectivo tiempo para saber el tipo de flujo vehicular que entra y sale de un tramo al otro en la que se puede apreciar en el día, semana, mes y año, se recolecta los datos obtenidos de los conteos para poder ver y realizar que tráfico se puede apreciaren un futuro para determinar qué tipo de diseño vamos a hacer a base de las normas MTOP.

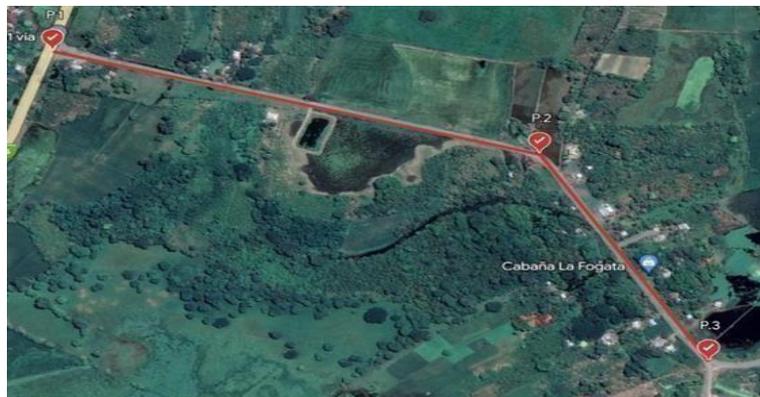


Ilustración 17 Imagen satelital

Fuente: (Google Earth)

3.1.1 Trafico promedio diario anual (TPDA)

Usamos esta plantilla para realizar nuestro conteo vehicular y para determinar el flujo de vehiculos pasan en cada hora establecida

3.1.2 Cálculo del promedio semanal (TPDS)

Usamos esta fórmula para determinar el (TPDS)

$$T.P.D.S = \sum \frac{Dn}{m} + \sum \frac{De}{m}$$

conteovehicular								
Fecha:	1/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2-S	3-S	2-S1	2-S2	3-S2
6 AM-7 AM								
7 AM-8 AM								
8 AM-9 AM								
9AM -10 AM								
10AM -11 AM								
11AM -12PM								
12PM-13 PM								
13 PM -14 PM								
14 PM -15 PM								
15 PM -16 PM								
16 PM -17 PM								
17PM-18 PM								
TOTAL								
SUMA TOTAL								

Dn= Días normales (lunes hasta viernes)

De= fin de semana (sábado y domingo)

m= Numero de días del conteo vehicular

Tabla 9 Formato del conteo vehicular

Fuente: (Autores)

Tabla 10 Calculo de Promedio Semanal

CALCULO DEL PROMEDIODIARIO SEMANAL			
DN	3779		
DE	1109		
M	7		
TPDS	698	VEHICULOS/DIAS EN AMBOS SENTIDO	

Fuente: (Autores)

TPDS= 698 VEHICULOS/DIAS EN AMBOS SENTIDOS

3.1.3 Factor de ajuste mensual (F_m)

Como se hizo el conteo vehicular en enero pudimos determinar por medio de las normas del factor de estacionalidad mensual es de 1,07.

Tabla 11 Factor De Estacionalidad Mensual

FACTOR DE AJUSTE MENSUAL	
MES	FACTOR
ENERO	1,07

Fuente: (MTOPI, 2003)

3.1.4 Factor de ajuste diario

El conteo vehicular semanal.

Tabla 12 Factor de Ajuste Diario

FACTOR DE AJUSTE DIARIO			
DIAS	CONTEO DIARIO	% DEL CONTEO	FACTOR DE EXPANSION
LUNES	517	0,74	1,35
MARTES	877	1,26	0,80
MIERCOLES	763	1,09	0,92
JUEVES	796	1,14	0,88
VIERNES	826	1,18	0,85
SABADO	547	0,78	1,28
DOMINGO	562	0,80	1,24
TOTAL	4888	1	1

FACTOR: 1

TPDA=TPDS*(FM)*(FD)		
TPDA=	747	VEHICULOS/DIAS EN AMBOS SENTIDOS

Fuente: (Autores)

TPDA=747 VEHICULOS/DIAS EN AMBOS SENTIDOS

3.1.5 Tráfico Diario

Logramos proyectar el flujo de vehículos en un tiempo determinado de manera de como va fluyendo en tráfico.

El tráfico proyectado es de 25%

Tabla 13 Composición del Tráfico

TRAFICO DIARIO	
TRAFICOASIGNADO=TPDAEXISTENTE+TG	TG= 186
TRAFICOGENERADO=25% TPDA EXISTENTE	TASIG= 933
TRAFICOGENERADO= 0,25*747	TRAFICO GENERADO=186

Fuente: (Autores)

Tabla 14 Composición del Tráfico

PROYECCION A 25 AÑOS

COMPOSICION DEL TRAFICO		
TIPODE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	500	71,63
BUSES	150	21,48
PESADOS	48	6,78
TOTAL	698	100

Fuente: (Autores)

Tabla 15 Tráfico Asignado

TRAFICO ASIGNADO		
TIPODE VEHICULO	NUMERO	%
LIVIANOS	668	71,63
BUSES	202	21,48
PESADOS	63	6,78
TOTAL	933	100

Fuente: (Autores)

3.1.6 Tráfico proyectado

Nosotros vamos a hacer una proyección de 20 años para determinar el cambio de flujo vehicular que se va a presentar en el lugar.

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Tf= Tráfico futuro

Ta= Tráfico actual

i= Tasa de crecimiento vehicular

n= Número de años

Tabla 16 Tasas de Crecimiento Vehicular

Tasas de crecimiento	Livianos	Buses	Camiones
2020-2030	3,37	1,8	2,02
2030-2040	3,06	1,63	1,84

Fuente: (MTOPI, 2012)

Se utilizo los datos del año 2020 hasta el 2040 en la cual eso nos ayuda a sacar las proyecciones de cómo va a hacer nuestro tráfico proyectado en 20 años.

Tabla 17 Proyección de Tráfico a 20 Años

TRAFICO EN 20 AÑOS								
N	AÑO	CRECIMIENTO	LIVIANOS	CRECIMIENTO	BUSES	CRECIMIENTO	CAMIONES	TOTAL
1	2024	3.37	668	1.80	202	2.02	63	933
2	2025	3.37	690	1.80	205	2.02	64	959
3	2026	3.37	713	1.80	208	2.02	65	986
4	2027	3.37	737	1.80	211	2.02	66	1014
5	2028	3.37	761	1.80	214	2.02	67	1042
6	2029	3.37	786	1.80	217	2.02	68	1071
7	2030	3.06	810	1.63	220	1.84	69	1099
8	2031	3.06	834	1.63	223	1.84	70	1127
9	2032	3.06	859	1.63	226	1.84	71	1156
10	2033	3.06	885	1.63	229	1.84	72	1186
11	2034	3.06	912	1.63	232	1.84	73	1217
12	2035	3.06	1191	1.63	235	1.84	74	1500
13	2036	3.06	1227	1.63	238	1.84	75	1540
14	2037	3.06	1264	1.63	241	1.84	76	1581
15	2038	3.06	1302	1.63	244	1.84	77	1623
16	2039	3.06	1341	1.63	247	1.84	78	1666
17	2040	3.06	1382	1.63	250	1.84	79	1711
18	2041	3.06	1424	1.63	253	1.84	80	1757
19	2042	3.06	1467	1.63	256	1.84	81	1804
20	2043	3.06	1511	1.63	259	1.84	82	1852
2044	2044	3.06	1557	1.63	262	1.84	83	1902

Fuente: (Autores)

3.1.7 Clasificación actual de la vía

Basadas a las Normas de Diseño Geométrico del MTOP nuestro diseño de carretera es de clase 2.

Tabla 18 Clasificación de la vía en estudio

CLASIFICACION DE LA VIA		CLASE II MOP
TERRENO		PLANO
VELOCIDAD		90KM
ANCHODEL PAVIMENTO		7 M
RADIOMINIMO EN CURVAS		275
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA		135
DISTANCIA DE VISIBILIDAD REBASAMIENTO		640
PERALTE		10%
CURVASVERTICALES CONVEXAS		43
CURVASVERTICALES CONCAVAS		31
GRADIENTE LONGITUDINAL MAXIMA		4
GRADIENTE LONGITUDINAL MINIMA		0,50%
CLASE DEPAVIMENTO		CARPETAASFALTICA
GRADIENTETRANSVERSAL DEL PAVIMENTO		2%

Fuente: (Autores)

3.2 Topografía

Para realizar nuestro levantamiento topográfico usamos una estación total, tuvimos que sacar 3 puntos referenciales para realizar nuestro levantamiento topográfico, para sacar los desniveles que tiene la vía y para mejorar la curvatura que se ve mal proyectada.

Para hacer la curvatura tuvimos que guiarnos por medio de la MTOP y por medio del TPDA que salió se pudo ver qué tipo de vía es, en la cual es un vía de segunda orden con un ancho de vía de 7 m y el radio de curvatura de 275metros

1 punto abscisado 0+0.50

2 punto abscisado 0+770

3 punto abscisado 1+300

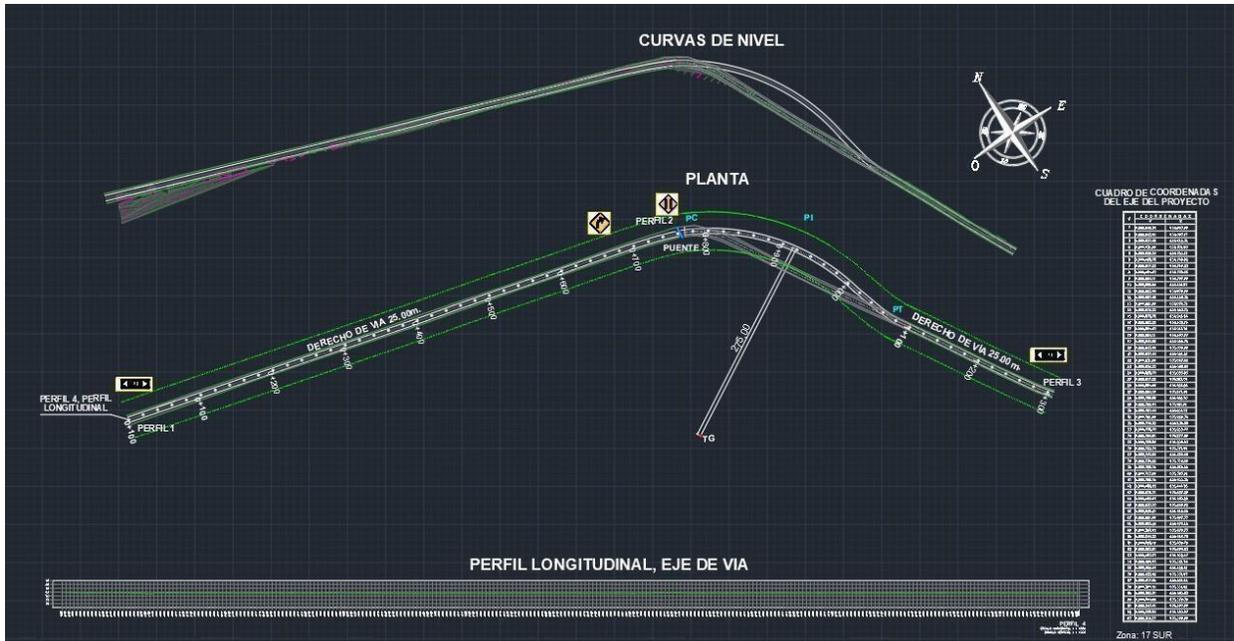


Ilustración 18 Topografía de la vía diseñada

Fuente: (Autores)

3.3 Estudio de suelos

Para realizar el estudio de suelo se tuvo que sacar 3 muestras en cada punto de la carretera con una medida de 40*1.50 de profundidad, con esas muestras de las calicatas se puede determinar los siguientes ensayos como el análisis granulométrico, humedad natural, limite líquido, limite plástico, Proctor modificado y el CBR.

- **Calicata**

La calicata se lo hace antes de que comience la construcción para garantizar las condiciones adecuadas del terreno para la inversión.

El equipo de excavación recolectará muestras de suelo de varias profundidades y luego evaluará varios aspectos, como la ubicación del nivel freático y el grado de contaminación del suelo.

Perforar agujeros es una forma eficaz de evitar problemas futuros y ahorrar dinero en defectos no deseados causados por las condiciones del terreno. Por lo tanto, esta es una parte importante del estudio del sitio antes de que comience la construcción.

- ***Granulometría***

El ensayo granulométrico de las normas ASTM D-422 nos ayuda a examinar y comprender el tamaño de las partículas y sedimentos presentes en una muestra y evaluar su importancia en función de la composición del suelo que representan. (López Maldonado, G., & Alonso Troyano, C., 2020)

Este tipo de análisis se realiza por tamizado o sedimentación y el tamaño de partícula es muy pequeño, se utiliza una serie de tamices para separar el material en fracciones de tamaño de partículas más pequeñas.

Si el análisis de partículas es suficiente para grava y arena, entonces para arcilla y limo, turba y arcilla es necesario complementar las pruebas con pruebas para determinar la plasticidad del material.

3.3.1 Clasificación de la AASHTO

Tabla de clasificación de suelos según norma AASHTO y aplicación de Roadtec

Grupo	Subgrupo	Descripción del tipo de Suelo	Componentes	% por tamiz			Lim. Líquidez	Índice de plasticidad	Uso de Roadtec	Dosis Nominal: dn (l/m ²)	Factor de Tráfico: FT (Ver 3)	Factor de Ambiente: FA (Ver 4)	Dosis Recomendada (l/m ²)
				2 mm	0.425 mm (#40)	0.075 mm (#200)							
A-1	A-1-a	Suelos granulados de grava o arena con granulometría gruesa, incluyen un cierto porcentaje de finos.	Fragmentos de piedra, arena o pedregullo	50 máx	30 máx	15 máx			Recomendado el uso para la estabilización de suelos y reducción de polvo.	1,3	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
	A-1-b	Suelos granulados de grava o arena de granulometría media con un importante porcentaje de finos.			50 máx	25 máx				1,2	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
A-2	A-2-4	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos.				35 máx	40 máx	10 máx	Recomendado el uso para la estabilización de suelos y reducción de polvo si se verifican las siguientes condiciones óptimas %<#40<45, 10<-%#200<25. Ver 1.	1,2'	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
	A-2-5	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos.				35 máx	41 mín	10 máx		1,2'	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
	A-2-6	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un contenido de arcilla.				35 máx	40 máx	11 mín		1,2'	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
	A-2-7	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto índice de plasticidad.				35 máx	41 mín	11 mín		1,1'	Entre 1 y 1.5	Entre 1 y 1.5	min (2,0, dn*FT*FA)
A-3	Arenas finas	Arena		51 mín	10 máx		no plástico	N/A					
A-4	Suelos limosos de arena, sedimentos y finos de baja compresión.	Limo			36 mín	40 máx	10 máx	Estabilizador de suelos. Facilita compactación. No recomendado para control de polvo.					

Ilustración 19 Clasificación de la AASHTO

Fuente: (Roadtec, 2018)

3.3.2 Calicata 1

- Se la hizo con un ancho de 40*1.50 de profundidad
- Se pudo determinar que es un suelo con un cierto porcentaje elevado de grava, arenoso y poco suelo fino.

Tabla 19 Granulometría Calicata 1

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)					
TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"		-	-	100	
3/4"		-	-	100	
1/2"		-	-	100	
3/8"	3003,50	3.003,50	32	68	
N°4	1452,00	4.455,50	48	52	
< N°4					
N°8	1161,60				
N°10	360,70	4.816,20	52	48	
N°40	2357,10	7.173,30	78	22	
N°50	803,50				
N°100	856,00				
N°200	123,00	7.296,30	79	21	
< N°200	23,10		21		
TOTAL	10.140,50				
	Tara	633			
	T. +Suelo	11790,00	CUARTEO(PESO)		
	P. HUM.	11157,00	P. SECO	9246,72	grms
			DESPUES	9.246,72	grms

GRAVA	48 %	ARENA	31 %	FINOS	21 %
--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

	HUMEDAD NATURAL:		20,66	%
CLASIFICACION:	LIMITE LIQUIDO:		31,63	%

SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	-3,33 %
AASTHO	A-1-b	INDICE DE GRUPO:	0

Fuente: (Autores)

3.3.3 Clasificación de la AASTHO

Grupo	Subgrupo	Descripción del tipo de Suelo	Componentes
A-1	A-1-a	Suelos granulados de grava o arena con granulometría gruesa, incluyen un cierto porcentaje de finos.	Fragmentos de piedra, arena o pedregullo
	A-1-b	Suelos granulados de grava o arena de granulometría media con un importante porcentaje de finos.	

Ilustración 20 Clasificación del grupo de suelo

Fuente: (Roadtec, 2018)

3.3.4 Humedad natural:

Procedimos a coger nuestra muestra y la pusimos en una funda ziploc para que se conserve su humedad natural y para poder sacar nuestra humedad de la primera calicata.

Tabla 20 Humedad Natural calicata 1

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
L-7		48,40	42,50	13,10	20,07	
L-28		42,40	37,30	13,30	21,25	
						20,66

Fuente: (Autores)

3.3.5 Límite líquido

Sirve para poder determinar el contenido de agua de la muestra haciendo el ensayo de Casagrande.

Tabla 21 Límite Líquido calicata 1

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
l1	19	27,20	24,00	14,60	34,04	
l1.1	24	26,50	23,80	14,90	30,34	
l1.1.1	25	27,10	24,00	14,00	31,00	
l1.1.1.1	30	26,70	23,70	13,90	30,61	
l1.1.1.1.1	35	27,00	23,90	15,00	34,83	
						31,63

Fuente: (Autores)

3.3.6 Límite plástico

Es un ensayo que nos demuestra hasta qué punto llega agrietarse haciendo tiritas de 3mm de diámetro.

Tabla 22 Límite plástico calicata 1

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
P1	----	17,60	16,90	14,50	29,17	
P1.1	----	16,10	15,50	14,00	40,00	
P1.1.1	----	16,20	15,70	14,30	35,71	
P1.1.1.1	----	16,50	15,80	14,20	43,75	
						34,96

Fuente: (Autores)

3.3.7 Grafica de la calicata 1

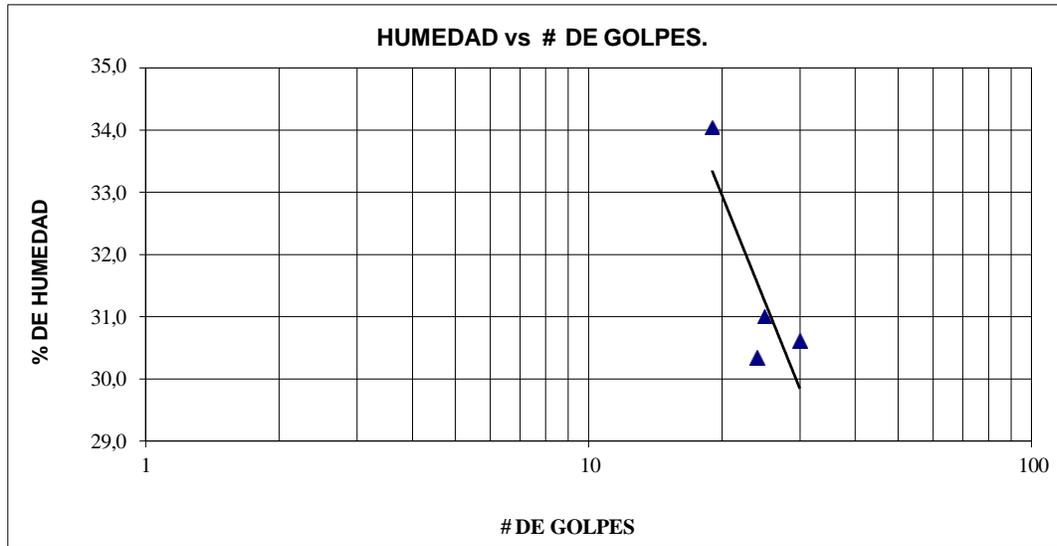


Ilustración 21 Grafica calicata 1

Fuente: (Autores)

3.3.8 Calicata 2

- Se la hizo con un ancho de 40*1.50 de profundidad
- Se pude determinar que es un suelo con bastante grava y poco suelo fino.

Tabla 23 Granulometría calicata 2

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)					
TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"	5289,70	5.289,70	51	49	
Nº4	1855,10	7.144,80	69	31	
< Nº4					
Nº8	1295,90				
Nº10	233,00	7.377,80	72	28	
Nº40	1694,10	9.071,90	88	12	
Nº50	286,00				
Nº100	545,20				
Nº200	366,20	9.438,10	92	8	
< Nº200	340,00		8		
TOTAL	11.905,20				
	Tara	633			
	T. +Suelo	12970,00	CUARTEO(PESO)		
	P. HUM.	12337,00	P. SECO	10311,49	grms
			DESPUES	10.311,49	grms

GRAVA	69 %	ARENA	22 %	FINOS	8 %
--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	------------

		HUMEDAD NATURAL:		19,64	%
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:		33,56	%
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:		4,05	%
AASTHO	A-1-a	INDICE DE GRUPO:		0	

Fuente: (autores)

3.3.9 Clasificación de la AASTHO

Grupo	Subgrupo	Descripción del tipo de Suelo	Componentes
A-1	A-1-a	Suelos granulados de grava o arena con granulometría gruesa, incluyen un cierto porcentaje de finos.	Fragmentos de piedra, arena o pedregullo
	A-1-b	Suelos granulados de grava o arena de granulometría media con un importante porcentaje de finos.	

Ilustración 22 Clasificación del grupo de suelo

Fuente: (Roadtec, 2018)

3.3.10 Humedad natural:

Procedimos a coger nuestra muestra y la pusimos en una funda ziploc para que se conserve su humedad natural y para poder sacar nuestra humedad de la segunda calicata.

Tabla 24 Humedad natural calicata 2

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
L-3		48,40	43,00	13,20	18,12	
L-25		52,90	46,00	13,40	21,17	
						19,64

Fuente: (Autores)

3.3.11 Límite líquido

Sirve para poder determinar el contenido de agua de la muestra haciendo el ensayo de Casagrande.

Tabla 25 Límite líquido calicata 2

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
l2	18	29,30	28,00	14,30	9,49	
l2.2	22	37,70	35,00	14,40	13,11	
l2.2.2	24	28,90	26,00	13,40	23,02	
l2.2.2.2	26	27,70	26,30	13,80	11,20	
l2.2.2.2.2	30	31,10	27,80	14,20	24,26	
						33,56

Fuente: (Autores)

3.3.12 Límite plástico

Es un ensayo que nos demuestra hasta qué punto llega agrietarse haciendo tiritas de 3mm de diámetro.

Tabla 26 Límite plástico calicata 2

LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
P2	----	16,70	15,90	13,90	40,00	
P2.2	----	17,40	16,50	13,50	30,00	
P2.2.2	----	17,80	17,30	14,60	18,52	
P2.2.2.2	----	17,20	16,00	14,20	66,67	
						29,51

Fuente: (Autores)

Grafica de la calicata 2

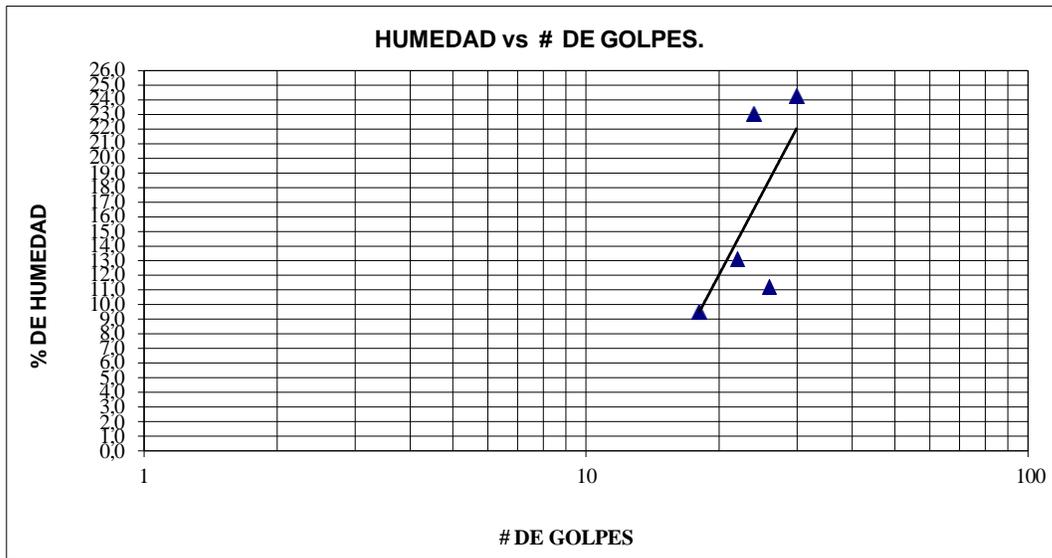


Ilustración 23 Grafica calicata 2

Fuente: (Autores)

Calicata 3

- Se la hizo con un ancho de 40*1.50 de profundidad
- Se pude determinar que es un suelo con bastante grava y suelo fino

Tabla 27 Granulometría calicata 3

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)					
TAMIZ	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"		-	-	100	
¾"		-	-	100	
½"		-	-	100	
3/8"	1621,10	1.621,10	22	78	
Nº4	1152,20	2.773,30	37	63	
< Nº4					
Nº8	1090,40				
Nº10	269,30	3.042,60	41	59	
Nº40	1253,90	4.296,50	58	42	
Nº50	400,40				
Nº100	905,60				
Nº200	381,00	4.677,50	63	37	
< Nº200	305,60		37		
TOTAL	7.379,50				
	Tara	63			
	T. +Suelo	8949,10	CUARTEO(PESO)		
	P. HUM.	8316,10	P. SECO	7402,68	grms
			DESPUES	7.402,68	grms
GRAVA	37 %	ARENA	26 %	FINOS	37 %
CLASIFICACION:			HUMEDAD NATURAL:		12,34 %
			LIMITE LIQUIDO:		34,67 %

SUCS	GM	INDICE PLASTICO:		5,05
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:		0

Fuente: (Autores)

3.3.13 Clasificación de la AASTHO

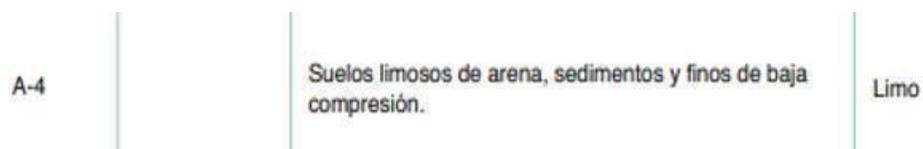


Ilustración 24 Clasificación del grupo de suelo

Fuente: (Roadtec, 2018)

3.3.14 Humedad natural:

Procedimos a coger nuestra muestra y la pusimos en una funda ziploc para que se conserve su humedad natural y para poder sacar nuestra humedad de la tercera calicata.

Tabla 28 Humedad natural calicata 3

HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
L-25		47,00	43,20	13,90	12,97	
L-20		48,80	45,10	13,50	11,71	
						12,34

Fuente: (Autores)

3.3.15 Límite líquido

Sirve para poder determinar el contenido de agua de la muestra haciendo el ensayo de Casagrande.

Tabla 29 Límite líquido calicata 3

LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
l3	15	25,20	23,00	14,00	24,44	
l3.3	20	26,30	24,80	14,10	14,02	
l3.3.3	24	26,10	25,00	13,60	9,65	
l3.3.3.3	25	29,30	26,20	14,00	25,41	
L3.3.3.3.3	30	31,70	27,40	14,30	32,82	
						34,67

Fuente: (Autores)

3.3.16 Límite plástico

Es un ensayo que nos demuestra hasta qué punto llega agrietarse haciendo tiritas de 3mm de diámetro.

Tabla 30 Límite plástico

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
P3	----	17,10	16,00	13,60	45,83	
P3.3	----	18,00	17,10	14,20	31,03	
P3.3.3	----	17,10	16,80	14,30	12,00	
P3.3.3.3	----	16,10	15,50	13,50	30,00	
						29,62

Fuente: (Autores)

3.3.17 Grafica de la calicata 3

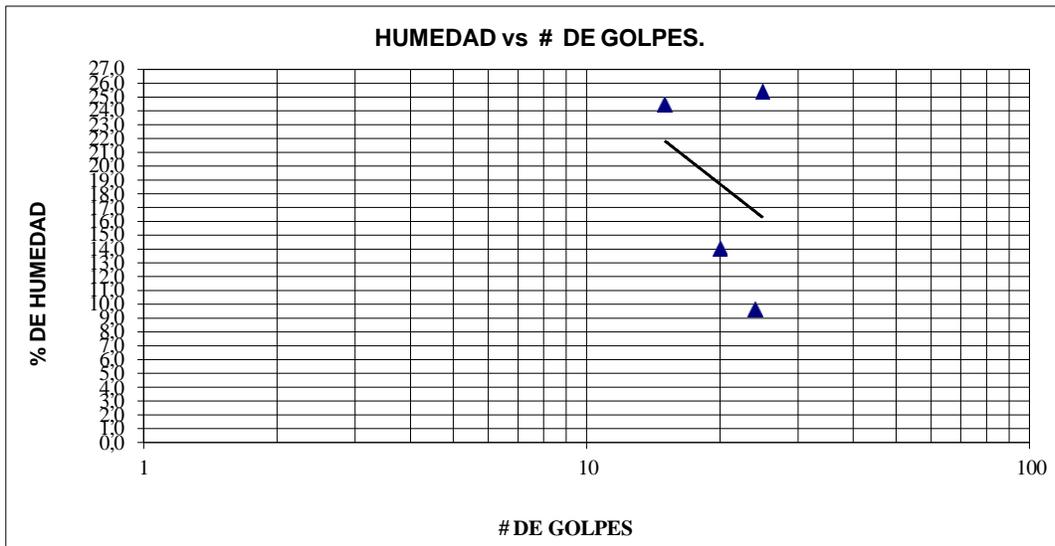


Ilustración 25 Grafica calicata 3

Fuente: (Autores)

3.3.18 Ensayo Proctor modificado

Para este estudio nos basamos a las normas ASTM D-1557 que nos permite determinar la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad después de la compactación de los materiales utilizados tanto para pavimento como para capas de pavimento granular. Por lo tanto, los resultados de las pruebas se utilizarán como referencia para el control de calidad de la compactación.

Esto también se utiliza para obtener nuestra curva de compactación del suelo.

Nosotros usamos el método C

Molde: 6 pulgadas

Masa martillo: 10 lbs

Altura de caída: 18pulg

No. De capas: 5

No. De golpes por capa: 56 golpes

Pasado del tamiz 4

3.3.19 Calicata 1

Volumen: 2.124

Masa: 5.500

Tabla 31 Proctor modificado calicata 1

COMPACTACION TIPO C				
MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO	9860	10158	10428	10284
MASA SUELO HUMEDO (gr)	2,053	2,193	2,320	2,252
DENSIDAD SECA	1,984	2,064	2,121	2,025
% DE HUMEDAD				
TARRO N°	I1	I2	I3	I4
PESO HÚMEDO + TARRO (gr)	139,60	137,00	138,90	116,60
PESO SECO + TARRO (gr)	135,15	129,10	128,40	104,62
PESO TARRO (gr)	70,90	66,00	72,60	51,35
% DE HUMEDAD	6,93	12,52	18,82	22,49
PROMEDIO % HUMEDAD	3,46	6,26	9,41	11,24
MÁXIMA DENSIDAD:	2128	kg/m ³ .	OPTIMA HUMEDAD:	8,20%

Fuente: (Autores)

Máxima densidad: 2128 kg/m³

Optima humedad: 8.20%

Grafica calicata 1

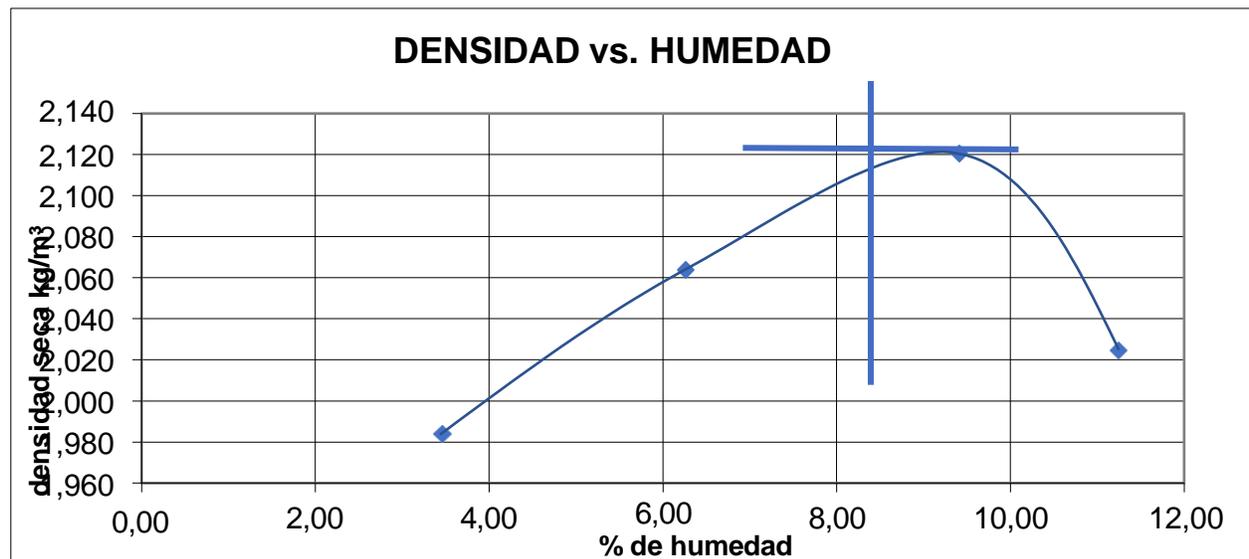


Ilustración 26 Grafica calicata 1

Fuente: (Autores)

3.3.20 Calicata 2

Volumen: 2.124

Masa: 5.000

Tabla 32 Proctor modificado calicata 2

COMPACTACION TIPO C				
MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUM	9364	9679	9960	9779
MASA SUELO HUMEDO (gr)	2,055	2,203	2,335	2,250
DENSIDAD SECA	1,982	2,061	2,133	2,021
% DE HUMEDAD				
TARRO N°	11	12	13	14
PESO HÚMEDO + TARRO (gr)	50,20	66,30	55,10	62,20
PESO SECO + TARRO (gr)	47,70	60,00	48,50	53,30
PESO TARRO (gr)	13,50	14,20	13,70	14,00
% DE HUMEDAD	7,31	13,76	18,97	22,65
PROMEDIO % HUMEDAD	3,66	6,88	9,49	11,33
MÁXIMA DENSIDAD:	2135	kg/m ³ .	OPTIMA HUMEDAD:	8.95%

Fuente: (Autores)

Máxima densidad: 2135 kg/m³

Optima humedad: 8.95%

3.3.21 Grafica calicata 2

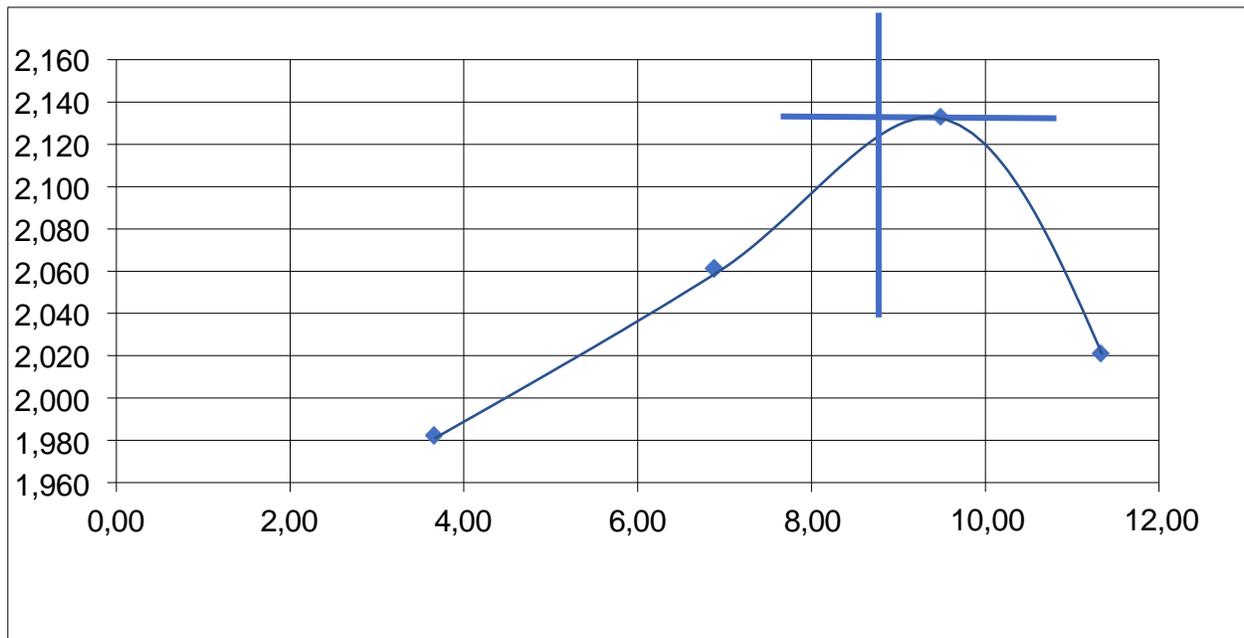


Ilustración 27 Grafica de curva calicata 2

Fuente: (Autores)

3.3.22 Calicata 3

Volumen: 2.124

Masa: 6.300

Tabla 33 Proctor modificado calicata 3

COMPACTACION TIPO C				
MUESTRA N°	1	2	3	4
MASA DE MOLDE + SUELO HUM	10500	11001	11305	11095
MASA SUELO HUMEDO (gr)	1,977	2,213	2,356	2,257
DENSIDAD SECA	1,902	2,074	2,155	2,021
% DE HUMEDAD				
TARRO N°	L1	L2	L3	L4
PESO HUMEDO + TARRO (gr)	63,70	58,40	58,10	58,10
PESO SECO + TARRO (gr)	60,00	53,10	51,20	49,80
PESO TARRO (gr)	13,10	13,50	14,30	14,40
% DE HUMEDAD	7,89	13,38	18,70	23,45
PROMEDIO % HUMEDAD	3,94	6,69	9,35	11,72
MÁXIMA DENSIDAD:	2155	kg/m³.	OPTIMA HUMEDAD:	8,40%

Fuente: (Autores)

Máxima densidad: 2155kg/m³

Optima humedad: 8.40 %

3.3.23 Grafica calicata 3

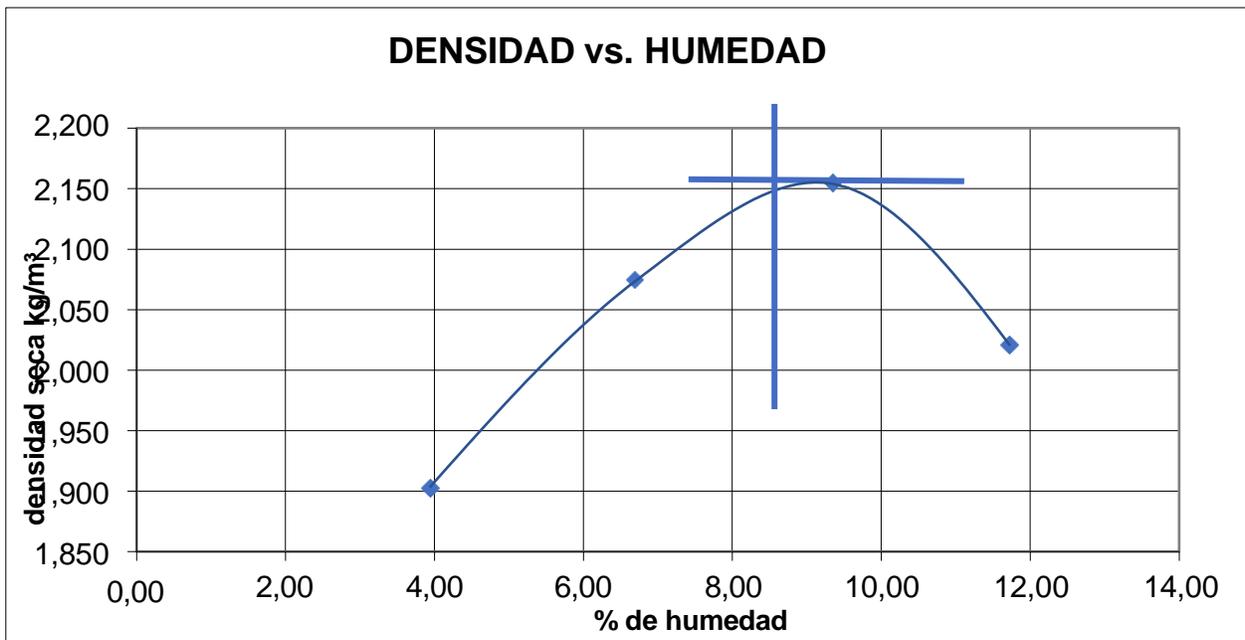


Ilustración 28 Grafica de curva calicata 3

Fuente: (Autores)

3.3.24 *Ensayo de CBR*

Para este ensayo se basó en la norma ASTM 1883 – UNE 103502. Este ensayo nos sirvió para evaluar la compactación del suelo y ver la clasificación del terreno.

Nuestro procedimiento fue:

- Colocar 5 kilos de cada muestra en una bandeja en total fueron 9 bandejas que se usó para realizar este ensayo.
- Se cogió los datos obtenidos de las 3 calicatas del Proctor modificado (humedad óptima y densidad máxima)
- Humedecer la muestra con el porcentaje de agua que se da en el Proctor con una fórmula.
- Cada cilindro debe ser pesado y escrito que muestra es y por el número de golpes.
- Se procede a colocar las muestras en cada cilindro
- Luego se coloca la placa perforada y el vástago para calcular la sobrecarga
- Se coloca el trípode para empezar las medidas
- Se toma medidas durante 4 días
- Se procedió a sacar las muestras del agua y las dejamos secar durante 15 minutos
- Se llevó las muestras a la prensa del CBR y se le aplica cargas en el pistón para luego tomar las lecturas de la curva correspondiente de cada muestra.
- Cuando ya terminamos de realizar el ensayo en la prensa se debe coger los resultados para hacer la gráfica de densidad seca y nos da toda la información que queremos obtener para realizar nuestro diseño de pavimento de la vía

3.3.25 Calicata 1

Tabla 34 CBR CALICATA 1

DATOS INICIALES		
Peso de la muestra	5000	g
Diametro del molde	0,1524	m
Altura del molde	0,127	m
Volumen del molde	0,002317	m ³

HUMEDAD INICIAL		
Lata N	1	
Lata	433,3	g
Lata + suelo humedo	5000	g
Lata + suelo seco	4707,1	g
Peso del agua	292,9	g
%Humedad inicial	6,853386	%

Peso del agua requerido		
%Humedad óptima	8,2	%
%Humedad inicial	6,853386	%
%Humedad requerido	1,346614	%
Peso del agua requerido	410	ml

DENSIDAD SECA Y HUMEDAD OPTIMA			
Molde N	1	2	3
N capas	5	5	5
N de golpes/capas	12	25	56
Condiciones de la muestra (%H)	8,2	8,2	8,2
Peso suelo húmedo + molde (Kg)	11311,5	11856,2	11934,1
Peso del molde (Kg)	7911,5	7984	7991,3
Peso del suelo humedo (Kg)	3400	3872,2	3942,8
Volumen del suelo (m3)	0,002317	0,002317	0,002317
Densidad húmeda (kg/m3)	1467624	1671451	1701926
Lata N	1	2	3
Peso de la lata (g)	13,9	14,3	13,8
Peso lata + suelo humedo (g)	47,9	47,5	46,6
Peso de lata + suelo seco (g)	40,2	41,4	40,7
Peso del agua (g)	7,7	6,1	5,9
Peso del suelo seco (g)	26,3	27,1	26,9
%HUMEDAD	29,27757	22,50923	21,93309
DENSIDAD SECA (Kg/m3)	1135250	1364347	1395787
CBR	3,77	13,49	13,34

HINCHAMIENTO				
F.DIAL	0,0001	MOLDE		
L.INICIAL	0	10	25	56
FECHA		1	2	3
24-ene-24		57	74	8
25-ene-24		67	83	21
26-ene-24		69	85	23
27-ene-24		71	88	26
%HINCHAMIENTO		56,29	73,12	7,74

CBR						k	3
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
en	Estandar	Carga de prueba		Carga de prueba		Carga de prueba	
pulgadas	(lbs/in)	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025		24,96	8,32	65,46	21,82	35,75	11,92
0,050		44,48	14,83	124,46	41,49	85,34	28,45
0,075		61,22	20,41	190,76	63,59	148,21	49,40
0,100	1,000	74,60	24,87	257,93	85,98	221,18	73,73
0,200	1,500	115,49	38,50	440,51	146,84	536,96	178,99
0,300	1,900	147,40	49,13	561,94	187,31	779,59	259,86
0,400	2,300	169,25	56,42	679,41	226,47	981,86	327,29
0,500	2,600	188,50	62,83	799,92	266,64	1159,66	386,55

CBR CORREGIDO							
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
in	Estándar	Lbs/in	%	Lbs/in	%	Lbs/in	%
0,1	1	24,87	2,49	85,98	8,60	73,73	7,37
0,2	1,5	38,50	2,57	146,84	9,79	178,99	11,93
PROMEDIO			3,77		13,49		13,34

PORCENTAJE DE COMPACTACION	
CBR AL 100% COMPACTACION	22%

Fuentes: (Autores)

3.3.26 Calicata 2

Tabla 35 CBR Calicata 2

DATOS INICIALES		
Peso de la muestra	5000	g
Diametro del molde	0,1524	m
Altura del molde	0,127	m
Volumen del molde	0,00231667	m ³

HUMEDAD INICIAL		
Lata N	2	
Lata	433,3	g
Lata + suelo humedo	5000	g
Lata + suelo seco	4870,2	g
Peso del agua	129,8	g
%Humedad inicial	2,925465978	%

Peso del agua requerido		
%Humedad óptima	8,95	%
%Humedad inicial	2,925465978	%
%Humedad requerido	6,024534022	%
Peso del agua requerido	447,5	ml

DENSIDAD SECA Y HUMEDAD OPTIMA			
Molde N	1	2	3
N capas	5	5	5
N de golpes/capas	12	25	56
Condiciones de la muestra (%H)	8,95	8,95	8,95
Peso suelo húmedo + molde (Kg)	12305,6	12779,4	12874,5
Peso del molde (Kg)	7900	7886,8	7997,7
Peso del suelo húmedo (Kg)	4405,6	4892,6	4876,8
Volumen del suelo (m ³)	0,002317	0,002317	0,002317
Densidad húmeda (kg/m ³)	1901695	2111911	2105090
Lata N	1	2	3
Peso de la lata (g)	14,6	14,2	14,1
Peso lata + suelo húmedo (g)	48,4	49,5	49,6
Peso de lata + suelo seco (g)	44,3	45,7	45,8
Peso del agua (g)	4,1	3,8	3,8
Peso del suelo seco (g)	29,7	31,5	31,7
%HUMEDAD	13,80471	12,06349	11,98738
DENSIDAD SECA (Kg/m ³)	1671016	1884566	1879757
CBR	14,02	11,59	6,49

HINCHAMIENTO				
F.DIAL	0,0001	MOLDE		
L.INICIAL	0	10	25	56
FECHA		1	2	3
24-ene-24		16	4	11
25-ene-24		19	3	10
26-ene-24		19	3	11
27-ene-24		20	3	10
%HINCHAMIENTO		15,8	3,97	10,9

CBR						k	3
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
en	Estandar	Carga de prueba		Carga de prueba		Carga de prueba	
pulgadas	(lbs/in)	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2
0,000		0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025		137,87	45,96	37,03	12,34	22,03	7,34
0,050		211,88	70,63	94,52	31,51	47,07	15,69
0,075		257,43	85,81	151,01	50,34	78,68	26,23
0,100	1,000	290,34	96,78	207,88	69,29	111,4	37,13
0,200	1,500	391,15	130,38	419,19	139,73	249,52	83,17
0,300	1,900	473,42	157,81	635,7	211,90	392,05	130,68
0,400	2,300	543,67	181,22	839,75	279,92	525,23	175,08
0,500	2,600	621,17	207,06	1037,83	345,94	656,69	218,90

CBR CORREGIDO							
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
in	Estándar	Lbs/in	%	Lbs/in	%	Lbs/in	%
0,1	1	96,78	9,68	69,29	6,93	37,13	3,71
0,2	1,5	130,38	8,69	139,73	9,32	83,17	5,54
PROMEDIO			14,02		11,59		6,49

PORCENTAJE DE COMPACTACION	
CBR AL 100% COMPACTACION	28%

Fuente: (Autores)

3.3.27 Calicata 3

Tabla 36 CBR Calicata 3

DATOS INICIALES		
Peso de la muestra	5000	g
Diametro del molde	0,1524	m
Altura del molde	0,127	m
Volumen del molde	0,002317	m ³

HUMEDAD INICIAL		
Lata N	3	
Lata	433,3	g
Lata + suelo humedo	5000	g
Lata + suelo seco	4663,4	g
Peso del agua	336,6	g
%Humedad inicial	7,957259	%

Peso del agua requerido		
%Humedad óptima	8,4	%
%Humedad inicial	6,85	%
%Humedad requerido	1,55	%
Peso del agua requerido	420	ml

DENSIDAD SECA Y HUMEDAD OPTIMA			
Molde N	1	2	3
N capas	5	5	5
N de golpes/capas	12	25	56
Condiciones de la muestra (%H)	8,4	8,4	8,4
Peso suelo húmedo + molde (Kg)	11811,8	12003	11891,7
Peso del molde (Kg)	8007,6	7901,5	7918,4
Peso del suelo humedo (Kg)	3804,2	4101,5	3973,3
Volumen del suelo (m3)	0,002317	0,002317	0,002317
Densidad húmeda (kg/m3)	1642098	1770429	1715091
Lata N	1	2	3
Peso de la lata (g)	14,6	13,8	14,7
Peso lata + suelo humedo (g)	43,2	38,9	43,2
Peso de lata + suelo seco (g)	38	34,2	38,2
Peso del agua (g)	5,2	4,7	5
Peso del suelo seco (g)	23,4	20,4	23,5
%HUMEDAD	22,22222	23,03922	21,2766
DENSIDAD SECA (Kg/m3)	1343535	1438914	1414198
CBR	3,60	10,65	8,16

HINCHAMIENTO				
F.DIAL	0,0001	MOLDE		
L.INICIAL	0	10	25	56
FECHA		1	2	3
24-ene-24		70	74	21
25-ene-24		72	81	28
26-ene-24		73	75	29
27-ene-24		73	74	30
%HINCHAMIENTO		69,27	0	20,7

CBR							k	3
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3		
en	Estandar	Carga de prueba		Carga de prueba		Carga de prueba		
pulgadas	(lbs/in)	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	Lectura	Lb/in2	
0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	
0,025		30,39	10,13	45,51	15,17	39,87	13,29	
0,050		54,70	18,23	116,82	38,94	85,52	28,51	
0,075		79,14	26,38	208,05	69,35	142,94	47,65	
0,100	1,000	102,59	34,20	296,45	98,82	207,03	69,01	
0,200	1,500	170,56	56,85	513,50	171,17	424,23	141,41	
0,300	1,900	224,40	74,80	648,81	216,27	576,76	192,25	
0,400	2,300	270,78	90,26	769,02	256,34	718,42	239,47	
0,500	2,600	316,12	105,37	881,28	293,76	855,15	285,05	

CBR CORREGIDO							
Penetracion	Carga	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
in	Estándar	Lbs/in	%	Lbs/in	%	Lbs/in	%
0,1	1	34,20	3,42	98,82	9,88	69,01	6,90
0,2	1,5	56,85	3,79	171,17	11,41	141,41	9,43
PROMEDIO			3,60		10,65		8,16

PORCENTAJE DE COMPACTACION	
CBR AL 100% COMPACTACION	17%

Fuente: (Autores)

3.3.28 Promedio de las 3 calicatas

Tabla 37 Promedios de los CBR

CBR			
Promedio de las 3 calicatas			
$CBR_{promedio} = CBR1 + CBR2 + CBR3$			
			Densidades
CBR CALICATA 1	22	%	2128
CBR CALICATA 2	28	%	2135
CBR CALICATA 3	17	%	2155
SUMADELOS CBR	67		
TOTAL DEL CBR PROMEDIO	22	%	

Fuente: (Autores)

Grafica:

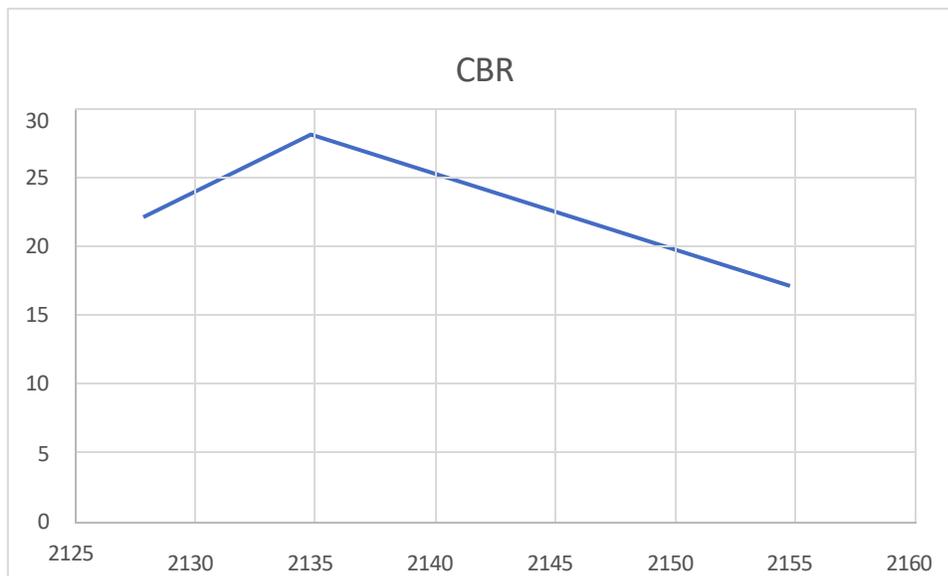


Ilustración 29 Grafica del CBR

Fuente: (Autores)

3.4 Análisis del Estudio de suelo

Los resultados de los ensayos de suelo se pudieron determinar que es un suelo GM Grava limosa, mezclas grava, arena, limo, dando entender que la vía tiene hundimientos y deformaciones por la mala planificación.

Este tipo de suelo tiene un porcentaje muy bajo para ser drenado provocando el riesgo de erosión y bacheos en la vía. (Gutiérrez Rodríguez, W. Á., 2023)

3.5 Diseño geométrico de la vía

3.5.1 Diseño horizontal

- **Velocidad de diseño**

Para determinar la velocidad de diseño se debe constar lo que es el flujo de tráfico de hay en la carretera ya siendo nuestra vía de clase II

3.5.2 Por medio de las normas de la MTOP

La categoría de la vía: clase II

Para el cálculo de los elementos de trazado del perfil longitudinal:

Recomendable: 100

Absoluta: 90

Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otras dependientes de la velocidad:

Recomendable: 90

Absoluta: 85

Fuente: (NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12, 2013)

3.5.3 Velocidad de circulación

Para determinar la velocidad de circulación se debe de tener en cuenta que el TPDA no sea mayor de 1000 vehículos.

$$Vc = 0,8Vd + 6,5$$

$$Vc = 0,8(100) + 6,5$$

$$Vc = 86,5 \text{ Km/h}$$

3.5.4 *Distancia de visibilidad*

Se la determino con la siguiente formula:

$$D = 0,278Vt + \frac{V^2}{254f}$$

v: velocidad inicial.

t: tiempo de percepción y reacción de 2,5 segundos.

f: coeficiente de expresión longitudinal de la llanta.

$$f = \frac{1.15}{V^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{(100)^{0.3}}$$

$$f = 0.28$$

$$D = 0,278(100)(2,5) + \frac{100^2}{254 * 0.28}$$

$$f = 69.5 + 140.60$$

$$f = 210.1m$$

3.5.5 Distancia de visibilidad de adelantamiento

Si nos guiamos por la tabla de la distancia de visibilidad de adelantamiento

Será de:

Velocidad de diseño: 100

Velocidades km/h

Vehículo que es rebasado: 79

Vehículo que rebasa: 94

Distancia mínima de adelantamiento: 670m

Tabla 38 Distancia de velocidad de adelantamiento para carreteras rurales de 2 carriles

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

3.5.6 Sección transversal

El diseño de nuestra vía es de clase II – Absoluta, el TPDA es de 1000 a 3000 vehículos y es terreno plano de la carretera.

3.6 Método AASHTO-93

3.6.1 Diseño de pavimento flexible

La AASHTO-93 para diseño de pavimentos asfálticos emplea un modelo o ecuación a través de la cual se obtiene el parámetro denominado número estructural (SN) el cual es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento las cuales son la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase. Como se dijo anteriormente, esta ecuación está en función de unas variables de diseño tales como el tránsito, la desviación estándar, la confiabilidad y el índice de serviciabilidad entre otros. A continuación, se presenta la ecuación 1 indicando el significado de cada variable o parámetro involucrado: (Cáceres Flores, RB, Farfán Hilaquita, J. y Rodríguez Sandoval, AA, 2020)

$$\log(W) = ZR \cdot S_o + 9,36 \cdot \log(SN + 1) - 0,20 + \log(\Delta PSI) - 1,5 \cdot 0,40 + 10,94$$
$$(SN+1)^{5,19} + 2,32 \cdot \log(MR) - 8,07$$

Dónde:

- W: Número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el período de diseño.
- ZR: Desviación estándar normal
- So: Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural
- ΔPSI: Diferencia entre índice de servicio inicial y final
- MR: Módulo resiliente (en libras/pulgada²)
- SN: Número estructural

El diseño de pavimentos flexibles del método AASHTO 93 es basado en números de diseño, que depende del concepto de coeficientes de capa y su espesor, y por otro lado en el diseño de pavimentos rígidos, que depende de las propiedades del hormigón, propiedades de drenaje y estructura. (Pavimento) (Cáceres Flores, RB, Farfán Hilaquita, J. y Rodríguez Sandoval, AA, 2020)

Se empleará un cálculo de los ejes equivalentes para obtener el total de ejes equivalentes de 8.2 TN que va a ser transitado por el carril durante un periodo de 20 años.

Tabla 39 Periodo de Diseño

Tipo de carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Para calcular nuestros datos de ESAL'S tuvimos que guiarnos por los ejes de cargas dado por la MTOP 2013.

Tabla 40 Ejes de cargas

TIPO DE VEHICULOS	EJE DELANTERO	SIMPLE	TANDEM	TRIDEM	EJE DELANTERO	SIMPLE	TANDEM	TRIDEM	FVP
LIVIANOS	1	2			5,27	8,43			13,7
BUSES	7	11			1,27	3,23			4,5
CAMION 2-S	7	11			1,27	3,23			4,5
CAMION 3-S	7	25			1,27	86,39			87,66
CAMION 2-S1	7		11	11	1,27		0,28	0,06	1,61
CAMION 2-S2	7		11	11	1,27		0,28	0,06	1,61
CAMION 3-S2	7		18	18	1,27		2,01	0,47	3,75

Fuente: (Autores)

Los datos de FD, FC y FP fueron extraídos por las normativas MTOP para saber el número de sentidos que tiene nuestra vía, en la cual cuenta con 2 sentidos: uno de ida y uno de vuelta teniendo un factor direccional $F_d = 1$, factor de carril $F_c = 0.50$

Tabla 41 2 Sentidos de carril

FD	0,5
FC	1
FP	1

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

3.6.2 Cálculo para hallar nuestro ESA'S de diseño

Tabla 42 cálculo de Esal's

EII	IMDI	FD	FC	FVP	FP	PRODUCTO
LIVIANOS	668	0,5	1	13,7	1	4575,8
BUSES	202	0,5	1	4,5	1	454,5
CAMION 2-S	30	0,5	1	4,5	1	67,5
CAMION 3-S	15	0,5	1	87,66	1	657,45
CAMION2-S1	9	0,5	1	1,61	1	7,245
CAMION2-S2	5	0,5	1	1,61	1	4,025
CAMION3-S2	4	0,5	1	3,75	1	7,5

DIMDi*FVP	5774,02	
Eei	2887,01	
W18	29800294,62	ESAL'S

Fuente: (Autores)

3.6.2.1 Confiabilidad R

La confiabilidad de diseño se optó con la clasificación de la vía colectoras de tránsito rural 75-95.

Se escogió el valor del 95% de la vía en la cual está localizada en una zona rural

Tabla 43 Niveles de confiabilidad

Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras		
clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras de tránsito	80-95	75-95
Carreteras locales	50-80	50-80

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

3.6.2.2 *Desviación estándar ZR*

Se lo empleara en relación de confiabilidad en la siguiente tabla:

Tabla 44 Desviación Estandar

Confiabilidad (r)	Valor de ZR
50	0
60	0,253
70	0,524
75	0,674
80	0,841
85	1,037
90	1,282
95	1,645

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Se escogió el nivel de confiabilidad (95%), en el que la tabla de valor de ZR equivale -1,645.

3.6.2.3 *Desviación Estándar del Sistema “SO ”*

El factor de diseño que se escogerá es de una desviación estándar recomendada de $SO = 0,45$ Considerado por la Guía de Diseño AASHTO-93.

3.6.2.4 *Índice de servicialidad “ ΔPSI ”*

Basándonos por el método ASSHTO-93 de un pavimento flexible se debe coger el valor inicial de 4.2 y final de 3.0 en su vida útil para poderdeterminar el nivel de comodidad en la carpeta asfáltica

$$\Delta PSI = 4,2 - 3,00$$

$$\Delta PSI = 1,20$$

Tabla 45 Índice de serviciabilidad inicial

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	4.00
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	4.00
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	4.00
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	4.20
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	4.20
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	4.20
	T _{P15}	>30,000,000		4.20

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Tabla 46 Índice de serviciabilidad final

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	2.50
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	2.50
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	2.50
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	3.00
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	3.00
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	3.00
	T _{P15}	>30,000,000		3.00

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

3.6.3 Módulo de resiliente de la subrasante 'Mr'

El módulo resiliente de la subrasante es el material que se deforma plásticamente. El valor de Mr es:

$$\begin{aligned} Mr &= 3000(CBR)^{0.65} \\ Mr &= 3000(22)^{0.65} \\ Mr &= 22371.54 \text{ ps} \end{aligned}$$

3.6.4 Ecuación para determinar la parte estructural del pavimento

$$SN = a_1.D_1 + a_2.m_2.D_2 + a_3.m_3.D_3$$

Dónde:

- ai : Coeficiente estructural de la capa.
- Di : Espesor de la capa i en pulgadas.
- mi : Coeficiente de drenaje de la capa.

(Método ASSHTO 93)

3.6.4.1 Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C

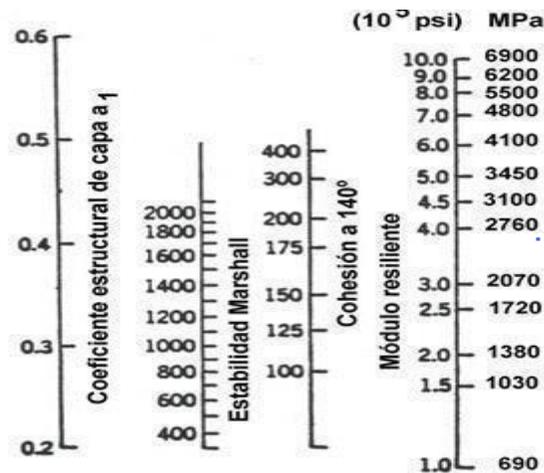


Ilustración 30 Coeficiente estructural de pavimentos

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

El coeficiente de la capa de mezcla asfáltica es de 0,44.

3.6.4.2 Coeficiente estructural de la capa base

Basándonos por las normas MTOP nos dice que el rango de la capa base debe tener un valor de

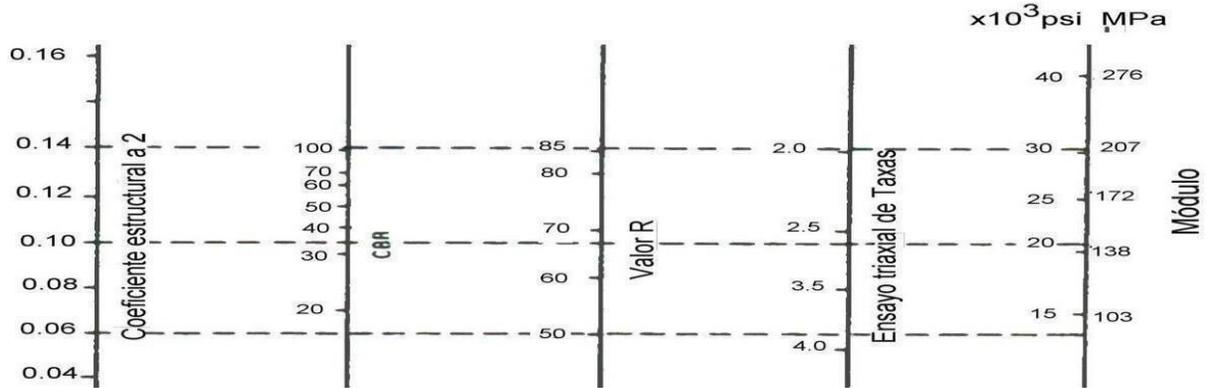


Ilustración 31 Coeficiente de la capa base de pavimentos

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

CBR de igual o superior al 80 %

- El módulo de elasticidad de la base es de 30,500 psi
- Coeficiente estructural de la capa base es de 0.14 psi

3.6.5 Coeficiente estructural para-Subbase

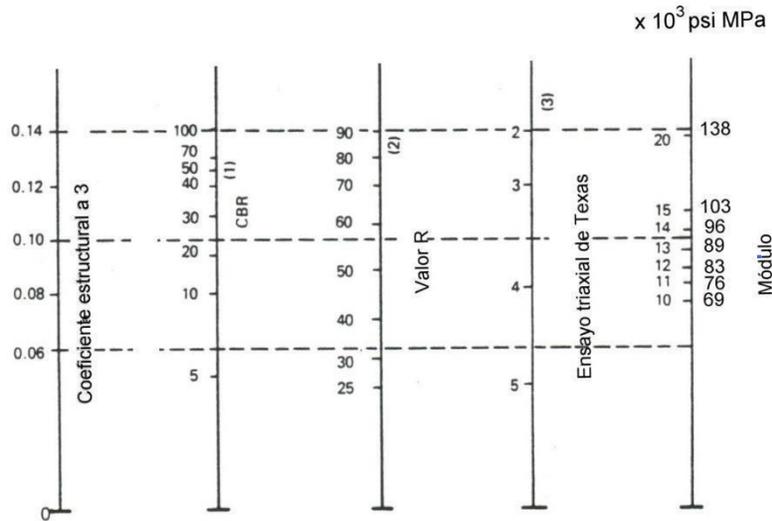


Ilustración 32 Coeficiente estructural para-Subbase

Fuente: (American Association of State and Transportation Highway Officials, 1997)

Basándonos a las normas MTOP, se pudo determinar que la sub-base consta con el valor de CBR igual o superior al 30%

Módulo de elasticidad de la subbase 14.950 psi

Coefficiente estructural de la capa subbase es de 0.11 psi

Tabla 47 Categoría de Subrasante

Categorías de Subrasante	
CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: (Pavimento)

3.6.6 Factor de drenaje

El factor de drenaje basándonos con el método ASSHTO 93 nos da una tabla de coeficientes estructurales para ver la calidad de drenaje que tiene el pavimento en su debido tiempo para la capa de subbase. (Pavimento)

Tabla 48 Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: (Pavimento)

Tabla 49 Calidad del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: (Pavimento)

Se escogió el factor de drenaje de 1 para las capas de base y subbase para el diseño de la vía.

3.7 Cálculo de la estructura del pavimento

3.7.1 Cálculo de numero estructural

Cuando ya se ha obtenido los datos se realiza el cálculo estructural del SN que nos dio el w18 utilizando la ecuación general.

So	<input type="text" value="0,45"/>	Δ PSI:	<input type="text" value="1.2"/>
Confiabilidad:	<input type="text" value="95%"/>	Mr (lb/pulg2):	<input type="text" value="223711.54"/>
Zr:	<input type="text" value="-1,645"/>	Calcular	<input type="button" value="Calcular"/>
W18:	<input type="text" value="29800294.62"/>	SN:	<input type="text" value="1,77"/>

Ilustración 33 Calculo estructural

Fuente: (Autores)

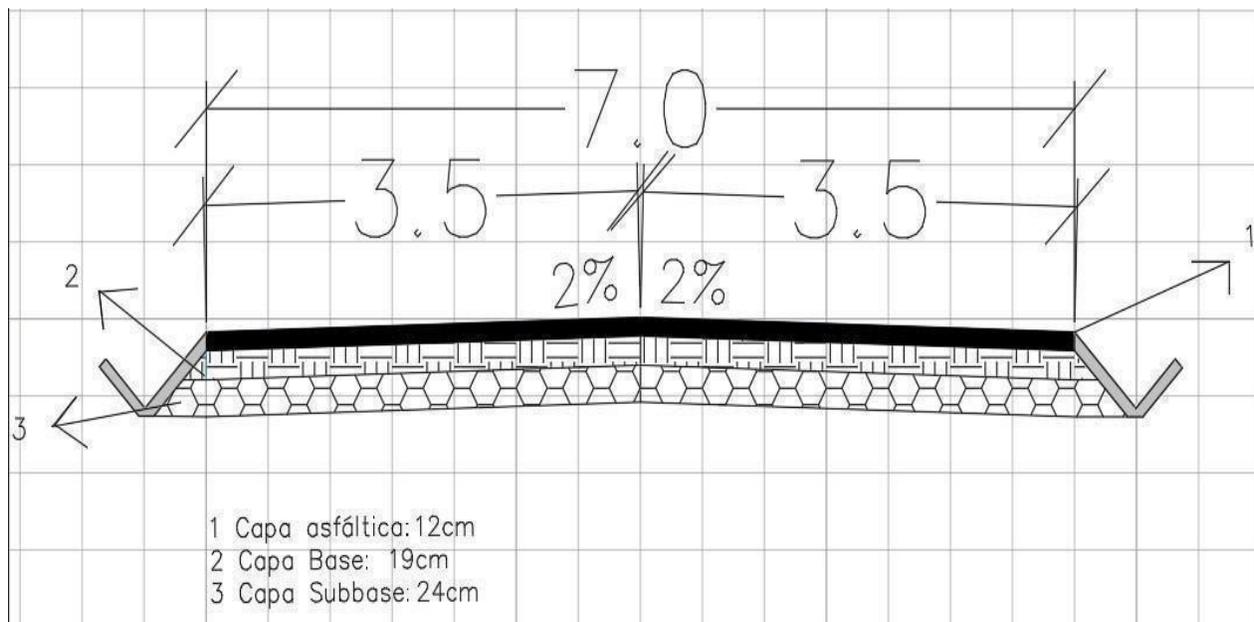


Ilustración 34 Seccion tipica propuesta

Fuente: (Autores)

3.7.2 Señalización Vial

Nosotros nos basamos a base de la INEM 004-1:2011, se va a usar las siguientes señalizaciones para evitar los accidentes de tránsito en la vía:

Doble vía: se la va a colocar en la abscisa 0+000 en la cual sirve para que los conductores tengan en cuenta que es una vía de dos carriles en doble sentido (INEM)



Ilustración 35 Señalización de doble vía

Fuente: (INEM)

- **Parada de bus:** tiene por objeto indicar el área donde los buses de transporte público deben detenerse para tomar o dejar pasajeros. (INEM)

Esta señalización se la va a colocar en la abscisa 0+100 y 0+1100 para no obstruir el flujo vehicular.



Ilustración 36 Señalización de Parada de Bus

Fuente: (INEM)

- **Curva abierta izquierda y derecha:** Indican la aproximación a curvas abiertas y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecho. (INEM)

La señalización curva abierta derecho se la colocara en la abscisa 0+800 y la curva abierta izquierda en la abscisa 0+900 para que los conductores tengan en cuenta la aproximación de la curva en la vía.

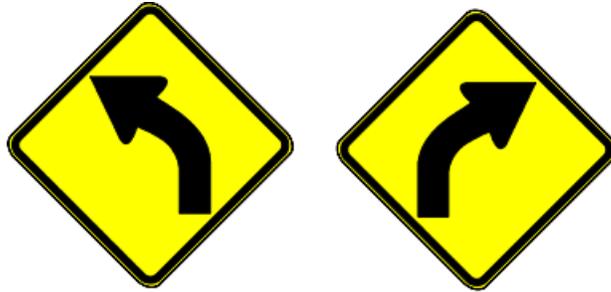


Ilustración 37 Señalización Curva Abierta Izquierda y Derecha

Fuente: (INEM)

- **Bifurcación en "Y":** esta señal previene al conductor de la existencia delante de una bifurcación de la vía en que circula. (INEM)

Esta señalización se la colocara en abscisa 0+1300 para que los conductores tengan en cuenta la aproximación de una intersección de una Y.



Ilustración 38 Señalización Bifurcación en Y

Fuente: (INEM)

- **Cruce de maquinaria agrícola:** Esta señal debe utilizarse para advertir la aproximación a sitios donde la maquinaria agrícola pueda cruzar o entrar a la vía. (INEM)

Esta señalización se la colocará en la abscisa 0+000, se permitirá el ingreso de maquinaria agrícola para la finca arrocera que se encuentran en la vía.



Ilustración 39 Señalización Cruce de Maquinaria Agrícola

Fuente: (INEM)

Para aquellas señalizaciones se estimo esta tabla de la INEM para detallar la ubicación de señales preventivas tomando en cuenta que nuestro rango de velocidad es 90km/h.

Tabla 50 Distancia de Ubicación Anticipada

Limite de velocidad o 85% de velocidad (km./h)	Condición "A" Reducción de velocidad y cambio de carriles en tráfico pesado	Condición "B" reducción de velocidad a la especificada para la condición*												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
		30	60 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-
40	100 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-	-
50	150 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-	-
60	180 m	30 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-
70	220 m	50 m	40 m	30 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-
80	260 m	80 m	60 m	55 m	50 m	40 m	30 m	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-
90	310 m	110 m	90 m	80 m	70 m	60 m	40 m	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-
100	350 m	130 m	120 m	115 m	110 m	100 m	90 m	70 m	60 m	40 m	N/A**	-	-	-
110	380 m	170 m	160 m	150 m	140 m	130 m	120 m	110 m	90 m	70 m	50 m	N/A**	-	-
120	420 m	200 m	190 m	185 m	180 m	170 m	160 m	140 m	130 m	110 m	90 m	60 m	40 m	-
130	460 m	230 m	230 m	230 m	220 m	210 m	200 m	180 m	170 m	150 m	120 m	100 m	70 m	-

Fuente: (INEM)

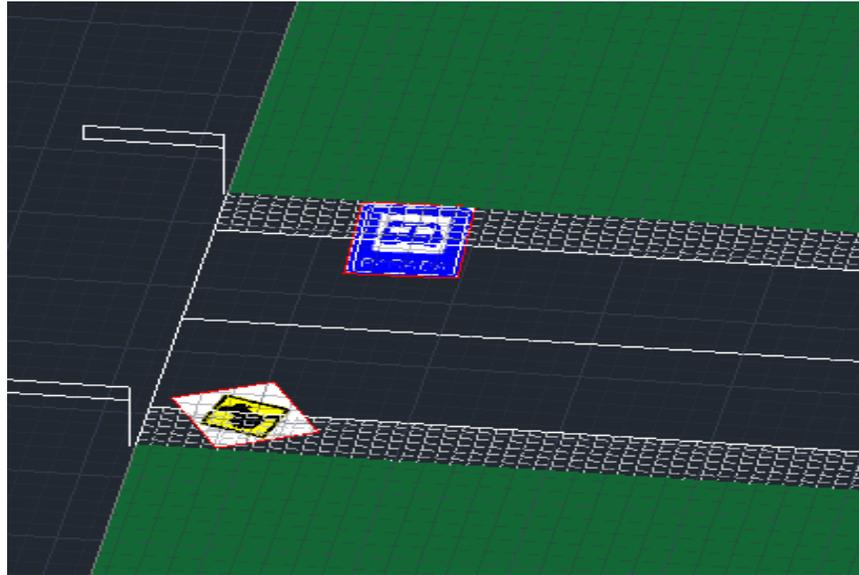


Ilustración 40 colocación de Señalizaciones para de bus y cruce de maquinaria agrícola

Fuente: (Autores)

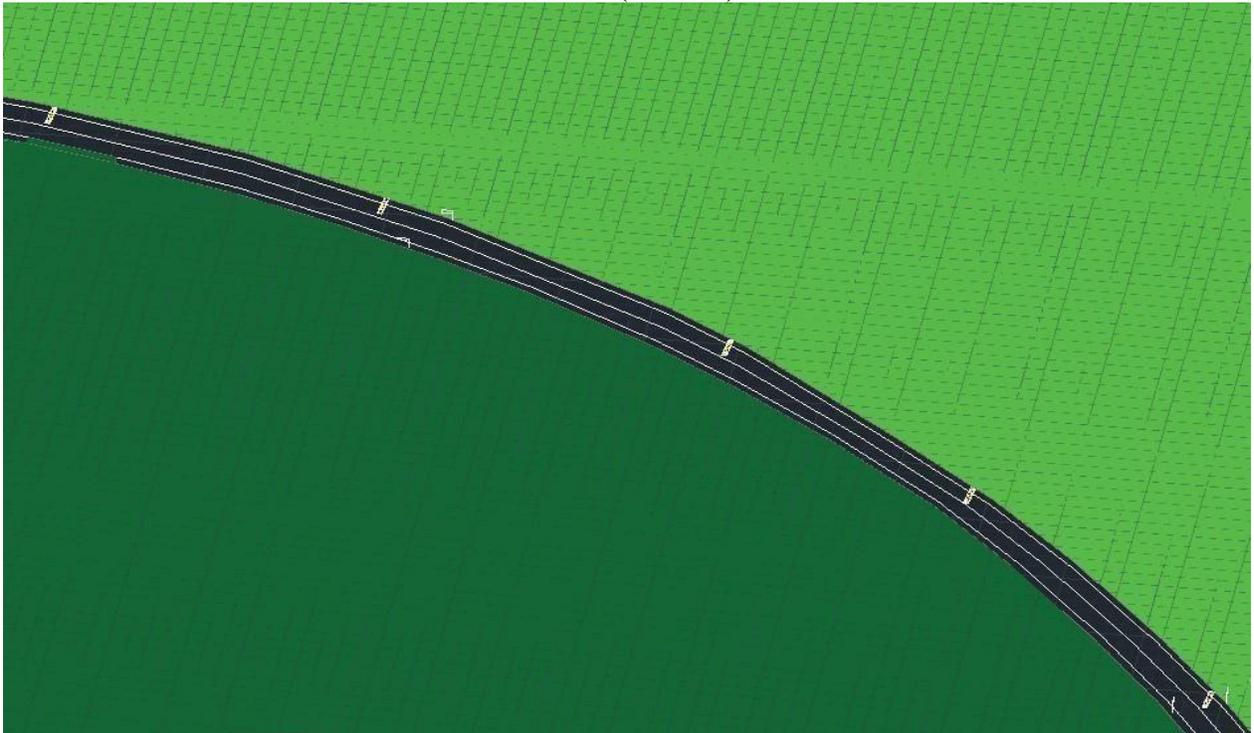


Ilustración 41 colocación de señalización de curva

Fuente: (Autores)



Ilustración 42 colocación de señalización parada de bus y intersección de un Y

Fuente: (Autores)

3.7.3 Seguridad vial

se va a colocar guardavías desde la abscisa 0+400 hasta la abscisa 0+700 en los dos carriles para brindar seguridad en los costados de la vía, ya que en ese sitio es zona arrocera y como no hay barandas siempre se presentan volcamientos en el sitio afectando a los agricultores del recinto.



Ilustración 43 Barandas de seguridad para carreteras

Fuente: (Hache)

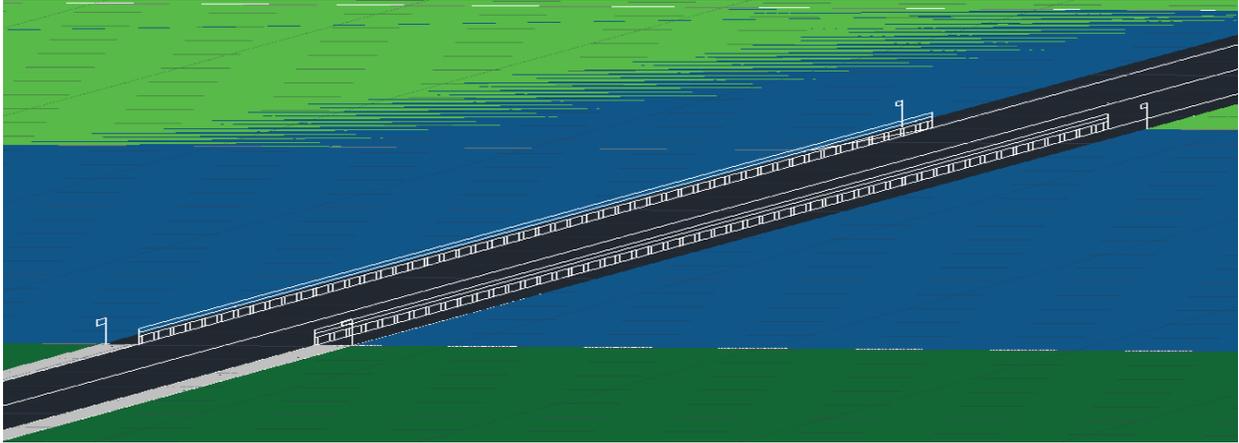


Ilustración 44 propuesta de barandas en la vía

Fuente: (Autores)

3.7.4 Alumbramiento vial

se quiere proyectar una vía alumbrada en la que constaría con un sistema de alumbramiento de postes de luz con una distancia de 100mtrs en la cual la convertiría en una vía muy segura e iluminada en las noches para los conductores.

La vía ya cuenta con 3 poste de luz, eso hace que sea una vía muy insegura y oscura para el conductor.

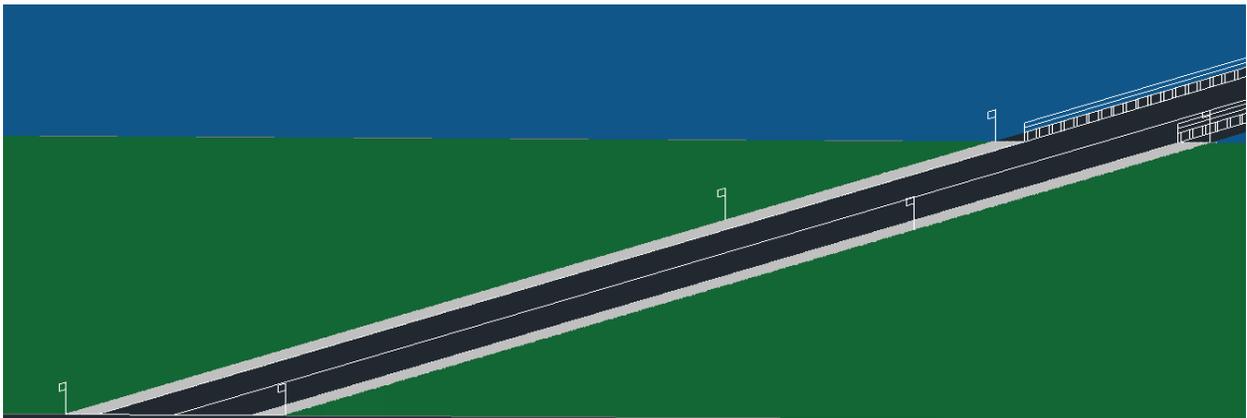


Ilustración 45 vía con poste de luz.

Fuente: (Autores)

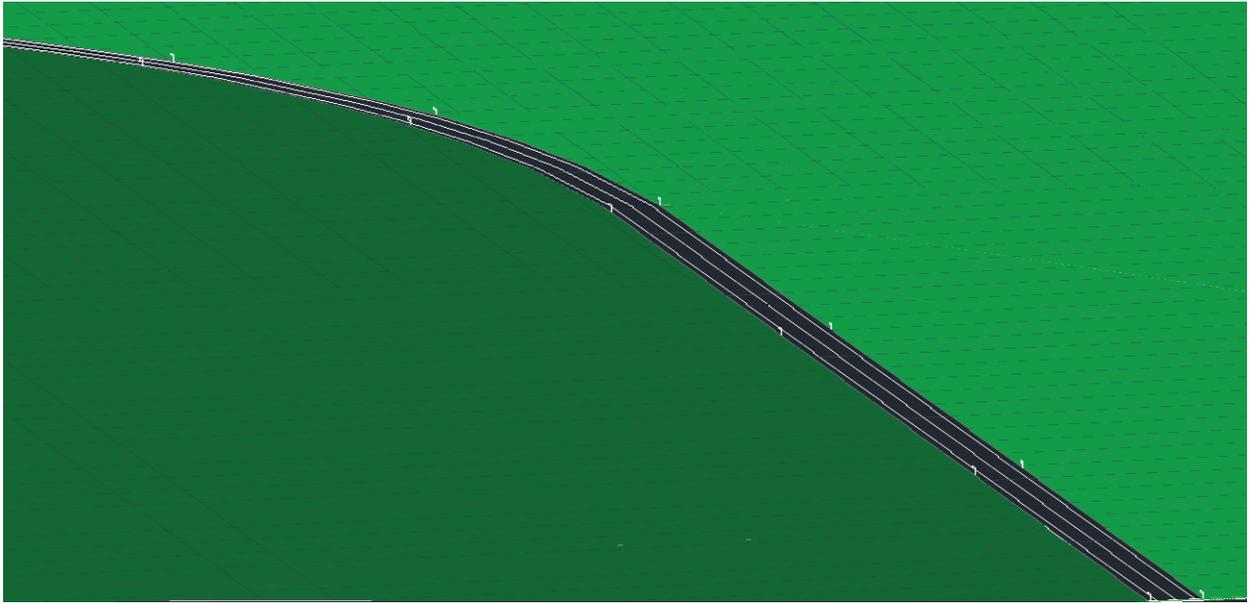


Ilustración 46 vía con poste de luz.

Fuente: (Autores)

Capítulo IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En conclusión, este proyecto técnico se pudo determinar que el TPDA, se lo proyecta con una estimación de 20 años de manera que incrementara el flujo vehicular en el recinto durante los años, basándonos por medio de las normativas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), es una vía de clase II, terreno plano y con una velocidad de diseño de 90 km.

En la topografía de la vía tiene ciertas imperfecciones, se encuentra desniveles, su capa lastrada, no cuenta con pendiente para el drenaje en caso de precipitaciones de manera que se forman charcos en ciertas partes de la vía provocando daño en el pavimento(baches), cuenta con una curva mal diseñada, mediante la MTO determinamos un radio de curvatura de 275m esto indica que debemos mejorar la curvatura de forma que los conductores no tengan problemas al circular y que tengan una buena visibilidad al momento de circular en la vía.

Basándonos en las normas ASTM de los estudios de suelos se determina que el tipo de suelo de cada calicata son diferentes, arcilloso o limoso, analizando que ciertas partes se tuvo que poner capas de base de mayor grado en la zona intermedia de la carretera, para nosotros se debería de implantar otra capa de subbase, retirar la que está entre material nuevo y ya compactado de forma que en su momento fue diseñada con vehículos livianos y ahora circulan vehículos extremadamente pesados de manera que la vía no tenga destrucciones ni desperfecciones al momento que soporte nuestra carpeta asfáltica.

Nuestra propuesta de este proyecto técnico es garantizar, brindar seguridad y solucionar los problemas que se enfrentan a diario los conductores al momento de transitar en la vía, damos nuestro diseño, cumpliendo con los debidos parámetros de las normativas MTO, disminuyendo el impacto ambiental, accidente y molestias de los moradores del sector.

4.2 Recomendaciones

Para evitar posibles desacuerdos considerar las necesidades de todos los usuarios, incluidas personas con discapacidades. Implementando rampas si así fuese necesario y señales sonoras para mejorar la accesibilidad. Así mismo se debe tomar en consideración la resiliencia climática diseñando la infraestructura vial teniendo en cuenta los posibles impactos del cambio climático, como inundaciones o temperaturas extremas

Dado el entorno rural de la zona, se recomienda una señalización clara y consistente diseñando un sistema de señalización claro y fácil de entender para conductores, peatones y ciclistas. Asegurándose de que la señalización cumpla con las normativas locales y nacionales Después de una implementación exitosa del plan.

Recordar que cada proyecto es único y debe adaptarse a las necesidades específicas de la comunidad y del entorno. Consultar con expertos en ingeniería vial, urbanismo y movilidad puede ser esencial para un diseño vial exitosos, es importante realizar revisiones periódicas para que permita tomar las medidas adecuadas en caso de deterioro de cualquier estructura.

BIBLIOGRAFIA

- MTOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003 MTOP. *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*, 475. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/64165603/Normas-de-Diseno-Geometrico-2003#scribd>
- MTOP. (2012). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. *Ministerio de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador, Volumen 2A* , 1–382.
- Marcelo Arévalo Zhagui Director, L., & Civ Luis Mario Almache Sánchez, I. (2018). Diseño geométrico y de pavimentos de la vía Camino a Ucholoma de la parroquia Baños, cantón Cuenca. *Universidad Católica de Cuenca* . Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1901>
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras* . Mtop (Vol. 2, pág. 475).
- SAMAEL, AW, MTOP, Springenschmidy, R., Sommer, H., ICPA, Multihojas, C., ... M, FNS (2005). Estabilización De Suelos. *Revista de información y modelado químico* , 53 (9), 1–29.
- Gabriela Castro-Vásquez, MI y Alberto Castro-Vásquez, LI (2020). Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido Practical.
- García Morales, AR (2019). Diseño De Pavimento Asfáltico Por El Metodo Aashto-93 Empleando El Software Disaashto-93. *Hilos Tensados* , 1 , 1–476.
- Vargas, J., Moncayo, M., Córdova, J., Maza, C., Barzola, I., Velasco, G., ... Lucio, S. (2017). La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles.
- Casanova, M. (2010). Estudios de suelos. *Departamento de Ingeniería y Suelos* , 1–29.
- Gutiérrez Rodríguez, W. Á. (2023). Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado.
- López Maldonado, G., & Alonso Troyano, C. (2020). Análisis granulométrico de suelos por tamizado (UNE 103 101).
- Cruzado Medina, CI (2019). Facultad de ingeniería escuela profesional de formación profesional de ingeniería civil.
- Klamt, RA, Fontoura, PR, Budny, J. y Dos Santos, FF (2018). Estudo da Utilização da Reciclagem de Concreto Asfáltico como Camada de Pavimento.
- Bermúdez Sierra, JD, & Vásquez Sikaffy, OA (2016). VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE DCP APLICADO EN CAMPO EN RELACION AL ENSAYO CBR EN LABORATORIO. *LACCEI* , 14 .
- Wicaksono, JA (2021). Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Método Binamarga Dan Perencanaan

- Lapis Tambahan Menggunakan Método AASHTO. *Jurnal TERAS* , 11 (1), 26–42.
- Fatoba, JO, Sanni, AO y Ayantunji, AB (2015). Influencia del suelo de subrasante en el rendimiento del pavimento: un estudio de caso de Ago-Iwoye - Ilishan Road, suroeste de Nigeria.
- Ministerio de Transportes. (2015). Señalizaciones verticales. En *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras* (págs. 1–88).
- Rivadeneira, M. y Zaldumbide, E. (2015). Plan de Mejoramiento del Alumbrado Público de las Principales Avenidas de la Ciudad de Quito Mediante la Sustitución por Lámparas de Inducción.
- Villalobos, L., & Hernández, R. (2018). Accidentes de tránsito. *Acta Pediátrica Costarricense* , 20 (1), 5–7.
- Vásquez, A. (2021). *ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE MATERIAL APILADO OBTENIDO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE COMPARADO CON EL VOLUMEN OBTENIDO DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL.*
- Cáceres Flores, RB, Farfán Hilaquita, J. y Rodríguez Sandoval, AA (2020). Análisis del costo de ciclo de vida para la elección del tipo de pavimento flexible o rígido de la Av. 101 Apipa-Cerro Colorado . Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa . Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11502>

ANEXOS

Anexos1 de Tablas

conteovehicular								
Fecha:	1/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2 - S	3 - S	2- S1	2- S2	3- S2
6 AM-7 AM	10	15			1			
7 AM-8 AM	6	20	2	1				
8 AM-9 AM	9	20	2					
9AM -10 AM	15	26	2		1			
10AM -11 AM	23	32	2					
11AM -12PM	20	28	2				1	
12PM-13 PM	17	30	2	2				
13 PM -14 PM	15	35	2					
14 PM -15 PM	13	24	2		2			
15 PM -16 PM	10	29	2					
16 PM -17 PM	12	30	2	3				
17PM-18 PM	20	25	2					
TOTAL	170	314	22	6	4		1	
SUMA TOTAL	517							

Ilustración 47 TPDA Día lunes 1/01/24

Fuente: (Autores)

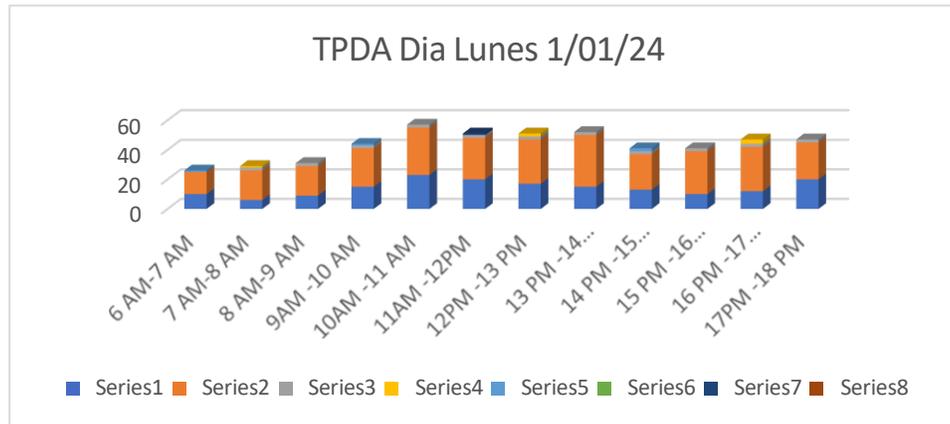


Ilustración 48 Histograma del TPDA 1/01/24

Fuente: (autores)

conteovehicular								
Fecha:	2/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2-S	3-S	2-S1	2-S2	3-S2
6 AM-7 AM	30	35	4					
7 AM-8 AM	25	40	3	3				
8 AM-9 AM	18	32	4					
9 AM-10 AM	20	42	3	2				
10 AM -11 AM	30	34	4		2			
11 AM -12 PM	28	50	3				1	
12 PM-13 PM	40	64	4	1		1		
13 PM -14 PM	34	32	3					
14 PM -15 PM	36	45	4	2	2			
15 PM -16 PM	25	29	3					1
16 PM -17 PM	29	35	4	3				
17 PM-18 PM	37	30			2			
TOTAL	352	468	39	11	6		1	
SUMA TOTAL	877							

Ilustración 49 TPDA Día Martes 2/01/24

Fuente: (Autores)

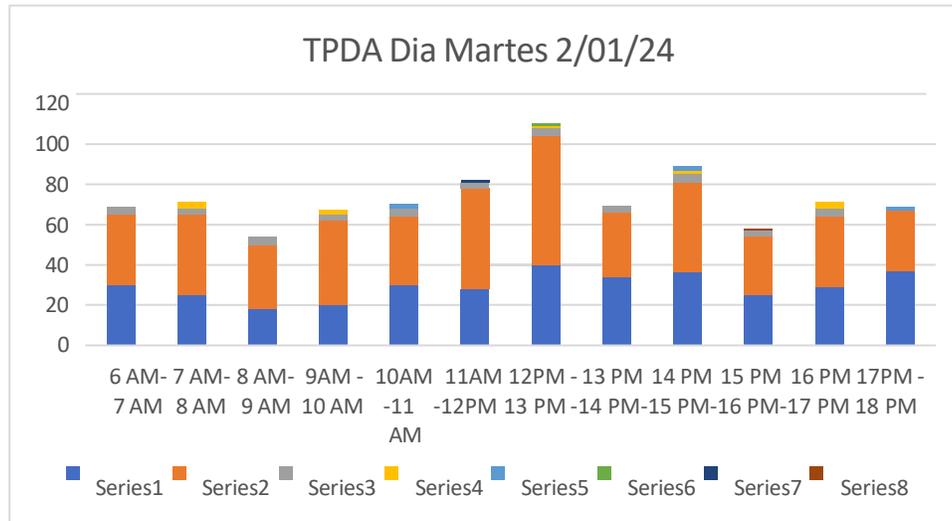


Ilustración 50 Histograma del TPDA 2/01/24

Fuente: (Autores)

conteovehicular								
Fecha:	3/1/20							
	24							
Hora de inicio	6:00 a.m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2-S	3-S	2-S1	2-S2	3-S2
6 AM-7 AM	25	20	4		1			
7 AM-8 AM	30	35	2	1				
8 AM-9 AM	24	40	3					
9 AM-10 AM	15	29	2		1			
10 AM-11 AM	20	24	4	2				
11 AM-12 PM	29	43	3				1	
12 PM-13 PM	45	50	3	2		1		
13 PM-14 PM	35	35	4					
14 PM-15 PM	33	29	2	2	2			
15 PM-16 PM	28	26	3					

PM								
16 PM -17 PM	20	23	2	1				
17PM -18 PM	27	29	3					
TOTAL	331	383	35	8	4	1	1	
SUMA TOTAL	763							

Ilustración 51 TPD Día Miercoles 3/01/24

Fuente: (Autores)

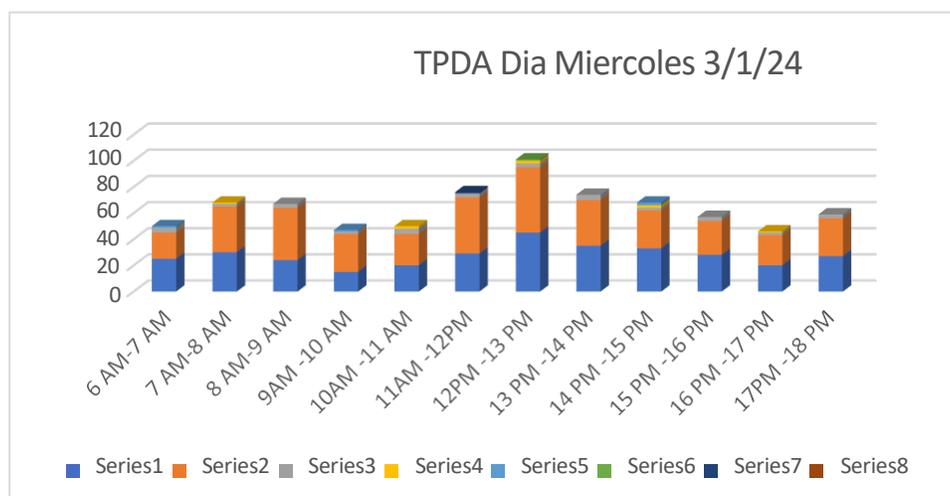


Ilustración 52 Histograma del TPDA 3/01/24

Fuentes: (Autores)

conteovehicular								
Fecha:	4/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
HORA	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2 - S	3 - S	2-S1	2-S2	3-S2
6 AM-7 AM	25	25	3	2	1			
7 AM-8 AM	35	40	2	1				
8 AM-9 AM	23	35	3					
9 AM -10 AM	18	30	2		1			
10AM -11 AM	25	28	4	1		1		
11AM -12PM	30	45	3				1	
12PM-13 PM	40	62	3	2				
13 PM -14 PM	33	30	4					
14 PM -15 PM	30	26	3		2			
15 PM -16 PM	34	28	3					
16 PM -17 PM	23	25	2	2				
17PM-18 PM	25	30	4			1		
TOTAL	341	404	36	8	4	2	1	
SUMA TOTAL	796							

Ilustración 53 TPDA Día Jueves 4/01/24

Fuente: (Autores)

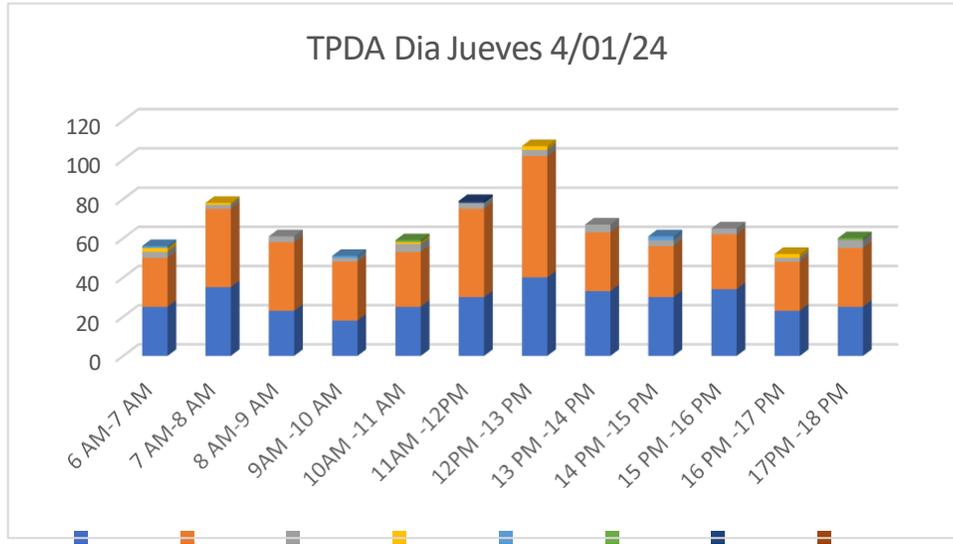


Ilustración 54 Histograma del TPDA 4/01/24

Fuente: (Autores)

conteovehicular									
Fecha:	5/1/2024								
Hora de inicio	6:00 a. m.								
Hora final	18:00 p.m.								
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES					
				2-S	3-S	2-S1	2-S2	3-S2	
6 AM-7 AM	29	24	3		1				
7 AM-8 AM	34	40	4						
8 AM-9 AM	25	32	3				2		
9 AM-10 AM	19	40	3		1				
10 AM-11 AM	24	29	4						
11 AM-12 PM	45	35	3		2		1		
12 PM-13 PM	50	57	3						
13 PM-14 PM	25	50	4			3			
14 PM-15 PM	18	32	4		2				
15 PM-16 PM	15	25	3						
16 PM-17 PM	24	38	3						
17 PM-18 PM	20	32	3						
TOTAL	328	434	40	12	6	3	3		
SUMA TOTAL	826								

Ilustración 55 TPDA Día Viernes 5/01/24

Fuente: (Autores)

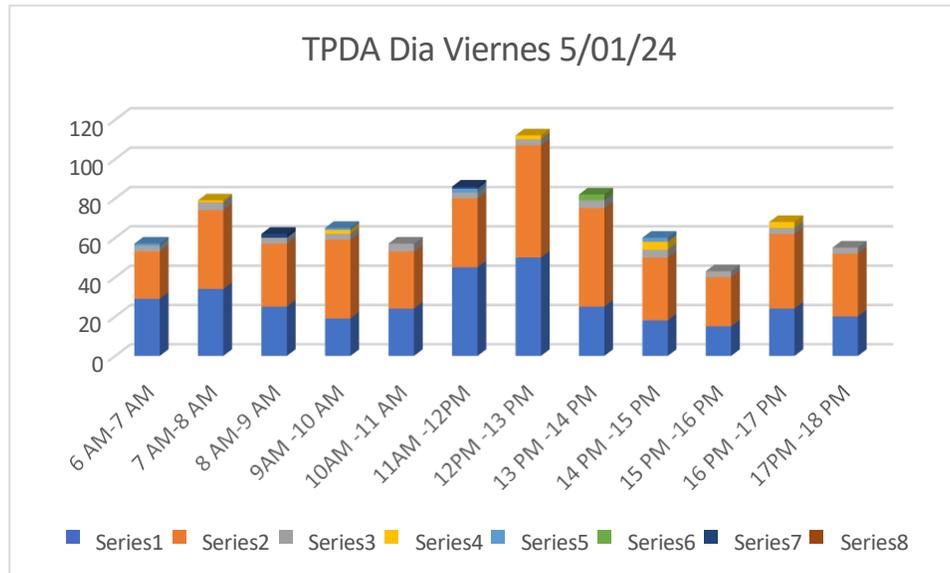


Ilustración 56 Histograma del TPDA 5/01/24

Fuente: (Autores)

conteovehicular								
Fecha:	6/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2 - S	3- S	2- S1	2- S2	3- S2
6 AM-7 AM	10	15						
7 AM-8 AM	6	19	2	1				
8 AM-9 AM	9	20	2					
9AM -10 AM	15	30	2	1	1			
10AM -11 AM	23	29	2					
11AM -12PM	20	28	2			1	1	
12PM-13 PM	16	30	2	2				
13 PM -14 PM	17	40	2		1			
14 PM -15 PM	13	26	2					
15 PM -16 PM	20	32	2	3				
16 PM -17 PM	15	29	2					
17PM-18 PM	19	34	1					
TOTAL	183	332	21	7	2	1	1	
SUMA TOTAL	547							

Ilustración 57 TPDA Día Sabado 6/01/24

Fuente: (Autores)

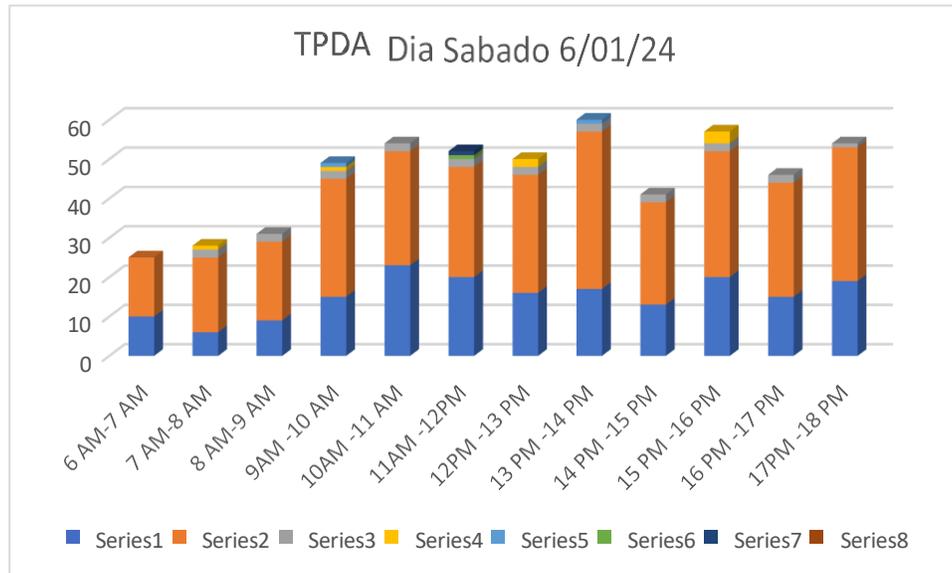


Ilustración 58 Histograma del TPDA 6/01/24

Fuente: (Autores)

conteovehicular								
Fecha:	7/1/2024							
Hora de inicio	6:00 a. m.							
Hora final	18:00 p.m.							
Hora	MOTO	LIVIANOS	AUTOBUS	CAMIONES				
				2 - S	3 - S	2-S1	2-S2	3-S2
6 AM-7 AM	10	13						
7 AM-8 AM	13	20	2	1				
8 AM-9 AM	25	28	1					
9AM -10 AM	15	30	2		1			
10AM -11 AM	23	32	4	2				
11AM -12PM	27	25	3				1	
12PM-13 PM	24	30	2					
13 PM -14 PM	13	24	1					
14 PM -15 PM	15	30	3	1				
15 PM -16 PM	18	27	1		1			
16 PM -17 PM	15	30	2					
17PM-18 PM	20	25	2					
TOTAL	218	314	23	4	2		1	
SUMA TOTAL	562							

Ilustración 59 TPDA Día Domingo 7/01/2024

Fuente: (Autores)

Tabla 51 Calculo para espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase

Via del recinto Los Campos hasta el ingreso del recinto La Matilde
Diseño de pavimento flexible

via de clase II	
Sn	1,77
Confiabilidad	95%
Psi	1,2
Mr	223771,54
Zr	1,645
So	0,45
W18	298000294,6

$$AC=0,44*\log(1,77/1,5)-0,08*\log(223771,54/100000)+0,20*(5,31-4,5)$$

Carpeta asfatica = 0,12m
12cm
5 pulg

calculo para la capa base

$$GB=0,32*\log(1,77/1,5)-0,06*\log(223771,54/100000)+0,14*(5,34-4,5)+0,0036-1,645*0,45*\log(29800294,62/10000)$$

Capa base = 0,19m
19cm
7,5 pulg

calculo para la capa subbase

$$SB=0,20*\log(1,77/1,5)-0,04*\log(223771,54/100000)+0,12*(5,34-4,5)+0,0024*1,645*0,45*\log(29800294,62/10000)$$

Capa subbase= 0,24m
24cm
9,5 pulg

Fuente: (Autores)

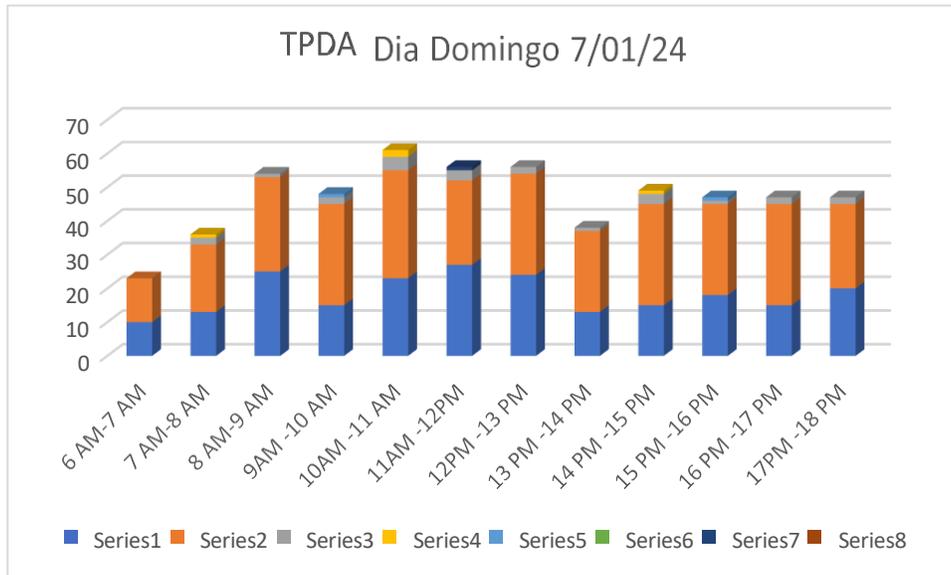


Ilustración 60 Histograma del TPDA 7/01/24

Fuente: (Autores)

Calicata 1

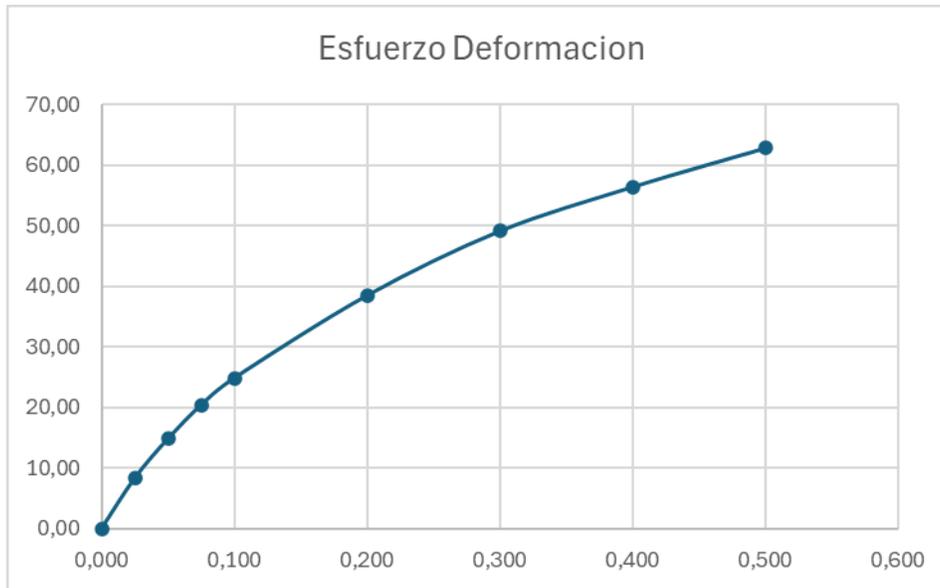


Ilustración 61 Esfuerzo Deformación calicata 1

Fuente: (Autores)

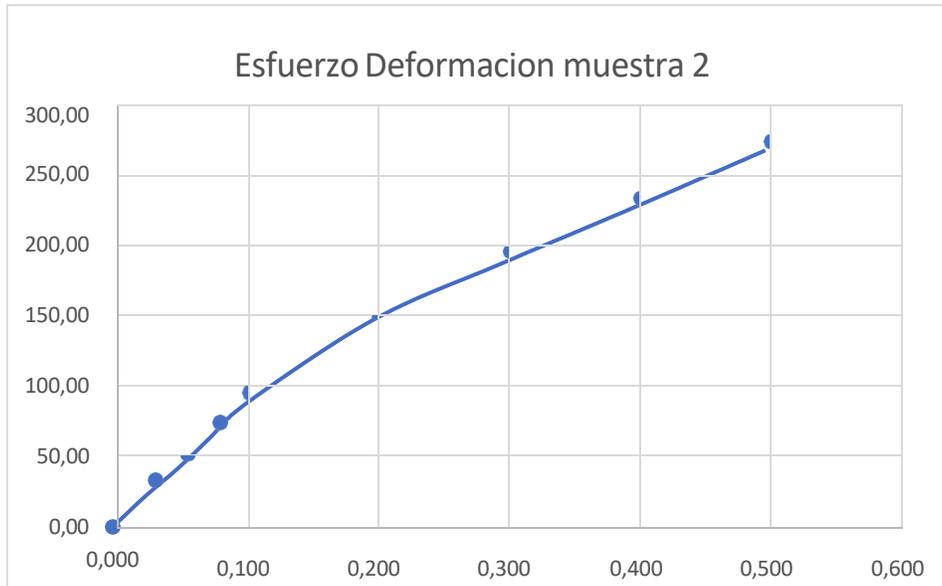


Ilustración 62 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 63 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 1

Fuente: (Autores)

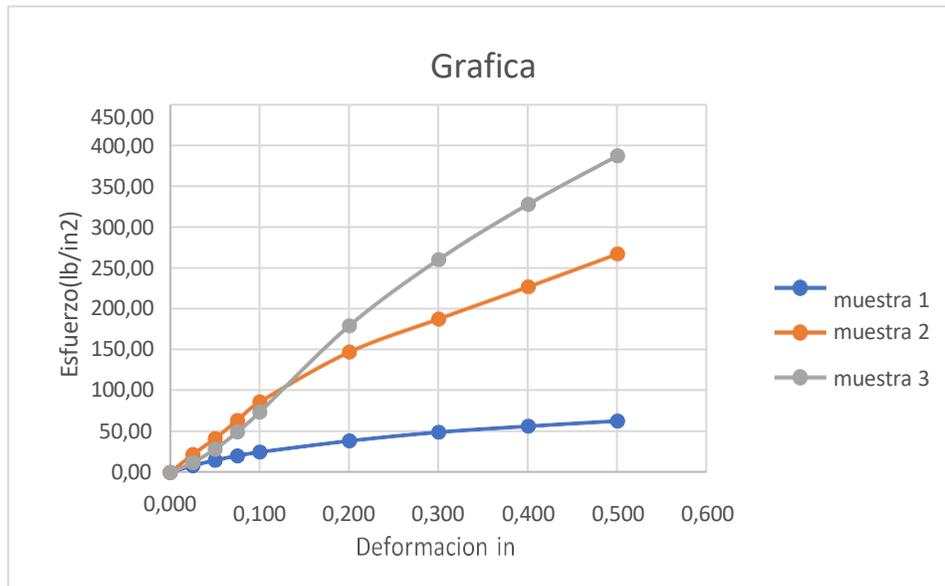


Ilustración 64 Esfuerzo y Deformación calicata 1

Fuente: (Autores)

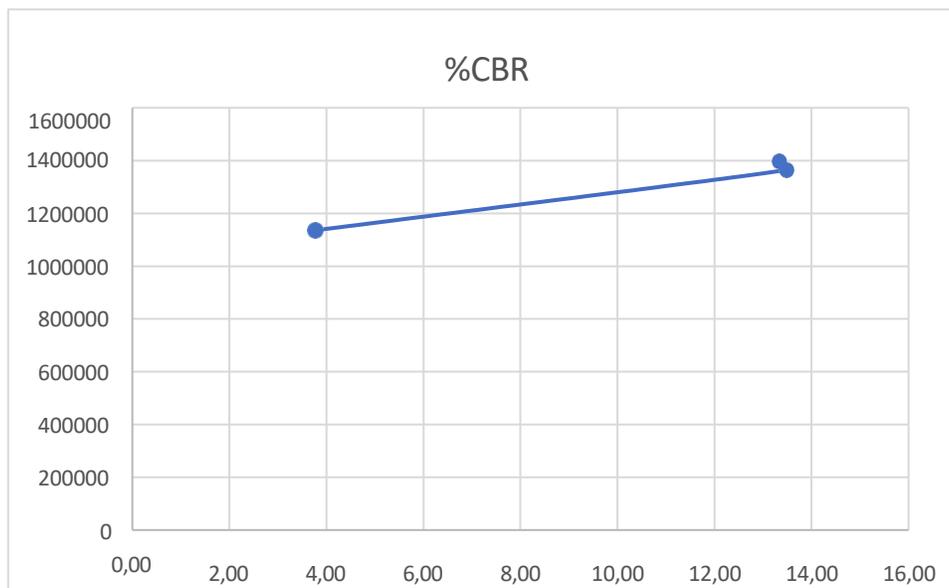


Ilustración 65 CBR calicata 1

Fuente: (Autores)

Calicata 2

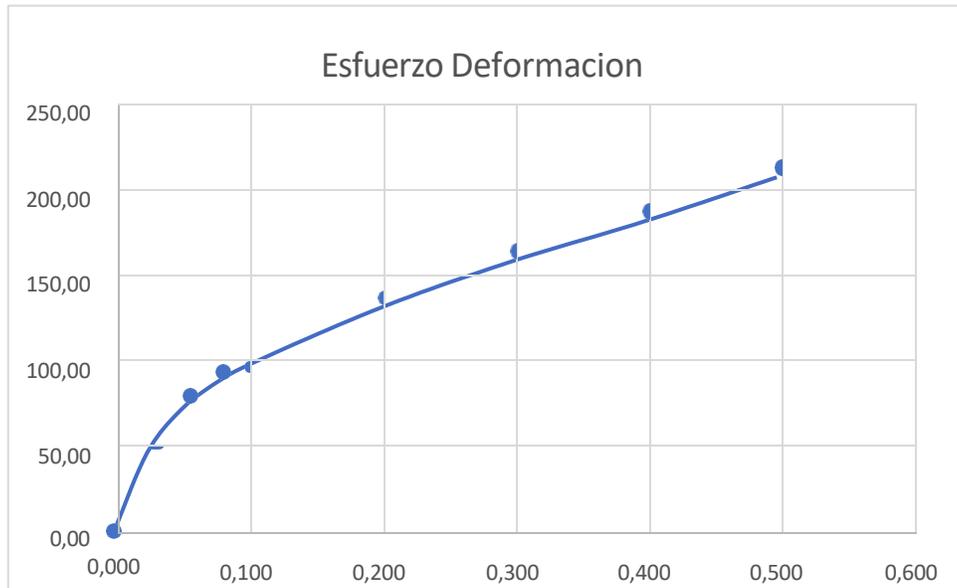


Ilustración 66 Esfuerzo Deformación calicata 2

Fuente: (Autores)

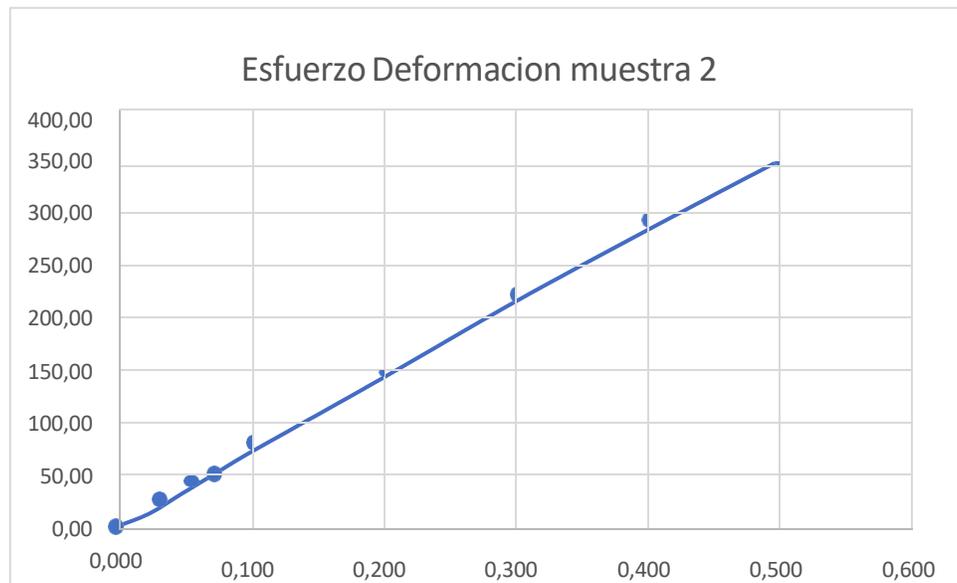


Ilustración 67 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 2

Fuente: (Autores)

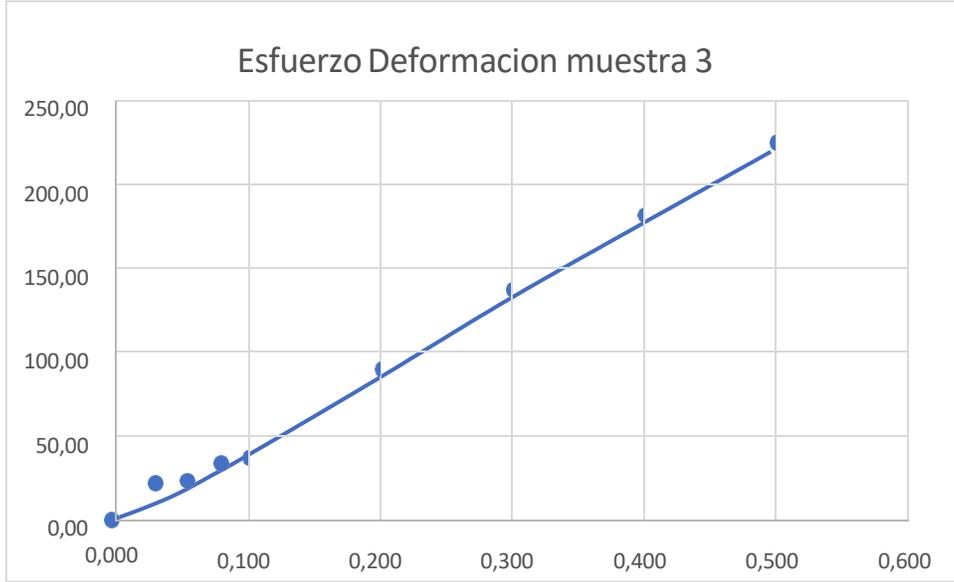


Ilustración 68 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 2

Fuente: (Autores)

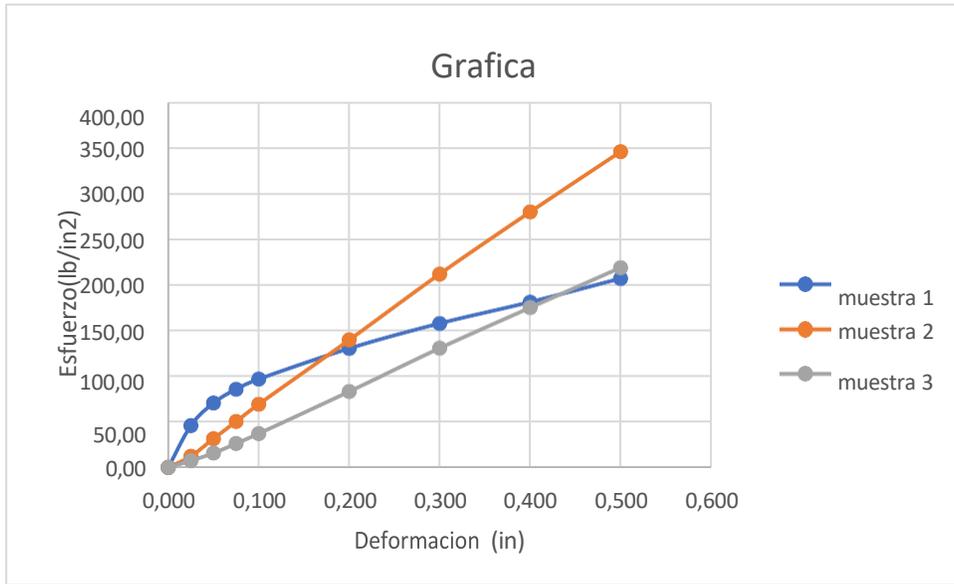


Ilustración 69 Esfuerzo y Deformación

Fuente: (Autores)

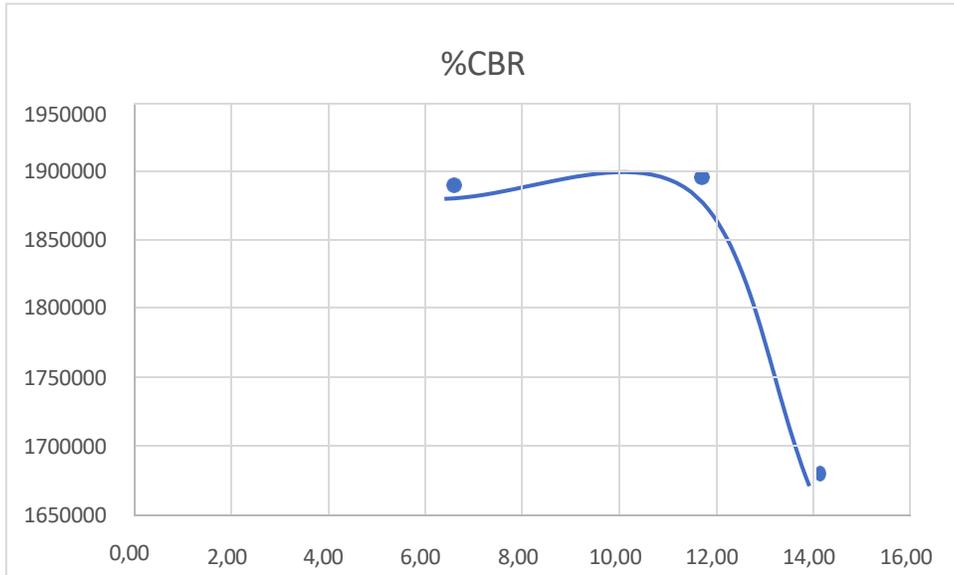


Ilustración 70 CBR Calicata 2

Fuente: (Autores)

Calicata 3

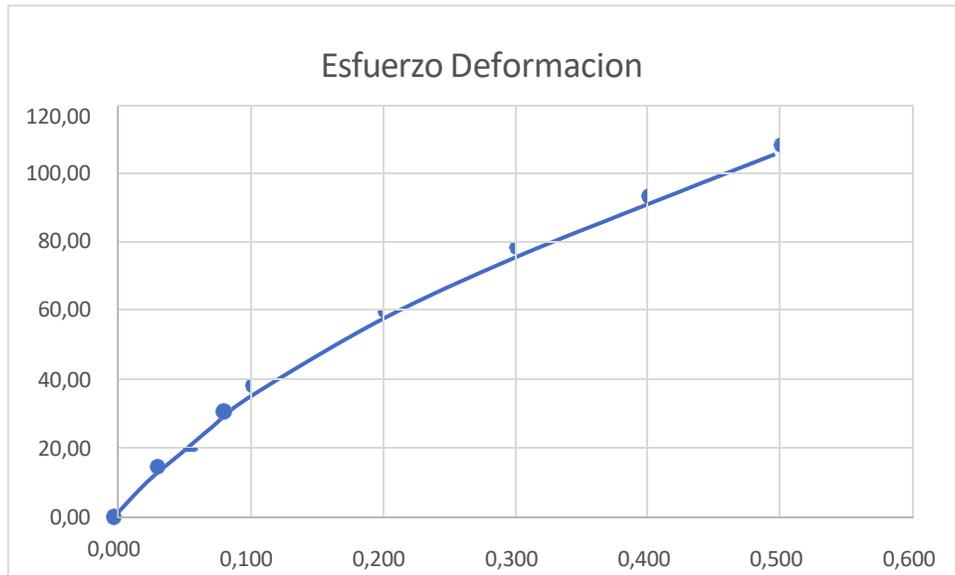


Ilustración 71 Esfuerzo Deformación calicata 3

Fuente: (Autores)

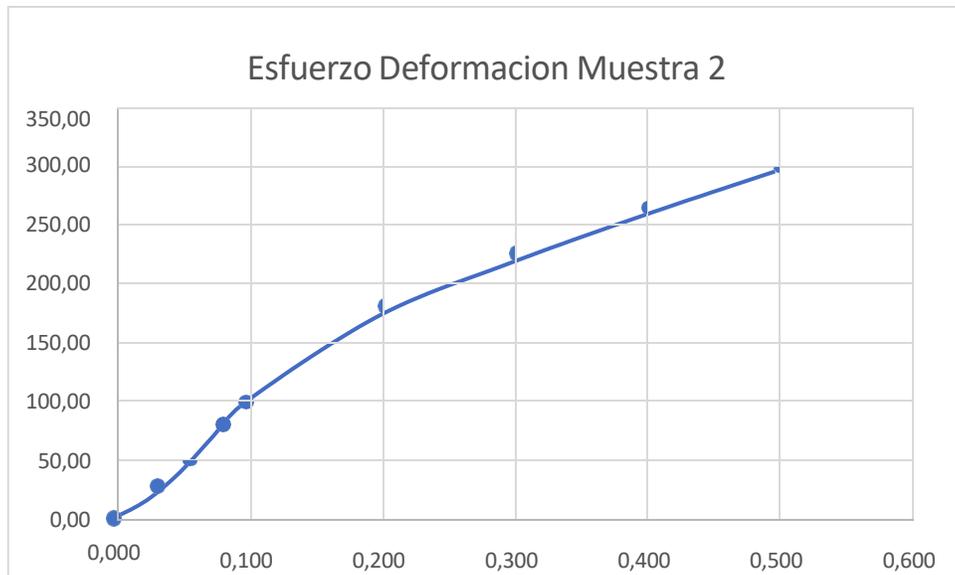


Ilustración 72 Esfuerzo Deformación muestra 2 calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 73 Esfuerzo Deformación muestra 3 calicata 3

Fuente: (Autores)

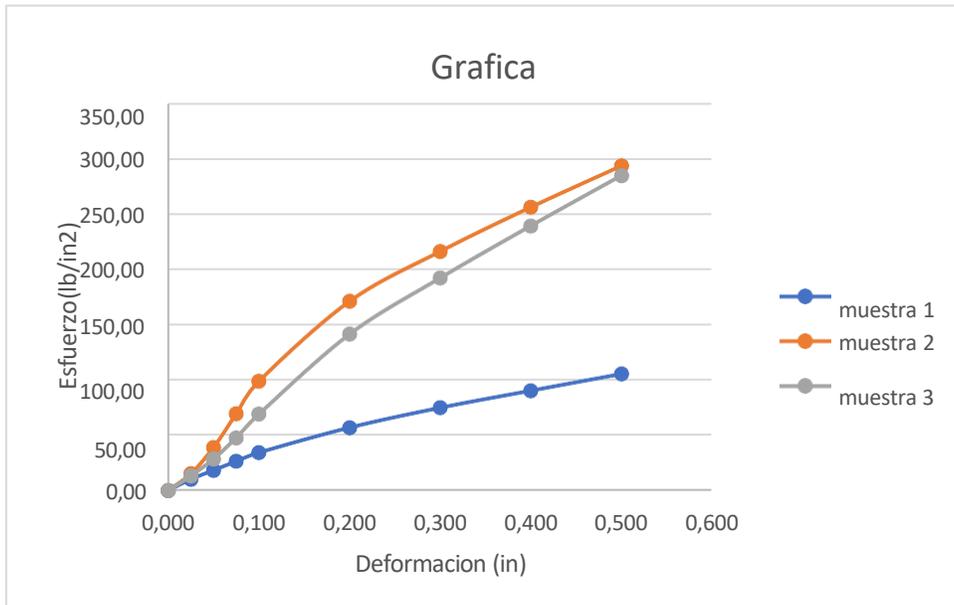


Ilustración 74 Esfuerzo y Deformación

Fuente: (Autores)

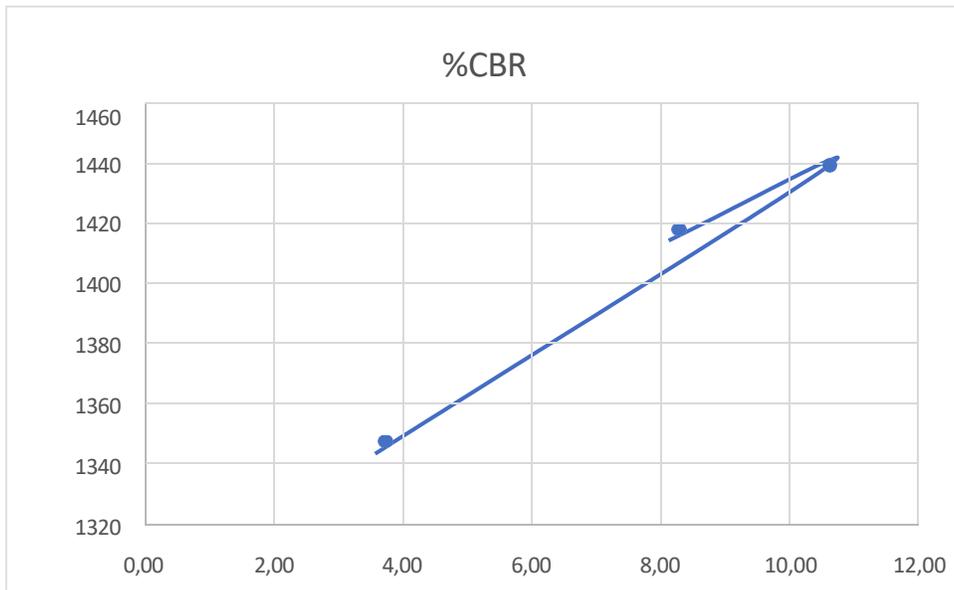


Ilustración 75 CBR Calicata 3

Fuente: (Autores)

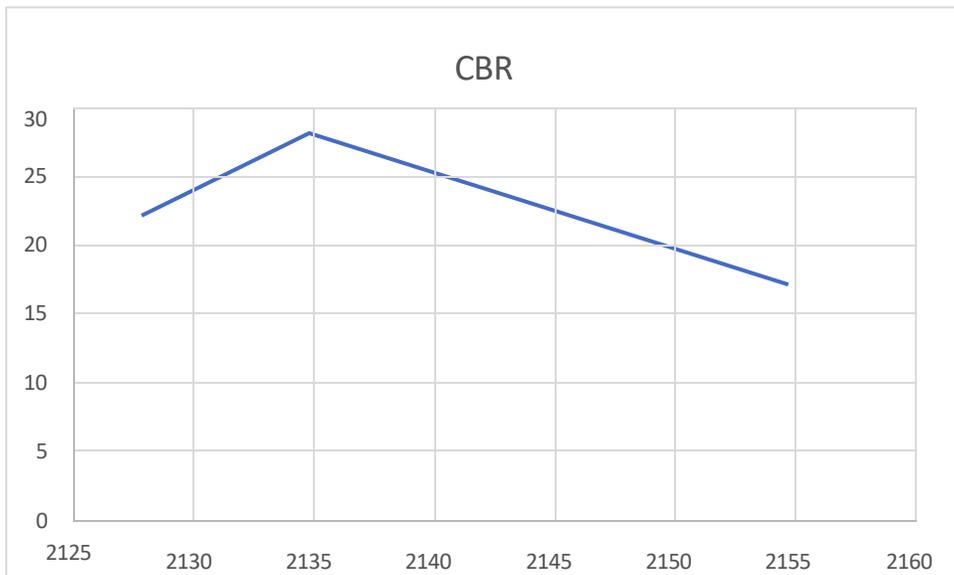


Ilustración 76 CBR de todas las calicatas

Fuente: (Autores)

Anexos 2 fotografías



Ilustración 77 Conteo vehicular

Fuente: (Autores)



Ilustración 78 Conteo vehicular

Fuente: (Autores)



Ilustración 79 Conteo vehicular

Fuente: (Autores)



Ilustración 80 Conteo vehicular

Fuente: (Autores)



Ilustración 81 Toma de puntos

Fuente: (Autores)



Ilustración 82 Toma de puntos

Fuente: (Autores)



Ilustración 83 Colocación de GPS

Fuente: (Autores)



Ilustración 84 Punto referencial

Fuente: (Autores)



Ilustración 85 calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 86 Medición de profundidad de 1.50 metros calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 87 Medición de profundidad de 1.50 metros calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 88 Calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 89 Calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 90 Medición de 1.50 metros calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 91 Colocacion de muestra en el piso

Fuente: (Autores)



Ilustración 92 Cuarteo de la calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 93 Cuarteo de la calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 94 Cuarteo de la calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 95 tamizado de la muestra

Fuente: (Autores)



Ilustración 96 Tamizado de la muestra

Fuentes: (Autores)



Ilustración 97 Grava del tamizado calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 98 Toma de datos calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 99 Separación del tamizado grava y fino calicata 1

Fuente: (Autores)

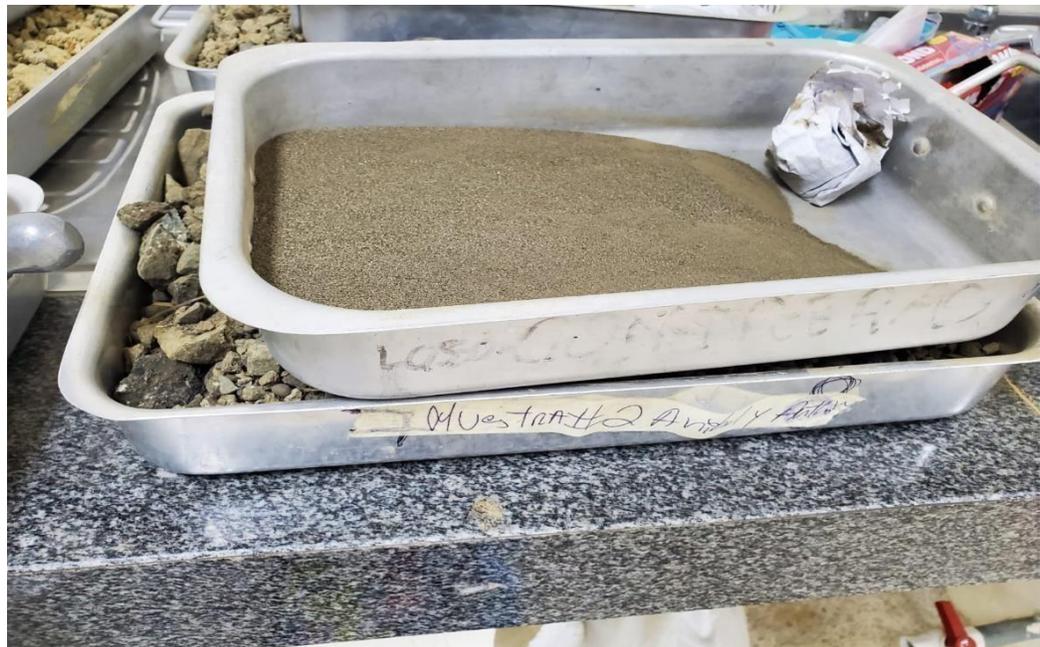


Ilustración 100 Separación del tamizado grava y fino calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 101 Separación del tamizado grava y fino calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 102 Ensayo de casa grande

Fuente: (Autores)



Ilustración 103 Ensayo de casa grande

Fuente: (Autores)



Ilustración 104 Ensayo de límite líquido y plástico calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 107 Muestra de humedad natural de las 3 calicatas

Fuente: (Autores)



Ilustración 108 Ensayo Proctor calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 109 Muestra del ensayo Proctor calicata 1

Fuente: (Autores)



Ilustración 110 Ensayo Proctor calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 111 Muestra del ensayo Proctor calicata 2

Fuente: (Autores)



Ilustración 112 Ensayo Proctor calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 113 Muestra del ensayo Proctor calicata 3

Fuente: (Autores)



Ilustración 114 Muestras de las 3 calicatas al horno

Fuente: (Autores)



Ilustración 115 Ensayo de CBR de las 3 calicatas

Fuente: (Autores)



Ilustración 116 Toma de Lectura inicial 0

Fuente: (Autores)



Ilustración 117 Ensayo CBR para colocación de cargas

Fuente: (Autores)



Ilustración 118 Colocación del cilindro en la maquina CBR

Fuente: (Autores)



Ilustración 119 Toma de datos del ensayo CBR

Fuente: (Autores)



Ilustración 120 Reunión con el tutor Ing. Fausto Cabrera

Fuente: (Autores)

Anexos 3 aprobación de la topografía



Ilustración 121 Autorización de la topografía del GAD Salitre

Fuente: (Autores)



Oficio n.º GADMS-A-MMP-2024-0010-OF
Salitre, 03 de enero de 2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN

Señor
Aníbal Franco Montece
**ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA**
Ciudad. -

De mis consideraciones:

De conformidad con la carta presentada por su persona en este despacho de fecha 19 de diciembre del 2023, **AUTORIZO** a usted proceda a realizar la topografía para el diseño de 1.3km que comprende desde el recinto Los Campos hasta el ingreso del recinto la Matilde, a fin de que pueda presentar su tesis como estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana con sede en la ciudad de Guayaquil

Particular que le comunico a usted, para los fines pertinentes

Atentamente,



MILTON JOSE MORENO
PÉREZ

Abg. Milton Moreno Pérez.
**ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SALITRE**

Ilustración 122 Autorización de la topografía del GAD Salitre

Fuente: (Autores)

Levantamiento topográfico

Tabla 52 Cuadro de coordenadas del eje del proyecto

E0,9800955.000,634623.000,24.000,est
E1,9801707.766,634623.000,23.683,
rf1,9800949.798,634633.476,23.507,rf
rf2,9800961.841,634630.470,23.566,rf
1,9800955.772,634631.963,23.369,cerca
2,9800970.118,634630.241,23.702,cerca
3,9800979.527,634630.084,23.726,cerca
4,9801024.509,634630.154,23.253,cerca
5,9801023.248,634617.298,22.702,cerca
6,9801011.531,634617.601,22.924,cerca
7,9800996.105,634617.708,22.954,cerca
8,9800970.410,634615.170,23.195,cerca
9,9800962.123,634613.160,23.001,cerca
10,9800909.756,634594.898,24.587,calle
11,9800900.282,634594.863,24.545,calle
12,9800900.414,634611.985,24.604,calle
13,9800909.337,634606.551,24.692,calle
14,9800909.685,634615.938,24.678,calle
15,9800909.163,634632.052,24.694,calle
16,9800901.139,634633.350,24.600,calle
17,9800908.916,634651.945,24.683,calle
18,9800913.557,634646.629,24.391,huella asfa
19,9800919.026,634641.700,24.167,huella asfa
20,9800926.025,634637.132,24.088,huella asfa
21,9800954.267,634630.539,23.834,huella asfa
22,9800979.678,634627.175,23.937,huella asfa
23,9801002.977,634626.967,23.692,huella asfa
24,9801026.628,634626.842,23.680,huella asfa
25,9801051.149,634626.691,23.709,huella asfa
26,9801077.446,634626.792,23.541,huella asfa
27,9801106.368,634627.109,23.509,huella asfa
28,9801135.092,634627.232,23.436,huella asfa
29,9801168.478,634627.754,23.415,huella asfa
30,9801200.299,634627.988,23.469,huella asfa
31,9801240.379,634628.135,23.401,huella asfa
32,9801282.950,634628.280,23.349,huella asfa
33,9801282.900,634621.154,23.419,huella asfa
34,9801244.667,634621.003,23.475,huella asfa
35,9801213.648,634621.073,23.384,huella asfa
36,9801178.279,634620.905,23.484,huella asfa

37,9801150.004,634620.874,23.437,huella asfa
38,9801113.957,634620.471,23.524,huella asfa
39,9801078.388,634620.388,23.533,huella asfa
40,9801040.003,634620.083,23.580,huella asfa
41,9801004.208,634620.092,23.780,huella asfa
42,9800971.097,634617.614,23.854,huella asfa
43,9800949.462,634614.933,23.995,huella asfa
44,9800925.077,634611.932,24.045,huella asfa
45,9800923.876,634617.019,24.093,huella asfa
46,9800937.935,634619.239,24.039,huella asfa
47,9800952.802,634621.263,24.027,huella asfa
48,9800946.423,634626.744,23.967,huella asfa
49,9800924.639,634632.358,24.234,huella asfa
50,9800930.230,634629.919,23.995,alcanta
51,9800932.315,634629.576,23.868,alcanta
52,9800930.302,634636.012,23.594,alcanta
53,9800932.046,634635.663,23.665,alcanta
54,9800931.436,634636.337,21.793,fondo
55,9800931.306,634629.144,21.850,fondo
56,9800930.805,634618.781,21.765,fondo
57,9800930.734,634612.692,22.279,fondo
58,9800930.086,634612.914,23.938,alcanta
59,9800931.790,634612.675,23.960,alcanta
60,9800931.589,634618.563,23.954,alcanta
61,9800930.026,634618.755,23.948,alcanta
62,9800913.010,634594.784,23.965,cerca
63,9800912.536,634573.557,24.279,cerca
64,9800905.207,634568.477,24.705,cerca
65,9800905.228,634613.370,24.818,eje calle
66,9800905.102,634650.686,24.786,eje calle
67,9800916.258,634633.564,24.550,isla
68,9800915.592,634616.912,24.443,isla
69,9800911.544,634620.635,24.628,descanso
70,9800915.763,634621.151,24.552,descanso
71,9800915.615,634627.150,24.519,descanso
72,9800899.606,634635.709,24.859,garita
73,9800896.756,634635.809,24.875,garita
74,9800896.794,634631.771,24.848,garita
75,9800894.390,634642.474,24.227,cerca
76,9800915.262,634657.098,23.187,cerca
77,9800915.789,634648.716,23.602,cerca
78,9800925.653,634640.481,23.215,cerca
79,9800933.358,634636.868,23.156,cerca

80,9800956.793,634623.650,24.084, linea	asf
81,9800957.415,634621.977,24.065, linea	asf
00,9800918.519,634633.739,24.377, lateral	1
0.10,9800927.974,634630.704,24.216, lateral	1
0.20,9800947.494,634625.823,23.887, lateral	1
0.90,9800908.688,634636.024,24.797, lateral	1
0.3,9800957.250,634623.292,24.071, lateral	1
0,9800909.006,634652.009,24.720, lateral	2
0.01,9800920.538,634640.341,24.209, lateral	2
0.02,9800949.487,634632.497,23.685, lateral	2
0.03,9800959.269,634630.116,23.699, lateral	2
0.04,9800958.198,634626.710,24.039, eje lateral	2
82,9800948.437,634629.210,24.036, eje	late
83,9800929.103,634634.065,24.171, eje	late
84,9800919.555,634637.064,24.361, eje	late
85,9800908.966,634641.916,24.781, eje	late
E3,9800988.916,634623.363,23.950, est	
E4,9800896.823,634635.753,24.866, BM	
E5,9801333.109,634624.900,23.287, est	
86,9800967.908,634624.158,24.097, eje	late
87,9800977.978,634623.295,24.045, eje	late
88,9800987.951,634623.348,23.951, eje	late
89,9801008.025,634623.465,23.843, eje	late
90,9801028.007,634623.541,23.806, eje	late
91,9801048.017,634623.608,23.800, eje	late
92,9801068.040,634623.715,23.705, eje	late
93,9801088.016,634623.805,23.689, eje	late
94,9801108.032,634623.893,23.673, eje	late
95,9801128.043,634623.981,23.588, eje	late
96,9801148.076,634624.071,23.496, eje	late
97,9801168.036,634624.161,23.570, eje	late
98,9801188.085,634624.258,23.594, eje	late
99,9801208.064,634624.346,23.546, eje	late
100,9801228.033,634624.436,23.494, eje	late
101,9801248.056,634624.526,23.549, eje	late
102,9801268.146,634624.615,23.531, eje	late
103,9801288.090,634624.704,23.514, eje	late
104,9801308.082,634624.790,23.365, eje	late
105,9801328.152,634624.879,23.262, eje	late
106,9800999.430,634605.224,23.592, lgm1	
107,9800966.927,634620.787,24.062, Lateral	
108,9800977.380,634619.835,23.937, Lateral	

109,9800987.421,634620.031,23.815,Lateral
110,9800969.221,634631.411,23.777,lgm2
111,9801007.819,634619.921,23.781,lateral
112,9801008.219,634611.290,23.178,casa
113,9801001.071,634610.670,23.197,casa
114,9801001.524,634600.370,23.093,casa
115,9800998.879,634613.876,22.471,cuneta
116,9801001.478,634614.615,23.151,cuneta
117,9801007.926,634615.230,23.294,cuneta
118,9801010.648,634614.196,22.483,cuneta
119,9801019.517,634613.922,22.212,cuneta
120,9801028.046,634620.270,23.629,lateral
121,9801048.112,634620.093,23.650,lateral
122,9801068.013,634620.185,23.568,lateral
123,9801088.007,634620.357,23.567,lateral
124,9801108.034,634620.386,23.542,lateral
125,9801106.988,634617.795,23.241,cerca
126,9801128.027,634620.470,23.497,lateral
127,9801148.007,634620.755,23.407,lateral
128,9801167.881,634620.695,23.383,lateral
129,9801187.957,634620.721,23.457,lateral
130,9801207.939,634620.767,23.432,lateral
131,9801207.974,634620.896,23.433,lateral
132,9801227.876,634620.943,23.392,lateral
133,9801247.871,634620.921,23.483,lateral
134,9801267.880,634621.013,23.406,lateral
135,9801287.798,634621.172,23.371,lateral
136,9801307.699,634621.305,23.285,lateral
137,9801327.784,634621.308,23.152,lateral
138,9801327.755,634621.303,23.144,lateral
139,9801328.394,634628.319,23.242,lateral
140,9801109.928,634628.476,23.553,alczn
141,9801111.369,634628.436,23.552,alczn
142,9801111.462,634619.268,23.431,alczn
143,9801109.983,634619.180,23.454,alczn
144,9801110.995,634628.656,21.782,fondo
145,9800920.803,634640.189,24.206,lateral
146,9800949.618,634632.489,23.722,lateral
147,9800959.371,634629.974,23.726,lateral
148,9800969.023,634627.452,23.877,lateral
149,9800977.642,634628.104,23.843,lateral
150,9800987.973,634626.970,23.922,lateral
151,9801008.223,634627.029,23.686,lateral

152,9801028.029,634627.098,23.717,lateral
153,9801047.999,634627.030,23.733,lateral
154,9801068.020,634627.126,23.628,lateral
155,9801088.035,634627.250,23.502,lateral
156,9801108.146,634627.390,23.467,lateral
157,9801127.974,634627.550,23.504,lateral
158,9801148.012,634627.627,23.392,lateral
159,9801168.101,634627.646,23.481,lateral
160,9801188.238,634627.821,23.508,lateral
161,9801208.293,634627.883,23.442,lateral
162,9801228.168,634627.971,23.406,lateral
163,9801248.201,634628.011,23.509,lateral
164,9801268.226,634628.097,23.274,lateral
165,9801288.244,634628.245,23.414,lateral
166,9801308.396,634628.304,23.233,lateral
167,9801328.463,634628.284,23.200,lateral
168,9800990.683,634614.429,22.088,nive
169,9800991.838,634605.830,22.013,nive
170,9800982.902,634600.765,21.788,nive
171,9800976.652,634613.877,22.027,nive
172,9800982.771,634636.231,22.632,nive
173,9801653.866,634625.441,23.242,eje ref
174,9801348.096,634618.097,21.848,cerca
175,9801347.854,634621.200,23.097,lateral
176,9801347.890,634624.760,23.228,eje
177,9801347.929,634628.296,23.016,lster
178,9801348.017,634630.656,22.064,cercs
179,9801368.391,634630.487,22.097,cercs
180,9801368.114,634628.029,22.907,lat
181,9801367.989,634624.544,23.120,eje
182,9801367.933,634621.008,22.954,lat
183,9801367.962,634618.247,21.753,cerc
184,9801387.910,634618.146,21.606,cerc
185,9801387.928,634620.627,23.007,lat
186,9801387.985,634624.183,23.168,eje
187,9801388.004,634627.712,23.028,eje
188,9801389.016,634630.183,22.310,cerc
189,9801408.440,634630.247,23.087,cerc
190,9801408.145,634627.688,23.051,lat
191,9801408.134,634624.174,23.225,eje
192,9801408.143,634620.699,23.066,lat
193,9801429.225,634620.568,23.106,lat
194,9801429.257,634624.052,23.278,eje

195,9801429.291,634627.517,23.153,lat
196,9801450.918,634627.745,23.012,lat
197,9801450.626,634624.233,23.181,eje
198,9801450.455,634620.703,22.996,lat
199,9801470.445,634618.905,21.580,cerca
200,9801470.600,634620.782,22.991,lat
201,9801470.461,634624.241,23.171,eje
202,9801470.426,634627.706,22.937,lat
203,9801470.532,634629.208,23.206,cerca
204,9801490.807,634627.720,23.003,lat
205,9801490.813,634624.340,23.234,eje
206,9801490.570,634620.851,22.979,lat
207,9801510.607,634620.898,22.950,lat
208,9801510.531,634624.385,23.280,eje
209,9801510.556,634627.851,23.295,late
210,9801530.610,634620.743,22.989,late
211,9801530.629,634620.731,22.945,late
212,9801530.496,634624.292,23.255,eje
213,9801530.539,634627.722,23.077,later
214,9801550.571,634627.920,23.068,later
215,9801550.621,634624.328,23.245,eje
216,9801550.608,634620.805,22.949,late
217,9801550.740,634619.079,21.960,cerc
218,9801570.648,634620.662,23.098,late
219,9801570.730,634624.181,23.245,eje
220,9801570.802,634627.735,23.087,late
221,9801590.646,634620.656,22.907,late
222,9801590.778,634624.156,23.228,eje
223,9801590.946,634627.758,23.070,latr
224,9801610.616,634618.052,22.325,cerca
225,9801610.671,634620.485,22.936,late
226,9801610.843,634624.059,23.129,eje
227,9801610.991,634627.537,23.050,later
228,9801630.659,634620.496,23.070,later
229,9801630.855,634623.967,23.182,eje
230,9801630.981,634627.635,23.109,late
231,9801651.117,634617.815,22.333,cer
232,9801650.517,634621.203,23.091,late
233,9801650.502,634628.096,23.089,late
234,9801650.282,634630.371,22.748,cerca
235,9801650.516,634624.681,23.125,eje
236,9801670.418,634621.873,22.936,late
237,9801670.271,634625.395,23.218,ejee

238,9801670.130,634628.826,23.022,late
239,9801690.332,634623.592,23.538,late
240,9801690.112,634627.106,23.659,eje
241,9801689.954,634630.589,23.461,late
242,9801695.232,634619.044,22.340,ancho can
243,9801696.542,634619.012,21.549,bi
244,9801695.182,634622.565,23.171,aleta
245,9801697.196,634624.092,24.124,aleta
246,9801700.511,634623.660,24.159,aleta
247,9801702.643,634622.084,23.233,aleta
248,9801698.888,634623.744,21.639,sobre agua
249,9801700.685,634619.981,21.220,ancho ca
250,9801699.754,634619.911,21.659,bi
251,9801699.836,634628.184,24.066,eje
252,9801700.232,634624.755,24.173,late
253,9801699.448,634631.689,23.946,late
254,9801698.965,634632.680,24.160,puent
255,9801697.336,634634.825,23.190,alet
256,9801697.835,634635.127,22.037,bs
257,9801699.122,634633.235,21.568,sonre agu
258,9801702.147,634632.347,24.184,pue
259,9801704.009,634634.101,23.222,ale
260,9801703.574,634634.282,22.336,bs
261,9801708.602,634633.255,23.787,late
262,9801709.355,634629.880,23.872,eje
263,9801710.103,634626.406,23.891,late
264,9801721.123,634624.723,22.517,cerc
265,9801719.803,634629.060,23.386,late
266,9801718.700,634632.350,23.486,ejr
267,9801717.828,634635.751,23.196,latera
268,9801717.338,634637.559,22.719,cerc
269,9801726.295,634639.209,23.055,late
270,9801727.764,634635.984,23.290,eje
271,9801729.094,634632.741,23.208,late
272,9801737.961,634637.263,23.304,late
273,9801736.273,634640.305,23.268,eje
274,9801734.641,634643.388,23.045,late
275,9801742.195,634648.465,23.125,late
276,9801744.202,634645.675,23.247,eje
277,9801746.290,634642.879,23.284,latw
278,9801746.268,634642.868,23.284,late
279,9801756.291,634646.520,22.641,cer
280,9801754.107,634649.099,23.226,late

281,9801751.933,634651.862,23.341,eje
282,9801749.701,634654.646,23.052,late
283,9801748.671,634656.928,22.591,cerc
284,9801763.731,634668.152,22.954,later
285,9801766.177,634665.657,23.301,eje
286,9801768.643,634663.144,23.225,later
287,9801782.541,634677.468,23.137,later
288,9801780.056,634679.835,23.260,eje
289,9801777.556,634682.344,23.057,latera
290,9801790.412,634697.906,23.193,cerca
291,9801791.091,634696.540,23.083,latera
292,9801793.762,634694.210,23.305,eje
293,9801796.377,634691.849,23.189,lateral
294,9801797.638,634690.429,23.278,cerca
295,9801810.268,634706.176,23.217,later
296,9801807.878,634708.677,23.317,lateral
297,9801805.463,634711.239,23.075,lateral
298,9801819.490,634725.477,23.135,lateral
299,9801821.845,634722.963,23.326,eje
300,9801824.310,634720.421,23.172,lateral
301,9801839.758,634733.414,23.215,cerca
302,9801838.328,634734.698,23.113,lateral
303,9801835.992,634737.310,23.219,eje
304,9801833.771,634739.991,23.145,latera
305,9801833.186,634740.525,23.340,cerca
306,9801847.728,634754.055,23.024,lateral
307,9801850.079,634751.476,23.267,eje
308,9801852.430,634748.845,23.141,later
309,9801866.715,634762.813,23.189,later
310,9801864.384,634765.430,23.293,eje
311,9801862.099,634768.069,23.048,lateral
312,9801876.476,634781.868,23.114,lateral
313,9801878.839,634779.371,23.319,eje
E6,9801893.479,634790.884,23.238,est
314,9801881.181,634776.897,23.278,lt
315,9801897.157,634789.002,22.999,cerc
316,9801895.590,634790.739,23.188,lt
317,9801888.868,634797.457,23.102,cerc
318,9801893.102,634793.339,23.336,eje
319,9801890.744,634795.868,23.132,latera
320,9801905.025,634809.802,23.330,latera
321,9801907.452,634807.346,23.376,eje
322,9801909.914,634804.808,23.229,late

323,9801924.327,634818.917,23.317,late
324,9801921.946,634821.503,23.438,eje
325,9801919.693,634824.106,23.376,lat
326,9801933.185,634839.092,23.209,cerc
327,9801933.862,634838.230,23.332,lateral
328,9801936.272,634835.717,23.487,eje
329,9801938.631,634833.124,23.338,lateral
330,9801938.278,634830.964,23.352,cerc 1.5
331,9801953.007,634847.031,23.307,lateral
332,9801950.574,634849.513,23.473,eje
333,9801948.068,634851.844,23.411,lateral
334,9801962.704,634866.489,23.276,lateral
335,9801964.756,634863.611,23.444,eje
336,9801967.222,634861.184,23.251,lateral
337,9801982.385,634874.385,23.096,cerca
338,9801981.411,634875.286,23.273,lateral
339,9801978.841,634877.752,23.428,eje
340,9801976.374,634880.183,23.271,lateral
341,9801975.804,634880.996,23.317,cerca
342,9801990.393,634894.381,23.252,lateral
343,9801992.933,634891.851,23.484,lateral
344,9801995.425,634889.492,23.276,lateral
345,9802009.437,634903.804,23.281,lateral
346,9802007.044,634906.277,23.457,eje
347,9802004.774,634908.815,23.305,lateral
348,9802018.661,634923.012,23.277,lateral
349,9802021.028,634920.563,23.462,eje
350,9802023.441,634918.027,23.279,lateral
351,9802038.159,634931.458,23.198,cerca
352,9802037.711,634931.953,23.197,lateral
353,9802035.170,634934.348,23.365,eje
E7,9802120.068,635012.060,23.490,est
354,9802032.692,634936.787,23.375,lateral
355,9802046.069,634951.906,23.184,cerc
356,9802047.085,634951.145,23.290,lt
357,9802049.537,634948.573,23.382,ej
358,9802051.866,634946.041,23.280,lt
359,9802128.335,635084.388,23.202,cerc
360,9802132.643,635083.133,23.201,ej
361,9802066.232,634959.928,23.164,lt
362,9802063.978,634962.496,23.294,ej
363,9802061.686,634965.105,23.180,cerc
364,9802123.585,635063.055,23.281,cerc

365,9802127.764,635062.146,23.253,ej
366,9802076.035,634978.841,23.282,lt
367,9802078.449,634976.295,23.362,ej
368,9802080.826,634973.779,23.257,lt
369,9802089.345,634981.015,23.332,asfal
370,9802096.319,634986.296,23.298,lt
371,9802096.982,634984.776,23.231,cerc
372,9802131.246,635058.140,22.936,cerc
373,9802094.240,634989.085,23.451,ej
374,9802092.066,634991.886,23.414,lt
375,9802091.130,634993.143,22.958,cerc
376,9802128.194,635035.581,23.133,cerc
377,9802130.904,635020.039,22.926,cerc
378,9802099.850,634995.642,23.480,empat via
379,9802111.686,635001.406,23.590,empat via
380,9802136.679,635014.545,22.724,cerc
381,9802133.763,635005.273,23.657,asfal
382,9802156.478,635005.562,23.045,call
383,9802151.576,635003.524,23.635,asfal
384,9802165.463,634999.792,23.578,asfal
385,9802178.509,634994.333,23.536,asfal
386,9802192.495,634985.896,23.450,asfal
387,9802188.597,634980.909,22.977,asfal
388,9802172.537,634990.138,23.136,asfal
389,9802171.639,634988.956,22.921,cerc
390,9802157.295,634995.754,23.199,asfal
391,9802141.546,634998.633,23.338,asfal
392,9802141.428,634995.881,22.839,cerc
393,9802125.299,634997.990,23.340,asfal
394,9802109.341,634993.813,23.319,asfal
395,9802110.388,634991.417,22.985,cerca
396,9802074.921,634976.312,23.409,linea alt
397,9802102.133,634989.992,23.311,asfalt
398,9802081.791,634975.520,23.311,linea alta
399,9802121.217,635020.473,23.527,union vias
400,9802098.568,635000.673,23.090,cerc
401,9802112.361,635022.215,22.982,cerc
402,9802105.879,635011.370,22.997,cerc
403,9802127.626,635035.545,22.999,post
404,9802136.462,635012.950,23.146,post
405,9802152.867,635006.331,23.228,post
406,9802175.754,634998.092,22.723,post

Fuente: (Autores)

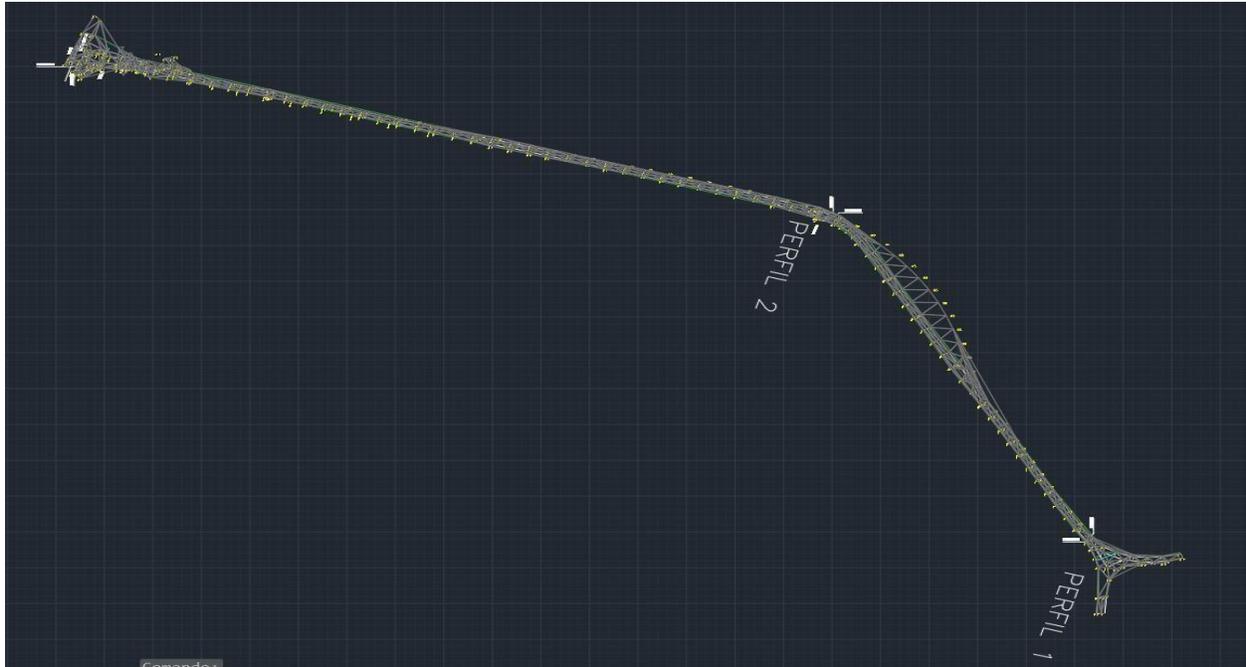


Ilustración 123 Levantamiento topográfico

Fuente: (Autores)

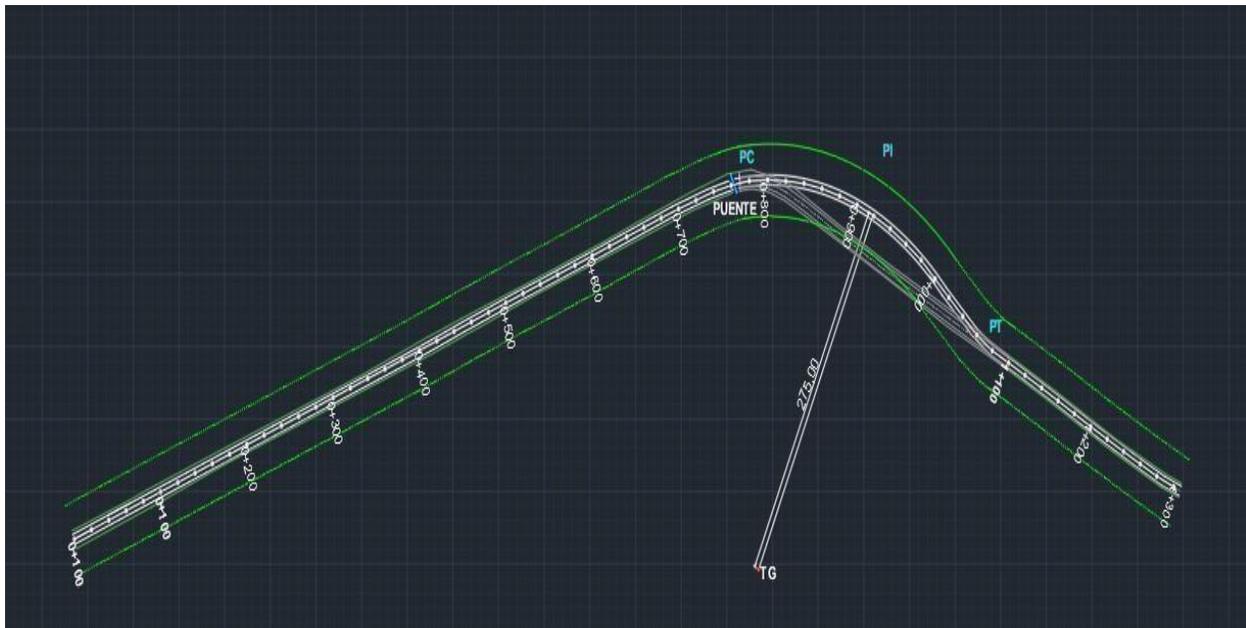


Ilustración 124 Traslado de la nueva curva

Fuente: (Autores)

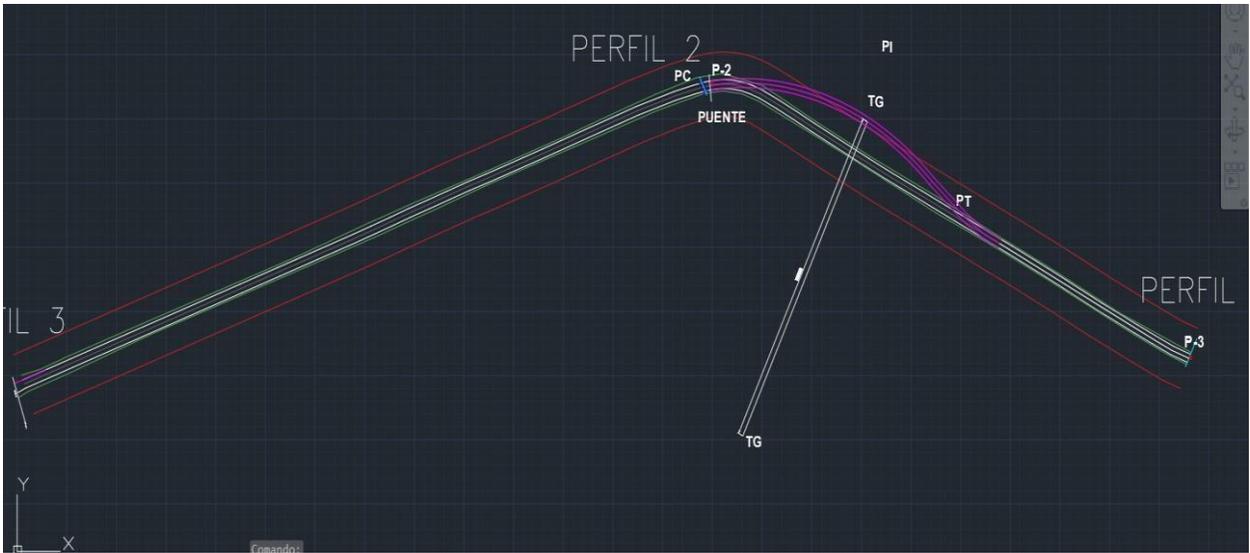


Ilustración 125 Ancho colateral de 25 metros a cada lado

Fuente: (Autores)

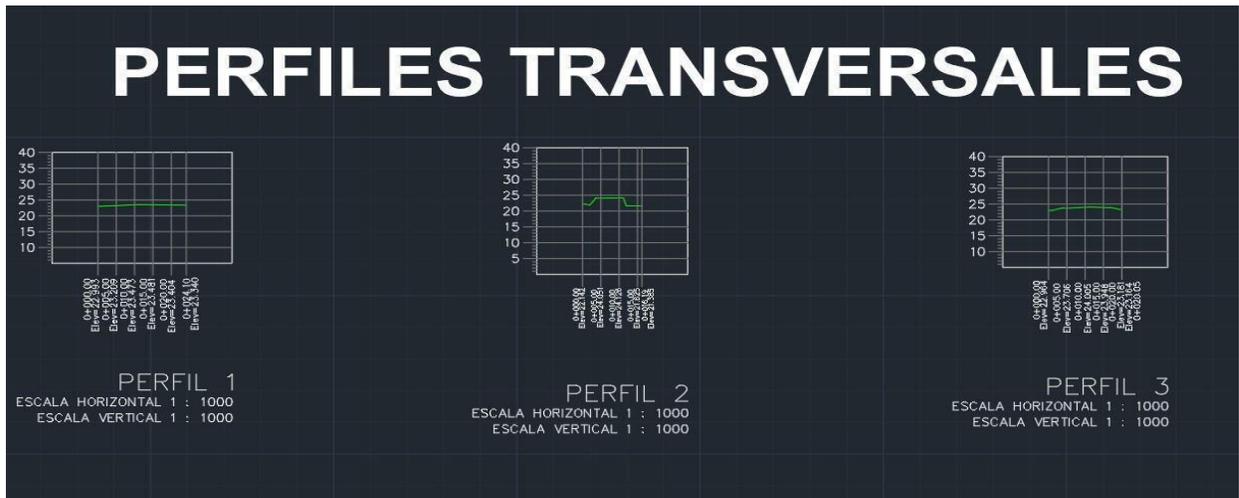


Ilustración 126 Perfiles transversales

Fuente: (Autores)

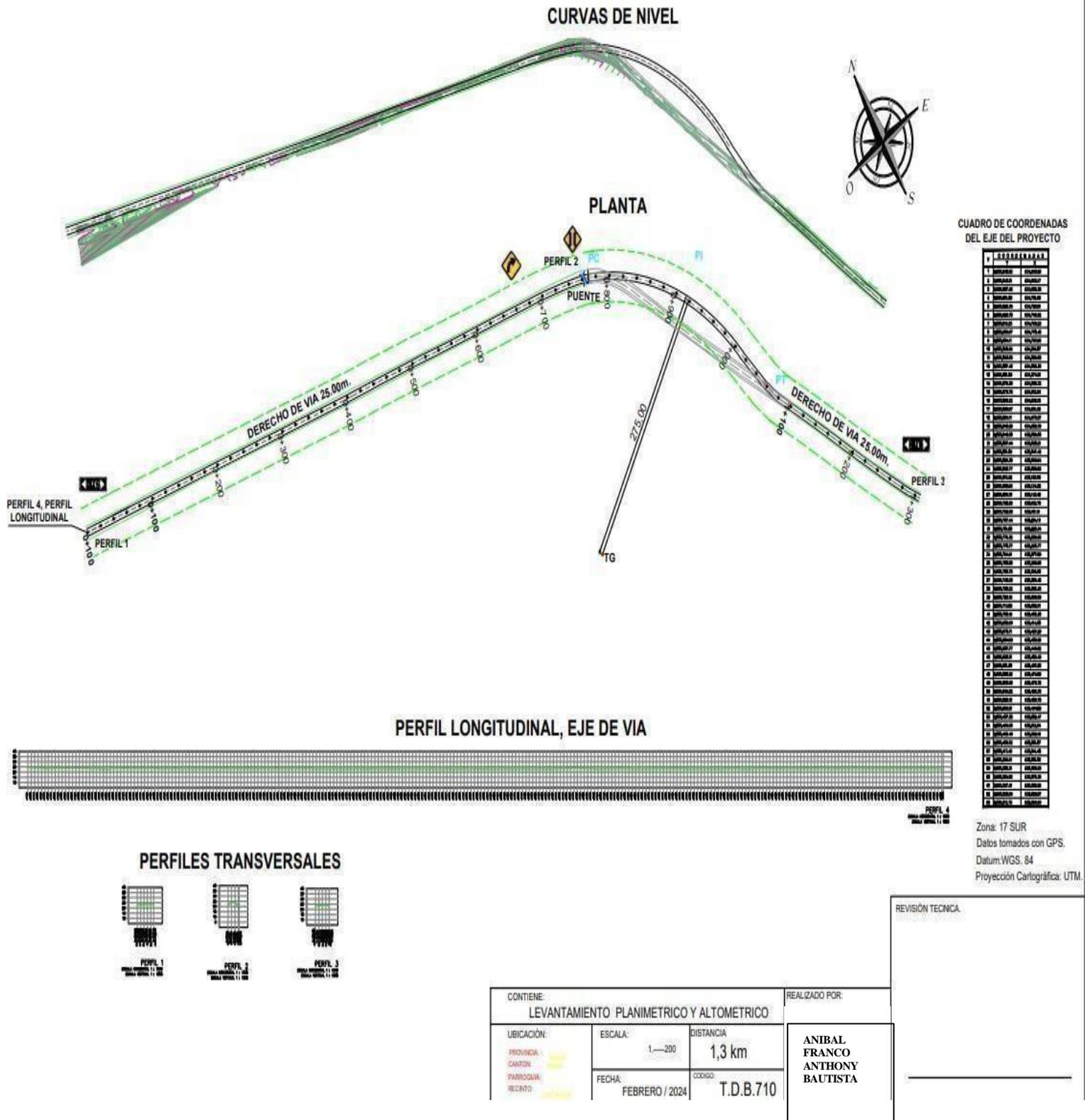


Ilustración 129 Plano del diseño de la vía
Fuente: (Autores)